



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Commission de l'économie du
**développement
durable**

Point de repère n° 3

**La rénovation énergétique des
logements : où en est-on ?**

*Louis-Gaëtan Giraudet
ENPC et Cired*

NOVEMBRE 2021

Pour établir ses avis, la Commission de l'économie du développement durable s'appuie sur l'expertise scientifique. Ces références, élaborées en toute indépendance par des experts, visent à rendre celle-ci appropriable par tous.

La rénovation énergétique des logements : où en est-on ?

Louis-Gaëtan Giraudet (ENPC et Cired)¹

L'adage qui veut que « l'énergie la moins chère et la moins polluante, c'est encore celle que l'on ne consomme pas »² a mis l'efficacité énergétique au centre de l'action climatique. L'effort cible en particulier le secteur du bâtiment résidentiel, supposé offrir des opportunités de réduction d'émissions de gaz à effet de serre (GES) à la fois abondantes et particulièrement coût-efficaces³. En France, les travaux de rénovation énergétique des logements sont ainsi soutenus par d'importants dispositifs publics, en constante évolution, comme le crédit d'impôt depuis 2005 (CITE, remplacé par les aides MaPrimeRénov' en 2020), l'éco-prêt à taux zéro (EPTZ) depuis 2009 et le programme « Habiter mieux » de l'Anah depuis 2010. A ces politiques sectorielles s'ajoutent des politiques plus générales à fort impact dans le secteur du logement, notamment les certificats d'économies d'énergie (CEE) depuis 2006 et la taxe carbone depuis 2014. La dépense budgétaire associée à ces différents dispositifs a fluctué selon les années entre 2,5 à 5 milliards d'euros (IACE, 2021).

Quinze ans après la mise en œuvre des premières mesures, on peut dire qu'en dépit de nombreux ajustements apportés aux dispositifs existants, le bon sens apparent n'a pas résisté à l'épreuve des faits.

La majorité des rénovations sont de faible ampleur et le flux annuel de rénovations performantes, estimé entre 200 000 et 300 000 logements (ADEME, 2018), reste nettement en-deçà de l'objectif de 500 000 fixé par la loi de transition écologique de 2015⁴. A titre de comparaison, la puissance électrique installée d'origine photovoltaïque et éolienne a doublé entre 2014 et 2020 (RTE, 2021) et les ventes de véhicules électriques ont été multipliées par dix sur la même période⁵. En miroir de ces faibles réalisations, les politiques mises en œuvre sont régulièrement critiquées pour leur manque d'efficacité : le crédit d'impôt génère des effets d'aubaine (Nauleau, 2014 ; Risch, 2020), les CEE ont donné lieu à des problèmes de qualité largement médiatisés (Glachant et al., 2020), le nombre d'EPTZ réalisé est dix fois moins important qu'envisagé au lancement du dispositif (Giraudet, 2021) et la taxe carbone a joué un rôle clé dans la crise des « gilets jaunes », source de crispation inédite pour l'acceptabilité des politiques environnementales.

Dans ce contexte, faut-il se résoudre à constater quinze ans de chimères et reporter l'effort de réduction des émissions de GES du bâtiment vers des secteurs plus

¹ Je remercie Dominique Bureau, Philippe Quirion et Nicolas Riedinger pour leurs commentaires fort utiles sur une version préliminaire de cette note.

² Formulé ainsi par François Loos, alors Ministre délégué à l'industrie, lors d'un colloque sur le lancement des certificats d'économies d'énergie le 8 novembre 2005, il est régulièrement repris, sous des variantes proches, par des politiques de tous bords. Voir par exemple Yannick Jadot (L'Humanité, 18 décembre 2010) et Nathalie Kosciusko-Morizet (Le Point, 5 juin 2011).

³ L'argument fait notamment suite à la célèbre étude de McKinsey (2009).

⁴ Cet écart fut l'un des arguments mis en avant par Nicolas Hulot pour justifier sa démission du poste de Ministre de l'Écologie sur France Inter le 28 août 2018.

