

# Les barrières à l'investissement dans l'efficacité énergétique des bâtiments en France

Par Isabelle CAMILIER-CORTIAL

Ingénieure des Mines, direction générale du Trésor

Alexis LOUBLIER et Arthur SOULETIE

Direction générale du Trésor

et Étienne PERROT

Étudiant à l'École polytechnique

La rénovation thermique des bâtiments résidentiels constitue un levier essentiel de la transition énergétique et de la réduction de notre facture énergétique. Dans ce contexte, nous nous proposons d'estimer le niveau du gisement en matière d'économies d'énergie que représente le secteur résidentiel français. Nous montrerons qu'il existe un gisement de rénovations thermiques rentables pour les ménages compris entre 32 et 51 TWh, hors prix du carbone. Plusieurs obstacles (défaillances de marché ou certains biais cognitifs) peuvent empêcher l'exploitation de ce gisement.

La mise en place d'un prix du carbone augmenterait le niveau du gisement rentable, mais ne serait pas suffisante pour déclencher tous les investissements rentables. En effet, certaines rénovations rentables du point de vue socioéconomique ne le sont pas d'un point de vue privé, ce qui peut justifier la mise en place de subventions ciblées sur ce gisement potentiel d'économies d'énergie.

Le secteur du bâtiment (tertiaire et résidentiel) est le premier consommateur d'énergie finale en France, avec 46 % de la consommation finale en énergie, dont environ les deux-tiers pour le seul secteur résidentiel. La rénovation thermique des bâtiments résidentiels constitue donc un levier essentiel de la transition énergétique et de la réduction de notre facture énergétique.

La loi relative à la Transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), votée en 2015, a fixé plusieurs objectifs chiffrés, dont la réduction de notre consommation énergétique finale de 50 % en 2050 par rapport à 2012 (tous secteurs confondus) et une cible de 500 000 rénovations par an, à compter de 2017. Plus récemment, l'objectif du Plan Climat de juillet 2017 est de faire disparaître, à l'horizon 2027, les « passoires thermiques », c'est-à-dire les bâtiments mal isolés et consommant, par voie de conséquence, trop d'énergie.

Un certain nombre d'études existantes mettent en avant des gains importants liés à l'investissement dans l'efficacité thermique. Une grande variété d'outils visant à déclencher ces investissements (crédit d'impôt transition

énergétique, Eco-PTZ, certificats d'économies d'énergie, TVA à taux réduit) a été mise en place. Cependant, en dépit d'économies potentiellement élevées et des gains de bien-être associés, il existe un sous-investissement manifeste dans ces actions de rénovation thermique, et ce même quand celles-ci sont rentables. On parle alors d'un *energy efficiency gap* résultant de plusieurs types d'obstacles : des défaillances de marchés, certaines préférences particulières (ou l'irrationalité des agents), des coûts cachés...

Notre étude vise à analyser cet *energy efficiency gap* pour la France, en distinguant notamment la *rentabilité privée* des opérations de rénovation de leur *rentabilité socioéconomique*. Cette distinction est déterminante pour la formulation de recommandations de politique publique.

Notre étude se focalise sur le parc des résidences principales construites en France métropolitaine avant 1990 (soit 75 % du parc existant), qui sont les logements essentiellement concernés par la rénovation thermique (les normes de performance énergétique concernant les logements plus récents étant plus exigeantes). Notre tra-

vail propose une évaluation des économies d'énergie qu'il est possible d'atteindre en France en réalisant un certain nombre d'opérations de rénovation thermique (isolation, chauffage, programmation, eau chaude sanitaire...) en fonction de leur rentabilité à la fois privée et socioéconomique. Nous proposons également une estimation de l'impact des principales défaillances de marché ayant été identifiées et nous utilisons ces différentes estimations pour formuler des recommandations d'intervention publique destinées à lever efficacement les freins à l'investissement que nous avons pu identifier (cet article résume un certain nombre des résultats qui sont présentés dans un document de travail de la direction générale du Trésor<sup>(1)</sup>).

## Les différentes barrières à l'investissement dans la rénovation thermique

### Un sous-investissement dans l'efficacité énergétique des bâtiments

Plusieurs études mettent en avant des gains potentiellement importants liés à l'investissement dans l'efficacité énergétique. Selon Allcott et Greenstone (2012), certains investissements dans l'efficacité énergétique se font à coût négatif pour les ménages, c'est-à-dire que le coût de l'investissement est inférieur au gain de revenu actualisé lié à la baisse de la consommation d'énergie, et ce, même en l'absence de prise en compte des externalités négatives liées aux émissions de CO<sub>2</sub>.

