

Juillet 2013

EFFETS DES LOIS CANTONALES SUR L'ÉNERGIE

Analyse de l'efficacité
conformément à l'art. 20 LEne,
actualisation pour l'année 2012

Mandant

Office fédéral de l'énergie OFEN, 3003 Berne

Mandataire

INFRAS, Binzstrasse 20, case postale, 8045 Zurich

Tél. 044 205 95 95, Fax 044 205 95 99

Courriel: zuerich@infras.ch

www.infras.ch

Auteurs

Donald Sigrist

Stefan Kessler

Groupe d'accompagnement

Conférence des services cantonaux de l'énergie (EnFK), groupe de travail «Contrôle des résultats»

Traduction d-f

Daniel Béguin

ACTA Conseils Sàrl

1400 Yverdon-les Bains

Titre

EFFETS DES LOIS CANTONALES SUR L'ÉNERGIE

Analyse de l'efficacité conformément à l'art. 20 LEne, actualisation pour l'année 2012

SuisseEnergie

Office fédéral de l'énergie OFEN, Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen Adresse postale: CH-3003 Berne
031 322 56 11, fax 031 323 25 00 contact@bfe.admin.ch · www.suisse-energie.ch

Commande: Office fédéral de l'énergie OFEN, CH-3003 Berne · www.suisse-energie.ch / 07.13 / 60

Sommaire

1	L'essentiel en bref	4
2	Introduction	7
3	Objet de l'étude et questions posées	8
3.1	Objet de l'étude.....	8
3.2	Questions	8
4	Méthode	10
4.1	Plan de comparaison et délimitations du champ d'analyse	10
4.2	Evaluation des effets quantitatifs	10
4.3	Adaptations par rapport à l'analyse de 2007	13
5	Evaluation qualitative des effets des lois cantonales sur l'énergie	14
5.1	Situation initiale.....	14
5.2	Effets directs.....	15
5.3	Effets indirects.....	17
5.4	Corrélations entre facteurs contextuels et lois cantonales sur l'énergie	20
6	Estimation quantitative des effets directs	25
6.1	Effets sur le plan de l'énergie.....	25
6.2	Effets environnementaux.....	27
6.3	Retombées économiques.....	27
7	Récapitulatif et perspectives	29
	Annexes	31
	Annexe 1: Hypothèses et paramètres de l'évaluation quantitative des effets	31
	Annexe 2: Liste des experts ayant participé à l'atelier de réflexion	37
	Annexe 3: Références bibliographiques (en allemand).....	38

1 L'essentiel en bref

La loi fédérale sur l'énergie, à son art. 20, exige que la Confédération analyse périodiquement l'efficacité des mesures prises en vertu de cette loi, ainsi que leur contribution aux objectifs fixés dans la politique énergétique. Parmi ces mesures sont comprises celles déléguées aux cantons en vertu des art. 6 (Installations productrices d'électricité alimentées aux combustibles fossiles), 7 (Conditions de raccordement pour les énergies fossiles et renouvelables) et 9 (Bâtiments).

L'objet de cette enquête est constitué des prescriptions légales cantonales (lois cantonales sur l'énergie), avec étude de leur efficacité et de leur cohérence par rapport à la demande en énergie (notamment les énergies renouvelables). Mais cette enquête vise surtout à analyser le domaine du bâtiment. Pour mesurer les effets qualitatifs – et si possible quantitatifs – de ces mesures, on compare la situation réelle avec une situation théorique de référence où les lois cantonales sur l'énergie seraient absentes (comparaison du style "et comment ce serait sans..."). Pour ce faire, on s'appuie principalement sur des avis d'experts, qui s'expriment autant sur les évaluations qualitatives que sur les hypothèses quantitatives. La présente étude n'a pas prévu de mener des campagnes spécifiques de collecte de données.

La question fondamentale de l'effet des lois cantonales sur l'énergie remonte au constat que les bâtiments – neufs ou rénovés – consomment considérablement moins d'énergie que dans les années 1970. La situation a fortement évolué au cours des 40 dernières années: les façades, les toits et les fenêtres sont bien mieux isolés, et les systèmes d'exploitation des énergies renouvelables sont beaucoup plus répandus (notamment les pompes à chaleur).

Effets directs en 2012

Jusqu'à fin 2011, les prescriptions légales des cantons relatives aux nouveaux bâtiments ou aux rénovations énergétiques étaient à peu près les mêmes dans toute la Suisse. Même si quelques cantons s'étaient dotés en 2012 de réglementations légèrement différentes – plus larges ou plus sévères –, la grande majorité d'entre eux avaient fixé dans leur législation la plupart des exigences figurant dans le Modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC 2008). La mise en œuvre a donc été plus ou moins la même partout.

D'après les experts impliqués dans cette analyse, les prescriptions légales ont eu, en 2012, un effet direct sur la qualité énergétique d'un bâtiment neuf moyen ou d'un bâtiment rénové moyen. D'un autre côté, il faut admettre que les lois cantonales sur l'énergie ne représentent qu'un des nombreux facteurs caractérisant la situation actuelle: On peut affirmer que les bâtiments seraient de toute manière, même sans ces lois, mieux isolés aujourd'hui que dans les années 1980, ne serait-ce que pour éviter des problèmes de condensation risquant de provoquer des dommages au bâtiment, ou pour répondre aux exigences actuelles en matière de confort, que ce soit en hiver ou en été. D'autres facteurs méritent d'être cités: l'augmentation du prix de l'énergie, la prise de conscience environnementale de la population, les nouveaux standards de construction (à base volontaire), comme MINERGIE, ou les contributions à l'investissement consenties par les pouvoirs publics ou par les maîtres d'ouvrages privés. A cela s'ajoute le fait que les pompes à chaleur ont pris une place importante sur le marché en tant que systèmes de chauffage destinés à remplacer ceux basés sur les énergies fossiles. Ces pompes représentent en effet une solution reconnue, fiable et économiquement intéressante, notamment pour les nouveaux bâtiments.

En tenant compte du fait que les divers facteurs environnementaux poussent tous en direction de modes de construction efficaces sur le plan énergétique, on pourrait s'attendre à ce que les effets des lois cantonales sur l'énergie subissent une érosion continue. Pourtant, les experts consultés s'accordent à dire que c'est le contraire qui se passe: au cours des années 2000, tous les cantons ont renforcé, lentement mais sûrement, leurs prescriptions énergétiques (à différents niveaux, il est vrai). Si l'on fait remonter l'analyse jusque dans les années 1980, on peut affirmer que le pas franchi le plus important a été d'édicter et d'appliquer le MoPEC 2008. En moyenne sur toute la Suisse, les exigences légales en matière d'énergie relatives aux nouvelles constructions ou aux rénovations sont bien plus sévères aujourd'hui qu'avant l'arrivée du MoPEC 2008.

Sur le plan quantitatif, la présente étude permet d'affirmer que, sans les prescriptions énergétiques cantonales, les besoins en énergie finale (hors chaleur de l'environnement) seraient d'environ 560 millions de kWh/an plus élevés qu'aujourd'hui. Cela concerne les bâtiments construits ou rénovés en 2012 (nouveaux bâtiments: 7,9 mio m² de SRE; bâtiments rénovés: 9,0 mio m² SRE). Cette situation a pour corollaire, d'une part, une réduction massive des émissions de polluants atmosphériques ainsi que des émissions de CO₂ (cf. Tableau 1). D'autre part, l'application des lois cantonales sur l'énergie a généré des investissements supplémentaires de l'ordre de CHF 1,5 milliard, qui à leur tour ont dû avoir une influence sur l'emploi de l'ordre de 4500 personnes-années. Cette estimation est bien supérieure à celle qui avait été faite pour les années 2002 et 2007.

	Surfaces de référence énergétiques (SRE) SRE nouvelle ou rénovée (y c. bâtiments neufs de remplacement)	Effets énergétiques sur les besoins annuels en énergie	Effets environnementaux Réduction des émissions annuelles	Retombées économiques Investissements supplémentaires générés, effet sur l'emploi
2012	<ul style="list-style-type: none"> • SRE nouvelles: 7,9 mio m² • SRE rénovées: 9,1 mio m² 	560 mio kWh	<ul style="list-style-type: none"> • 130 000 t CO₂ • 720 t COV, 180 t NOx, 190 t SOx, 50 t particules fines 	<ul style="list-style-type: none"> • 1,5 mia CHF • 4500 personnes-années
2007	<ul style="list-style-type: none"> • SRE nouvelles: 6,6 mio m² • SRE rénovées: 8,6 mio m² 	340 mio kWh	<ul style="list-style-type: none"> • 82 000 t CO₂ • 440 t COV, 110 t NOx, 120 t SOx, 30 t particules fines 	<ul style="list-style-type: none"> • 1,3 mia CHF • 3900 personnes-années
2002	<ul style="list-style-type: none"> • SRE nouvelles: 6,5 mio m² • SRE rénovées: 7,9 mio m² 	330 mio kWh	<ul style="list-style-type: none"> • 79 000 t CO₂ • 430 t COV, 110 t NOx, 110 t SOx, 30 t particules fines 	<ul style="list-style-type: none"> • 1,2 mia CHF • 2800 personnes-années

Tableau 1: Résultats de l'évaluation quantitative des effets directs des lois cantonales sur l'énergie. Les chiffres des années 2002 et 2007 ont été reconstitués à partir du modèle d'évaluation révisé. Ils sont plus bas que ceux présentés dans les rapports antérieurs, notamment en raison des estimations des experts invités à participer à l'atelier spécialisé, pour lesquels l'évolution de la situation de référence a été très différente de celle des années précédentes. Les résultats obtenus avec la méthode actuelle sont plus prudents, et donc plus fiables.

Effets indirects en 2012

Les lois cantonales sur l'énergie sont à l'origine de différentes activités des cantons dans les domaines de l'énergie, mais surtout du bâtiment. Par exemple, les maîtres d'ouvrages profitent pratiquement dans tous les cantons de contributions cantonales à l'investissement (surtout en ce qui concerne les installations techniques du bâtiment). Ils bénéficient aussi notamment d'un service d'information et de conseil très élaboré. Ces activités ont une influence sur les besoins en énergie et sur le recours aux énergies renouvelables, au même titre que d'autres activités basées sur des prescriptions légales, comme l'aménagement du territoire du canton reposant sur des critères énergétiques, ou les allègements d'impôts pour les investissements en matière d'efficacité énergétique. Il n'est pas possible de distinguer les effets des prescriptions légales elles-mêmes, de ceux des activités induites par ces législations (p.ex. la politique d'encouragement financière). Une chose est toutefois certaine: en l'absence des lois cantonales sur l'énergie, les activités susmentionnées n'auraient tout simplement pas lieu, ou se dérouleraient à une tout autre échelle. Etant donné que les lois cantonales sur l'énergie sont à l'origine d'une large palette d'activités exercées par les cantons dans le domaine de l'énergie, on peut affirmer qu'elles ont des effets indirects importants sur la consommation d'énergie et sur le recours aux énergies renouvelables.

Effets réciproques des lois cantonales sur l'énergie et des facteurs liés au contexte

En plus de leurs effets directs et indirects dans le domaine de l'énergie, notamment les effets sur les maîtres d'ouvrages en tant que décideurs, les lois cantonales sur l'énergie ont favorisé, au cours de la période entre 1980 et 2012, l'émergence de différents autres facteurs importants. Ce contexte favorable a, lui aussi, contribué à modifier les modes de construction et à les rendre plus efficaces sur le plan énergétique. Ces influences réciproques expliquent en grande partie l'installation des standards énergétiques actuels dans le domaine du bâtiment. Citons simplement, à titre d'exemples, la généralisation des pompes à chaleur, l'enracinement du standard MINERGIE sur le marché immobilier, ou la mise au point de normes de construction imposant des valeurs limites et des valeurs cibles dans le

domaine de l'efficacité énergétique du bâtiment. Rétrospectivement, on peut affirmer que de nombreux ferments ont contribué à ce que l'on construise aujourd'hui des bâtiments de bien meilleure qualité qu'il y a 30 ou 40 ans. Parmi ces ferments, citons le soutien précoce des cantons dans le secteur de la recherche appliquée, le subventionnement d'installations pilotes, l'organisation d'activités de formation et de perfectionnement pour les professionnels, les contributions d'encouragement versées aux maîtres d'ouvrage, ainsi que l'étroite collaboration des cantons avec l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), les programmes fédéraux Energie 2000 et SuisseEnergie, l'association MINERGIE et la Société des ingénieurs et des architectes (SIA).

2 Introduction

La loi fédérale sur l'énergie, à son art. 20, exige que la Confédération analyse périodiquement l'efficacité des mesures prises en vertu de cette loi, ainsi que leur contribution aux objectifs fixés dans la politique énergétique. Parmi ces mesures sont comprises celles déléguées aux cantons en vertu des art. 6 (Installations productrices d'électricité alimentées aux combustibles fossiles), 7 (Conditions de raccordement pour les énergies fossiles et renouvelables) et 9 (Bâtiments).

Le bureau INFRAS avait déjà été chargé par l'OFEN d'analyser les effets des prescriptions énergétiques des cantons dans le domaine du bâtiment pour les années 2001, 2002 et 2007¹. Au cours de ces études antérieures, la priorité avait été accordée aux législations cantonales relatives au secteur de l'énergie dans le bâtiment (lois, prescriptions, ainsi que leurs modalités de mise en œuvre). Ces études s'étaient focalisées sur une évaluation quantitative des effets des prescriptions sur les plans de l'énergie, de l'environnement et des retombées économiques. Mais elles prenaient également en compte les évaluations qualitatives permettant de cerner l'efficacité des lois cantonales sur l'énergie.

Le présent rapport consiste à actualiser les évaluations des effets concernant les années 2002, 2007 et 2012, en se basant sur les expériences faites au cours des analyses antérieures. L'année 2012 se prête particulièrement bien comme objet d'analyse, car à fin 2011, on peut dire que tous les cantons avaient largement concrétisé les prescriptions du MoPEC 2008 révisé.

Le présent rapport s'adresse, d'une part, à la Confédération, qui demande des comptes sur les effets des lois cantonales sur l'énergie, d'autre part, aux acteurs de la politique énergétique dans les cantons, qui veulent savoir à quoi s'en tenir par rapport à l'efficacité des lois cantonales sur l'énergie et à leur application.

¹ INFRAS 2002: Analyse des effets des lois cantonales sur l'énergie en 2001. Rapport succinct, septembre 2002
INFRAS 2003: Effets des prescriptions énergétiques cantonales dans le domaine du bâtiment en 2002, juillet 2003
INFRAS 2008: Effet des lois cantonales sur l'énergie, analyse des effets conformément à l'art. 20 LEne actualisation pour l'année 2007

3 Objet de l'étude et questions posées

3.1 Objet de l'étude

L'étude porte sur les prescriptions légales des cantons ayant des effets sur l'efficacité énergétique (réduction de la consommation d'énergie pour une prestation donnée), ainsi que sur la cohérence de la demande en énergie (impact sur l'environnement du recours aux énergies renouvelables). D'une part, les effets sur la demande en énergie sont directs, comme pour les prescriptions cantonales dans le domaine du bâtiment. D'autre part, on constate aussi des effets indirects dus, p.ex., à la législation cantonale sur l'aménagement du territoire ou à la politique de subventionnement. Ces activités des cantons ne peuvent, en fin de compte, s'exercer qu'à condition de disposer d'une base légale correspondante.

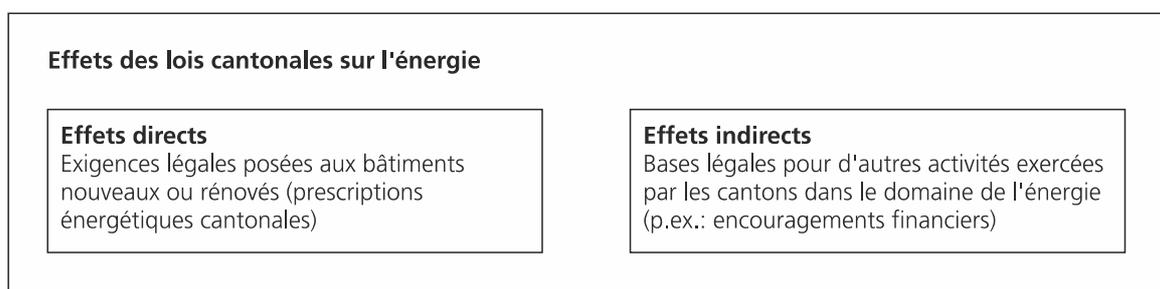


Figure 1: Objet de l'étude

La présente étude comporte un volet qualitatif et un volet quantitatif.

- Le volet qualitatif est traité au chapitre 5. On y voit quels sont les mécanismes à l'œuvre, et quels sont les recoupements ou les corrélations avec, d'une part, les activités d'autres acteurs (p.ex. la Confédération), d'autre part, les facteurs relevant d'un contexte général (p.ex. les prix de l'énergie).
- Le volet quantitatif, montrant les effets directs des lois cantonales sur l'énergie, fait l'objet du chapitre 6. L'évaluation se limite à cet aspect partiel des lois cantonales sur l'énergie, parce que les cantons en sont les acteurs principaux et que les prescriptions énergétiques ont des effets directs mesurables.

3.2 Questions

Sur le plan qualitatif, l'étude aborde les questions suivantes (chap. 5):

- Comment ont évolué les lois cantonales sur l'énergie dans le domaine du bâtiment, depuis 1980 mais surtout entre 2002 et 2012?
- En quoi les lois cantonales sur l'énergie ont-elles influencé la consommation d'énergie ou le recours aux énergies renouvelables? Parmi ces effets, lesquels sont directs et lesquels, indirects? Comment peut-on évaluer ces effets?
- En considérant ces effets, quels sont les recoupements ou les corrélations avec, d'une part, les activités d'autres acteurs (p.ex. la Confédération), d'autre part, les facteurs relevant d'un contexte général (p.ex. les prix de l'énergie)?