⁵ Source : <https://carlabelling.ademe.fr/chiffrescles/r/vehiculePropre>

dynamiques? Dans le cas contraire, quels ajustements réaliser pour rendre les dispositifs d'accompagnement des ménages plus opérants ?

Pour répondre à ces questions, je commencerai par discuter la nature économique du bien « rénovation énergétique », par essence difficile à cerner. Je dresserai ensuite un état des lieux des données disponibles pour quantifier le gisement d'économies d'énergie, puis procéderons à une revue des principaux résultats d'évaluation des politiques de rénovation. Finalement, je proposerai quelques principes généraux et pistes d'ajustement pour accroître l'efficacité, l'efficience et l'acceptabilité de l'action publique dans le domaine de la rénovation énergétique.

La rénovation énergétique, un bien singulier

D'un point de vue économique, la rénovation énergétique est un bien sur-mesure, dont la composition technique (part dédiée à l'isolation, l'amélioration du système de chauffage, etc.) est dictée par la configuration architecturale des lieux et les besoins énergétiques spécifiques du maître d'ouvrage. La performance de l'investissement est incertaine, dépendante de paramètres stochastiques (climat, prix des énergies) et difficilement observables par le profane (qualité de pose). Ces traits – hétérogénéité, incertitude, inobservabilité – font de la rénovation énergétique un « bien de croyance »⁶ (Sorrell, 2004 ; Giraudet, 2020 ; Lanz et Reins, 2020), sujet à des asymétries d'information ici démultipliées par le nombre élevé de parties prenantes à l'investissement. On pense au maître d'ouvrage dans l'incapacité d'observer le soin apporté aux travaux par l'entrepreneur, au futur locataire ou à l'acheteur incapables d'observer la performance thermique réelle du bien convoité, ou au créancier incapable d'observer la solvabilité réelle de l'emprunteur et la rentabilité réelle d'un projet de rénovation risqué et coûteux – de l'ordre de plusieurs milliers à plusieurs dizaines de milliers d'euros.

Au sein de la galaxie des biens sur-mesure, la rénovation énergétique présente en outre une structure de marché singulière, composée d'entreprises à la fois « trop grosses » et « trop petites ». En raison de leur spécificité, les travaux font en général l'objet d'un appel d'offres compétitif, pour lequel les participants doivent fournir gratuitement un devis néanmoins coûteux à produire. Les entreprises capables de s'engager dans une telle démarche sont nécessairement plus grosses que celles qui produisent des « petits » biens et services sur-mesure, comme les salons de coiffure, dont l'activité repose sur des interactions répétées avec l'acheteur et ne nécessite pas de diagnostic préalable approfondi. Pour autant, les entreprises de rénovation n'ont pas la taille des majors qui participent à la construction de grandes infrastructures publiques, investissements au degré de spécificité le plus élevé. Par rapport à ces majors, les entreprises du bâtiment, à la fois nombreuses et petites – environ 550 000 en France, dont 96% d'une taille inférieure à 10 salariés (CAPEB, 2019) –, ne bénéficient pas d'économies d'échelle significatives. Engagées sur plusieurs chantiers, elles sont rapidement confrontées à une saturation de leur carnet de commande qui les conduit à renoncer à participer à de nouveaux appels

⁶ Les biens de croyance se caractérisent par une qualité qui demeure imparfaitement observable même longtemps après l'achat. C'est le cas par exemple d'une course en taxi, dont le client non-familier des lieux pourra difficilement vérifier qu'elle a emprunté le trajet le plus court. C'est également le cas d'une visite chez le garagiste, dont la pertinence et la qualité des réparations sont difficiles à juger par le client profane.

d'offres. La concurrence s'en trouve réduite sur chaque appel d'offre, qui tous perdent en efficacité.

Ces défaillances de marché – asymétries d'information et concurrence imparfaite, auxquelles il faut naturellement ajouter les externalités environnementales – font du marché de la rénovation énergétique l'un des plus imparfaits qui soit⁷.

