



HAL
open science

Scénarios de rénovation du parc résidentiel à 2030 en France dans un contexte “ MDE ”

Marie-Hélène Laurent, Dominique Osso, Pierrick Mandrou, H. Bouia

► To cite this version:

Marie-Hélène Laurent, Dominique Osso, Pierrick Mandrou, H. Bouia. Scénarios de rénovation du parc résidentiel à 2030 en France dans un contexte “ MDE ”. International Building Performance Simulation Association, Nov 2006, Saint Pierre - Ile de la Réunion, France. hal-02155329

HAL Id: hal-02155329

<https://edf.hal.science/hal-02155329v1>

Submitted on 13 Jun 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Scénarios de rénovation du parc résidentiel à 2030 en France dans un contexte « MDE »

M.H. Laurent, D. Osso, P. Mandrou, H. Bouia

EDF R&D Site des Renardières, 77818 Moret sur Loing
Département Energies dans les Bâtiments et Territoires
email : pierrick.mandrou@edf.fr

Résumé : Deux des objectifs importants des politiques énergétiques européennes et françaises sont la réduction de la dépendance énergétique et des émissions de gaz à effet de serre. La « MDE » (maîtrise des consommations d'énergie) fait partie des actions incontournables pour atteindre ces deux objectifs. Les bâtiments sont le premier secteur de la demande en énergie en France. Il est désormais reconnu que les objectifs de réduction drastique de leur consommation d'énergie et des émissions de CO₂ passent par une rénovation intensive du parc de logements existants. Une estimation des coûts techniques (investissements) liés aux scénarios étudiés est proposée. A horizon 2030, ce travail explore différents scénarios de rénovation du parc de logements [rythmes tendanciels et accélérés, techniques « standard » ou « MTD » (meilleures technologies disponibles)] en introduisant, en complément des solutions actuelles, quelques techniques encore peu développées qui pourraient jouer un rôle important pour atteindre un objectif « facteur 4 » à 2050. Les scénarios sont modélisés à l'aide du logiciel MIeL « Modélisation de l'Impact de mesures Energétiques sur les Logements », développé par EDF et construit sur une démarche bottom-up.

Mots-clés : MIeL, MDE, Modélisation.

1. Introduction

Deux des axes majeurs des politiques énergétiques européennes et françaises sont aujourd'hui l'amélioration de l'indépendance énergétique et la lutte contre le changement climatique. Une politique volontariste de Maîtrise de la Demande Énergétique (MDE) servirait ces 2 objectifs. Même si il est admis aujourd'hui que le secteur des transports est le « secteur-clé » en matière de réduction des émissions de CO₂, la mutation de ce secteur est jugée plus difficile que celle des bâtiments. Ceux-ci représentent le premier poste de consommation d'énergie finale en Europe comme en France (plus de 40%). C'est également le secteur qui porte les gisements techniques (donc théoriques) d'économie d'énergie les plus importants, très majoritairement liés à la rénovation du parc de logements existant en raison du très faible taux de renouvellement de ce dernier. La rénovation du parc apparaît donc comme incontournable.

Ce document explore un scénario théorique (S3) de forte réduction des consommations de chauffage¹ du secteur résidentiel à 2030 en le comparant avec les flux de rénovation actuels, ce qui permet d'identifier quelques freins à une rénovation d'ampleur du stock de logements existants. Deux autres scénarios sont également réalisés à titre de comparaison : l'impact de la construction neuve sur

la consommation du parc (S1), complétée par un scénario de rénovation tendancielle (S2).

Les calculs sont effectués à l'aide du logiciel MIeL « Modélisation de l'Impact de mesures Énergétiques sur les Logements », développé par EDF et construit sur une démarche bottom-up.

2. Modélisation de l'impact des mesures énergétiques dans les logements (MIeL)

Parmi les outils permettant d'effectuer des projections futures en terme de calcul des consommations énergétiques dans le secteur résidentiel, le logiciel MURE (Mesures de l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie) développé par ISIS (<http://www.isis-it.com/mure>) semble être une référence. Il est développé en 1995 sur l'initiative de la commission européenne pour constituer au départ une base de données de mesures politiques énergétiques couvrant les 15 pays européens et la Norvège. Il a rapidement évolué pour devenir un outil de calcul prospectif des consommations d'énergie par usage en fonction de scénarios choisis.

Traisnel (Cahiers du CLIP, 2003) a également développé un outil lui permettant de réaliser des bilans rétrospectifs et prospectifs dans le secteur résidentiel français.