Sur le plan quantitatif, l'étude porte uniquement sur les effets directs de ces lois (chap. 6):

- Quels ont été les effets énergétiques générés par les lois cantonales sur l'énergie au cours de l'année 2012? Quel niveau ces effets ont-ils atteint, en comparaison avec les années 2002 et 2007, qui

ont aussi fait l'objet d'une analyse? Comment faut-il interpréter ces effets estimés sur le plan énergétique?

- Quels ont été les impacts des lois cantonales sur l'énergie au cours de l'année 2012 en ce qui concerne les émissions de CO₂ et de polluants atmosphériques? Quel niveau ces effets ont-ils atteint, en comparaison avec les années 2002 et 2007, qui ont aussi fait l'objet d'une analyse?
- A combien se montent les investissements supplémentaires générés par les lois cantonales sur l'énergie au cours des années 2002, 2007 et 2012? Quelles sont les retombées économiques des investissements supplémentaires en termes d'emplois?

4 Méthode

4.1 Plan de comparaison et délimitations du champ d'analyse

Pour mesurer les effets des lois cantonales sur l'énergie, on compare la situation réelle avec une situation théorique de référence où ces lois seraient absentes (comparaison du style "et comment ce serait sans..."). Il s'agit de distinguer les lois sur l'énergie des autres facteurs qui influencent également la consommation d'énergie ou le recours aux énergies renouvelables:

- Délimitation des effets de ces lois par rapport aux facteurs contextuels, tels que les prix de l'énergie, la perception des changements climatiques dans la population, la prise de conscience accrue des problèmes d'environnement, l'évolution technologique des procédés de production autonomes, le développement économique en général, etc.
- Délimitation des effets de ces lois par rapport aux activités d'autres acteurs agissant dans le domaine de l'énergie, tels que la Confédération (subventionnement, taxe sur le CO₂, SuisseEnergie, etc.), les communes, l'association MINERGIE, la SIA, l'Agence de l'énergie pour l'économie (AEnEc), la Fondation Centime Climatique, les associations environnementales, etc.

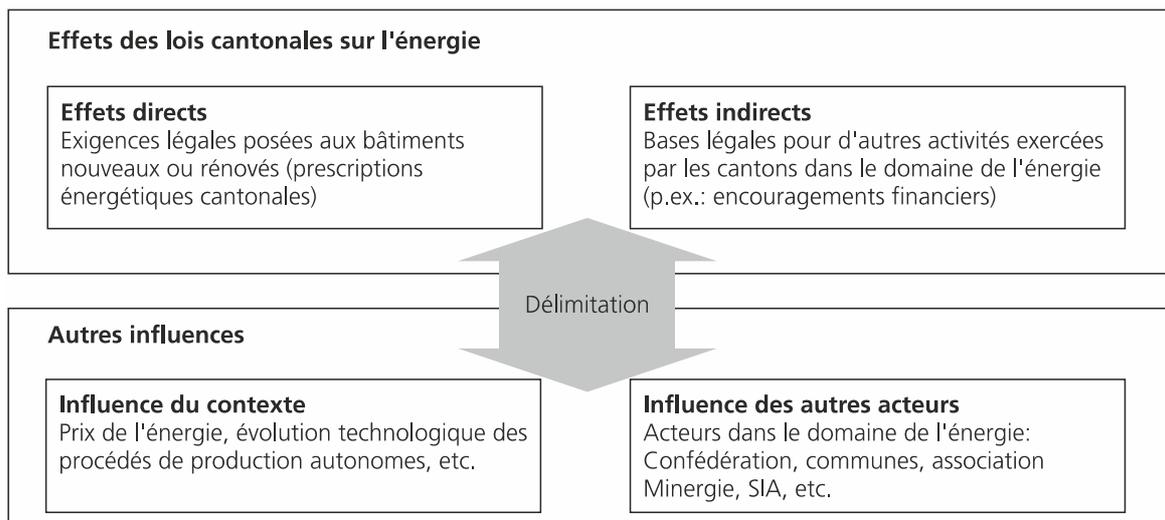


Figure 2: Délimitation des effets des lois cantonales sur l'énergie

4.2 Evaluation des effets quantitatifs

L'étude n'a pas tenté de quantifier les effets indirects des lois cantonales sur l'énergie, à défaut de méthodologie appropriée. Il n'est, en effet, pas possible de différencier les effets des lois elles-mêmes, de ceux, indirects, générés par les activités basées sur ces mêmes lois (p.ex. la politique de subventionnement). L'étude se contente de commenter cette question sur un plan strictement qualitatif (cf. chap. 5). L'évaluation quantitative se concentre sur les effets directs des exigences légales dans le domaine de la construction ou de la transformation de bâtiments. Les auteurs se sont servis d'un modèle simplifié de calcul des effets. Ce modèle se base sur les hypothèses et les paramètres déterminés au cours d'un atelier réunissant des experts, ainsi que sur les expériences faites lors des analyses semblables effectuées en 2007 (cf. annexe 1 pour une vision d'ensemble de toutes les hypothèses et de tous les paramètres du modèle). Au cours de l'atelier susmentionné, réunissant des représentants des cantons et des experts externes (cf. annexe 2 contenant la liste des participants), les professionnels ont discuté des hypothèses quantitatives décrivant l'évolution de la qualité d'exécution des nouveaux bâ-

timents ou des bâtiments rénovés sur le plan des techniques énergétiques. Ils ont aussi vérifié la plausibilité de ces hypothèses. Ils ont identifié les facteurs d'influence pertinents et quantifié leur influence. Par contre, il n'a pas été possible, dans le cadre de ce projet, de consolider par des bases empiriques les hypothèses du modèle (en procédant, p.ex. à des enquêtes auprès des maîtres d'ouvrages).

Grille d'analyse quantitative des surfaces de référence énergétiques

L'analyse des effets quantitatifs est fondée sur une grille des surfaces de références énergétiques (SRE) de toutes les constructions neuves et de tous les bâtiments rénovés en Suisse au cours de l'année 2012. Les SRE sont distinguées en fonction des catégories d'utilisation des bâtiments suivantes: habitation, administration et industrie. Les données relatives aux nouvelles SRE et aux SRE de bâtiments existants proviennent d'une base de données mise à jour annuellement par le bureau Wüest&Partner, sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie. Pour estimer les SRE des bâtiments rénovés en 2012, on a pris les données des SRE existantes en 2012, auxquelles on a appliqué des taux estimés de rénovations énergétiques.

Effets sur le plan de l'énergie

Pour représenter les effets énergétiques dans le modèle quantitatif, on choisit comme paramètre cible la quantité d'énergie finale fournie au bâtiment (sous forme de mazout, de gaz naturel, de bois, de chaleur à distance ou d'électricité). En édictant des prescriptions énergétiques, les cantons peuvent agir sur ce paramètre de trois façons différentes:

- On peut modéliser l'influence des lois sur la qualité énergétique de l'enveloppe des bâtiments au moyen des besoins de chaleur pour le chauffage². Pour chacune des trois possibilités d'utilisation des bâtiments (habitation, administration, industrie), on pose deux hypothèses: Premièrement, pour les années 2002, 2007 et 2012: besoins de chaleur moyens par m² SRE pour les bâtiments neufs ou rénovés (situation effective). Deuxièmement: besoins de chaleur moyens pour les bâtiments neufs ou rénovés au cours des mêmes années, à supposer que les exigences légales n'existent pas (situation de référence). En faisant la différence entre ces deux situations, on obtient les effets des exigences légales sur la qualité énergétique de l'enveloppe des bâtiments, pour les projets de construction ou de rénovation entrepris au cours de ces mêmes années.
- On modélise l'influence sur le choix du système de chauffage en tenant compte des proportions d'énergie utilisées dans un système de chauffage donné, pour la production d'eau chaude sanitaire et pour le chauffage des locaux. On distingue les quatre systèmes de chauffage suivants: 1. Chaudières (à mazout, à gaz naturel ou à bois); 2. Raccordement à un réseau de chaleur à distance; 3. Pompes à chaleur; 4. Production directe de chaleur par résistances électriques. Comme pour les besoins en énergie pour le chauffage (cf. ci-dessus), on procède à des estimations pour les projets de construction réalisés au cours des années soumises à l'analyse. Ces estimations portent sur les proportions des différents systèmes de chauffage, tant dans la situation effective que dans la situation de référence.
- On modélise l'influence sur l'efficacité spécifique à chaque système de chauffage au moyen des paramètres suivants: pour les chaudières, la fraction utile; pour les pompes à chaleur, le coefficient de performance annuel (COP). Pour les systèmes de production directe de chaleur basés sur des résistances électriques, on estime que les prescriptions légales en matière d'énergie des cantons n'ont guère d'influence sur la fraction utile. D'un autre côté, les raccordements à un réseau de chaleur ne sont pas non plus pris en compte parce qu'ils sont en dehors du périmètre de système prédéfini (le bâtiment).

² Les besoins de chaleur pour le chauffage correspondent aux besoins de chaleur (énergie utile) pour chauffer les locaux au moyen d'un système de chauffage (unité: kWh/m² SRE). Ce paramètre permet de mesurer la qualité énergétique de l'enveloppe d'un bâtiment: mieux un bâtiment est isolé, moins il a besoin de chaleur pour son chauffage. Si le bâtiment est équipé d'une aération douce avec récupération de chaleur, cela fait aussi baisser les besoins de chaleur.

Une autre hypothèse fonde encore le modèle, à savoir le fait que les lois cantonales sur l'énergie n'ont pas – ou guère – d'influence sur les questions suivantes:

- Pas d'influence sur les besoins en eau chaude sanitaire (qui sont fonction du comportement individuel des utilisateurs); tant pour la situation effective que pour celle de référence, on fixe alors des valeurs standard constantes par catégorie d'utilisation des bâtiments.
- Lors des rénovations de bâtiments, on estime que les lois sur l'énergie n'ont que peu d'influence sur le choix du système de chauffage des locaux. En effet, les parts maximales d'énergies non renouvelables fixées dans le MoPEC 2008 ne sont valables que pour les nouveaux bâtiments. Il est vrai que, dans quelques rares cantons, on trouve des prescriptions divergentes, mais cela n'a guère d'effets sur la moyenne suisse. Les effets indirects de la limitation des températures d'entrée, ainsi que les exigences plus sévères en matière d'enveloppes des bâtiments (meilleure enveloppe = meilleure possibilité d'utiliser une pompe à chaleur) ne sont pas pris en compte dans le modèle quantitatif.
- Les lois sur l'énergie n'ont pas non plus d'effets sur la proportion des rénovations énergétiques. Cette proportion est prescrite par des facteurs exogènes; elle varie en fonction de la catégorie d'utilisation des bâtiments. Le modèle en tient compte par le biais de la grille des SRE (cf. ci-dessus).

Le modèle calcule le paramètre cible (besoins en énergie finale [kWh], à l'exclusion de la chaleur de l'environnement) en divisant les besoins en chaleur utile – pour le chauffage des locaux et la préparation de l'eau chaude sanitaire (exprimés en kWh/m² SRE) – par l'efficacité énergétique du système (kWh d'énergie finale par kWh d'énergie utile [sans la chaleur de l'environnement]). Le résultat de cette division est ensuite multiplié par la quantité de SRE figurant dans la grille des SRE mentionnée plus haut.

Effets environnementaux

Les effets énergétiques ont aussi un impact sur les émissions de CO₂ et sur les émissions de différents polluants atmosphériques. On peut calculer cet impact en multipliant les effets énergétiques calculés (cf. ci-dessus) par des facteurs d'émission spécifiques tirés de la banque de données "ecoinvent", sur la base d'une hypothèse quant au mix d'énergies finales. Ces facteurs d'émission prennent en compte, en sus des émissions directes au niveau du bâtiment, les émissions indirectes générées par les processus en amont permettant de mettre sur le marché l'agent énergétique concerné (extraction, traitement et transport jusqu'au bâtiment).

Retombées économiques

On peut estimer grossièrement combien d'investissements supplémentaires (IS) ont été générés par les prescriptions cantonales en matière d'énergie au cours des années 2002, 2007 et 2012. Pour ce faire, on part d'hypothèses quant aux montants supplémentaires spécifiques investis dans la rénovation d'éléments de l'enveloppe des bâtiments (m² de toitures, de façades, de sols ou de fenêtres). Ces IS ont des répercussions sur la valeur ajoutée et sur l'emploi. Ces répercussions peuvent être soit directes (p.ex., dans l'industrie du bâtiment), soit indirectes (p.ex., les économies d'énergie correspondent à des économies de moyens par la diminution des importations d'énergies fossiles; ces moyens peuvent alors être investis dans des branches moins dépendantes des importations, ou créatrices d'une plus grande valeur ajoutée). Les retombées sur le marché de l'emploi sont quantifiées au moyen d'un modèle permettant de tenir compte, à parts égales, des quatre facteurs suivants: 1. effets sur les investissements (effets positifs directs des investissements); 2. effets sur les revenus (effets positifs indirects produits par les économies réalisées sur les achats d'énergie); 3. effets de substitution (effets négatifs directs sur les entreprises d'approvisionnement en énergie fossile ou en électricité); 4. effets de soustraction (effets négatifs indirects dus à la soustraction de moyens financiers dans l'économie en général).

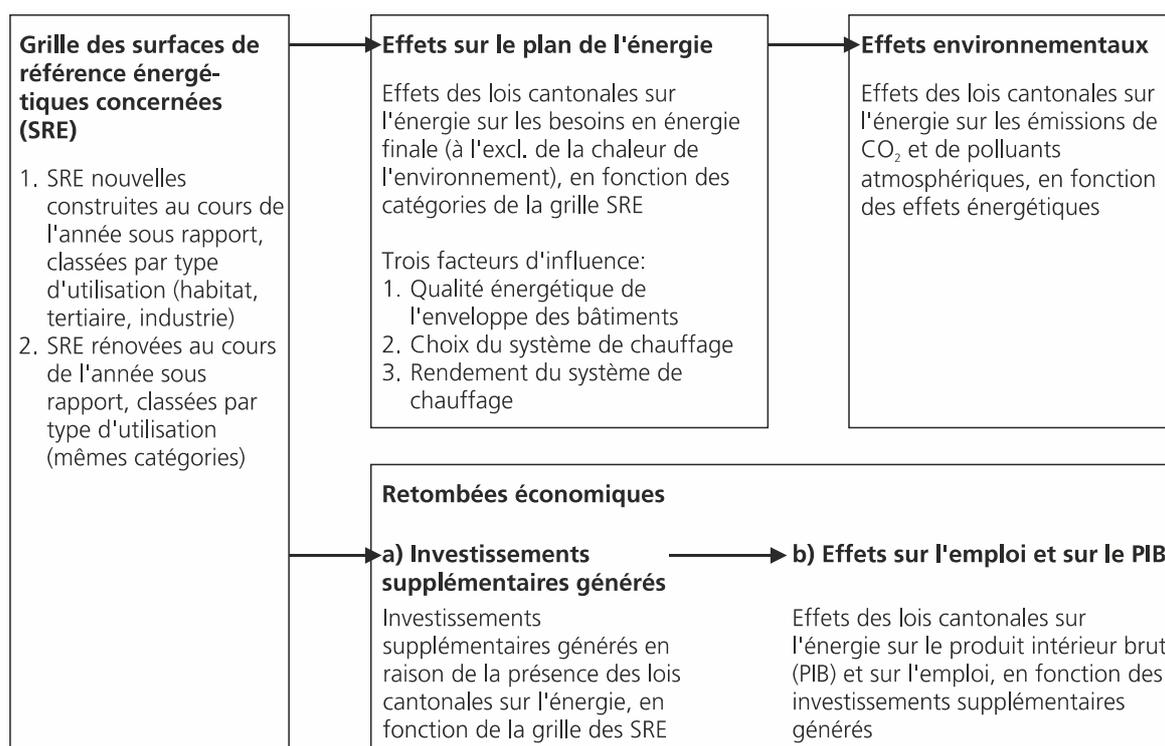


Figure 3: Structure du modèle de calcul quantitatif des effets

4.3 Adaptations par rapport à l'analyse de 2007

La méthodologie choisie s'inspire beaucoup des travaux menés en 2007 (INFRAS, 2008). Elle s'appuie, non pas sur des données empiriques originales saisies par INFRAS, mais surtout sur des estimations d'experts, lesquels ont procédé à des évaluations qualitatives et posé des hypothèses quantitatives. Etant donné qu'il n'est guère possible, pour des raisons de limites méthodologiques, de quantifier une grande partie des effets des lois cantonales sur l'énergie, la présente analyse s'est plus concentrée sur des aspects qualitatifs que cela n'avait été le cas pour celle de 2007. De plus, le modèle d'évaluation quantitative a été simplifié: 1. La grille des SRE n'est plus structurée par canton³. 2. La structure des paramètres a été adaptée. Désormais, un seul paramètre a été choisi pour chaque composante des effets (qualité de l'enveloppe du bâtiment, choix du système de chauffage, fraction utile [ou rendement] du système de chauffage) (cf. chap. 4.2).

Pour pouvoir effectuer des comparaisons, on a recalculé les effets des années 2002 et 2007 selon le nouveau modèle de calcul des effets quantitatifs. On constate qu'ils sont plus bas que ceux présentés dans les rapports antérieurs, notamment en raison des estimations des experts invités à participer à l'atelier spécialisé, pour lesquels l'évaluation de la situation de référence a été très différente de celle des années précédentes. Les résultats obtenus avec la méthode actuelle sont plus prudents, et donc plus fiables.