Les sous-optimalités qui en résultent, connues sous le terme générique d'*Energy Efficiency Gap* (Jaffe et Stavins, 1994), affectent à la fois le nombre et la qualité des investissements. Le phénomène a d'abord été mis en évidence par l'estimation de taux d'actualisation implicites anormalement élevés – de l'ordre de 20% pour les travaux de rénovation, au lieu des 5-7% communément pris comme référence pour les investissements domestiques (Hausman, 1979; Train, 1984). Plus récemment, la recherche a mis à jour un écart important entre les économies d'énergie réalisées et celles prédites par les calculs d'ingénieurs (Metcalf et Hasset, 1999; Fowlie et al., 2018). Identifié en France par Blaise et Glachant (2019), ce *performance gap* s'explique en général par trois effets :

-L'effet « rebond », d'abord, qui conduit les utilisateurs à prélever une partie des gains d'efficacité énergétique – typiquement 20% à 40% pour le chauffage (Sorrell et al., 2009) – pour accroître leur niveau de confort.

-Un effet dit « pré-bond », ensuite, qui tend à systématiquement surestimer les consommations énergétiques avant travaux, amplifiant artificiellement les économies d'énergie modélisées (Sunikka-Blank and Galvin, 2012). En France, cet écueil porte en particulier sur les ménages en situation de précarité énergétique, dont les comportements de restriction de chauffage sont mal pris en compte (Charlier, 2021).

-Le troisième effet correspond aux défauts de qualité générés par les asymétries d'information évoquées plus haut (Giraudet et al., 2018). Cet effet est le seul à relever d'une réelle défaillance de marché. Son ampleur, moins bien documentée que celle des précédents, semble néanmoins critique.

A ce jour, la seule étude qui quantifie les trois effets dans un cadre unifié – un programme de rénovation conduit entre 2009 et 2016 sur 9 800 logements dans l'Illinois – conclut à une contribution au *performance gap* de 6% pour l'effet rebond, 41% pour les erreurs de modélisation des consommations et 43% pour les défauts de qualité (Christensen et al., 2021).

Un gisement technico-économique qui demeure difficile à appréhender

Une meilleure compréhension de ces phénomènes ouvre la voie à une modélisation plus fine des dynamiques de rénovation. Encore faut-il que les données nécessaires au paramétrage des modèles soient exhaustives et fiables. Si les données disponibles se sont considérablement étoffées ces dernières années, des progrès restent à faire pour en extraire une image précise du parc de logements et des flux de rénovation⁸.

⁷ On n'aborde pas ici les écarts à la rationalité parfaite postulée dans le modèle microéconomique standard, raison souvent avancée pour expliquer l'*Energy Efficiency Gap* (Allcott and Greenstone, 2012).

⁸ On n'aborde pas ici les réformes en cours sur la définition du DPE et les discussions animées qu'elles génèrent.

Trois vagues de recensement du nombre de passoires thermiques (entendues ici comme les étiquettes F et G du DPE) n'ont pas suffi à dissiper l'incertitude qui entoure ce chiffre, les estimations continuant à varier du simple au double.

La première estimation, produite par l'Anah en agrégeant différentes sources de données publiques, identifiait 3 millions de passoires en 2008 (Anah, 2009). Avancée majeure pour l'époque, cette base manquait de fiabilité concernant les logements construits avant 1975, mal décrits dans les données source.

Une étape décisive a été franchie en 2012 avec la base Phébus. Fondée sur une enquête auprès de 2 500 ménages représentatifs de la population métropolitaine, couplée à la réalisation d'un DPE sur chaque logement, cette base réévaluait le nombre de passoires thermiques à 8,5 millions en 2012 (CGDD, 2014). La robustesse de l'estimation tenait à une procédure d'échantillonnage rigoureuse et une méthode d'évaluation du DPE homogène, contrairement à la méthode légale qui diffère selon que les logements sont construits avant 1949 (méthode dite sur facture) ou après (méthode dite 3CL). L'enquête est cependant réputée moins fiable concernant les logements collectifs, dont la consommation d'énergie ne peut être intégralement estimée à partir des éléments de l'enquête (en raison par exemple de la collectivisation de certaines charges).