Après avoir étudié ces outils, leurs limitations et champs d'application par rapport à nos besoins, nous avons été amenés à développer notre propre outil adapté au secteur résidentiel français : MIeL (Modélisation de l'Impact d'actions énergétiques

¹ Le chauffage représente aujourd'hui 70% des consommations d'énergie finale du parc de logements.

sur les Logements). Cet outil, sous Excel VBA², est constitué d'une interface et de deux modules principaux : une base de données comportant les paramètres fixés de l'outil et un moteur de calcul qui permet de calculer les évolutions année par année du parc de logements et des consommations de chauffage, d'eau chaude et des autres usages.

La base de données du parc résidentiel Français, construite par EDF R&D (Département « Energies dans les Bâtiments et Territoires ») est plus précise que celle du logiciel MURE. Les consommations énergétiques y sont détaillées pour l'année de référence par tranche d'âge, par type de logements et par énergie. Cinq tranches d'âge sont considérées et correspondent aux cinq réglementations thermiques jusqu'à l'année 2000. Les logements sont de type individuel ou collectif. Les énergies sont de type électricité, gaz, fuel, bois ou autres.

Le module de calcul permet de calculer l'évolution de la consommation énergétique nationale annuelle en s'appuyant sur cette base de données et en fonction de scénarios introduits par l'utilisateur et traduisant des actions énergétiques afin d'en simuler l'impact sur l'économie d'énergie réalisée. Ces scénarios peuvent être décrits assez finement et le cœur de calcul est prévu pour traiter des scénarios sans trop de contraintes. Par exemple, pour modéliser une action sur le bâti, on définit l'état de référence (consommation de base en kWh/m²) et l'état cible à 20 ans ou plus avec un certain taux de pénétration dans le marché.

3. Définitions des scénarios

3a Scénario 1 : apports de la construction neuve dans l'évolution des consommations du parc

Dans le scénario S1, le parc de logements n'est pas rénové et le stock diminue au rythme annuel des démolitions [16 000/an, (Traisnel, 2001)]. La performance énergétique de la construction neuve évolue au rythme annoncé des RT (Réglementation Thermique) : -15% en consommation tous les 5 ans. Cette décroissance quinquennale est imposée aux consommations de chauffage et d'ECS (Eau Chaude Sanitaire) des logements neufs sans description des solutions techniques associées.

Si on applique le même % de décroissance aux 2 postes, cette logique aboutit en théorie aux consommations unitaires de chauffage et d'ECS de la Figure 1. On peut tenter une estimation des besoins de chauffage (énergie utile) associés en faisant l'hypothèse que l'essentiel de l'effort de

réduction est assuré par le bâti (le rendement système passe de 0,8 à 0,9 dans le neuf en 2030). Les besoins des logements neufs sont alors diminués par plus de 2 entre 2005 et 2030.

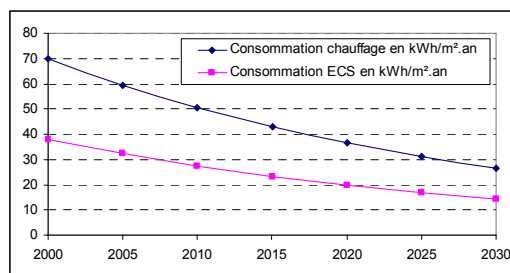


Figure 1 : Evolution réglementaire des consommations de chauffage et d'ECS par surface habitable dans les logements neufs (S1, S3).

En revanche, pour l'ECS, on fait l'hypothèse de besoins constants entre 2005 et 2030³. L'effort de réduction est donc entièrement assuré par le système de production d'ECS, ce qui implique un rendement de 1,6 en 2030 pour la production d'ECS dans les logements neufs. A cette date, et compte tenu de l'évolution potentielle des rendements, seule une combinaison de systèmes solaires thermiques et thermodynamiques permet d'atteindre un tel rendement moyen sur les logements neufs de 2030.

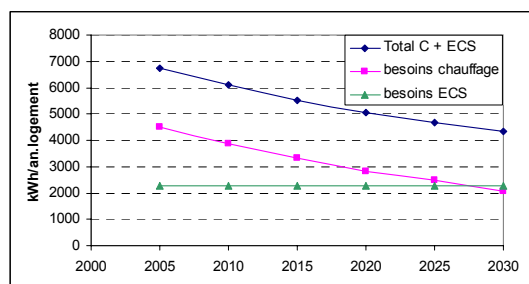


Figure 2 : Besoins d'ECS et de chauffage (calculés à partir de l'évolution des consommations réglementaires) pour les logements neufs (S1, S3).