Il existe cependant à l'heure actuelle un sous-investissement dans ces actions de rénovation, même quand celles-ci sont rentables d'un point de vue privé<sup>(2)</sup>. Parmi les raisons expliquant cet écart, nous citerons :

- de nombreuses défaillances du marché de la rénovation thermique :
  - les externalités carbone non taxées ;
  - l'asymétrie de l'information et le manque d'information sur les gains à attendre d'une rénovation thermique ;
  - le non-alignement des intérêts entre les bailleurs et les locataires : ne bénéficiant pas directement des économies d'énergie réalisées, les propriétaires sont peu incités à investir dans une rénovation – et les locataires ne sont pas enclins à entreprendre ces investissements dont les durées de retour sont, en général, plus élevées que la durée de location de leur logement ;
  - les contraintes de crédit : l'investissement dans les économies d'énergie n'est rentable que sur un temps assez long, pour un coût fixe initial important. Des contraintes d'accès aux crédits nécessaires à la réalisation de ces travaux peuvent en rendre difficile le financement pour les ménages les plus modestes ;
- des comportements économiquement irrationnels (un biais jouant en faveur du *statu quo* qui explique, par exemple, que certains travaux ne soient pas réalisés).

Par ailleurs, il peut exister une différence entre rentabilité privée et rentabilité socioéconomique, du fait :

- de préférences individuelles différant des préférences socioéconomiques (aversion au risque individuelle élevée, taux individuel d'actualisation élevé),

- de l'existence de « coûts cachés » (par exemple, les travaux peuvent prendre du temps et empêcher l'usage du logement sur une longue période).

Une part non négligeable de l'écart entre les estimations des gisements potentiels et les investissements réalisés pourrait aussi résulter d'une surestimation des gains à attendre d'une rénovation. En effet, d'après Allcott et Greenstone (2012), la plupart des analyses ne tiennent pas compte de la consommation réelle et des usages des individus. Ainsi, paradoxalement, une amélioration de l'efficacité énergétique peut conduire à une augmentation de la consommation d'énergie (par « effet rebond »), tel est le cas si une partie des économies d'énergie est réinvestie dans de nouveaux usages énergétiques ou dans l'augmentation des usages déjà existants. Par ailleurs, les mesures de performance énergétique effective pouvant être biaisées, les écarts possibles entre performance énergétique théorique et performance énergétique réelle peuvent être importants (CAYLA *et al.*, 2010).

## Estimation du gisement d'économies d'énergie qu'il est possible d'atteindre grâce à la réalisation d'opérations de rénovation énergétique

### La modélisation choisie

Nous reprenons, en l'adaptant, la modélisation proposée par Allcott et Greenstone (2012). Elle permet de tenir compte de l'irrationalité des ménages, ainsi que de certains obstacles (manque d'information, contraintes de crédit). La décision d'investir, pour un ménage, se concrétisera uniquement si l'investissement est rentable d'un point de vue privé, autrement dit si l'espérance du gain sur la facture énergétique grâce aux travaux réalisés (c'est-à-dire, la somme des gains futurs actualisés diminuée des coûts cachés estimés) est supérieure au coût des travaux (y compris le coût du crédit contracté pour les réaliser). Une valeur actualisée nette (VAN) est calculée pour chaque ménage et pour chaque action de rénovation, en fonction du coût des travaux hors frais financiers  $c$ , du prix de l'énergie  $p_t$ <sup>(3)</sup>, du taux d'actualisation  $\beta$ , des préférences du ménage  $m_{it}$ ,  $e_{i0}$  et  $e_{i1}$  étant la consommation énergétique de deux types de biens (le second étant plus efficient),  $\tau$  les coûts cachés (par exemple, lorsque les travaux empêchent l'utilisation du logement),  $D_{it}$  la dette contractée pour financer la rénovation à un taux d'intérêt  $r_{it}$  et  $Y_i$  un paramètre représentant l'irrationalité des ménages.

(1) CAMILIER-CORTIAL I., LOUBLIER A., PERROT E. & SOULETIE A. (2017), « Barrières à l'investissement dans l'efficacité énergétique : quels outils pour quelles économies ? », Documents de travail de la DG Trésor, 2017/02.