Récemment, une nouvelle image du parc a été produite par le Ministère de la transition écologique à partir d'un échantillon de 500 000 logements issus de la base de données du DPE (CGDD, 2020). Ces travaux font état de 4,8 millions de passoires thermiques en 2018, chiffre qui nous ramène à l'ordre de grandeur estimé dix ans plus tôt par l'Anah.

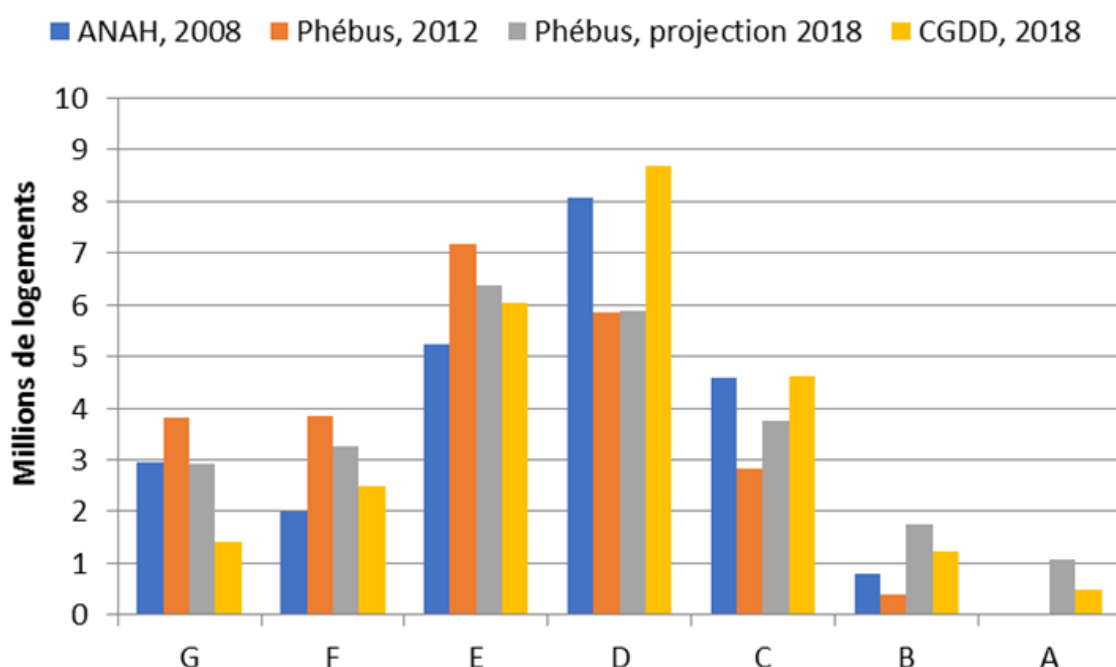


Figure 1: Image du parc par étiquette DPE, selon les différentes études disponibles. Note : La projection Phébus 2018 a été réalisée avec le modèle Res-IRF à partir de l'image Phébus 2012

Comme le suggère la Figure 1 ci-dessus, qui juxtapose ces trois images du parc, ainsi qu'une projection des effectifs Phébus pour 2018, l'écart observé entre les effectifs Phébus 2012 et CGDD 2018 ne peut s'expliquer par les seules rénovations qui auraient eu lieu dans l'intervalle de temps. Il est donc nécessairement lié à des différences méthodologiques. Si l'approche du CGDD repose sur un échantillon nettement plus large que celle de Phébus, elle ne peut paradoxalement pas se prévaloir du même niveau de représentativité, en raison de l'absence d'échantillonnage. En outre, le CGDD a ré-estimé les DPE des logements construits avant 1949 à partir d'une modélisation, ce qui améliore la fiabilité des données sur ce segment, mais maintient une forme d'hétérogénéité des données. Ces différences méthodologiques sont telles qu'il est aujourd'hui difficile de conclure à la supériorité d'une approche par rapport à l'autre. Etant donnée l'incertitude colossale qui en résulte à propos d'une variable clé du pilotage des politiques publiques, il est néanmoins urgent d'éclaircir ces différences. Si l'on peut espérer affiner l'image du parc à mesure que la base DPE s'enrichit, la réalisation d'une nouvelle enquête de type Phébus reste l'approche a priori la plus fiable.