³ L'évaluation des effets quantitatifs des lois cantonales sur l'énergie est entachée de grandes incertitudes intrinsèques, notamment en ce qui concerne l'évolution de la situation de référence. Il n'est pas non plus possible de réduire cette marge d'incertitude en fractionnant la grille des SRE; cela n'améliorerait guère la qualité des évaluations. C'est pourquoi les auteurs de l'étude de 2012 y ont renoncé.

5 Evaluation qualitative des effets des lois cantonales sur l'énergie

5.1 Situation initiale

Pour répondre à la question de l'importance des effets des lois cantonales sur l'énergie dans le domaine du bâtiment, il faut se baser sur les observations faites depuis 1980, qui ont démontré à quel point les modes de construction des bâtiments sont devenus plus efficaces sur le plan énergétique. Diverses études ont attesté de cette évolution (notamment celles de Wüest & Partner, du *Center for Energy Policy and Economy* [CEPE/EPFZ], de la *TEP Energy GmbH*, et du *Center for Corporate Responsibility and Sustainability* [CCRS]). Ces constats ont, par exemple, été repris et illustrés dans le rapport sur la planification énergétique du canton de Zurich. Depuis 1980, on constate une baisse des besoins de chaleur pour le chauffage des nouveaux bâtiments, mais aussi des bâtiments soumis à une rénovation énergétique. La cause en est la plus grande épaisseur des couches d'isolation posées, mais aussi l'amélioration des propriétés des matériaux isolants eux-mêmes. Dans le même temps, la proportion des systèmes de chauffage basés sur les énergies fossiles ne cesse de décroître, de plus en plus remplacés par des pompes à chaleur, qui ont pris une part de marché importante.

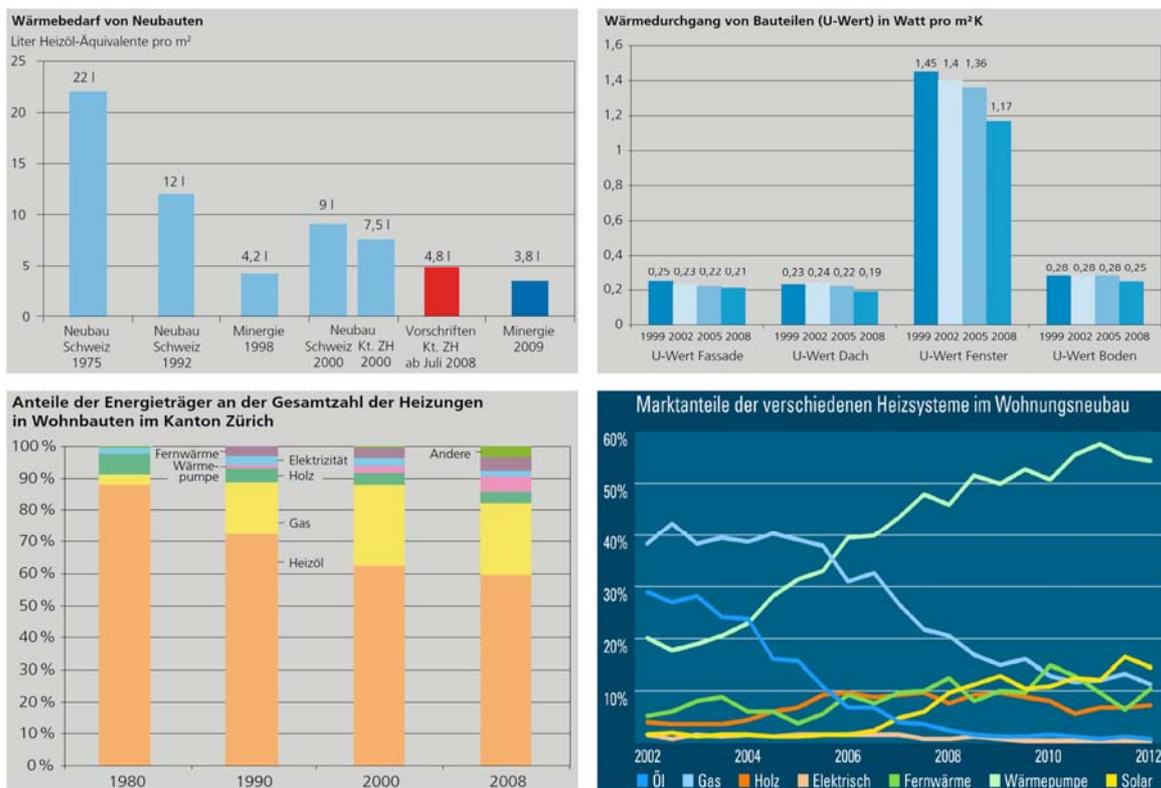


Figure 4: Depuis 1980, les bâtiments sont construits d'une manière toujours plus efficace sur le plan énergétique. Sources: Rapport 2010 sur la planification énergétique du canton de Zurich (graphiques à fond gris), Wüest & Partner 2012 (en bas, à droite). NB: Ces graphiques sont tirés d'autres publications, qui ne sont disponibles qu'en allemand.

Les lois cantonales sur l'énergie ont contribué par le passé à cette évolution, et continuent de le faire aujourd'hui: Premièrement, elles influencent directement les nouveaux bâtiments et les projets de rénovation, puisqu'elles posent des exigences légales dans le domaine de l'isolation et des installations du bâtiment (cf. chap. 5.2). Deuxièmement, elles ont un effet indirect sur les projets de construction, puisqu'elles forment la base légale de différentes activités des cantons dans le domaine du bâtiment (p.ex., le subventionnement). En l'absence d'une telle base légale, les cantons ne développeraient pas ces activités, ou du moins pas avec une même ampleur. Il n'est pas possible de distinguer les effets

des prescriptions légales elles-mêmes, de ceux des activités induites par ces législations (p.ex. la politique d'encouragement financière). La discussion relative à ces effets se limite donc à l'identification de ces activités développées par les cantons, ainsi qu'à leur valorisation (cf. chap.5.3).

Il faut signaler que divers autres facteurs influencent aussi positivement les modes de construction vers plus d'efficacité énergétique: D'une part, d'autres acteurs que les cantons ont joué un rôle important dans ce développement, notamment la Confédération et l'association Minergie. D'autre part, il ne faut pas négliger les forces du marché elles-mêmes, ainsi que les évolutions technologiques spontanées qui, en Suisse ou à l'étranger, ont également contribué à l'évolution observée. Il est très difficile d'isoler les différents facteurs les uns des autres, étant donné que des corrélations existent entre eux. Pour prendre un seul exemple: le développement de la marque Minergie – parmi de nombreux autres facteurs – est étroitement lié à l'évolution des lois cantonales sur l'énergie au cours du temps. Ces corrélations sont discutées au chapitre 5.4.

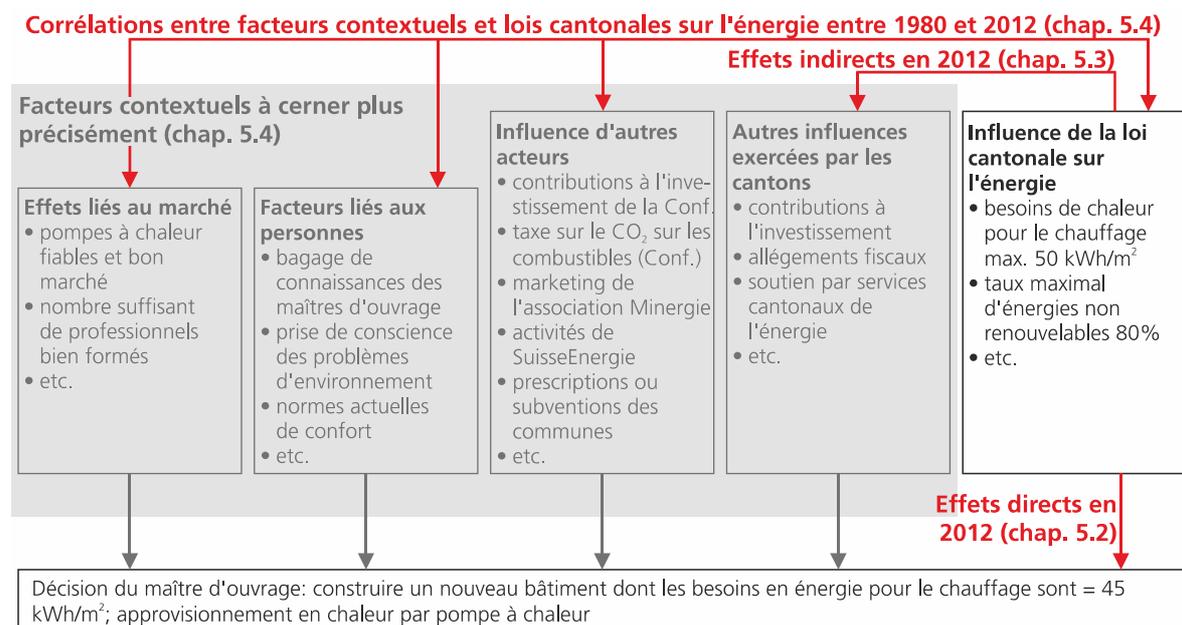


Figure 5: Illustration des influences multiples ayant contribué à l'amélioration de la qualité énergétique des bâtiments neufs ou rénovés en 2012. Exemple d'un bâtiment neuf construit en 2012.

5.2 Effets directs

Quelques cantons ont commencé, dès le début des années 1980, à poser des exigences légales quant à l'isolation thermique des éléments de construction concernés (valeurs U maximales pour les façades, les toitures, le plafond de la cave, les fenêtres ou les portes). Dix ans plus tard, la grande majorité des cantons avaient adopté, eux-aussi, de telles exigences. Et certains cantons les avaient complétés par d'autres exigences relatives aux ponts thermiques (p.ex.: pour des éléments de fixation traversant les murs, ou pour les éléments de transition entre deux modes de construction). Dans le même temps, on disposait depuis 1985 d'un modèle de calcul standardisé permettant de déterminer les besoins en chaleur pour le chauffage des bâtiments, et ce, grâce à des normes de plus en plus élaborées dans le domaine du bâtiment (cf. chap. 5.4). Par la suite, il a été possible de distinguer les exigences légales par rapport aux éléments de construction (performances ponctuelles, y c. les ponts thermiques) et les exigences légales relatives aux besoins de chaleur du bâtiment (performances globales). Les maîtres d'ouvrages ont eu le choix, pour présenter leurs projets de construction ou de rénovation, entre la justification des performances ponctuelles et celle des performances globales.

En 1997 s'ajouta une nouvelle contrainte légale, à savoir, pour les nouveaux bâtiments, le respect d'une limite maximale d'énergies non renouvelables pour l'approvisionnement en chaleur. La plupart des cantons ont repris cette disposition dans leur loi sur l'énergie dans les années 2000. En 2012, tous

les cantons l'ont inscrite dans leur législation, à quelques rares exceptions près. Désormais les maîtres d'ouvrages sont libres de remplir leurs obligations, soit en installant un système de chauffage basé sur les énergies renouvelables, soit en réalisant une enveloppe mieux isolée – ce qui leur permet d'économiser la quantité d'énergie fossile requise.

En élaborant le premier modèle d'ordonnance en 1986, puis le second en 1992, la Confédération et les cantons ont posé les premières pierres d'un système légal harmonisé entre les cantons. En 2000, puis en 2008, ils ont ensuite publié le Modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC). Jusqu'à fin 2011, ils ont quasiment réussi à harmoniser complètement leurs législations respectives. Même si quelques cantons s'étaient dotés en 2012 de réglementations légèrement différentes – plus larges ou plus sévères –, la grande majorité d'entre eux avaient fixé en 2012 dans leur législation la plupart des exigences figurant dans le MoPEC 2008 (module de base). La mise en œuvre a donc été plus ou moins la même partout⁴.

Evaluation des effets directs des lois cantonales sur l'énergie, sur l'isolation thermique des bâtiments neufs ou rénovés en 2002, 2007 et 2012

Tout bâtiment construit aujourd'hui ou rénové sur le plan énergétique est tenu de respecter les prescriptions légales quant à l'isolation thermique et aux installations techniques. Lors de leurs réflexions, les experts appelés à se prononcer ont attribué à ces règles un grand rôle dès les années 2000 pour l'amélioration de la qualité du projet de construction représentatif de la Suisse. Ils prétendent qu'en l'absence de lois cantonales sur l'énergie, le bâtiment moyen représentatif (nouvelle construction ou rénovation), dans les années 2002, 2007 et 2012, aurait consommé plus d'énergie et aurait eu moins recours aux énergies renouvelables. D'un autre côté, il faut admettre que les lois cantonales sur l'énergie ne représentent qu'un des nombreux facteurs caractérisant la situation actuelle. On peut affirmer que les bâtiments seraient de toute manière, même sans ces lois, mieux isolés aujourd'hui que dans les années 1980, ne serait-ce que pour éviter des problèmes de condensation risquant de provoquer des dommages au bâtiment, ou pour répondre aux exigences actuelles en matière de confort, que ce soit en hiver ou en été. D'autres facteurs méritent d'être cités: l'augmentation du prix de l'énergie, la prise de conscience environnementale de la population, les nouveaux standards de construction (à base volontaire), comme Minergie, ou les contributions à l'investissement consenties par les pouvoirs publics ou par les maîtres d'ouvrages privés. Les mêmes réflexions peuvent être faites à propos du recours aux énergies renouvelables. On peut illustrer ce fait en prenant l'exemple des pompes à chaleur: elles ont pris une place importante sur le marché en tant que systèmes de chauffage destinés à remplacer ceux basés sur les énergies fossiles et représentent une solution reconnue, fiable et économiquement intéressante, notamment pour les nouveaux bâtiments. L'autre contrainte – à savoir le taux maximal d'énergies non renouvelables autorisé pour les nouveaux bâtiments – a certainement aussi une influence sur le choix d'un système de chauffage par le maître d'ouvrage. Néanmoins, cette contrainte n'est plus, en 2012, le paramètre déterminant qu'elle a pu être par le passé.

En tenant compte d'un contexte général tendant, même sans contraintes légales, vers des bâtiments neufs ou rénovés moins gourmands en énergie, on peut, sans risque de se tromper, conclure que: si, entre 2002 et 2012, les prescriptions légales moyennes en Suisse ne s'étaient pas durcies, les effets des lois cantonales sur l'énergie seraient moins importants qu'aujourd'hui – si l'on tient compte des seules évolutions spontanées –, et ce, malgré le nombre croissant de nouvelles constructions ou de rénovations énergétiques. Cette réflexion théorique ne correspond pas à la réalité, puisque les prescriptions relatives à l'isolation des bâtiments et aux installations techniques ont justement été rendues de plus en plus sévères. En effet, en 2002, les prescriptions énergétiques de cinq cantons correspondaient encore aux exigences de la norme SIA 380/1 de 1988. Seuls onze cantons disposaient de prescriptions alignées sur les exigences du MoPEC 2000 (module 1). Remarquons que le MoPEC 2000 reprenait les exigences inscrites dans la version 2001 de la norme SIA 380/1, tout en rajoutant des exi-

⁴ Quelques rares cantons ont choisi de s'écarter du module de base du MoPEC, en posant des exigences différentes. Par exemple, le canton de Bâle-Campagne a posé, d'une part, des valeurs limites pour les besoins en chaleur de chauffage inférieures de 10 % aux valeurs du MoPEC; d'autre part, il a remplacé le taux maximal d'énergies non renouvelables par un taux minimal d'énergies renouvelables pour la production d'eau chaude sanitaire (50 %). Le lecteur trouvera le détail des exigences valables en 2012 dans la publication intitulée "Etat de la politique énergétique dans les cantons, 12" (OFEN / EnDK, 2012).

gences supplémentaires. En 2007, le nombre de cantons respectant les exigences du MoPEC 2000 était passé à 20. Deux cantons prévoyaient même des prescriptions plus sévères que le module 1 du MoPEC 2000. On peut observer une évolution du même ordre de grandeur entre les années 2002 et 2007 à propos du taux maximal d'énergies non renouvelables. Tandis qu'en 2002, seuls 8 cantons avaient intégré cette règle, en 2007, on en dénombrait déjà le double.

Mais en remontant jusqu'en 1980, on constate que le plus grand changement a été apporté par le MoPEC 2008. Depuis lors, ce sont presque tous les cantons qui ont inscrit dans leur législation cette clause sur le taux maximal d'énergies non renouvelables (pour plus de détails à ce propos, cf. l'étude OFEN / EnDK 2012). Par ailleurs, il est devenu quasiment impossible aujourd'hui de poser un chauffe-eau purement électrique (à résistance). On remarque aussi que les valeurs limites prescrites en 2012 par les cantons, tant pour les éléments d'enveloppe opaques (façades, toitures, etc.) que pour les fenêtres, sont bien plus basses que la moyenne des cantons suisses en 2007. Ce constat s'applique aussi aux valeurs limites pour les besoins de chaleur pour le chauffage, qui se situent aujourd'hui entre 40 et 50 kWh/m² pour les nouveaux bâtiments, et entre 50 et 65 kWh/m² pour les rénovations globales. (La fourchette tient compte du type de bâtiment, de ses dimensions et de sa forme. 10 kWh correspondent à 1 l de mazout.) Cette situation représente une avancée décisive dans ce domaine. Une comparaison avec le standard MINERGIE permet de le formaliser: par le passé, le standard MINERGIE concernant les besoins de chaleur pour le chauffage était bien plus sévère que les exigences légales. Aujourd'hui, la différence est minime. Pour les nouveaux bâtiments, les exigences du standard MINERGIE relatives aux besoins de chaleur ne sont que 10 % plus sévères que les exigences légales selon le MoPEC 2008. (Cette différence peut être facilement comblée par l'installation d'une aération douce avec récupération de chaleur.) Aux alentours de l'an 2000, on pouvait encore constater des différences de niveaux de prescriptions d'un facteur 2. S'agissant des rénovations conformes au standard MINERGIE, les exigences relatives aux besoins de chaleur pour le chauffage ne se distinguent plus des exigences légales. Ces dernières suffisent donc pour garantir une enveloppe de bâtiment de très bonne qualité.