Une variante du scénario S1 permet de tester l'influence, sur la consommation de chauffage du parc, des logements neufs ne consommant aucune énergie de chauffage (S1b), et ce, dès les constructions neuves de 2005, jusqu'à 2030.

³ Les besoins en ECS du logement neuf en 2030 sont alors au même niveau que ses besoins de chauffage.

² VBA : Visual Basic Application

3b Scénario 2 : rénovation tendancielle (mathématiquement parlant) du parc

Il est difficile d'estimer l'impact futur de la rénovation « tendancielle » du parc de logements existants. Les flux sont connus grâce à l'enquête logement (INSEE, 2002), mais ils sont comptabilisés en « gestes » de rénovation ayant théoriquement un gain sur la consommation d'énergie du logement concerné. La conversion en kWh économisés en pratique est impossible. On a donc choisi ici de prolonger à 2030 l'évolution tendancielle des consommations unitaires de chauffage (bois compris) des résidences principales françaises (CEREN, 2005). En fonction de l'évolution totale de la surface du parc, on en déduit l'évolution des consommations de chauffage du parc à 2030. Cette estimation est naturellement sous-estimée puisqu'elle ne tient pas compte du durcissement programmé de la RT dans le neuf et de l'apparition d'une RT future dans l'existant.

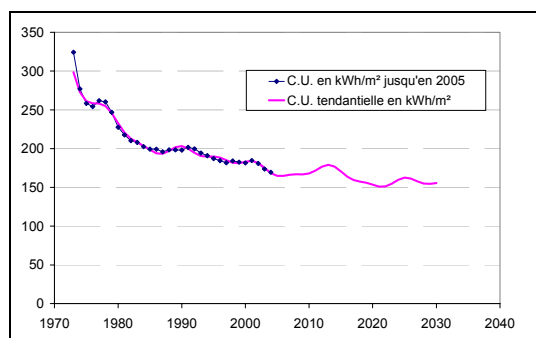


Figure 3 : Tendance des consommations unitaires de chauffage du parc de logements en kWh/an.m², bois compris (S2).

3c Scénario 3 : rénovation volontariste du parc

La baisse drastique des consommations d'énergie du parc de logements nécessite 3 types d'actions :

- La **sobriété énergétique** qui fait évoluer nos comportements vers des habitudes moins énergivores,
- L'**efficacité énergétique**, qui dans le cas du chauffage, prend trois formes : la rénovation thermique du bâti, le remplacement des équipements producteurs de chaleur par des équipements plus performants, et une meilleure gestion du chauffage (« chauffer où je suis, quand j'y suis »).
- La couverture des besoins par la production d'**énergies renouvelables décentralisées** (dans le cas du chauffage : solaire thermique et pompes à chaleur).

Même si certaines études prospectives les quantifient, nous n'explorerons pas ici les potentiels liés aux évolutions de comportement, mais uniquement les impacts des gestes techniques. Ces impacts sont quantifiés « à **comportement constant** », c'est à dire que l'effet rebond [qui limite le gain énergétique escompté lors d'une amélioration énergétique du logement, (Geller, 2005)] n'est pas pris en compte.

Dans ce scénario S3, en complément des hypothèses du S1 pour les logements neufs, nous nous intéressons à 6 gestes techniques de rénovation du parc de logements : meilleure isolation thermique du bâti, amélioration des rendements des équipements de production de chaleur et implantation d'énergies renouvelables réparties :

- Remplacement des vitrages simples par des doubles vitrages performants (DV),
- Isolation des combles perdus non isolés ou mal isolés,
- Isolation des planchers de maisons individuelles accessibles,
- Isolation par l'extérieur (ITE) de logements à l'occasion de ravalements de façades,
- Remplacement de chaudières individuelles fossiles (majoritairement chauffées au fioul et dans une moindre mesure au gaz), dans les maisons individuelles (MI) par des pompes à chaleur haute température (PAC ht).
- Intégration de panneaux solaires thermiques dans les maisons individuelles pour la production d'ECS (Eau Chaude Sanitaire), le complément étant assuré par l'énergie initiale de production d'ECS, majoritairement gaz et électricité.