Les flux de rénovation, quant à eux, sont encore moins bien connus que le stock de logement. La difficulté est ici d'ordre métrologique. Il est compliqué d'identifier la part proprement énergétique de travaux répondant la plupart du temps à d'autres motivations – organisationnelles (emménagement dans un nouveau logement), esthétiques et liées au confort (y compris acoustique). De plus, l'aspect protéiforme d'une rénovation énergétique – différentes combinaisons de mesures sur l'enveloppe du bâtiment et le système de chauffage pouvant conduire au même gain énergétique – limite les possibilités de standardisation propres à faciliter la mesure des flux.

Enfin, une estimation crédible des flux nécessite un suivi longitudinal des ménages. L'ADEME a mis en place un tel protocole en 2001 mais l'a interrompu en 2013⁹. L'agence réalise depuis des campagnes de recensement – OPEN de 2010 à 2016, TREMI en 2018 et 2021 et bientôt TRECO – qui, bien que très riches, ne permettent pas d'isoler les invariants propres à chaque ménage. Un suivi des mêmes ménages sur plusieurs périodes ouvrirait de nouvelles possibilités d'identification statistique, même en espaçant les campagnes de plus d'un an.

⁹ L'enquête, réalisée chaque année par TNS-Sofres auprès de 10 000 ménages, a servi notamment de support aux travaux de Nauleau (2014), Blaise et Glachant (2019) et Risch (2020).

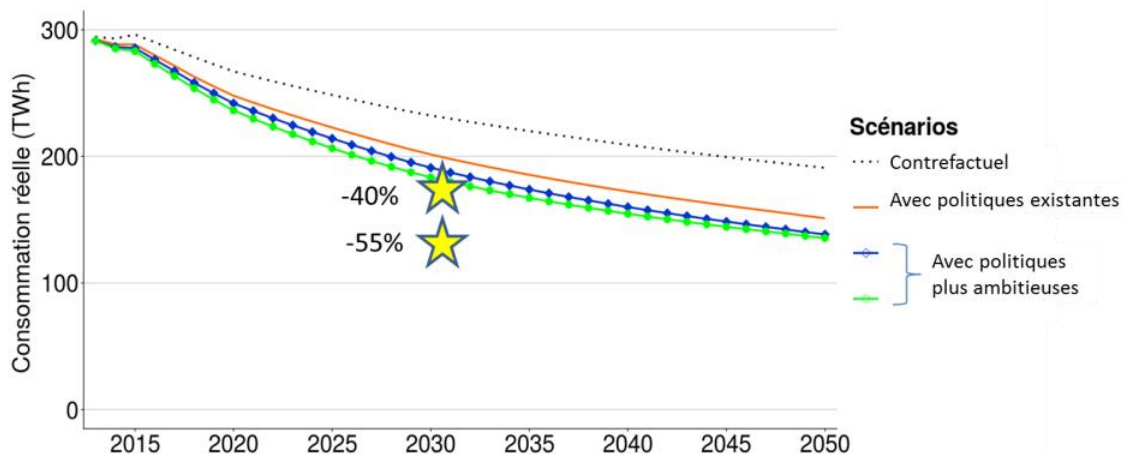


Figure 2: Gisement d'économies d'énergie pour le chauffage des logements. Source: Giraudet et al. (2020)

Avec ces réserves en tête, le CIRED procède régulièrement à une quantification du gisement d'économies d'énergie et de l'effet des politiques de rénovation énergétique. L'analyse s'appuie sur l'outil Res-IRF, qui simule la demande d'énergie pour le chauffage et l'investissement dans la rénovation énergétique¹⁰. Ces variables sont déterminées dans le modèle par les prix des énergies, les changements démographiques et les politiques environnementales. Les mécanismes sous-jacents sont influencés par des barrières à l'efficacité énergétique – effet rebond, contraintes de crédit différenciées par niveau de revenu, dilemme propriétaire-locataire et coûts non-énergétiques associés à la rénovation. Le modèle prend de plus en compte l'écart entre consommations réelles – telles qu'elles apparaissent sur les factures d'énergie – et théoriques – telles que prédites par l'étiquette DPE du logement –, à partir des travaux de Cayla et Osso (2013). La dernière étude publiée suggère que les outils actuels ne permettent pas d'atteindre les objectifs de réduction de la consommation d'énergie pour le chauffage de 40% à 55% en 2030 (Giraudet et al., 2020).