(2) ALLCOTT & GREENSTONE (2012) ; GILLINGHAM & PALMER (2014).

(3) Le prix de l'énergie incorpore le prix des quotas carbone pour l'électricité et des taxes intérieures de consommation (et de leur part carbone) pour les autres combustibles. L'impact de la taxe carbone dépend donc du mix énergétique.

$$E_i \left( \sum_{t=0}^{\theta} \frac{\gamma_i p_t m_{it} (e_{i0} - e_{i1})}{(1 + \beta_i)^t} - \tau \right) > c + \sum_{t=0}^{\mu} \frac{D_{it} r_{it}}{(1 + \beta_i)^t}$$

L'ordre de réalisation des opérations est déterminé par leur rentabilité : les actions de rénovation sont effectuées par VAN décroissante. De fait, certains travaux rentables seuls ne le sont plus lorsqu'ils s'insèrent dans une série de travaux, le gain en termes de consommation étant moins important.

Cette méthode permet de distinguer la *rentabilité privée* de la *rentabilité socioéconomique*. Le taux d'actualisation est égal à 4 ou 10 % pour les ménages (il est plus élevé dans le cas d'une préférence pour le court terme plus marquée chez certains ménages) et il est de 2,5 % au niveau socioéconomique (rapport Quinet), reflétant dans ce cas les gains réalisés au fil du temps par la collectivité. Par ailleurs, nous y ajoutons dans le cas de la rentabilité socioéconomique la réduction des émissions carbone, en retenant pour ce faire plusieurs prix du carbone (allant de 100 €/tCO<sub>2</sub> jusqu'à 400 €/tCO<sub>2</sub> en 2030).

Nous exploitons les données issues de l'enquête Phébus de 2013 (pour déterminer le stock de travaux), de l'enquête du cabinet Ylios de 2016 sur les coûts et les bénéfices des investissements et des données de l'Agence nationale de l'habitat.

## Les résultats obtenus

### Estimation du gisement et tests de sensibilité

Les données permettent de montrer que pour les résidences principales construites avant 1990, il existe un gisement de rénovation thermique rentable du point de vue des ménages, qui est compris entre 32 et 51 TWh par an (suivant le taux d'actualisation choisi), et ce même en l'absence de taxation des émissions de carbone. Cela concernerait environ 10 % de l'ensemble de la consommation des résidences principales, et entre 5 et 9 millions de logements. Une part significative de ce gisement (entre 12 et 20 TWh) se trouve chez des ménages non propriétaires de leur logement.

Nous examinons ci-dessous comment varie ce gisement en fonction de différents paramètres :

- une forte hausse du prix du carbone par rapport à ce qui est prévu aujourd'hui, et donc du coût des énergies, rendrait rentable une partie significative du gisement identifié : entre 12 et 15 TWh supplémentaires pour une taxe carbone à 400 €/tCO<sub>2</sub> en 2030 ;
- ce sont de 6 à 28 TWh qui apparaissent rentables du point de vue socioéconomique, mais pas du point de vue privé ;
- les coûts cachés font varier fortement la rentabilité : le gisement est inférieur de 35 % si ces coûts cachés



Photo © Patrick Allard/REA

Isolation d'un grenier avec de la laine de verre (pose en couches croisées).

« Le gisement d'économies le plus important relève des actions d'isolation (11 TWh pour l'isolation des combles et 14 TWh pour celle des murs extérieurs). »

représentent 50 %<sup>(4)</sup> du coût total des travaux. En revanche, les résultats sont peu sensibles à des variations du prix des combustibles ;

- l'estimation du gisement rentable est particulièrement sensible aux hypothèses faites sur l'irrationalité des agents. Si l'on suppose que les agents ne perçoivent que 75 % des gains énergétiques à attendre des travaux de rénovation, le gisement des économies potentielles diminue alors de 40 % ;
- une évolution à la hausse du coût des crédits servant à financer ces travaux a peu d'effet sur la taille du gisement. La difficulté d'accès au crédit pourrait en revanche être une barrière supplémentaire aux investissements, car environ 20 % du gisement rentable se trouve chez des ménages du premier quintile de revenus.