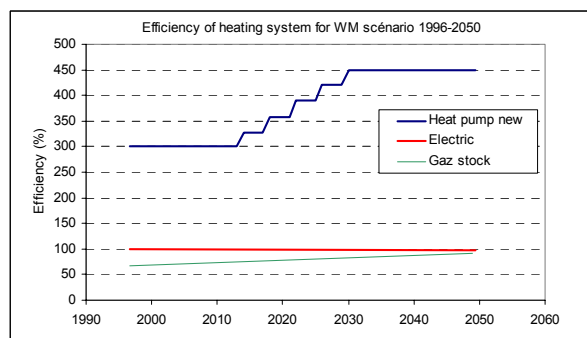


Figure 4 : Evolution des rendements de modes de chauffage à 2050 (Boardman, 2005).

Pour chaque geste, c'est la MTD (Meilleure Technologie Disponible) qui est choisie. Les performances et les coûts varient entre 2005 et

2030. Le Tableau 1 résume les hypothèses techniques retenues pour chacun de ces gestes.

Geste MTD	Caractéristiques techniques (2005/2030)	Flux annuels moyens (unités/an) (date début/fin)
Doubles vitrages	U 2005 : 1,3 W/m ² .K U 2030 : 0,5 W/m ² .K	260 000 (2000/2030)
Combles	U 2005 : 0,2 W/m ² .K U 2030 : 0,15 W/m ² .K	120 000 (2000/2025)
Planchers	U 2005 : 0,5 W/m ² .K U 2030 : 0,2 W/m ² .K	23 000 (2005/2030)
ITE	U 2005 : 0,3 W/m ² .K U 2030 : 0,25 W/m ² .K	130 000 (2005/2030)
PAC ht / MI fioul	COP 2005 : 2,125 (*) COP 2030 : 4, 8	66 060 (2005/2030)
PAC ht / MI gaz	COP 2005 : 2,125 (*) COP 2030 : 4, 8	16 670 (2015/2030)
ECS solaire	Rendement 2005 : 1,25 Rendement 2030 : 1,6	70 500 (2000/2030)

(*) COP = Coefficient de performance = rendement des PAC.

Tableau 1 : hypothèses du scénario 3.

Un soin particulier a été apporté à la détermination des flux annuels de rénovation pour chacun des gestes chiffrés. Les hypothèses sont compatibles, soit avec les flux actuellement réalisés par la filière « bâtiment » lorsqu'il s'agit de techniques éprouvées (combles, vitrages), soit avec des évolutions des métiers envisageables et cohérentes avec les flux actuels de la filière pour les gestes qui sont encore peu réalisés en France (ITE, planchers, solaire thermique, PAC ht).

Pour l'isolation des combles perdus : un flux de 120 000 équivalents-logements/an est retenu, ce qui est inférieur aux rythmes estimés les plus bas (ADEME, 2001). Une bonne part des gestes est assurée par les occupants eux-mêmes (« do it yourself »). Ce point est pris en compte dans l'estimation des coûts d'investissement associés. Le gisement technique actuel (équipement de tout le parc nécessitant le geste technique) est épuisé avant 2025.

Pour le remplacement des vitrages : 260 000 équivalents-logements/an, ce qui est très proche des estimations de flux actuels. Le gisement technique actuel est quasiment épuisé en 2030.

L'isolation des planchers accessibles représente un gisement faible et des flux quasiment nuls aujourd'hui. Notre hypothèse est un flux de 23 000 équivalents-logements/an, ce qui aboutit à 64% du gisement technique actuel épuisé en 2030. L'hypothèse de flux est forte, mais le gisement total considéré est faible, donc l'impact de ce choix reste limité.

Pour l'ITE, le gisement technique n'est estimé épuisé qu'à 30% en 2030, ce qui conduit cependant à un flux annuel moyen de 130 000 équivalents-logements/an entre 2005 et 2030. C'est très supérieur aux estimations existantes [au plus 50 000 opérations/an⁴, (ANAH, 2004)]. Ceci suppose un renforcement considérable de la capacité d'installation d'ITE de la filière française. L'effort est cependant relativisé lorsque l'on considère le nombre actuel d'opérations de ravalement [1,1 millions/an en France (ANAH, 2004)]. On considère donc un flux annuel croissant d'ITE, aboutissant en 2030 à ce que 25% des ravalements concernent la totalité des surfaces extérieures du logement et soient associés à une ITE, ce qui n'est pas le cas aujourd'hui. Ceci suppose une évolution des filières concernées.