5.3 Effets indirects

Mis à part leurs effets directs, les lois cantonales sur l'énergie ont également eu, au cours des années 2002, 2007 et 2012, une multitude d'effets indirects sur la consommation d'énergie et le recours aux énergies renouvelables. Ces effets indirects ont été générés par des activités développées par les cantons, mais qui n'auraient pas eu lieu en l'absence d'une base légale, ou du moins pas avec la même ampleur. Ces effets indirects se font sentir dans le domaine du bâtiment, mais parfois aussi dans d'autres domaines (comme l'industrie).

Conditions optimales pour le développement des énergies renouvelables

Les exigences de plus en plus sévères posées à l'enveloppe des bâtiments, tant pour les nouvelles constructions que pour les rénovations énergétiques, améliorent les conditions du recours aux énergies renouvelables pour la production de chaleur. Il en va de même pour les prescriptions légales relatives à la production de chaleur pour le chauffage des locaux ou pour la production d'eau chaude sanitaire. Des enveloppes bien isolées permettent d'abaisser les températures d'entrée, ce qui améliore notamment de manière sensible les conditions d'utilisation des pompes à chaleur. Cette remarque est aussi valable pour les prescriptions relatives à la limitation des températures d'exploitation des chauffe-eau. De telles règles favorisent non seulement les pompes à chaleur, mais également les installations d'exploitation de l'énergie solaire thermique. On peut encore citer un autre exemple d'effet indirect des prescriptions légales sur le recours aux énergies renouvelables: il s'agit des dispositions sur la préparation de l'eau chaude sanitaire dans les nouveaux bâtiments au moyen de boilers électriques à résistance, dispositions reprises dans tous les cantons. Ces prescriptions garantissent l'application de l'art. 1.14 du MoPEC 2008. Sur le plan économique, pour valoriser au mieux les énergies renouvelables, il faut disposer en général d'un accumulateur central sur lequel on peut brancher à la fois une installation solaire thermique et une pompe à chaleur ou une chaudière à bois. Les exigences légales de l'art. 1.14 du MoPEC 2008 concernant les chauffe-eau et les accumulateurs favorisent l'accumula-

tion centralisée d'eau chaude sanitaire dans les bâtiments d'habitation, ce qui, indirectement, encourage le recours aux énergies renouvelables.

Information, conseil et formation

Les cantons sont des acteurs majeurs dans les domaines de l'information, du conseil et du perfectionnement des professionnels de la branche ou d'autres groupes-cibles dans le domaine de l'énergie. Ces activités se déroulent sur la base d'une législation cantonale. Dans de nombreux cantons, c'est dans la loi sur l'énergie que l'on trouve des dispositions explicites à ce sujet (p.ex. au § 15 de la loi du canton de Bâle-Campagne, ou à l'art. 56 de la loi du canton de Berne). Ces activités viennent appuyer la mise en œuvre des prescriptions relatives aux bâtiments ou des programmes d'encouragement des cantons dans le domaine de l'énergie. Dans le même ordre d'idées, il faut signaler l'importance du Certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB), introduit en 2009 par les cantons, en collaboration avec SuisseEnergie et la Société suisse des propriétaires fonciers. Calqué sur le système d'évaluation des appareils électriques, le CECB donne une image de la quantité d'énergie nécessaire pour l'exploitation normalisée d'un bâtiment. Les besoins en énergie sont représentés au moyen d'une «étiquetteEnergie» basée sur des classes d'efficacité (entre A et G). Cela permet d'évaluer la qualité énergétique d'un bâtiment, ce qui offre plus de transparence lors des décisions relatives à l'achat ou à la location d'un bien immobilier. Dans certains cantons, le CECB a une influence sur le niveau de subventionnement des opérations de rénovation. De plus, le CECB met en évidence le potentiel d'optimisation énergétique du bâtiment, permettant de disposer d'une première base de décision pour planifier les mesures à prendre au niveau des installations et de l'enveloppe.

En 2012, les cantons ont déboursé plus de CHF 11 millions pour soutenir, voire exécuter eux-mêmes, de telles mesures indirectes (INFRAS, 2013). C'est ainsi que les lois cantonales sur l'énergie contribuent pour beaucoup au maintien d'un niveau élevé de compétences dans les services cantonaux chargés de l'application, ainsi que parmi les investisseurs, les techniciens, les concepteurs, et les professionnels du bâtiment. Cette contribution permet de mettre en place des solutions efficaces sur le plan énergétique, émettant peu de gaz à effet de serre, et ce dans toutes sortes de catégories de consommation, notamment dans le secteur du bâtiment. Non seulement cette contribution permet cette évolution, mais elle l'encourage même.

Encouragement financier des cantons dans le domaine de l'énergie

En développant leurs programmes d'encouragement, les cantons peuvent avoir une influence sur l'évolution des technologies et des modes de construction, et faire en sorte que ceux-ci tendent vers toujours plus d'efficacité et vers un recours accru aux énergies renouvelables. Cette politique est en général ancrée dans la loi cantonale sur l'énergie ou dans une autre législation spécifique. L'enquête menée en 2012 dans le cadre de l'analyse de l'efficacité des programmes d'encouragement cantonaux (INFRAS, 2013) montre que les cantons ont versé CHF 129 millions à titre de contributions d'encouragement. La Confédération a pris en charge plus du tiers de ce montant et l'a versé aux cantons sous la forme de contributions globales. Les deux autres tiers sont tirés des budgets ordinaires des cantons. Les projets soutenus en 2012 par les cantons ont permis de réaliser des économies d'énergie de l'ordre de 11 milliards de kWh – calculés sur toute la durée de vie des installations concernées (INFRAS, 2013). A titre de comparaison, il faut dire que cela ne correspond qu'à moins d'un demi pourcent de la consommation d'énergie en Suisse pendant toute une année (y c. la consommation d'électricité). D'un autre côté, ce chiffre représente plus que la consommation de tous les nouveaux bâtiments construits en 2012, pendant les 12 prochaines années.

Prescriptions cantonales concernant les gros consommateurs

Les cantons ont joué un rôle décisif pour introduire et développer des modèles de conventions d'objectifs signées avec les gros consommateurs d'énergie dans le secteur industriel. Par exemple, le canton de Zurich a été pionnier au tout début de la phase de développement de ce modèle. Enrichi par le programme Energie 2000 (précurseur du programme SuisseEnergie), ce modèle a été repris plus tard dans la loi sur le CO₂ (instrument des conventions d'objectifs sur les émissions de CO₂). Il a aussi été introduit dans la loi fédérale sur l'énergie, lors de sa révision. Dans ce contexte, plusieurs autres cantons ont repris ce modèle dans leur législation et l'ont appliqué. Cela a contribué notablement à sa diffusion rapide, même auprès d'entreprises du secteur tertiaire générant peu d'émissions de CO₂, et

qui, a priori, n'avaient pas grand intérêt à signer de telles conventions avec la Confédération. Comme ces dispositions ont été bien accueillies par les cantons, elles ont pu être intégrées dans le module de base du MoPEC, ce qui en garantit une diffusion uniforme dans toute la Suisse.

Les effets de ces conventions d'objectifs ont été quantifiés pour la dernière fois en 2010 dans le cadre de l'analyse de l'efficacité du programme SuisseEnergie entreprise par la Confédération. Ces effets totalisent 5 pétajoules (PJ) d'énergie, y compris les effets durables des mesures prises les années précédentes (INFRAS, 2011). En 2012, ces effets devraient encore avoir légèrement augmenté. Il n'est pas possible de différencier les contributions spécifiques des différents acteurs à ce résultat global. En effet, des mesures ont été prises à la fois par les cantons (article spécifique dans les législations cantonales), par la Confédération (taxe sur le CO₂, conventions d'objectifs à base volontaire dans le cadre de l'application de la LEné), par l'Agence de l'énergie pour l'économie (AEnEC) et par la Fondation Centime Climatique (achat des contributions excédentaires).

Planification énergétique, aménagement du territoire, plans d'affectation de détail

La plupart des cantons ont inscrit dans leur législation des dispositions relatives à la planification énergétique, à l'aménagement du territoire, aux plans d'affectation de détail ou aux plans de quartier. Ces dispositions se combinent avec celles des communes pour produire certains effets notables. (Rappelons que les communes ont pris des engagements forts dans ce domaine.) En général, les prescriptions relatives à la planification énergétique ou à l'aménagement du territoire ne contiennent pas d'exigences techniques concernant les bâtiments ou les installations. En revanche, elles posent un cadre de conditions générales permettant d'augmenter l'efficacité de l'utilisation de l'énergie et de favoriser le recours aux énergies renouvelables. Elles offrent également des bases pour mener des planifications de manière ciblée. La planification énergétique a un impact direct sur la consommation d'énergie, tandis que l'aménagement du territoire influence cette dernière de manière indirecte. En effet, il agit sur la structure du milieu bâti, et donc sur la consommation d'énergie nécessaire pour créer et faire fonctionner ce milieu, y compris l'énergie pour réaliser et gérer les infrastructures et l'énergie nécessaire aux déplacements des personnes (mobilité). Quant aux plans d'affectation de détail et aux plans de quartiers, ils prescrivent souvent aussi des exigences énergétiques. Ils imposent, par exemple, le standard MINERGIE pour les bâtiments, ou le recours aux énergies renouvelables pour la production de chaleur, etc. Des économies d'énergie substantielles peuvent être réalisées par des mesures prises en combinant la planification énergétique et l'aménagement du territoire. Mais il n'est pas possible, ici, de différencier, sur le plan quantitatif ou sur le plan de l'origine des mesures, l'influence respective des cantons et des communes.

Standards minimaux pour les ouvrages ou bâtiments cantonaux

De nombreux cantons ont décidé de montrer l'exemple en fixant des standards énergétiques minimaux applicables à leurs propres ouvrages ou bâtiments. Ils ont inscrit les prescriptions correspondantes dans leur législation ou ont formalisé leurs décisions à ce sujet d'une autre manière (p.ex. sous la forme d'un arrêt du Conseil d'Etat). Ces standards minimaux internes sont en général plus contraignants que les prescriptions légales du moment. Par exemple, le canton de Lucerne s'est imposé à lui-même d'atteindre le standard Minergie-P pour ses propres nouveaux bâtiments, et le standard Minergie pour ses projets de rénovation (OFEN, 2012). Depuis lors, la plupart des cantons ont généralisé une comptabilité énergétique pour tous leurs bâtiments. De nombreux cantons imposent le respect de la norme SIA 380/4 pour la planification des installations électriques de leurs bâtiments. De plus, ils collaborent systématiquement avec l'association energo pour en optimiser l'exploitation. Quelques cantons se sont dotés de dispositions spéciales permettant de faire la promotion de bâtiments cantonaux particulièrement efficaces sur le plan énergétique, que ce soient des bâtiments neufs ou rénovés.

Collaboration avec l'association Minergie

Les cantons collaborent étroitement avec l'association Minergie. En premier lieu, ils offrent des canaux d'information directs permettant d'atteindre les maîtres d'ouvrages – ce qui est important pour faire connaître la marque Minergie –, d'autre part, les services cantonaux de l'énergie assument une fonction d'information et de vérification dans le cadre des processus de certification Minergie. Par ailleurs, comme expliqué plus haut, les cantons contribuent de manière indirecte à la multiplication des bâtiments Minergie en accordant des subventions dans le cadre de leur programme d'encouragement.

Par contre, il n'est pas possible d'évaluer la contribution spécifique des cantons, car de nombreux acteurs participent à cette évolution. Il s'agit notamment de la Confédération, de l'Agence de l'association Minergie, des partenaires professionnels et de nombreux acteurs du monde économique. Les aspects commerciaux de la diffusion de la marque sont notamment pris en charge par l'Agence Minergie romande.

Allègements fiscaux

De nombreux cantons ont instauré des allègements fiscaux pour les investissements réalisés en vue d'utiliser l'énergie de manière plus efficace ou en vue de substituer, dans les bâtiments existants, les énergies fossiles par des énergies renouvelables. Ils ont fixé par voie légale les conditions à remplir pour obtenir ces allègements. C'est une manière d'inciter les investisseurs à prendre des mesures dans ce sens. Quant à la taxe sur les véhicules à moteur, certains cantons ont mis au point un modèle de bonus favorisant les véhicules de tourisme les plus efficaces sur le plan de leur consommation d'énergie et de leur impact sur l'environnement (mesurés au moyen de leur étiquette Énergie). Mais il n'est pas possible, ici, de quantifier les effets de ces instruments d'incitation.

Taxes d'incitation et subventions

Les cantons de Bâle-Ville et de Vaud ont introduit une taxe sur l'électricité destinée à alimenter un fonds d'encouragement des économies d'énergie ou des énergies renouvelables. Ces fonds permettent de distribuer des montants d'encouragement dans le cadre de programmes ad hoc. Les effets de ces subventions ont déjà été pris en compte dans les effets des contributions cantonales décrites plus haut. Le canton de Bâle-Ville a en outre lancé une taxe d'incitation sur l'électricité. Le produit de cette taxe est redistribué aux ménages ou aux entreprises. Les effets de cette taxe d'incitation ont été estimés, pour le canton de Bâle-Ville, à 0,1 à 0,4 pétajoules (PJ) par année (INFRAS / Plaut, 2003).

5.4 Corrélations entre facteurs contextuels et lois cantonales sur l'énergie

Facteurs contextuels entre 1980 et 2012

D'après les résultats d'enquêtes menées auprès des maîtres d'ouvrages, les raisons qui les ont personnellement poussés à entreprendre une rénovation énergétique d'un bâtiment sont multiples: volonté de protéger le climat ou l'environnement, prix élevés de l'énergie, besoins de plus de confort (thermiquement et phoniquement) (cf. p.ex.: TEP/CEPE 2012, INFRAS 2011). Ces trois motivations ont beaucoup gagné en importance depuis l'an 2000. La population a pris de mieux en mieux conscience des enjeux des changements climatiques et d'autres aspects relatifs à la protection de l'environnement; ses besoins de confort ont augmenté, en même temps que le prix des énergies fossiles (surtout celui du mazout) prenait l'ascenseur et était caractérisé par une extrême volatilité (cf. Figure 6).

Prix de l'énergie payés par le consommateur, en valeur constante [ct. 2011 par kWh]

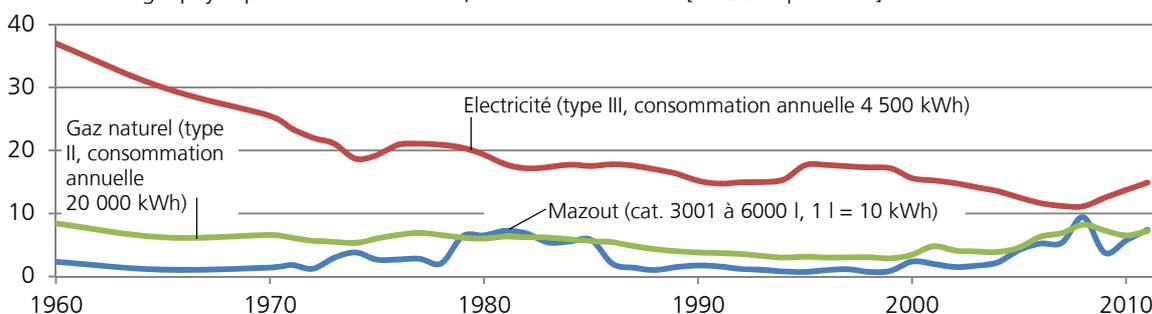


Figure 6: Evolution des prix de l'énergie entre 1960 et 2011 (source des données: OFS, statistiques énergétiques). Depuis 2004 environ, les prix des énergies fossiles sont plus élevés que dans les années 1990. La période située entre 2007 et 2011 est, par ailleurs, caractérisée par de très grandes variations du prix du mazout (avec un sommet en 2008).

Parallèlement à ces phénomènes, les systèmes de chauffage basés sur les énergies renouvelables se sont imposés sur le marché. Depuis l'an 2000, les pompes à chaleur, notamment, ont pris une importante part de marché. Elles sont même devenues, pour les nouveaux bâtiments, mais surtout pour les nouvelles maisons familiales, la solution de chauffage la plus répandue (Wüest&Partner 2012). En ce qui concerne les isolations thermiques, les producteurs d'éléments de construction de série proposent aujourd'hui des produits de grande qualité. L'évolution est particulièrement frappante chez les fabricants suisses de fenêtres: entre 1985 et 2002, la part de marché des fenêtres à vitrage isolant double est passée de 0% à 80% (TEP 2008). Depuis lors, les fenêtres à vitrage isolant triple sont devenues, en 2012, le standard correspondant à l'état de la technique. Tous les grands fabricants de fenêtres les proposent dans leur assortiment. Mis à part cette offre de bons produits (éléments de construction et systèmes de chauffage) sur le marché suisse de la construction et de la rénovation, on trouve de plus en plus d'offres de services en rapport avec le secteur de l'énergie. On trouve en effet aujourd'hui (en 2012), bien plus facilement que dans les années 1990, des architectes, des concepteurs, des ingénieurs civils, des techniciens ou des installateurs bien formés et sensibilisés aux questions environnementales.