Comme le suggère la Figure 2, l'essentiel des économies d'énergie sont réalisées au fil de l'eau – à l'occasion par exemple d'un remplacement de chaudière en fin de vie ou de travaux de rafraîchissement réalisés lors d'un emménagement. Les politiques prises en compte dans l'exercice – CITE, CEE, EPTZ, TVA à taux réduit, taxe carbone – n'amplifient ces progrès qu'à hauteur de 50%, à peine plus lorsqu'elles sont relevées à des niveaux plus ambitieux.

Ces travaux identifient néanmoins deux opportunités de ciblage des aides : envers les propriétaires bailleurs et les propriétaires-occupant à faible revenu. Dans ces deux cas de figure, on trouve principalement des ménages à faible revenu (le revenu moyen des locataires étant inférieur à celui de la population) occupant des logements de piètre performance thermique. Cibler ces ménages permet donc à la fois d'accroître le rapport coût-efficacité des aides et de réduire la précarité

¹⁰ La documentation du modèle, le code et un outil de visualisation des résultats sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.centre-cired.fr/res-irf/>

énergétique. Enfin, ces travaux suggèrent que les recettes fiscales de la taxe carbone prélevée sur les consommations de chauffage pourraient rapidement atteindre l'ordre de grandeur de la dépense associée aux aides publiques à la rénovation. Ce dernier résultat ouvre la voie à une coordination plus étroite des outils taxe et subvention, dont plusieurs études ont montré qu'elle pouvait rendre la taxe carbone plus acceptable (Douenne et Fabre, 2019).

Au-delà de ces résultats, deux inconnues demeurent quant au rôle plus général de la rénovation énergétique pour l'action climatique. Comment le changement climatique va-t-il affecter les besoins de rénovation ? Il est évident que la hausse des températures va réduire les besoins de chauffage et augmenter les besoins de climatisation. Cette divergence pourrait s'accroître si les travaux d'isolation favorisent le confort d'hiver au détriment du confort d'été, générant une augmentation nette de la consommation d'énergie pour la climatisation. Des développements sont en cours pour ajouter ces effets – par ailleurs mal connus – au modèle Res-IRF, qui opérait jusqu'à présent à climat constant.

Ensuite, comment les économies d'énergie modélisées se traduisent-elles en réductions d'émission de CO₂ ? La réponse à cette question dépend naturellement du contenu carbone des énergies, paramètre exogène au modèle. Des développements sont en cours pour coupler Res-IRF à un modèle d'offre d'électricité et ainsi proposer une vision intégrée de l'effet des rénovations énergétiques sur les émissions de CO₂.

Des dispositifs perfectibles

La modélisation permet d'évaluer dans un cadre intégré l'effet cumulatif des politiques publiques et leurs interactions. Les mécanismes idéalisés sur lesquels elle s'appuie doivent néanmoins être confrontés aux résultats d'évaluation ex post, que je passe ici en revue.

Mis en place en 2005, le crédit d'impôt est l'outil a fait l'objet des études les plus approfondies. L'effort de recherche s'est concentré sur la question de « l'effet d'aubaine ». Les travaux de Nauleau (2014) ont montré qu'au moins 40% des bénéficiaires auraient réalisé un investissement en l'absence de l'aide. Les travaux de Risch (2020), tout en confirmant cet ordre de grandeur, ont révélé que les bénéficiaires avaient augmenté leur dépense de 22%, niveau très proche du taux de subvention moyen conféré par l'instrument. En parallèle, Glachant et al. (2020) ont montré que le crédit d'impôt n'avait pas généré de hausse significative du coût des équipements. On peut donc conclure de ces différentes études que « l'effet levier » du crédit d'impôt – le surcroît de dépense induit par un euro d'aide – est proche de 1. La principale limite du crédit d'impôt réside dans la « petitesse » des gestes qu'il encourage – de l'ordre de 4 000 à 5 000€ (Risch, 2020), montants qui permettent rarement de réaliser un saut d'étiquette du DPE et qui sont déterminés par des motivations non essentiellement énergétiques (ADEME, 2018).