### L'identification des actions de rénovation à cibler

Les travaux de rénovation présentent une très forte hétérogénéité en ce qui concerne le coût du MWh Cumac<sup>(5)</sup> évité : plusieurs actions (isolation des combles, installation de robinets thermostatiques) présentent un coût inférieur à 100 €/MWh Cumac, alors que d'autres, notamment celles liées au vitrage (946 €/MWh Cumac, en maison individuelle), sont très coûteuses. Certains types de travaux comme l'installation de robinets thermostatiques ou de programmateurs sont rentables dans plus de 90 % des cas. Les dispositifs de soutien devraient cibler en priorité les travaux rentables du point de vue socioéconomique, mais pas du point de vue privé (comme c'est le cas de certains types de travaux d'isolation (les parties communes, par exemple)). Enfin, le gisement le plus important relève des actions d'isolation (11 TWh pour l'isolation des combles et 14 TWh pour celle des murs extérieurs).

### Les implications en termes de politiques publiques

Il existe un important gisement de rénovations thermiques rentables pour les ménages, et ce même avec un prix nul du carbone. La mise en place d'un prix du carbone ne suffirait donc pas à lui seul à déclencher suffisamment d'investissements dans la rénovation thermique. Cela appelle de la part de la puissance publique d'apporter des réponses différenciées pour pouvoir traiter les différents obstacles identifiés :

- le déclenchement d'investissements rentables d'un point de vue socioéconomique, mais pas du point de vue d'un ménage peut, en théorie, être favorisé par l'octroi d'une subvention publique calibrée de manière à rendre le projet tout juste rentable pour un ménage ;
- en ce qui concerne les projets rentables pour les ménages, mais qui ne sont pas pour autant réalisés, l'asymétrie d'information ou le manque d'information sur la rénovation thermique peuvent être réduits grâce à des campagnes d'information ou à des mécanismes de certification ;
- l'adoption de normes contraignantes pourrait également être envisagée pour que les actions rentables soient systématiquement réalisées. Inversement, les travaux présentant une rentabilité faible (comme les changements de vitres) ne devraient pas être soutenus ;

- la question de l'irrationalité des agents peut également être traitée par des mécanismes de *nudge*<sup>(6)</sup> (par exemple, en indiquant aux individus quelle est la consommation moyenne de leur voisinage). Approfondir ce dernier point pourrait offrir des pistes intéressantes et peu coûteuses permettant de favoriser l'investissement dans la rénovation thermique des bâtiments.

### Bibliographie

ALLCOTT H. & TAUBINSKY D. (2015), "Evaluating Behaviorally Motivated Policy: Experimental Evidence from the Lightbulb Market", *American Economic Review* 105(8), pp. 2501-2538.

ALLCOTT H. & GREENSTONE M. (2012), "Is there an energy efficiency gap?", *Journal of Economic Perspectives* 26 (1), pp. 3-28.

ALLCOTT H. & MULLAINATHAN S. (2010), "Behavior and energy policy", *Science* 327(5970), pp. 1204-1205.

ALLIBE B. (2012), « Modélisation des consommations d'énergie du secteur résidentiel français à long terme – Amélioration du réalisme comportemental et scénarios volontaristes », thèse de doctorat.

AMELI N. & BRANDT N. (2015), "Determinants of households' investment in energy efficiency and renewables: Evidence from the OECD survey on household environmental behavior and attitudes", *Environmental Research Letters* 10, 44015.

AYDIN E., BROUNEN D. & KOK N. (2013), "The Rebound Effect in Residential Heating", Working Paper.

BROWN Z., JOHNSTONE N., HASCIC I., VONG L. & BARASCUD F. (2013), "Testing the effect of defaults on the thermostat settings of OECD employees", *Energy Economics* 39, pp. 128-134.

CAMILIER-CORTIAL I., LOUBLIER A., PERROT E. & SOULETIE A. (2017), « Barrières à l'investissement dans l'efficacité énergétique : quels outils pour quelles économies ? », *Documents de travail de la DG Trésor*, 2017/02.

CGDD (2014), « Le parc des logements en France métropolitaine, en 2012 : plus de la moitié des résidences principales ont une étiquette énergie D ou E », *Chiffres et statistiques*, n°534.

CAYLA J. M., ALLIBE B. & LAURENT M. H. (2010), "From practices to behaviors: Estimating the impact of household behavior on space heating energy consumption", *ACEEE*, Summer study on Energy Efficiency in Buildings.