Figure 7: Vue d'ensemble non exhaustive des principaux acteurs concernés dans le domaine du bâtiment (source: INFRAS, 2010)

D'autres acteurs encore ont développé et diversifié leurs activités dans le domaine de l'énergie, et en particulier de l'énergie dans le bâtiment. Dès les années 1980, la Confédération a édicté des bases légales importantes dans ce sens⁵. Les activités basées sur ces législations ont grandement contribué à améliorer l'efficacité énergétique et à développer le recours aux énergies renouvelables. Par exemple, les incitations financières dans le domaine du bâtiment ont augmenté. Cette évolution a débuté avec le programme Energie 2000 (entre 1990 et 2000), qui a mis à disposition des moyens pour financer l'assainissement de bâtiments existants (programme d'investissements 97). Puis la Fondation Centime Climatique a vu le jour et a mis des moyens bien plus importants à disposition, sur la base de son

⁵ Les étapes de cette évolution sont les suivantes:

Dans le domaine de l'énergie: 1990: arrêté fédéral pour une utilisation économe et rationnelle de l'énergie (AE); 1999: loi fédérale sur l'énergie (LEne), complétée et révisée à neuf reprises (version actuelle basée sur l'arrêté du 23 décembre 2011, entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2012).

Dans le domaine de l'environnement: 1985: loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE), complétée et révisée au moins à 30 reprises (version actuelle basée sur l'arrêté du 19 mars 2012, entrée en vigueur le 1^{er} août 2010); 1985 ss: ordonnances fédérales basées sur la LPE, notamment celles qui ont des répercussions dans le secteur du bâtiment (ordonnance sur la protection de l'air [OPair], ordonnance relative à l'étude de l'impact sur l'environnement [OEIE]); 2000: la loi fédérale sur le CO₂ a une influence sur les questions climatiques; 2013: révision complète de la loi. Accompagnée de la nouvelle ordonnance fédérale sur la réduction des émissions de CO₂ (2012), cette loi forme l'ossature de la politique suisse en matière de protection du climat.

propre programme Bâtiments, négocié sous forme d'une convention avec la Confédération. Entre 2006 et 2009, pas loin de 9000 projets de rénovation ont été soutenus, pour un montant d'environ CHF 180 millions – sans compter les contributions complémentaires des cantons (FCC, 2012). Et la tendance se poursuit: en 2010, le programme Bâtiments de la FCC est remplacé par le Programme Bâtiments national géré par la Confédération et les cantons. Ce Programme Bâtiments se décompose en deux volets (partie A: encouragement des mesures d'amélioration de l'enveloppe des bâtiments, partie B: encouragement des énergies renouvelables, de l'exploitation des rejets de chaleur et de l'optimisation des installations du bâtiment). Grâce à l'affectation partielle des recettes de la taxe sur le CO₂, le Programme Bâtiments a pu verser, jusqu'à fin 2012, environ CHF 330 millions, répondant ainsi à environ 42 000 demandes de subventions pour la rénovation de l'enveloppe des bâtiments. D'autres moyens ont encore été libérés en 2009, dans le cadre du programme national de stabilisation conjoncturelle. Ils ont en partie servi à renforcer les programmes d'encouragement menés par les cantons. En plus de ces programmes d'encouragement, la Suisse dispose encore d'un instrument d'incitation visant les maîtres d'ouvrages, sous la forme de la taxe sur le CO₂ prélevée sur tous les combustibles fossiles. La base légale de cet instrument est la loi sur le CO₂, entrée en vigueur en 2008. La Confédération prélève cette taxe, qui se monte aujourd'hui à 36 CHF/t de CO₂, soit environ 9,5 ct./l de mazout. Par ailleurs, les activités à effets indirects se sont aussi renforcées, notamment dans les secteurs de l'information, du conseil, de la formation et du perfectionnement. La loi fédérale sur l'énergie (LEne) a permis de légitimer les politiques énergétiques menées dans le cadre des programmes Energie 2000 (jusqu'en 2000), puis SuisseEnergie (dès 2001). Ces programmes ont contribué de manière décisive à soutenir l'innovation et la création de réseaux de partenariats dans le domaine de l'énergie. Ils ont aussi favorisé la collaboration entre la Confédération, les cantons, les communes et l'industrie.

Entre 1980 et 2012, il faut encore citer les recommandations de droit privé et les normes de la Société des ingénieurs et des architectes (SIA), qui ont aussi joué un rôle essentiel dans le domaine du bâtiment. Dans le rapport TEP / CEPE de 2008, l'évolution est résumée de la manière suivante: *«Les normes les plus importantes ayant eu une influence sur l'efficacité énergétique de l'enveloppe des bâtiments sont les recommandations ou normes SIA 180 (Isolation thermique et protection contre l'humidité dans les bâtiments), SIA 180/1 (valeur k moyenne) et SIA 380/1 (L'énergie thermique dans le bâtiment). D'autres normes techniques, telles que la SIA 238 (Etanchéité à l'air) et des normes détaillées servant à déterminer les valeurs U ont servi de base pour élaborer les premières normes citées ci-dessus, ou elles les ont complétées. D'une part, ces normes (SIA 180, 180/1 et 380/1) contiennent des procédés de calcul, d'autre part, elles définissent des valeurs calculées, des valeurs limites et des valeurs cibles. La norme SIA 180 avait déjà été introduite en 1970. A cette époque, on s'intéressait moins aux économies d'énergie qu'à la limitation des dommages dus à l'humidité, ainsi qu'au confort des utilisateurs. La question centrale était alors de limiter les pertes de chaleur (valeurs k) à travers les différents éléments de l'enveloppe (fenêtres, murs, toiture, etc.). La norme SIA 180 a été actualisée et complétée à deux reprises: en 1988 et en 1999 (avec adjonction de la protection contre l'humidité). La norme SIA 380/1 a été envoyée en consultation en 1985, sous la forme d'une norme préliminaire. Elle a fait son entrée sur la scène en 1988, sous la forme d'une recommandation. Elle avait comme objectif de mesurer les pertes de chaleur des bâtiments, dans l'intention de limiter ces pertes (sur la base d'un calcul systémique de bilans d'énergie). Dans les années 2001, 2007 et 2009, ces normes ont subi des actualisations, qui ont conduit à rendre plus sévères les valeurs limites et les valeurs cibles.»*

Un autre acteur a encore joué un rôle central dans le domaine du bâtiment. Il s'agit de l'association Minergie, fondée en 1998. Active surtout depuis l'an 2000 dans le secteur des nouvelles constructions, elle a contribué notablement à développer des standards de construction pour les nouveaux bâtiments et les rénovations globales. Elle s'est aussi occupée de commercialiser ces standards (cf. Figure 12). Les enquêtes menées par le *Center for Corporate Responsibility and Sustainability [CCRS]* en 2010 montrent qu'environ 15 000 bâtiments avaient été certifiés Minergie à fin 2009. Au mois de juin 2013, ce chiffre a doublé (environ 30 000 bâtiments certifiés). Entre 2004 et 2009, le nombre de bâtiments certifiés Minergie chaque année a triplé. D'après l'étude CCRS 2010, cette évolution en flèche se rapporte surtout aux bâtiments d'habitation et à l'engouement des propriétaires privés: plus de 90% des bâtiments certifiés à fin 2009 étaient des nouvelles maisons d'habitation (environ pour deux tiers, des villas, et pour un tiers, des immeubles collectifs). En 2009, on comptait que 15% des nou-

veaux bâtiments d'habitation construits en Suisse étaient des immeubles certifiés MINERGIE – ce qui est un taux remarquable. Quelques villes ou communes suisses présentent des taux encore bien plus élevés. Par exemple en ville de Zurich, en 2008, plus de la moitié de tous les nouveaux bâtiments d'habitation étaient certifiés Minergie. Si l'on examine l'ensemble du parc immobilier de la Suisse, il faut néanmoins relativiser ces taux: la part de bâtiments certifiés Minergie par rapport à tous les bâtiments d'habitation en Suisse en 2009 n'est que de 1 % environ. Ce taux est encore plus bas pour les rénovations: en 2008, la part de marché des opérations de rénovation est estimée à 1 ‰ (CCRS, 2010).

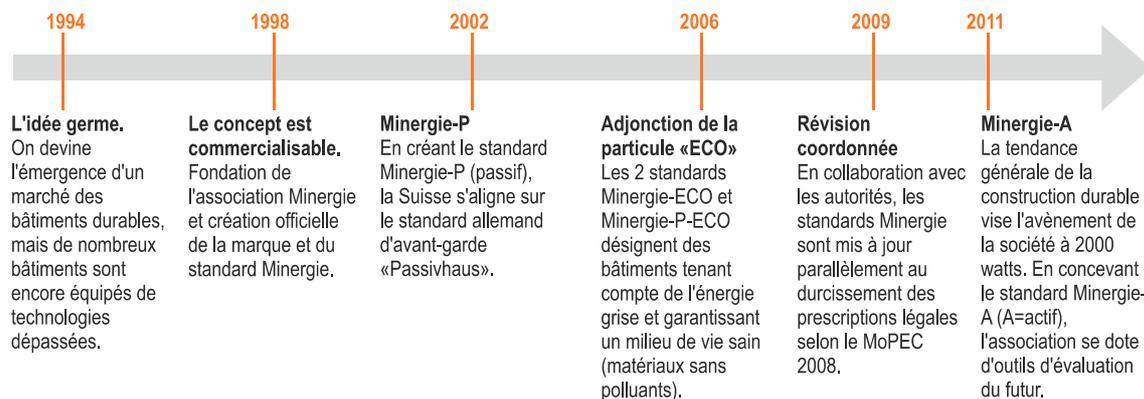


Figure 8: Evolution du standard Minergie au cours du temps (source: INFRAS, 2010)

Dans les pays européens, les exigences dans le domaine du bâtiment sont aussi devenues plus sévères. En 2002, l'Union européenne a voté sa Directive 2002/91/CE sur la performance énergétique des bâtiments (DPEB). Cette directive a conduit à une harmonisation des standards énergétiques entre les pays membres de l'UE, et pour nombre d'entre eux, à des règles plus sévères. Par exemple, l'Allemagne a décrété une ordonnance sur les économies d'énergie (EnEV). Depuis son entrée en vigueur en 2002, l'EnEV a vu ses exigences devenir de plus en plus sévères, tant pour les nouveaux bâtiments que pour les rénovations. Dès 2014, l'EnEV devrait entrer en vigueur sous une forme renouvelée, et concrétiser la version révisée de la Directive 2010/31/UE du Parlement européen et du Conseil du 19 mai 2010 sur la performance énergétique des bâtiments (2010/31/EU). Cette dernière contraint les Etats-membres de l'UE à ne plus autoriser, dès 2021, que des bâtiments neufs à très basse consommation ou complètement autonomes. Cette directive s'appliquera aux bâtiments publics dès 2019. On voit donc que la Suisse est entourée de pays où les exigences vont continuer de se renforcer. Le ton est donné. De leur côté, les cantons ont commencé à préparer l'étape suivante qui s'appliquera en Suisse. En effet, ils ont entrepris la révision du MoPEC, qui introduira vraisemblablement chez nous des prescriptions comparables à celles de l'UE.

Mais les activités citées ci-dessus ne sont de loin pas les seules. On peut citer, par exemple, les efforts menés pour améliorer la qualité de l'air (loi fédérale sur la protection de l'environnement [LPE] et son ordonnance sur la protection de l'air [OPair]). Ces prescriptions sont mises en œuvre par les cantons, les communes ou même par des particuliers, par délégation. Il faut aussi compter avec les activités d'autres acteurs, tels que les associations environnementales, l'Agence de l'énergie pour l'économie (AEnEC) ou encore les associations professionnelles, qui toutes s'engagent à diffuser des modes de construction efficaces et à favoriser le recours aux énergies renouvelables. Ces contributions ne peuvent pas être évaluées de manière approfondie dans la présente étude.

Corrélations entre le contexte général et les lois cantonales sur l'énergie entre 1980 et 2012

Entre 1980 et 2012, on a pu observer des corrélations entre les tendances perceptibles dans le domaine de l'énergie en général (cf. ci-dessus) et la mise au point des lois cantonales sur l'énergie. A titre d'exemple, prenons les pompes à chaleur et la part de marché qu'elles ont prise aujourd'hui. Ce sont bien les cantons qui, sur la base de leur législation, ont contribué à leur avènement: ils ont soutenu la recherche appliquée et les installations pilotes; ils ont développé le programme de formation et de perfectionnement des professionnels; plus tard, ils ont versé des contributions aux maîtres d'ouvrages; ils ont collaboré activement avec l'association MINERGIE. Ces prestations se sont avérées dé-

terminantes pour atteindre le résultat actuel (Kiss/Neij/Jakob, 2012). Une même tendance peut être observée à propos de l'isolation des éléments de construction, et notamment de la qualité isolante des fenêtres (CEPE/TEP 2008). Enfin, il ne faut pas négliger la diffusion de connaissances techniques qui a permis de former un nombre suffisant de spécialistes dans les domaines de l'énergie et du bâtiment. Ces activités de formation ont été organisées en particulier en collaboration avec les cantons, lesquels se sont référés à leur législation sur l'énergie. A titre d'exemple, rappelons le rôle important joué par les activités d'information, de formation et de perfectionnement soutenues par des contributions financières depuis plus de dix ans. A cela s'ajoutent le soutien aux Hautes Ecoles Spécialisées, ainsi que le travail de longue haleine fourni par les services cantonaux de l'énergie collaborant entre eux en réseau.

On peut aussi observer des corrélations existant depuis longtemps pour le développement de normes dans le secteur du bâtiment (CEPE/TEP, 2008). L'augmentation continue de l'efficacité énergétique des bâtiments depuis 1980 n'a été possible que grâce aux synergies entre les prescriptions de droit public et les normes de droit privé. D'une part, les prescriptions se basent sur les méthodes de calcul, ainsi que sur les valeurs limites et les valeurs cibles de la SIA; à l'inverse, la SIA s'est permise de rendre ces valeurs plus sévères en s'appuyant justement sur les exigences légales posées par les cantons (vers les années 1985 et à l'occasion de l'introduction du MoPEC 2008). La première édition du modèle d'ordonnance des cantons (1986) se référait explicitement aux normes SIA, en renvoyant les personnes aux "règles généralement admises de la technique". En l'absence de prescriptions contraignantes, les normes se seraient beaucoup moins bien diffusées; inversement, en l'absence de normes et de recommandations, la définition de prescriptions légales aurait été beaucoup plus difficile. On peut également constater que les deux acteurs se sont stimulés mutuellement pour rendre les exigences plus sévères.

Des corrélations du même ordre peuvent être détectées dans les relations réussies entre le privé et le public autour du label Minergie. Les cantons se sont investis dès le commencement pour faciliter l'introduction du standard pour les nouvelles constructions et pour les rénovations. Sans leur soutien direct ou indirect, la part de marché des bâtiments Minergie serait restée beaucoup plus modeste qu'aujourd'hui. Etant donné que de nombreux cantons ont largement subventionné les bâtiments MINERGIE, la marque a gagné une crédibilité remarquable et s'est diffusée rapidement sur le marché de l'immobilier. A son tour, la position de force de la marque sur le marché a permis aux cantons de rendre plus strictes les exigences minimales posées aux nouveaux bâtiments ou aux rénovations énergétiques (MoPEC 2008). En effet, la grande quantité de bâtiments Minergie a montré que ce standard était devenu "l'état de la technique", et que donc, il était tout à fait supportable, économiquement parlant, d'élever fortement les exigences légales. Le mouvement de bascule se poursuivant, les exigences renforcées du MoPEC 2008 sont devenues à leur tour le moteur du renforcement des exigences Minergie en 2009.

Enfin, un dernier exemple tiré de la politique de la protection de l'air: depuis son entrée en vigueur, l'OPair, élaborée par la Confédération, est mise en œuvre par les cantons. Son premier effet a été d'améliorer d'un coup le rendement énergétique des installations de chauffage. A contrario, l'introduction d'un contrôle périodique obligatoire dans l'OPair, assorti d'une maintenance performante – y c. du remplacement du brûleur – a freiné l'amélioration des rendements en allongeant la durée de vie des anciennes installations (Prognos 2007).

6 Estimation quantitative des effets directs

6.1 Effets sur le plan de l'énergie

Sur le plan quantitatif, la présente étude permet d'affirmer que, sans les prescriptions énergétiques cantonales, les besoins en énergie finale (hors chaleur de l'environnement) seraient d'environ 560 millions de kWh/an plus élevés qu'aujourd'hui. Cela concerne les bâtiments construits ou rénovés en 2012 (nouveaux bâtiments: 7,9 mio m² SRE + bâtiments rénovés: 9,0 mio m² SRE). Si l'on rapporte l'énergie à la surface, on obtient 33 kWh d'économies d'énergie par m² de SRE et par an. Autrement dit: en l'absence de prescriptions cantonales, la consommation annuelle d'énergie finale pour le parc immobilier nouveau ou rénové serait en moyenne de plus de 3 l. équivalent-mazout par m² supérieure à ce qu'elle est aujourd'hui.

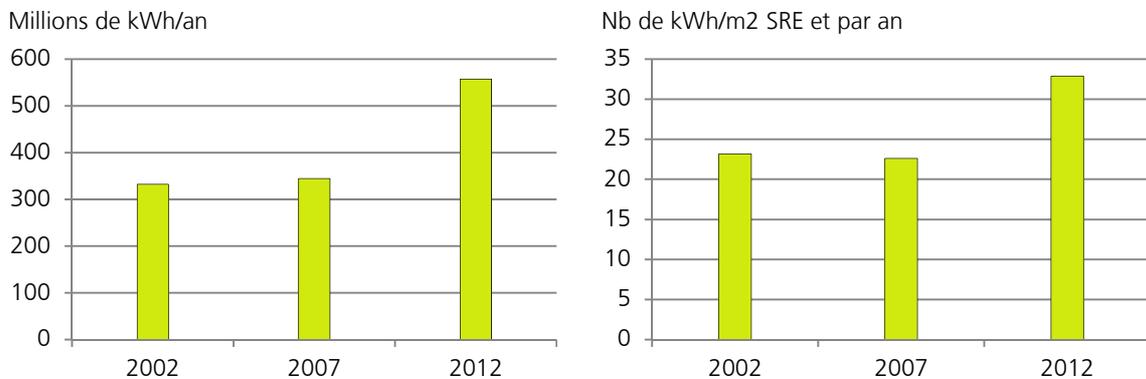


Figure 9: Effets énergétiques des lois cantonales sur l'énergie en 2012, en comparaison des années 2002 et 2007. On entend par effets énergétiques la quantité d'énergie finale économisée par un bâtiment, fournie sous forme de mazout, de gaz naturel, d'électricité, de chaleur à distance ou de bois (à l'excl. de la chaleur de l'environnement). A titre de comparaison, il faut dire que 560 mio kWh/an correspondent à 0,6% de la consommation d'énergie finale de la Suisse pour le chauffage des locaux ou la préparation de l'eau chaude sanitaire à partir de mazout, de gaz naturel, d'électricité, de chaleur à distance ou de bois (consommation 2010; OFEN, 2011).