L'évolution du crédit d'impôt en aide MaPrimeRénov' s'accompagne de changements propres à accroître l'efficacité du dispositif : substitution d'un barème d'aide « par geste » à un barème *ad valorem*, réputé vulnérable à des distorsions de prix (Quirion et Giraudet, 2018); différenciation des montants d'aide par niveau de revenu (cf. infra). Une évaluation préliminaire du dispositif par la Cour des comptes

(2021) fait état d'une hausse encourageante du recours à l'aide, mais pas de la taille des investissements réalisés.

Mis en place en 2006, les CEE concentrent l'attention politique. Leur déficit de notoriété auprès du grand public n'a d'égal que l'enjeu financier majeur qu'ils représentent pour les fournisseurs d'énergie obligés. En théorie, l'outil présente de bonnes propriétés de coût-efficacité : en s'appuyant sur l'expertise des fournisseurs d'énergie, il est censé permettre l'exploitation du gisement « par le bon bout », celui des économies d'énergie les plus rentables ; en combinant des subventions à l'efficacité énergétique et une taxe sur l'énergie, il modère les variations de prix associées aux versions « pures » de ces instruments (Giraudet et Quirion, 2008) ; depuis 2016, il prévoit des aides bonifiées pour les ménages modestes. En pratique, ces attributs ont été dévoyés par un certain nombre de défaillances réglementaires récentes, étudiées en détail par Glachant et al. (2020). On en citera deux ici.

D'abord, les bonifications ciblant les ménages modestes, en se cumulant aux autres dispositifs d'aide existants (CITE, etc.), ont conduit au déploiement à grande échelle d'opérations d'isolation des combles à 1€. En l'absence de contrôle réglementaire digne de ce nom, ces opérations se sont soldées par un nombre considérable de défauts de qualité.

Ensuite, en réponse aux difficultés exprimées par les obligés pour atteindre des objectifs toujours plus ambitieux, les autorités ont mis en place un système de bonification – les fameux « coups de pouce » – qui attribut deux à six fois plus de certificats que les économies d'énergie sous-jacentes (Glachant et al., 2020). Si la manipulation a rempli l'objectif de contenir l'augmentation du prix des CEE, elle a également fait exploser l'écart déjà problématique entre économies réelles et certifiées. L'élimination bienvenue de ces écueils pour la cinquième période du dispositif va maintenant mettre à l'épreuve sa capacité à accompagner des mesures de rénovation plus substantielles. On soulignera enfin que l'évaluation économique des CEE ne sera jamais totalement aboutie tant que les données détaillées de production de certificats ne sont pas mises à la disposition de la recherche.

Fer de lance du Grenelle de l'environnement, l'éco-PTZ a été lancé en 2009 avec l'objectif d'atteindre 400 000 prêts par an en vitesse de croisière. Après des débuts prometteurs, l'élan s'est brisé en 2011 (Giraudet, 2021)¹¹. Deux arguments sont communément avancés pour expliquer la chute observée : un risque administratif élevé de non-conformité des prêts, que les banques n'ont perçu qu'après une période d'apprentissage ; et la suppression de l'autorisation de cumul avec le crédit d'impôt. Le rétablissement de cette autorisation en 2012 et les simplifications apportées au dispositif en 2015 n'ont pas suffi à relancer les effectifs, stabilisés entre 20 000 et 40 000 prêts par an. Le regain n'est intervenu qu'en 2019 avec la suppression de l'impératif de combiner différents gestes de rénovation. Cette réforme, bien que bénéfique pour la vitalité du dispositif, a cependant affaibli son point fort, puisque le montant moyen du capital investi s'élève désormais à 12 000€, contre 16 000€ avant la réforme.