Pour les PAC ht, le marché considéré est celui du renouvellement des chaudières « fossiles » des MI (maisons individuelles). On fait l'hypothèse qu'en 2030, face à la raréfaction progressive des énergies fossiles, celles-ci sont réservées à des usages de type « transport » ou « matière première-chimie » et sont donc peu utilisées dans le chauffage des logements. La profession de chauffagiste a donc évolué et une grande majorité des « chaudières » renouvelées par la filière en 2030 sont des PAC ht (en faisant l'approximation que le nombre de chaudières renouvelées annuellement par la filière est resté constant) (CEREN, 2005). Les flux assurés actuellement par la filière ne sont donc pas dépassés dans ce scénario. Les PAC ht se substituent dans un premier temps à des chaudières « fioul » en MI, puis à partir de 2015 à des chaudières « gaz » en MI. En dépit des rythmes élevés d'installations atteints en 2030 (avec un maximum de 82 000 PAC ht/an en 2030) moins de la moitié des MI chauffées au fioul aujourd'hui sont substituées en 2030 (et moins de 6% pour les MI gaz). De tels flux supposent une reconversion importante des chauffagistes, mais également une augmentation forte de la capacité de production de PAC ht en Europe. Ce calcul met en évidence qu'en dépit de flux jugés élevés aujourd'hui, il faut plusieurs décennies pour renouveler entièrement les équipements d'un segment du parc de logements.

Pour l'ECS solaire, on fait l'hypothèse de 70 500 MI équipées de CESI (Chauffe-Eau Solaires Individuels) par an (4 m² de capteurs/logement), l'énergie d'appoint étant l'énergie initialement utilisée pour la production d'ECS. Ceci représente 4 fois plus que les flux actuels (16 500 CESI en 2005). Un facteur 4 peut paraître élevé et aboutit à des flux annuels en 2030 supérieurs aux prévisions

⁴ Sachant qu'une opération peut être un mur pignon de maison individuelle ou un immeuble collectif.

de ENERPLAN (ENERPLAN, 2006) dans l'existant, mais ce flux d'installation est bien inférieur au rythme actuel des installations de panneaux solaires thermiques en Allemagne (tout confondu, MI, LC (logements collectifs), neuf, ancien, ECS et chauffage)⁵. En dépit de ces flux importants, seules 15% des MI sont équipées de CESI en 2030.

On peut critiquer le choix de flux linéaires pour des marchés qui sont parfois épuisés brutalement en 2030 ou avant. Il faut considérer que ces gestes de rénovation ne concernent que les gisements estimés en 2005 sur le parc 2005. D'ici 2030, d'autres gisements se seront créés par vieillissement des équipements et des bâtis. Ces nouveaux gisements généreront de nouveaux potentiels qui feront que le marché de la rénovation ne sera pas limité au nombre de gestes estimés en 2005, mais sera augmenté des gestes liés aux gisements apparus après 2005. Le marché n'est pas « pur » et ne va pas épuiser les gestes identifiés de façon chronologique, les flux considérés ici sont donc des maxima compte tenu des hypothèses retenues.

4 Résultats à 2030

Scénarios S1 et S1b « impact de la construction neuve » :

La situation modélisée pour l'année 2000 est proche des résultats des études d'évolution du parc de logements existantes (CEREN, 2005c) : 24 millions de résidences principales chauffées pour une consommation d'énergie finale de chauffage (bois compris) de 378 TWh/an. En 2030, le nombre de résidences principales atteint est proche de ceux des scénarios d'études sur l'ECS solaire et les PAC (Traisnel, 2004, Maizia, 2006).

En 2030 (S1), par rapport à 2000, le stock de logements consomme 13 TWh/an de moins qu'en 2000 en chauffage grâce aux démolitions et sorties du parc résidentiel (dans ce scénario, le parc existant n'est pas rénové), et les logements neufs contribuent à une augmentation de presque 37 TWh/an, soit une consommation à 2030 de 401 TWh/an à comparer aux 378 TWh/an de l'année 2000 (+6,2%). Sur le plan des consommations d'énergie de chauffage, les sorties du parc et l'amélioration continue des performances du neuf ne suffisent pas à compenser l'augmentation de surface du parc.

Si les logements construits entre 2005 et 2030 ne consommaient aucune énergie pour leur

⁵ En 2005, la filière allemande a installé en Allemagne 950 000 m² de panneaux solaires, soit 237 000 équivalents-logements (en prenant 4 m²/logement). Source : <http://www.renewables-made-in-germany.com>

chauffage (S1b), la consommation en énergie finale en 2030 du parc serait donc de 365 TWh/an soit une baisse de 3,6% par rapport à la consommation de chauffage de l'année 2000 (taux de croissance annuel moyen de -0,12%/an).