La comparaison avec les années 2002 et 2007 permet de conclure que les effets en 2012 sont nettement plus élevés, que ce soit en valeur absolue ou en valeur relative (par m² de SRE). Une partie de l'augmentation quantitative absolue est liée à l'augmentation effective de la SRE construite ou rénovée en 2012, par rapport à la même donnée en 2002 et 2007 (cf. grille SRE, annexe 1). Mais la plus grande partie de ces effets est due au renforcement des contraintes légales selon le MoPEC 2008: plus de 80% sont à mettre au compte des exigences plus sévères relatives aux besoins de chaleur pour le chauffage ou des valeurs U plus élevées pour les éléments de l'enveloppe des bâtiments. Les 20% restants sont liés aux exigences plus strictes concernant les installations de production de chaleur. A ce propos, la part la plus importante de cette contribution est due à la règle du taux maximal d'énergies non renouvelables pour la production de chaleur dans les nouveaux bâtiments.

Evaluation des effets énergétiques estimés

Pour évaluer quantitativement ces effets, on fait l'hypothèse que, même dans la situation théorique de référence sans prescriptions énergétiques, les nouveaux bâtiments ou les rénovations de bâtiments existants seraient réalisés en 2012 avec une qualité énergétique plus élevée qu'auparavant. Ce constat devient plus explicite lorsque l'on compare mathématiquement la qualité énergétique des bâtiments nouveaux ou rénovés de la situation de référence, avec celle de ce même parc immobilier si la qualité n'avait pas évolué depuis 1980 (cf. Figure 10).

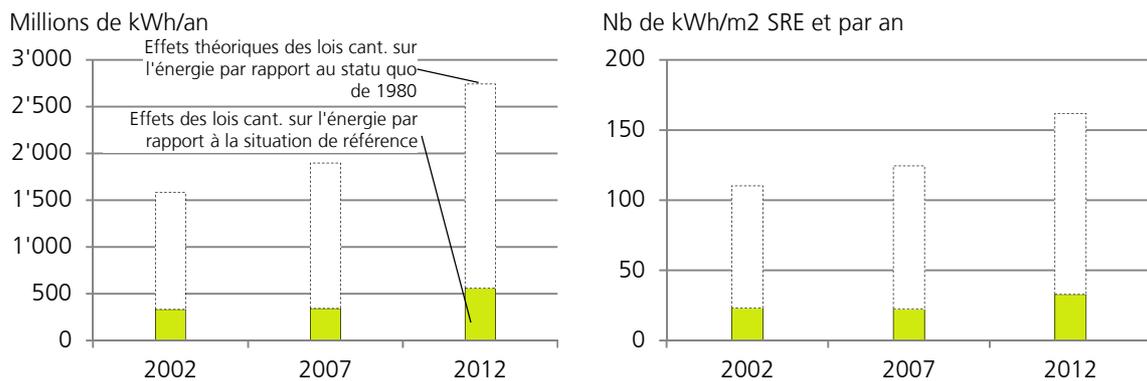


Figure 10: Si l'on prenait dans le modèle de calcul une situation de référence artificielle où la qualité énergétique moyenne des bâtiments serait restée celle de 1980 (mais pour les années 2002, 2007 et 2012), on constaterait que les dépenses énergétiques seraient 5 fois plus élevées qu'aujourd'hui, donc que les effets des lois cantonales sur l'énergie sont aussi 5 fois meilleurs.

On peut dès lors conclure que l'importance des effets estimés est, certes, due, pour les années soumises à évaluation, à la présence des lois cantonales sur l'énergie, mais pas seulement. D'autres facteurs ont aussi eu une influence sur la qualité énergétique des bâtiments neufs ou rénovés. L'analyse actuelle des effets met donc le doigt sur une partie seulement de l'influence qu'ont eue les prescriptions énergétiques au cours de la période courant depuis 1980. En d'autres termes, si l'on construit mieux aujourd'hui qu'il y a 30 ou 40 ans, ce n'est pas uniquement dû à ces prescriptions (cf. évaluation qualitative au chap. 5).

A quoi correspondent exactement les effets énergétiques observés en 2002, 2007 et 2012?

Les évaluations quantitatives présentées ci-dessus font apparaître les effets énergétiques annuels des prescriptions cantonales sur l'énergie – en fonction du nombre de bâtiments construits ou rénovés au cours de l'année sous rapport (p.ex. des effets globaux de 560 mio kWh pour l'année 2012). Mais il s'agit de faire aussi la distinction entre les effets des lois et ceux des autres facteurs d'influence suivants (expliqués ici sur la base de l'année 2012):

- **Effets de 2012 sur toute la durée de vie:** effets des prescriptions énergétiques prises en 2012, calculés sur toute la durée de vie des installations. La durée de vie d'une nouvelle construction ou d'un bâtiment rénové réalisé en 2012 est de plusieurs décennies. Si l'on tient compte de ce facteur, les effets sont démultipliés (pour une durée de vie de 40 ans: 40×560 mio kWh).
- **Effets rémanents en 2012:** effets des prescriptions énergétiques prises entre 1980 et 2012, sur la réduction de la consommation d'énergie en 2012. On peut dire que les lois cantonales sur l'énergie ont commencé à porter des effets à partir de 1980 environ. Etant donné que les bâtiments construits ces 32 dernières années ont, eux aussi, une durée de vie de plusieurs décennies, les effets de ces opérations se font encore sentir au cours de l'année 2012.
- **Effets rémanents sur toute la durée de vie:** effets des prescriptions énergétiques prises entre 1980 et 2012, calculés sur toute la durée de vie des installations. Les prescriptions cantonales prises depuis 1980 à aujourd'hui permettent chaque année de réduire la consommation d'énergie. De plus, puisque les bâtiments neufs ou rénovés ont une longue durée de vie, les effets énergétiques se cumulent deux fois. Le phénomène se poursuit encore aujourd'hui.

Besoins spécifiques en énergie finale pour les bâtiments nouveaux ou rénovés [kWh/m² SRE]



Effets des lois cant. sur la réduction des besoins en énergie [mio kWh/an]

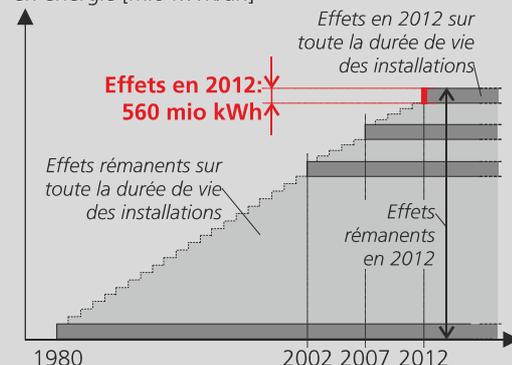


Figure 11: Représentation schématique des effets pris en compte. Exemple de l'année 2012.

6.2 Effets environnementaux

Si l'on n'avait pas construit ou rénové les bâtiments qui l'ont été en 2012, le parc immobilier générerait environ 130 000 t d'émissions de CO₂ supplémentaires par an. Ces facteurs d'émission prennent en compte, en sus des émissions directes au niveau du bâtiment, les émissions indirectes générées par les processus en amont permettant de mettre sur le marché l'agent énergétique concerné (extraction, traitement et transport jusqu'au bâtiment). Le même raisonnement est valable pour la réduction des émissions de polluants atmosphériques (cf. Figure 12).

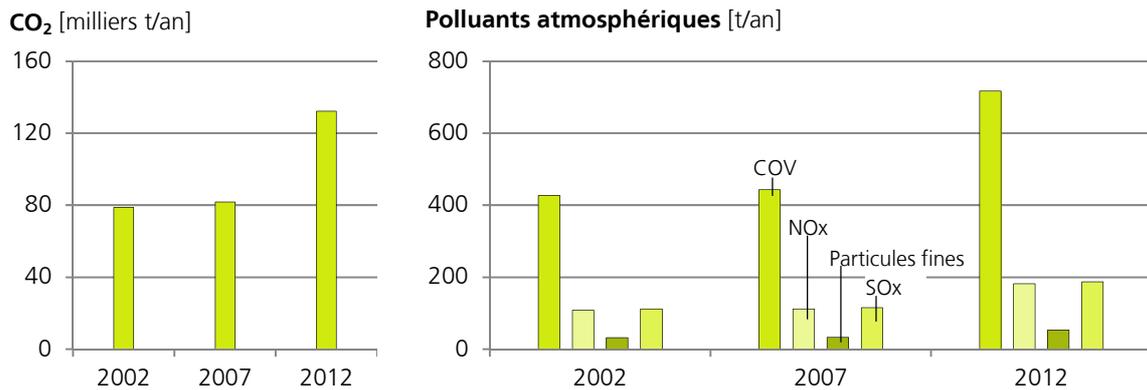


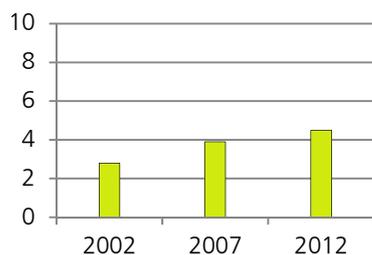
Figure 12: Effets des prescriptions cantonales sur l'énergie, sur la réduction des émissions de CO₂ et de polluants atmosphériques. Pour avoir une idée plus précise de ce que représenteraient ces émissions: 130 000 t de CO₂ = environ 40 000 m³ ou environ 700 wagons-citernes des CFF remplis de mazout destiné au chauffage des bâtiments (y c. les processus en amont).

6.3 Retombées économiques

On évalue les investissements supplémentaires consentis en 2012 à environ CHF 1,5 milliard (2002: 1,2 mia CHF; 2007: 1,3 mia CHF). Ces investissements supplémentaires ont provoqué des retombées positives nettes sur l'emploi d'environ 4 500 personnes-années. Si l'on répartit ces effets sur un certain nombre de branches, on voit que, sans surprise, c'est la branche de la construction qui en a tiré le meilleur profit.

Retombées économiques

[milliers de personnes-années]

**Effets 2012 sur l'emploi, par branche***

[milliers de personnes-années]

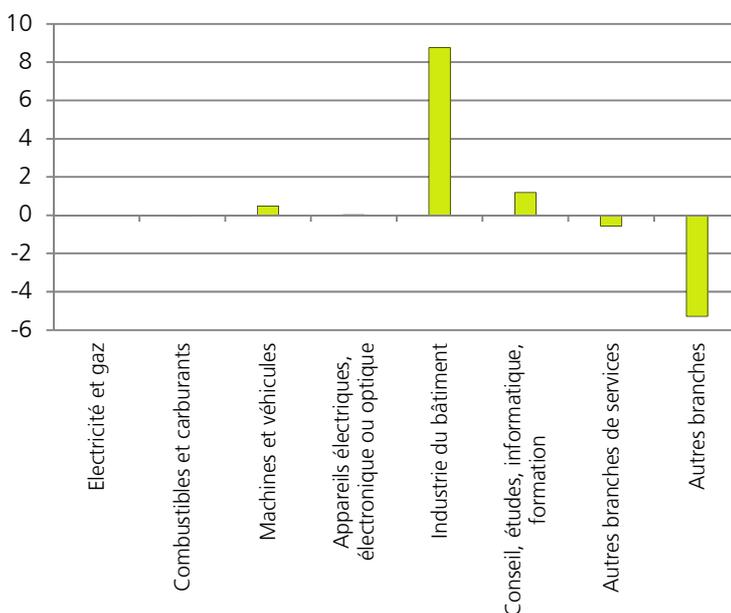


Figure 13: Effets sur l'emploi des prescriptions énergétiques cantonales au cours des années sous rapport.

* La répartition des retombées économiques sur les différentes branches et les différents secteurs d'importation est la même pour les trois années étudiées (2002, 2007, 2012). Par conséquent l'illustration de droite ne représente que l'année 2012. Il faut insister sur le fait qu'il s'agit d'effets en valeur absolue, c'est-à-dire indiqués en nombre de personnes-années. Les retombées par branche – positives ou négatives – doivent donc toujours être interprétées par comparaison avec les performances de l'économie globale. Par exemple, les performances économiques des autres branches, regroupées sans distinction sous la rubrique «Reste», tout à droite du graphique, correspondent à environ 70% des performances économiques globales de la Suisse. En comparaison, les retombées négatives (environ – 5300 personnes-années) sont dérisoires, puisqu'elles se répartissent sur un grand nombre de branches au sein de l'économie globale de la Suisse.

7 Récapitulatif et perspectives

Les lois cantonales sur l'énergie ont eu, au cours de l'année 2012, une influence significative sur la consommation d'énergie et l'exploitation des énergies renouvelables. En premier lieu, elles ont eu des répercussions directes, dans le sens où elles ont fixé des exigences légales minimales pour les nouveaux bâtiments et pour les rénovations de bâtiments existants. En deuxième lieu, elles ont eu des implications indirectes, puisqu'elles ont servi de base légale pour diverses activités exercées par les cantons en 2012, activités qui, à leur tour – comme dans le cas des programmes d'encouragement cantonaux – ont convaincu les maîtres d'ouvrages d'entreprendre des constructions ou des rénovations efficaces sur le plan énergétique. En troisième lieu, les lois cantonales sur l'énergie ont déjà une histoire de près de 40 ans. Pendant tout ce temps, elles ont eu des effets indirects significatifs sur le déroulement de l'année 2012: ces événements ont influencé les décisions des responsables dans le domaine du bâtiment. (Pour ne citer qu'un exemple: elles ont contribué notablement à l'avènement des pompes à chaleur sur le marché du chauffage.)

Sur le plan quantitatif, il n'est possible d'évaluer que les effets directs des lois sur l'énergie. Pour l'année 2012, on mesure ces effets à la meilleure qualité énergétique moyenne des bâtiments construits ou rénovés en Suisse en 2012. Cette qualité s'est imposée suite aux exigences légales s'appliquant à l'isolation de l'enveloppe et à l'approvisionnement en énergie. Si les prescriptions énergétiques cantonales n'avaient pas existé, les besoins en énergie, tous agents confondus (mazout, gaz naturel, électricité, bois et chaleur à distance), auraient été plus élevés d'environ 560 mio de kWh pour la seule année 2012. Corollairement, les émissions de CO₂ et de polluants atmosphériques ont été nettement plus basses qu'elles ne l'aurait été sans ces lois (CO₂: -130 000 t; COV: -720 t; NOx: -180 t; SOx: -190 t; particules fines: -50 t). Ces effets positifs sur l'environnement et la consommation d'énergie ont été induits par une amélioration de l'isolation des bâtiments et par le recours plus fréquent aux systèmes de chauffage exploitant les énergies renouvelables. Ces travaux ont généré des investissements supplémentaires de l'ordre de CHF 1,5 milliard. A leur tour, ces investissements ont eu un effet positif sur l'emploi, à raison de 4 500 personnes-années. L'industrie du bâtiment en a été la plus grande bénéficiaire, comme on pouvait s'y attendre.

L'importance des effets estimés en 2012 est à mettre en relation avec l'hypothèse que les lois cantonales sur l'énergie ne sont qu'un facteur parmi d'autres, qui ont aussi eu une influence sur la qualité énergétique des bâtiments neufs ou rénovés. La présente évaluation ne couvre donc pas toute la palette des effets de ces lois. Elle ne tient pas compte, par exemple, des activités cantonales qui se sont justement référées à ces lois, ni de l'évolution du contexte général qui a fait jouer pendant des dizaines d'années, dans le secteur de la construction, des acteurs en interaction avec leur milieu socioéconomique. Même s'il n'est pas possible, pour des raisons méthodologiques, de quantifier ces effets indirects, les experts impliqués dans la présente étude estiment qu'ils sont vraiment marquants.

En comparant les effets sur l'année 2012 avec ceux des années 2002 et 2007 (la méthodologie d'évaluation pour ces deux années ayant préalablement été actualisée), on se rend compte que les effets directs des lois cantonales sur l'énergie ne sont pas en train de diminuer (2002: 330 millions de kWh/an; 2007: 340 millions de kWh/an). On aurait pu s'attendre à un tel constat. En effet, la tendance vers des bâtiments et des modes de construction toujours plus efficaces sur le plan énergétique ne faiblit pas, alimentée qu'elle est par de nombreux acteurs et facteurs. Entre 2002 et 2007, on a compensé l'érosion des effets de ces lois en les rendant de plus en plus sévères (en moyenne à l'échelle de toute la Suisse), tant pour les nouvelles constructions que pour les rénovations de bâtiments existants. Si l'on remonte jusqu'en 1980, on constate que le plus grand changement a été apporté par le Modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC 2008). Une fois entrées en vigueur (en 2011, par pratiquement tous les cantons), ces prescriptions ont conduit à une augmentation relative significative de leurs effets. Cette situation représente une avancée décisive dans ce domaine. Une comparaison avec le standard Minergie permet de le formaliser. Par le passé, le standard Minergie concernant les besoins de chaleur pour le chauffage était bien plus sévère que les exigences légales. Aujourd'hui, la différence est minime.