COHEN F., GLACHANT M. & SODERBERG M. (2015), "The impact of energy prices on energy efficiency: Evidence from the UK refrigerator market", Centre for Climate Change Economics and Policy, Working Paper n°203.

(4) Ce chiffre de 50 % est une hypothèse ad hoc.

(5) Cela correspond au total des économies d'énergie réalisées pendant la durée de vie de l'équipement, avec une actualisation annuelle au taux de 4 %.

(6) Nudge : mécanisme orientant le choix des individus dans une direction donnée, voir ALLCOTT & MULLAINATHAN (2010).

- DIAZ-RAINEY I. & ASHTON J. K. (2015), "Investment inefficiency and the adoption of eco-innovations: The case of household energy efficiency technologies", *Energy Policy* 82, pp. 105-117.
- ENERDATA-SEURECO (2014), « Étude de différents scénarios d'atteinte de l'objectif de réduction des émissions de GES à l'horizon 2030 à l'échelle de l'Union européenne ».
- FARSI M. (2010), "Risk aversion and willingness to pay for energy efficient systems in rental apartments", *Energy Policy* 38, pp. 3078-3088.
- GILLINGHAM K., HARDING M. & RAPSON D. (2012), "Split incentives in residential energy consumption", *Energy Journal* 33, pp. 37-62.
- GILLINGHAM K. & PALMER K. (2014), "Bridging the energy efficiency gap: Policy insights from economic theory and empirical evidence", *Review of Environmental Economics and Policy* 8, pp. 18-38.
- GIRAUDET L. G. & QUIRION P. (2008), "Efficiency and distributional impacts of tradable white certificates compared to taxes, subsidies and regulations", *Revue d'économie politique*, vol. 118, pp. 885-914.
- GIRAUDET L. G. (2015), « Qualité des travaux de rénovation, asymétries d'information et garanties de performance énergétique », *La Revue du CGDD*, janvier, pp. 67-72.
- KAHNEMAN D. & TVERSKY A. (1979), "Prospect theory: An analysis of decision under risk", *Econometrica* 66, pp. 497-527.
- KRISHNAMURTHY C. K. B. & KRISTROM B. (2015), "How large is the owner-renter divide in energy efficient technology? Evidence from an OECD cross-section", *The Energy Journal* 36(4), pp. 85-104.
- LAIBSON D. (1997), "Golden eggs and hyperbolic discounting", *Quarterly Journal of Economics* 112, pp. 443-477.
- LIU E. M. (2013), "Time to change what to sow: Risk preferences and technology adoption decisions of cotton farmers in China", *Review of Economics and Statistics* 95, pp. 1386-1403.
- MC KINSEY & CO (2009), "Unlocking Energy Efficiency in the US Economy".
- NEWELL R. G. & SIIKAMAKI J. V. (2013), "Nudging energy efficiency behavior: The role of information labels", *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 1, pp. 555-598.
- NEWELL R. G. & SIIKAMAKI J. V. (2015), "Individual time preferences and energy efficiency", *American Economic Review* 105, pp. 196-200.
- QIU Y., COLSON G. & GREBITUS C. (2014), "Risk preferences and purchase of energy-efficient technologies in the residential sector", *Ecological Economics* 107, pp. 216-229.
- QUINET A. (2008), « La valeur tutélaire du carbone », rapport du Centre d'analyse stratégique, Paris, La Documentation Française.
- QUINET E. (2013), « Évaluation socioéconomique des investissements publics », Rapport du Commissariat général à la Stratégie et à la Prospective.
- PALMER K., WALLS M., GORDON H. & GERARDEN T. (2012), "Assessing the energy-efficiency information gap: Results from a survey of home energy auditors", *Energy Efficiency* 6, pp. 271-292.
- SCHLEICH J., GASSMANN X., FAURE C. & MEISSNER T. (2016), "Making the implicit explicit: A look inside the implicit discount rate", *Energy Policy* 97, pp. 321-331.
- SUERKEMPER F., THOMAS S., OSSO D. & BAUDRY P. (2012), "Cost-effectiveness of energy efficiency programs evaluating the impacts of a regional program in France", *Energy Efficiency* 5(1), pp. 121-135.
- UNION FRANÇAISE DE L'ÉNERGIE (2013), « L'ordre de priorité des actions d'efficacité énergétique ».
- YLIOS (2016), « Coûts et bénéfices économiques des investissements en matière d'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel et immobilier de bureaux en France ».