Scénario S2 « rénovation tendancielle » :

L'évolution tendancielle des consommations de chauffage conduit à une consommation globale (neuf et existant) du parc en 2030 de 424 TWh à comparer aux 378 TWh de 2000 (+12%). Si on compare avec le scénario S1, le scénario S2 inclut une rénovation du parc (qui n'était pas prise en compte dans le S1), ce qui tend à faire baisser les consommations, mais il comporte également une efficacité plus faible des logements neufs (l'évolution de la RT modélisée dans le S1 est plus exigeante que son évolution « tendancielle »), ce qui tend à augmenter les consommations par rapport au S1. Ces 2 points ont des impacts variant en sens opposés, le solde donne cependant une augmentation des consommations du parc en 2030. On peut en déduire qu'une rénovation « tendancielle » a des impacts plus faible qu'une construction neuve dont l'efficacité énergétique est considérablement améliorée par rapport à son évolution tendancielle.

On a cependant vu dans le scénario S1b que, même une construction neuve « idéale » (consommations de chauffage nulle) n'était pas suffisante pour baisser sensiblement les consommations du parc en 2030. Il faut donc allier une construction neuve très efficace et une rénovation énergétique d'ampleur du parc (largement au-delà du tendanciel) pour espérer diminuer fortement les consommations de chauffage du parc en 2030. C'est l'objet du scénario S3.

Scénario S3 « rénovation volontariste » :

Par rapport aux 2 scénarios « tendanciel » modélisés, les différents gestes de rénovation chiffrés permettent les économies présentées dans le Tableau sur les consommations de l'année 2030.

Geste MTD	Economie à 2030 (TWh/an, énergie finale)
Doubles vitrages	- 12 TWh
Combles	- 45 TWh
Planchers	- 4 TWh
ITE	- 39 TWh
Cumul gestes bâti	- 100 TWh
PAC ht / MI fossiles	- 27 TWh (fioul), - 4 TWh (gaz) total PAC ht : - 31 TWh
ECS solaire	- 2 TWh

Tableau 2 : Economies liées aux des gestes de rénovation (scénario 3 : rénovation volontariste).

Pour connaître l'impact total des gestes, on ne peut pas simplement cumuler mathématiquement les gestes bâti (réduction du besoin) et PAC (amélioration du rendement du système). Cela supposerait que les logements qui ont fait l'objet d'un geste « bâti » soient distincts de ceux qui ont fait un geste « PAC », ce qui est peu plausible sur une période 30 ans. Le cumul total (tous les gestes « PAC » sur des bâtis rénovés) n'a pas plus de sens. Ces 2 estimations permettent juste de donner une fourchette maxi-mini :

- si tous les gestes PAC étaient réalisés sur des bâtis ayant fait l'objet d'au moins un geste de rénovation, l'économie réalisée grâce aux PAC serait environ moitié moindre.
- si tous les gestes PAC étaient réalisés sur des bâtis n'ayant fait l'objet d'aucune rénovation, l'économie liée aux PAC serait la même.

On fait donc une hypothèse médiane : l'économie réalisée grâce au cumul des gestes « bâti » et « PAC » est la moyenne de la fourchette maxi-mini, soit 123 TWh en 2030.

En comparaison avec les 2 scénarios « tendanciels » chiffrés (S1 : 401 TWh en 2030, et S2 : 424 TWh en 2030), une rénovation volontariste du parc basée sur les 5 gestes étudiés (pour le chauffage) permet une réduction des consommations de chauffage de 123 TWh, soit plus de 30% de réduction dans les 2 cas par rapport à la consommation tendancielle à 2030.

Bien que l'étude n'ait pas été faite dans ce but, il est remarquable de constater que la réduction observée à 2030 nous place sur la trajectoire d'une division par 2 des consommations de chauffage du parc à 2050, ce qui est l'une des conditions des (rares) scénarios « facteur 4 » déjà réalisés sur le chauffage en résidentiel (Traisnel, 2004), [l'autre « facteur 2 » étant obtenu par une décarbonation du kWh moyen de chauffage (réduction de 50% de son contenu CO₂)].