Que faut-il attendre comme effets de ces lois cantonales sur l'énergie dans les années à venir? Il est plus que probable que les techniques de construction ou de rénovation efficaces sur le plan énergétique vont se généraliser, et que le rythme des nouvelles constructions ou des opérations de rénovation va rester le même, voire se renforcer. Suite à l'accident nucléaire de Fukushima (mars 2011), le Conseil fédéral et le Parlement ont décidé d'abandonner la filière nucléaire à moyen terme. Cette décision, arrivant dans un contexte de lutte contre les émissions de gaz à effet de serre généralisée à l'échelle de l'Europe et même au-delà, a servi de déclencheur pour la mise au point de la Stratégie énergétique 2050 du Conseil fédéral (dont la phase de consultation est terminée, et dont le message du CF devrait être présenté au Parlement en septembre 2013). En même temps, la loi sur le CO₂ a été totalement révisée en 2013. Ce sont deux des piliers importants de la politique suisse en matière d'énergie et de protection du climat. Ils visent des objectifs ambitieux de réduction de la consommation d'énergie et de recours accru aux énergies renouvelables. Leurs rôles principaux se jouent dans le secteur du bâtiment, en plus de celui des transports et de celui de l'industrie. Si cette politique est mise en œuvre de manière cohérente, on devrait voir s'investir, en plus des cantons, notamment la Confédération, ainsi que les communes. Il s'agit maintenant de multiplier les activités permettant d'atteindre ces objectifs. A leur tour, ces activités en généreront d'autres par effet d'entraînement. D'autres acteurs entreront en scène (association Minergie, SIA, associations environnementales, etc.), et d'autres facteurs influenceront le contexte (généralisation des pompes à chaleur, fenêtres isolantes à triple vitrage, présence de spécialistes en plus grand nombre, modes de construction plus efficaces, etc.). Dans un tel contexte, on pourrait s'attendre à une érosion des effets des lois cantonales sur l'énergie observés aujourd'hui (2012). Mais ce serait sans compter un durcissement probable des prescriptions.

De plus, de nouveaux développements prévisibles dans le cadre des lois cantonales sur l'énergie laissent entrevoir un frein à cette érosion: D'une part, les mesures proposées dans le cadre de la Stratégie énergétique 2050 (cf. CF, 2012) ou encore les objectifs fixés dans le domaine du bâtiment pour répondre à la loi sur le CO₂ (cf. OFEV, 2012) vont obligatoirement conduire à rehausser les exigences légales pour les nouveaux bâtiments ou les rénovations – ou du moins un tel durcissement va être proposé concrètement. D'autre part, la Directive 2010/31/UE du Parlement européen et du Conseil du 19 mai 2010 sur la performance énergétique des bâtiments contraint les Etats-membres de l'UE à ne plus autoriser, dès 2021, que des bâtiments neufs à très basse consommation ou complètement autonomes. Cela signifie que la tendance au renforcement des législations se maintient, notamment dans le contexte international entourant la Suisse. De leur côté, les cantons ne se laissent pas prendre de vitesse: ils ont entamé la réflexion sur la révision de leur Modèle de prescriptions énergétiques (MoPEC). En 2011, la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie (EnDK) a publié ses repères et son plan d'action sous la forme d'une prise de position écrite (cf. EnDK, 2011). Selon ce texte, l'EnDK envisage de réviser le MoPEC d'ici 2014, et de faire en sorte que sa transcription dans les législations cantonales soit terminée d'ici 2018. Ces nouvelles règles vont certainement augmenter les effets des lois cantonales sur l'énergie en comparaison de la situation avant l'introduction du MoPEC 2014, même si le niveau de ces effets ne peut pas encore être estimé aujourd'hui, sur la base des données actuellement disponibles.

Annexes

Annexe 1: Hypothèses et paramètres de l'évaluation quantitative des effets

A. Modèle pour évaluer les effets énergétiques (partie I sur III)					
Var.	Descriptif	2002	2007	2012	Source // formule
a	SRE existantes, début année, 1000 m2	645'138	677'023	712'150	$a=b+c+d$
b	SRE existantes, début année, habitation, 1000 m2	421'272	445'207	471'165	Série données OFEN, Wüest&Partner
c	SRE existantes, début année, tertiaire, 1000 m2	140'907	146'858	153'150	Série données OFEN, Wüest&Partner
d	SRE existantes, début année, industrie, 1000 m2	82'959	84'959	87'835	Série données OFEN, Wüest&Partner
e	SRE bât. neufs + rénovés, 1000 m2	14'340	15'230	16'950	$e=f+g$
f	SRE bât. rénovés, 1000 m2	7'850	8'640	9'060	$f=k+l+m$
g	SRE bât. neufs, 1000 m2	6'490	6'590	7'890	$g=n+o+p$
h	SRE habitation, neufs + rénovés, 1000 m2	8'140	8'910	10'060	$h=k+n$
i	SRE tertiaire, neufs + rénovés, 1000 m2	4'180	4'080	4'580	$i=l+o$
j	SRE industrie, neufs + rénovés, 1000 m2	2'020	2'250	2'310	$j=m+p$
k	SRE bât. rénovés, habitation, 1000 m2	3'370	4'010	4'240	Hypothèse INFRAS, experts // $k=0,009*b$
l	SRE bât. rénovés, tertiaire, 1000 m2	2'820	2'940	3'060	Hypothèse INFRAS, experts // $l=0,02*c$
m	SRE bât. rénovés, industrie, 1000 m2	1'660	1'700	1'760	Hypothèse INFRAS, experts // $m=0,02*d$
n	SRE bât. neufs, habitation, 1000 m2	4'770	4'900	5'820	Série données OFEN, Wüest&Partner
o	SRE bât. neufs, tertiaire, 1000 m2	1'360	1'140	1'510	Série données OFEN, Wüest&Partner
p	SRE bât. neufs, industrie, 1000 m2	360	550	550	Série données OFEN, Wüest&Partner
q	Besoins chaleur chauffage, habitation, b. neufs, s. actuelle, kWh/m2	78	70	46	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
r	Besoins chaleur chauffage, habitation, b. neufs, s. référence, kWh/m2	92	86	80	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
s	Besoins chaleur chauffage, habitation, b. rénovés, s. actuelle, kWh/m2	91	84	57	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
t	Besoins chaleur chauffage, habitation, b. rénovés, s. référence, kWh/m2	110	103	96	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
u	Besoins chaleur chauffage, tertiaire, b. neufs, s. actuelle, kWh/m2	70	62	49	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
v	Besoins chaleur chauffage, tertiaire, b. neufs, s. référence, kWh/m2	89	85	80	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
w	Besoins chaleur chauffage, tertiaire, b. rénovés, s. actuelle, kWh/m2	85	78	61	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
x	Besoins chaleur chauffage, tertiaire, b. rénovés, s. référence, kWh/m2	107	102	96	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
y	Besoins chaleur chauffage, industrie, b. neufs, s. actuelle, kWh/m2	58	50	42	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
z	Besoins chaleur chauffage, industrie, b. neufs, s. référence, kWh/m2	72	68	64	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
aa	Besoins chaleur chauffage, industrie, b. rénovés, s. actuelle, kWh/m2	70	62	52	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
ab	Besoins chaleur chauffage, industrie, b. rénovés, s. référence, kWh/m2	86	82	77	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
ac	Besoins ECS, habitation, kWh/m2	17	17	17	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
ad	Besoins ECS, tertiaire, kWh/m2	7	7	7	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
ae	Besoins ECS, industrie, kWh/m2	4	4	4	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
af	Part "chaudières", habitation, b. neufs, chauffage locaux, s. actuelle, %	68%	58%	40%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
ag	Part "chaleur à distance", habitation, b. neufs, chauffage locaux, s. actuelle, %	5%	7%	10%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
ah	Part "pompes à chaleur", habitation, b. neufs, chauffage locaux, s. actuelle, %	25%	34%	50%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
ai	Part "électricité", habitation, b. neufs, chauffage locaux, s. actuelle, %	2%	1%	0%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
aj	Part "chaudières", habitation, b. neufs, chauffage locaux, s. référence, %	70%	61%	50%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
ak	Part "chaleur à distance", habitation, b. neufs, chauffage locaux, s. référence, %	5%	8%	10%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
al	Part "pompes à chaleur", habitation, b. neufs, chauffage locaux, s. référence, %	20%	28%	40%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts

A. Modèle pour évaluer les effets énergétiques (partie II sur III)					
Var.	Descriptif	2002	2007	2012	Source // formule
am	Part "électricité", habitation, b. neufs, chauffage locaux, s. référence, %	5%	3%	0%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
an	Part "chaudières", habitation, b. rénovés, chauffage locaux, %	73%	64%	55%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
ao	Part "chaleur à distance", habitation, b. rénovés, chauffage locaux, %	5%	8%	10%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
ap	Part "pompes à chaleur", habitation, b. rénovés, chauffage locaux, %	17%	25%	35%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
aq	Part "électricité", habitation, b. rénovés, chauffage locaux, %	5%	3%	0%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
ar	Part "chaudières", tertiaire + industrie, b. neufs, chauffage locaux, s. actuelle, %	75%	65%	55%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
as	Part "chaleur à distance", tertiaire + industrie, b. neufs, chauffage locaux, s. actuelle, %	5%	8%	10%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
at	Part "pompes à chaleur", tertiaire + industrie, b. neufs, chauffage locaux, s. actuelle, %	15%	25%	35%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
au	Part "électricité", tertiaire + industrie, b. neufs, chauffage locaux, s. actuelle, %	5%	2%	0%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
av	Part "chaudières", tertiaire + industrie, b. neufs, chauffage locaux, s. référence, %	77%	70%	60%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
aw	Part "chaleur à distance", tertiaire + industrie, b. neufs, chauffage locaux, s. référence, %	5%	8%	10%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
ax	Part "pompes à chaleur", tertiaire + industrie, b. neufs, chauffage locaux, s. référence, %	13%	20%	30%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
ay	Part "électricité", tertiaire + industrie, b. neufs, chauffage locaux, s. référence, %	5%	2%	0%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
az	Part "chaudières", tertiaire + industrie, b. rénovés, chauffage locaux, %	80%	73%	65%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
ba	Part "chaleur à distance", tertiaire + industrie, b. rénovés, chauffage locaux, %	5%	8%	10%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bb	Part "pompes à chaleur", tertiaire + industrie, b. rénovés, chauffage locaux, %	10%	17%	25%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bc	Part "électricité", tertiaire + industrie, b. rénovés, chauffage locaux, %	5%	2%	0%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bd	Part "chaudières", b. neufs, chauffage ECS, s. actuelle, %	63%	59%	50%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
be	Part "chaleur à distance", b. neufs, chauffage ECS, s. actuelle, %	4%	6%	10%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bf	Part "pompes à chaleur", b. neufs, chauffage ECS, s. actuelle, %	5%	15%	50%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bg	Part "électricité", b. neufs, chauffage ECS, s. actuelle, %	28%	20%	0%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bh	Part "chaudières", b. neufs, chauffage ECS, s. référence, %	62%	61%	60%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bi	Part "chaleur à distance", b. neufs, chauffage ECS, s. référence, %	3%	4%	5%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bj	Part "pompes à chaleur", b. neufs, chauffage ECS, s. référence, %	5%	7%	20%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bk	Part "électricité", b. neufs, chauffage ECS, s. référence, %	30%	28%	15%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bl	Part "chaudières", b. rénovés, chauffage ECS, s. actuelle, %	62%	58%	55%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bm	Part "chaleur à distance", b. rénovés, chauffage ECS, s. actuelle, %	3%	4%	5%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bn	Part "pompes à chaleur", b. rénovés, chauffage ECS, s. actuelle, %	5%	10%	30%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bo	Part "électricité", b. rénovés, chauffage ECS, s. actuelle, %	30%	28%	10%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bp	Part "chaudières", b. rénovés, chauffage ECS, s. référence, %	66%	67%	65%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bq	Part "chaleur à distance", b. rénovés, chauffage ECS, s. référence, %	3%	5%	5%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
br	Part "pompes à chaleur", b. rénovés, chauffage ECS, s. référence, %	1%	1%	10%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bs	Part "électricité", b. rénovés, chauffage ECS, s. référence, %	30%	27%	20%	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bt	Rendement "chaudières", chauffage locaux, s. actuelle, -	0.88	0.90	0.92	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts

A. Modèle pour évaluer les effets énergétiques (partie III sur III)

Var.	Descriptif	2002	2007	2012	Source // formule
bu	Rendement "chaudières", chauffage locaux, s. référence, -	0.85	0.88	0.90	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bv	Rendement "chaudières", chauffage ECS, s. actuelle, -	0.82	0.84	0.86	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bw	Rendement "chaudières", chauffage ECS, s. référence, -	0.75	0.79	0.82	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
bx	Coeff. performance annuel "pompes à chaleur", chauffage locaux, s. actuelle, -	3.00	3.25	3.50	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
by	Coeff. performance annuel "pompes à chaleur", chauffage locaux, s. référence, -	2.75	3.00	3.25	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
Var.	Descriptif	2002	2007	2012	Source // formule
bz	Coeff. performance annuel "pompes à chaleur", chauffage ECS, s. actuelle, -	2.50	2.75	3.00	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
ca	Coeff. performance annuel "pompes à chaleur", chauffage ECS, s. référence, -	2.25	2.50	2.75	Hypothèse INFRAS, vérifiée par experts
cb	Effets énergétiques, GWh	332	344	557	$cj=ck+cl$
cc	Effets énergétiques, bât. rénovés, GWh	194	200	300	$ck=cp+cq+cr$
cd	Effets énergétiques, bât. neufs, GWh	138	144	257	$cl=cs+ct+cu$
ce	Effets énergétiques, habitation, GWh	182	189	352	$cm=cp+cs$
cf	Effets énergétiques, tertiaire, GWh	109	108	151	$cn=cq+ct$
cg	Effets énergétiques, industrie, GWh	41	48	54	$co=cr+cu$
ch	Effets énergétiques, bât. rénovés, habitation, GWh	83	87	154	$ch = k * [\{ t * (an:bu+ao+ap:by+aq) + ac*(bp:bw+bq+br:ca+bs) \} - \{ s*(an:bt+ao+ap:bx+aq) + ac*(bl:bv+bm+bn:bz+bo) \}]$
ci	Effets énergétiques, bât. rénovés, tertiaire, GWh	77	77	105	$ci = l * [\{ x*(az:bu+ba+bb:by+bc) + ad*(bp:bw+bq+br:ca+bs) \} - \{ w*(az:bt+ba+bb:bx+bc) + ad*(bl:bv+bm+bn:bz+bo) \}]$
cj	Effets énergétiques, bât. rénovés, industrie, GWh	34	36	42	$cj = m * [\{ ab*(az:bu+ba+bb:by+bc) + ae*(bp:bw+bq+br:ca+bs) \} - \{ aa*(az:bt+ba+bb:bx+bc) + ae*(bl:bv+bm+bn:bz+bo) \}]$
ck	Effets énergétiques, bât. neufs, habitation, GWh	98	102	198	$ck = n * [\{ r*(aj:bu+ak+al:by+am) + ac*(bh:bw+bi+bj:ca+bk) \} - \{ q*(af:bt+ag+ah:bx+ai) + ac*(bd:bv+be+bf:bz+bg) \}]$
cl	Effets énergétiques, bât. neufs, tertiaire, GWh	33	31	47	$cl = o * [\{ v*(av:bu+aw+ax:by+ay) + ad*(bh:bw+bi+bj:ca+bk) \} - \{ u*(ar:bt+as+at:bx+au) + ad*(bd:bv+be+bf:bz+bg) \}]$
cm	Effets énergétiques, bât. neufs, industrie, GWh	7	11	12	$cm = p * [\{ z*(av:bu+aw+ax:by+ay) + ae*(bh:bw+bi+bj:ca+bk) \} - \{ y*(ar:bt+as+at:bx+au) + ae*(bd:bv+be+bf:bz+bg) \}]$
cn	Effets énergétiques, kWh/m2	23	23	33	$cn=cb:e*1000$
co	Effets énergétiques, bât. rénovés, kWh/m2	25	23	33	$co=cc:f*1000$
cp	Effets énergétiques, bât. neufs, kWh/m2	21	22	33	$cp=cd:g*1000$
cq	Effets énergétiques, habitation, kWh/m2	22	21	35	$cq=ce:h*1000$
cr	Effets énergétiques, tertiaire, kWh/m2	26	26	33	$cr=cf:i*1000$
cs	Effets énergétiques, industrie, kWh/m2	20	21	23	$cs=cg:j*1000$
ct	Effets énergétiques, bât. rénovés, habitation, kWh/m2	25	22	36	$ct=ch:k*1000$
cu	Effets énergétiques, bât. rénovés, tertiaire, kWh/m2	27	26	34	$cu=ci:l*1000$
cv	Effets énergétiques, bât. rénovés, industrie, kWh/m2	21	21	24	$cv=cj:m*1000$
cw	Effets énergétiques, bât. neufs, habitation, kWh/m2	21	21	34	$cw=ck:n*1000$
cx	Effets énergétiques, bât. neufs, tertiaire, kWh/m2	24	27	31	$cx=cl:o*1000$
cy	Effets énergétiques, bât. neufs, industrie, kWh/m2	18	21	22	$cy=cm:p*1000$