Pour l'ECS, la réduction de consommation à 2030 peut paraître modeste, mais les consommations d'ECS du secteur résidentiel ne représentent aujourd'hui que 15% des consommations de chauffage du secteur. De plus, un seul type de geste a été quantifié pour les économies d'ECS (contre 5 pour le chauffage). Les PAC ht utilisées pour la production d'eau chaude à destination du chauffage peuvent également produire l'ECS des logements qu'elles équipent. Si on tient compte de ces économies additionnelles, on peut les cumuler avec les économies réalisées grâce au solaire thermique car il est peu probable qu'un ménage investisse sur 2 solutions différentes pour la production d'ECS. Le gain est alors de près de 5 TWh en 2030. Les réductions restent cependant proportionnellement moindres que pour le

chauffage, ce qui reflète la moindre variété des solutions énergétiquement efficaces pour la production d'ECS, comparativement aux techniques liées au chauffage.

5 Coûts du scénario 3

L'estimation des gains énergétiques du scénario S3 (rénovation volontariste), est complétée par une analyse économique du coût des gestes techniques. Le Tableau 3 présente les hypothèses de coût des actions de rénovation.

Geste MTD	Coût d'investissement par logement (fourni- posé, € HT constants, hors aides) 2005/2030
Doubles vitrages	Coût 2005 : 4500 Coût 2030 : 4050 (-10%)
Combles	Coût 2005 : 1000 (dont 50% en "do it yourself") Coût 2030 : 1000
Planchers	Coût 2005 : 1850 Coût 2030 : 1665 (-10%)
ITE	Coût 2005 : 6500 (au cours du ravalement) Coût 2030 : 4550 (-30%)
PAC ht / MI fossiles	Coût 2005 : 16335 Coût 2030 : 9801 (-40%)
ECS solaire	Coût 2005 : 4200 (4 m ² /MI) (*) Coût 2030 : 3360 (-20%)

(*) prix HT et hors aide avant l'instauration du crédit d'impôt.

Tableau 3 : Coût des gestes de rénovation pour le scénario 3 (rénovation volontariste).

Le coût cumulé (mais non actualisé) sur 30 ans du programme de rénovation est de 91 Mds € HT (ECS solaire comprise), avec une progression de 1,6 Mds €/an en 2000 à moins de 3 Mds €/an en 2030 (le coût annuel maximal sur la période étant de 3,4 Mds €/an).

Le nombre annuel de gestes de rénovation (chaque geste étant appliqué au logement entier) croît de 450 000/an en 2000 à 566 000/an en 2030 (le flux annuel maximal sur la période étant de 686 000/an). Au total, plus de 19 millions de gestes complets (appliqués à la totalité du logement) auront été réalisés en 30 ans.

Ces résultats sont à comparer avec l'évaluation du marché actuel de la « rénovation énergétique » (gestes de rénovation ayant théoriquement un impact à la baisse sur les consommations d'énergie du logement). Ce marché est de 6 à 9 Mds €/an suivant les sources et leur traitement (ANAH 2004, INSEE 2002, ADEME 2001). En 2002, 3,7 millions de ménages français avaient au moins fait un geste de « rénovation énergétique » dans leur résidence principale (mais chaque geste n'était pas forcément appliqué à la totalité du logement), pour une dépense moyenne de 2500 €.

Conclusions

L'ensemble des 5 mesures testées apporte un total d'économies de consommations de chauffage à 2030 par rapport à 2000, selon nos hypothèses (S3), d'environ 1/4 de consommation en moins.

Bien que les hypothèses n'aient pas été choisies dans ce but, cette trajectoire est compatible avec celle d'un scénario de type « facteur 4 » à 2050 (Tuddenham, 2006).

Le coût de ce programme serait d'environ 3 Mds €/an en 2030, soit moins de la moitié du marché actuellement estimé pour la rénovation énergétique des logements français.

Le fait que nous ne soyons pas aujourd'hui (loin s'en faut) sur une trajectoire de type « facteur 4 » avec un budget et un nombre de gestes de rénovation énergétique supérieurs à ceux de notre scénario, peut nous faire conclure que le marché actuel de la rénovation énergétique est peu efficace. C'est assez logique puisque ce marché n'est pas orienté vers cet objectif aujourd'hui. La très grande majorité des gestes dits de « rénovation énergétique » ne sont pas motivés par la perspective d'économies d'énergies, mais par la recherche d'un meilleur confort, d'une valorisation du patrimoine bâti, ou d'une plus grande esthétique.