B. Modèle pour évaluer les effets sur l'environnement

Var.	Descriptif	Valeur	Source // formule
cz	Mix d'énergie finale fournie au bâtiment: Part mazout, %	15%	Hypothèse INFRAS, sur la base du mix des syst. de chauffage, s. référence, habitation, bât. neufs (cf. aj à am)
da	Mix d'énergie finale fournie au bâtiment: Part gaz naturel, %	55%	Hypothèse INFRAS (idem)
db	Mix d'énergie finale fournie au bâtiment: Part bois, %	8%	Hypothèse INFRAS (idem)
dc	Mix d'énergie finale fournie au bâtiment: Part chaleur à distance, %	7%	Hypothèse INFRAS (idem)
dd	Mix d'énergie finale fournie au bâtiment: Part électricité, %	15%	Hypothèse INFRAS (idem)
de	Fact. émissions CO2 y c. processus amont, t CO2 / MWh mazout	358	ecoinvent, fichier données 1996, chaleur utile par chauffage mazout 10 kW
df	Fact. émissions CO2 y c. processus amont, t CO2 / MWh gaz naturel	266	ecoinvent, fichier données 1996, chaleur utile par chauffage au gaz < 100 kW en moyenne (30% LowNox)
dg	Fact. émissions CO2 y c. processus amont, t CO2 / MWh bois	11	ecoinvent, fichier données 1996, chaleur utile par chauffage aux plaquettes de bois, moyenne petites installations
dh	Fact. émissions CO2 y c. processus amont, t CO2 / MWh chaleur à distance	168	ecoinvent, fichier données 1996, chaleur à distance, réseau de proximité (centrale chaleur-force 160 kWel), var. 4
di	Fact. émissions CO2 y c. processus amont, t CO2 / MWh électricité	165	ecoinvent, fichier données 1996, production él. CH (75%) et production él. UCPT (25%)
dj	Fact. émissions COV y c. processus amont, t COV / MWh mazout	1.26	ecoinvent, idem
dk	Fact. émissions COV y c. processus amont, t COV / MWh gaz naturel	1.77	ecoinvent, idem
dl	Fact. émissions COV y c. processus amont, t COV / MWh bois	0.18	ecoinvent, idem
dm	Fact. émissions COV y c. processus amont, t COV / MWh chaleur à distance	0.65	ecoinvent, idem
dn	Fact. émissions COV y c. processus amont, t COV / MWh électricité	0.43	ecoinvent, idem
do	Fact. émissions NOx y c. processus amont, t NOx / MWh mazout	0.37	ecoinvent, idem
dp	Fact. émissions NOx y c. processus amont, t NOx / MWh gaz naturel	0.29	ecoinvent, idem
dq	Fact. émissions NOx y c. processus amont, t NOx / MWh bois	0.70	ecoinvent, idem
dr	Fact. émissions NOx y c. processus amont, t NOx / MWh chaleur à distance	0.16	ecoinvent, idem
ds	Fact. émissions NOx y c. processus amont, t NOx / MWh électricité	0.30	ecoinvent, idem
dt	Fact. émissions part. fines y c. processus amont, t particules / MWh mazout	0.05	ecoinvent, idem
du	Fact. émissions part. fines y c. processus amont, t particules / MWh gaz naturel	0.02	ecoinvent, idem
dv	Fact. émissions part. fines y c. processus amont, t particules / MWh bois	0.68	ecoinvent, idem
dw	Fact. émissions part. fines y c. processus amont, t particules / MWh chaleur à distance	0.02	ecoinvent, idem
dx	Fact. émissions part. fines y c. processus amont, t particules / MWh électricité	0.14	ecoinvent, idem
dy	Fact. émissions SOx y c. processus amont, t SOx / MWh mazout	0.52	ecoinvent, idem
dz	Fact. émissions SOx y c. processus amont, t SOx / MWh gaz naturel	0.13	ecoinvent, idem
ea	Fact. émissions SOx y c. processus amont, t SOx / MWh bois	0.14	ecoinvent, idem
eb	Fact. émissions SOx y c. processus amont, t SOx / MWh chaleur à distance	0.21	ecoinvent, idem
ec	Fact. émissions SOx y c. processus amont, t SOx / MWh électricité	1.06	ecoinvent, idem
ed	Fact. émissions CO2 moyen, t CO2 / MWh effets énergétiques	237	$ed=cz*de+da*df+db*dg+dc*dh+dd*di$
ee	Fact. émissions COV moyen, t COV / MWh effets énergétiques	1.29	$ee=cz*dj+da*dk+db*dl+dc*dm+dd*dn$
ef	Fact. émissions NOx moyen, t NOx / MWh effets énergétiques	0.33	$ef=cz*do+da*dp+db*dq+dc*dr+dd*ds$
eg	Fact. émissions part. fines moyen, t particules / MWh effets énergétiques	0.10	$eg=cz*dt+da*du+db*dv+dc*dw+dd*dx$
eh	Fact. émissions SOx moyen, t SOx / MWh effets énergétiques	0.34	$eh=cz*dy+da*dz+db*ea+dc*eb+dd*ec$

Var.	Descriptif	2002	2007	2012	Source // formule
ei	Effets sur CO2, 1000 t CO2	79	82	132	$ei=ed*cb$
ej	Effets sur COV, t COV	427	443	717	$ej=ee*cb$
ek	Effets sur NOx, t NOx	108	112	182	$ek=ef*cb$
el	Effets sur particules fines, t particules	32	33	54	$el=eg*cb$
em	Effets sur SOx, t SOx	112	116	187	$em=eh*cb$

C. Modèle pour évaluer les investissements supplémentaires

Var.	Descriptif	Valeur	Source // formule
en	Surf. éléments enveloppe par SRE: toit pentu, m2 élément / m2 SRE	0.44	Hypothèse INFRAS (base: OFEN 2004)
eo	Surf. éléments enveloppe par SRE: toit plat, m2 élément / m2 SRE	0.15	Hypothèse INFRAS (base: OFEN 2004)
ep	Surf. éléments enveloppe par SRE: façade, m2 élément / m2 SRE	0.82	Hypothèse INFRAS (base: OFEN 2004)
eq	Surf. éléments enveloppe par SRE: portes+fenêtres, m2 élément / m2 SRE	0.25	Hypothèse INFRAS (base: OFEN 2004)
er	Surf. éléments enveloppe par SRE: radier / paroi contre terrain / paroi mitoyenne, m2 élément / m2 SRE	0.86	Hypothèse INFRAS (base: OFEN 2004)
es	IS spéc. par rapport s. référence, toit pentu, CHF/m2 élément	30	Hypothèse INFRAS (base: ModEnHa 2009, CEPE 2002)
et	IS spéc. par rapport s. référence, toit plat, CHF/m2 élément	20	Hypothèse INFRAS (base: ModEnHa 2009, CEPE 2002)
eu	IS spéc. par rapport s. référence, façade, CHF/m2 élément	30	Hypothèse INFRAS (base: ModEnHa 2009, CEPE 2002)
ev	IS spéc. par rapport s. référence, portes+fenêtres, CHF/m2 élément	80	Hypothèse INFRAS (base: ModEnHa 2009, CEPE 2002)
ew	IS spéc. par rapport s. référence, radier / paroi contre terrain / paroi mitoyenne, CHF/m2 élément	20	Hypothèse INFRAS (base: ModEnHa 2009, CEPE 2002)
ex	IS spéc. par rapport s. référence, pompe à chaleur air-eau, CHF/kWh électricité consommée par pompe	1.1	Hypothèse INFRAS (base: ModEnHa 2009)
ey	IS spéc. par rapport s. référence, pompe à chaleur saumure-eau, CHF/kWh électricité consommée par pompe	2.1	Hypothèse INFRAS (base: ModEnHa 2009)

Var.	Descriptif	2002	2007	2012	Source // formule
ez	IS totaux générés, mio CHF	112	106	151	$ez=fa+fb$
fa	IS générés "enveloppe", mia CHF	1.1	1.2	1.3	$fa=e*(en*es+eo*et+ep*eu+eq*ev+er*ew)$
fb	IS générés "inst. techniques", mia CHF	0.11	0.11	0.15	$fb=fe*(0.7*ex+0.3*ey)$; hypothèse INFRAS
fc	Effets énergétiques, "enveloppe", GWh	250	267	446	Résultat variante calcul modèle effets énergétiques (cf. annexe 1A) avec paramètres fixes pour inst. techniques (proportion différents syst. chauffage, rendements, COP)
fd	Part effets énergétiques "enveloppe" p.r. effets énerg. totaux, %	75%	77%	80%	$fd=fc:cb$
fe	Effets énergétiques, "inst. techniques", GWh	82	77	111	$fe=cb-fd$
ff	Part effets énergétiques "inst. techniques" p.r. effets énerg. totaux, %	25%	23%	20%	$ff=fe:cb$

D. Modèle pour évaluer les retombées sur l'emploi

Le modèle INFRAS pour évaluer les retombées sur l'emploi a été décrit en détails dans le document "Analyse des effets de SuisseEnergie 2010" (INFRAS 2011a, annexe G, p. 102). Seules les principales hypothèses sont décrites ci-dessous (branches prises en compte, importations, prix des combustibles au cours de l'année 2012 sous rapport).

Var.	Descriptif	Valeur	Source // formule
<i>fg</i>	Economie globale: part branche "électricité + gaz", %	2%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>fh</i>	Economie globale: part branche "combustibles + carburants", %	1%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>fi</i>	Economie globale: part branche "machines et véhicules", %	5%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>fj</i>	Economie globale: part branche "électricité, électronique, optique", %	5%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>fk</i>	Economie globale: part branche "bâtiment", %	5%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>fl</i>	Economie globale: part branche "conseil, planification, informatique, formation", %	10%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>fm</i>	Economie globale: part branche "autres tertiaires", %	3%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>fn</i>	Economie globale: part branche "reste", %	69%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>fo</i>	Economie globale: part importation "électricité + gaz", %	20%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>fp</i>	Economie globale: part importation "combustibles + carburants", %	70%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>fq</i>	Economie globale: part importation "machines et véhicules", %	40%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>fr</i>	Economie globale: part importation "électricité, électronique, optique", %	30%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>fs</i>	Economie globale: part importation "bâtiment", %	10%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>ft</i>	Economie globale: part importation "conseil, planification, informatique, formation", %	5%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>fu</i>	Economie globale: part importation "autres tertiaires", %	5%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>fv</i>	Economie globale: part importation "reste", %	10%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>fw</i>	Nouvelle construction / rénovation: part branche "électricité + gaz", %	0%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>fx</i>	Nouvelle construction / rénovation: part branche "combustibles + carburants", %	0%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>fy</i>	Nouvelle construction / rénovation: part branche "machines et véhicules", %	10%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>fz</i>	Nouvelle construction / rénovation: part branche "électricité, électronique, optique", %	5%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>ga</i>	Nouvelle construction / rénovation: part branche "bâtiment", %	50%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>gb</i>	Nouvelle construction / rénovation: part branche "conseil, planification, informatique, formation", %	15%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>gc</i>	Nouvelle construction / rénovation: part branche "autres tertiaires", %	0%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>gd</i>	Nouvelle construction / rénovation: part branche "reste", %	20%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>ge</i>	Nouvelle construction / rénovation: part importation "électricité + gaz", %	20%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>gf</i>	Nouvelle construction / rénovation: part importation "combustibles + carburants", %	70%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>gg</i>	Nouvelle construction / rénovation: part importation "machines et véhicules", %	40%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>gh</i>	Nouvelle construction / rénovation: part importation "électricité, électronique, optique", %	30%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>gi</i>	Nouvelle construction / rénovation: part importation "bâtiment", %	10%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>gj</i>	Nouvelle construction / rénovation: part importation "conseil, planification, informatique, formation", %	5%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>gk</i>	Nouvelle construction / rénovation: part importation "autres tertiaires", %	5%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>gl</i>	Nouvelle construction / rénovation: part importation "reste", %	20%	<i>Hypothèse INFRAS</i>
<i>gm</i>	Prix gaz naturel, CHF/GJ (pour 2012)	26.4	<i>Statistique énergétique 2011</i>
<i>gn</i>	Prix mazout, CHF/GJ (pour 2012)	25.7	<i>Statistique énergétique 2011</i>

Annexe 2: Liste des experts ayant participé à l'atelier de réflexion

Karin Scheidegger	Cheffe suppléante du Service de l'énergie de l'Office de la coordination environnementale et de l'énergie du canton de Berne
Myriam Garbely	Adjointe scientifique, Office cantonal de l'énergie (OCEN) canton de Genève
Christoph Gmür	Chef du Service de gestion des déchets, de l'eau, de l'énergie et de l'air (Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft [AWEL]), canton de Zurich
Guido Scheiber	Chef de l'Office de l'énergie du canton d'Uri
Thomas Jud	Chef du secteur Cantons, section Bâtiments, Office fédéral de l'énergie (OFEN), DETEC, Berne
Martin Jakob	Executive partner, TEP Energy GmbH
Rieska Dommann	Membre de la direction, Martinelli + Menti AG
Martin Ménard	Membre de la direction, Lemon Consult GmbH
Donald Sigrist	Chef de projet, INFRAS
Stefan Kessler	Chef de domaine et partenaire, INFRAS

Annexe 3: Références bibliographiques (en allemand)

BAFU 2012: Verordnung über die Reduktion der CO₂-Emissionen (CO₂-Verordnung), erläuternder Bericht zum Anhörungsentwurf vom 11. Mai 2012

BFE 2012: Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2011. Bundesamt für Energie.

BFE/EnDK 2012: Stand der Energiepolitik in den Kantonen 12. Bundesamt für Energie, Konferenz Kantonaler Energiedirektoren.

BFE 2011: Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2010 nach Verwendungszwecken. Bundesamt für Energie.

BFE/EnDK 2007: Harmonisiertes Fördermodell der Kantone (HFM 2007). Bundesamt für Energie, Konferenz Kantonaler Energiedirektoren.

BR 2012: Erste Massnahmen Energiestrategie 2050, Faktenblatt 1 des Bundesrats, 18.4.2012.

CCRS 2012: Anreize und Hemmnisse für energetische Sanierungen. A. Wiencke, E. Meins, Center for Corporate Responsibility and Sustainability (CCRS, Universität Zürich), im Auftrag der Energieforschung Stadt Zürich.

CCRS/ZKB 2010: Der Nachhaltigkeit von Immobilien einen finanziellen Wert geben – der Minergie-Boom unter der Lupe. Center for Corporate Responsibility and Sustainability (CCRS, Universität Zürich), Zürcher Kantonalbank (ZKB).

CEPE/TEP 2012: An Analysis of Investment Decisions for Energy-Efficient Renovation of Multi-Family Buildings, Centre for Energy Policy and Economy (CEPE, ETH Zürich), TEP Energy, im Auftrag des Bundesamts für Energie.

CEPE/TEP 2008: Grundlagen zur Wirkungsabschätzung der Energiepolitik der Kantone im Gebäudebereich. M. Jakob, Centre for Energy Policy and Economy (CEPE, ETH Zürich), TEP Energy.

CEPE 2002: Grenzkosten bei forcierten Energie-Effizienzmassnahmen in Wohngebäuden. Centre for Energy Policy and Economy (CEPE, ETH Zürich), im Auftrag des Bundesamts für Energie.

EnDK 2011: Energiepolitik der EnDK, Eckwerte und Aktionsplan. Positionspapier, verabschiedet an der Generalversammlung der EnDK vom 2. September 2011 in Zürich.

EnDK/EnFK 2008: Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE), Ausgabe 2008. Konferenz Kantonaler Energiedirektoren, Konferenz Kantonaler Energiefachstellen.

INFRAS 2013: Globalbeiträge an die Kantone nach Art. 15 EnG, Wirkungsanalyse kantonaler Förderprogramme, Ergebnisse der Erhebung 2012. INFRAS, im Auftrag des Bundesamtes für Energie.

INFRAS 2011a: Wirkungsanalyse EnergieSchweiz 2010. Wirkungen der freiwilligen Massnahmen und der Förderaktivitäten von EnergieSchweiz auf Energie, Emissionen und Beschäftigung. INFRAS, im Auftrag des Bundesamtes für Energie.

INFRAS 2011b: Evaluation Energie-Coaching. INFRAS, im Auftrag des Umwelt- und Gesundheitsschutz der Stadt Zürich.

INFRAS 2010: Zürich Green Region – Analyse und Stärkung von Standortqualitäten im Bereich Cleantech. INFRAS, im Auftrag der Metropolitan Konferenz Zürich.

INFRAS 2008: Wirkung kantonaler Energiegesetze, Analyse der Auswirkungen gemäss Art. 20 EnG, Aktualisierung für das Jahr 2007. INFRAS, im Auftrag des Bundesamtes für Energie.

INFRAS 2003: Wirkungen der kantonalen Energievorschriften im Gebäudebereich im Jahr 2002. INFRAS, im Auftrag des Bundesamtes für Energie.

INFRAS 2002: Wirkungsanalyse kantonale Energiegesetze im Jahr 2001, Kurzbericht. INFRAS, im Auftrag des Bundesamtes für Energie.

Kiss/Neij/Jakob 2012: Heat Pumps: A Comparative Assessment of Innovation and Diffusion Policies in Sweden and Switzerland. Kiss, B.; Neij, L.; Jakob, M.

Prognos 2007: Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte, 1990 – 2035. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie.

SKR 2012: Schlussbericht Gebäudeprogramm 2006-2009. Stiftung Klimarappen.

TEP Energy 2012: Der Gebäudepark in der Stadt Zürich, Forschungsprojekt FP-2.1. TEP Energy, im Auftrag von Energieforschung der Stadt Zürich.

Wüest&Partner 2012: Perspektiven für den Bau- und Immobilienmarkt 2013, Präsentation ProKlima-Tag 2012 (6. November 2012), Patrick Schnorf, Wüest&Partner.

SuisseEnergie

Office fédéral de l'énergie OFEN, Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen Adresse postale: CH-3003 Berne
Tél.: 031 322 56 11, fax 031 323 25 00 contact@bfe.admin.ch · www.suisse-energie.ch

Commande: Office fédéral de l'énergie OFEN, CH-3003 Berne · www.suisse-energie.ch / 07.13 / 60