Cette première partie de l'analyse pourrait nous amener à conclure que pour rendre efficace le marché de la « rénovation énergétique », il n'est pas nécessaire de dépenser plus, mais :

- de n'utiliser que les techniques les plus efficaces (MTD),
- de les mettre en œuvre sans altérer leurs performances,
- de cibler les opérations sur les logements nécessitant le plus une rénovation,
- de prendre les mesures limitant (annulant ?) l'effet rebond.

Cependant, si l'analyse est juste en volume global, elle est fautive à l'échelle des opérations unitaires. Les 3 Mds €/an de notre scénario correspondent à des opérations unitaires de coût élevé (en moyenne pondérée 4800 € par action unitaire). C'est très supérieur au budget annuel moyen que les 3,7 millions de ménages ayant fait des travaux de rénovation énergétique en 2002 ont consacré à ce poste (coût moyen de 2500 €/logement). Le client résidentiel ne décide pas ses investissements sur des critères de « coût global » ou de « temps de retour sur investissement », mais plutôt en fonction du montant de l'investissement (« je peux investir ou pas »). Les rénovations énergétiques sont

généralement faites en « pas à pas », ce qui explique le faible coût de dépense unitaire actuel.

En complément des 4 axes proposés plus haut, il est donc nécessaire de permettre que le coût d'investissement moyen de chaque opération de rénovation soit plus élevé (ex : indexation de la bonification des prêts à la rénovation sur le gain escompté en kWh).

Les conclusions de ces simulations conduisent donc à préconiser 5 types d'actions :

- promotion des MTD et action de R&D sur les technologies efficaces (ex : ITE, Pompe à chaleur haute température),
- R&D et formation sur la mise en œuvre « énergétiquement efficace » dans les bâtiments,
- R&D sur les méthodes d'identification et de diagnostic des logements à rénover,
- R&D sur les « comportements énergétiques » et l'accompagnement des gestes de rénovation,
- mise en place d'un dispositif financier favorisant les opérations les plus efficaces et les plus complètes.

Ce travail doit maintenant être complété par une analyse moins théorique sur les gains unitaires réalisés lors des rénovations : les impacts de l'effet rebond et de l'utilisation de techniques n'étant pas systématiquement des MTD, ou n'étant pas toujours mises en œuvre dans les conditions optimales, seront étudiés.

Bibliographie

ADEME (2001) Enquête Sofres-ADEME, *Bilan 2000, Maîtrise de l'énergie, attitude et comportement des particuliers –note de synthèse*, 42p

ANAH (2004) *Observatoire de l'habitat existant* FFB/ANAH

Brenda Boardman, Sarah Darby, Gavin Killip, Mark Hinnells, Christian N. Jardine, Jane Palmer and Graham Sinden (2005), *40% House, Environmental Change Institute Research Report* 31

CAH (2004), Club d'Amélioration de l'Habitat, *Mesurer et comprendre les marchés de l'amélioration de l'habitat*, mai 2004, 6p

CEREN (2005a) Centre d'Etude et de Recherches Economique sur l'Energie, *Evolution des consommations unitaires des résidences principale- évolutions de 1973 à 2004, résultats détaillés*, étude 5189, 250p

CEREN (2005b) Centre d'Etude et de Recherches Economique sur l'Energie, Flux des chauffages centraux en habitats anciens en 2004-panel installateurs, étude 5115, 100p

CEREN (2005c) Centre d'Etude et de Recherches Economique sur l'Energie, Suivi du parc et des consommations, étude 5102

ENERPLAN (2006) Dossier de presse l'actualité du marché solaire en France, 12p

Geller (2005) H.Geller et al., The experience with energy efficiency policies and programmes in IEA countries, Août 2005, Agence Internationale de l'Energie, 40p

INSEE (2002) Enquête Logement 2002-fichier détail, CD-Rom

Maizia (2006), M. Maizia et al, Prospective des consommations d'énergie et des émissions de CO₂ dans l'habitat, Les cahiers du CLIP, à paraître

Traisnel (2001), JP Traisnel et al., Habitat et développement durable-consommations de chauffage, bilan rétrospectif et prospectif, Les cahiers du CLIP, pp. 11-24

Traisnel (2004), JP Traisnel et al, Habitat et développement durable-consommations de chauffage, les perspectives offertes par le solaire thermique, Les cahiers du CLIP, pp. 7-10

Tuddenham (2006), Travaux sur le facteur 4 et objectifs de réduction à long terme à l'étranger, CITEPA, mai 2006, 18p