¹¹ Dans des travaux en cours avec Ilya Eryzhenskiy, Mariona Segu et Maryam Vahid Dastgerdi exploitant les données TNS-SOFRES, nous montrons que l'EPTZ n'a eu un impact significatif sur les travaux de rénovation des logements éligibles (construits avant 1990) qu'en 2009-2010, avec une augmentation de 1 000 à 1 100€ du montant des travaux. L'effet est particulièrement significatif pour les propriétaires les plus modestes.

Mis en place en 2010, le programme « Habiter mieux » de l'Anah a été salué par la Cour des comptes (2018) pour son efficacité. Sous réserve de confirmer ce jugement par des études *ex post* analogues aux précédentes, il me semble que ces bons résultats illustrent à la fois l'intérêt de cibler les aides sur les ménages modestes et de proposer un accompagnement étroit des ménages, en termes d'information et de conseil.

Le versement des différentes aides évoquées ici est depuis 2014 conditionné au recours à un artisan « reconnu garant de l'environnement » (RGE). Rapidement apparue comme nécessaire pour lutter contre les problèmes informationnels évoqués plus haut, cette éco-conditionnalité s'est néanmoins avérée insuffisante, comme l'attestent les problèmes de qualité liés en particulier aux mesures d'isolation des combles à 1€. Espérons que l'augmentation des contrôles décidée à la suite du rapport d'évaluation du CGEDD (2017) permettra de rectifier le tir.

La question de l'obligation de rénovation

Si la modélisation nous enseigne que les aides existantes sont insuffisantes pour atteindre des objectifs de rénovation ambitieux, les évaluations *ex post* viennent ternir un peu plus le tableau en suggérant que la modélisation surestime l'efficacité des aides.

Face à ce constat d'impuissance, partagé bien au-delà des cercles académiques, la Convention citoyenne pour le climat (CCC) a recommandé au gouvernement une mesure radicale: rendre la rénovation des logements purement et simplement obligatoire. La mesure s'appliquerait aux logements d'étiquette G et F à partir de 2030 puis aux étiquettes D et E à partir de 2040. Elle obligerait ces logements à être rénovés de façon dite « globale » pour atteindre l'étiquette A du DPE (ou B voire C sous certaines dérogations). Considérant qu'une telle mesure, qui imposerait des dépenses de plusieurs dizaines de milliers d'euros aux ménages concernés, ne saurait être tolérée sans accompagnement, les citoyens lui associaient un dispositif d'aide s'élevant à 90% du montant des travaux pour les ménages très modestes, 70% pour les ménages modestes et 30% pour les autres ménages (CCC, 2020). La mesure, de loin la plus coûteuse des 149 propositions de la CCC, n'a pas été reprise par le gouvernement dans la loi climat et résilience¹².

Pour politiquement sensible qu'elle soit, l'obligation de rénovation me semble devoir être considérée si l'on prend un tant soit peu au sérieux les objectifs de massification de la rénovation énergétique. Dans un précédent exercice de modélisation, mes co-auteurs et moi avons estimé la mesure indispensable pour atteindre les objectifs du Grenelle de l'environnement (Giraudet et al., 2011). Dix ans plus tard, avec une version plus à jour du modèle, nous estimons l'investissement nécessaire à 4 à 6 milliards d'euros supplémentaires par an (Figure 3). Deux questions nous restent à éclaircir: Le système d'aide proposé par la CCC suffirait-il à couvrir ces besoins? Quelle forme doit concrètement prendre l'obligation? Concernant cette dernière, la piste d'un ajustement de la fiscalité immobilière (taxe foncière et droits de mutation)

¹² Le gouvernement n'a conservé que l'interdiction de mettre en location des passoires thermiques à l'horizon 2028. Cette mesure devrait produire des bénéfices considérables pour les locataires concernés, essentiellement sous la forme de gains de santé. Elle ne contribuerait cependant que marginalement aux réductions d'émission du secteur (Domergue et al., 2021).

à la performance thermique du bien, étudiée par Chuk Fun Wing et Kiefer (2015), me semble la plus fructueuse.

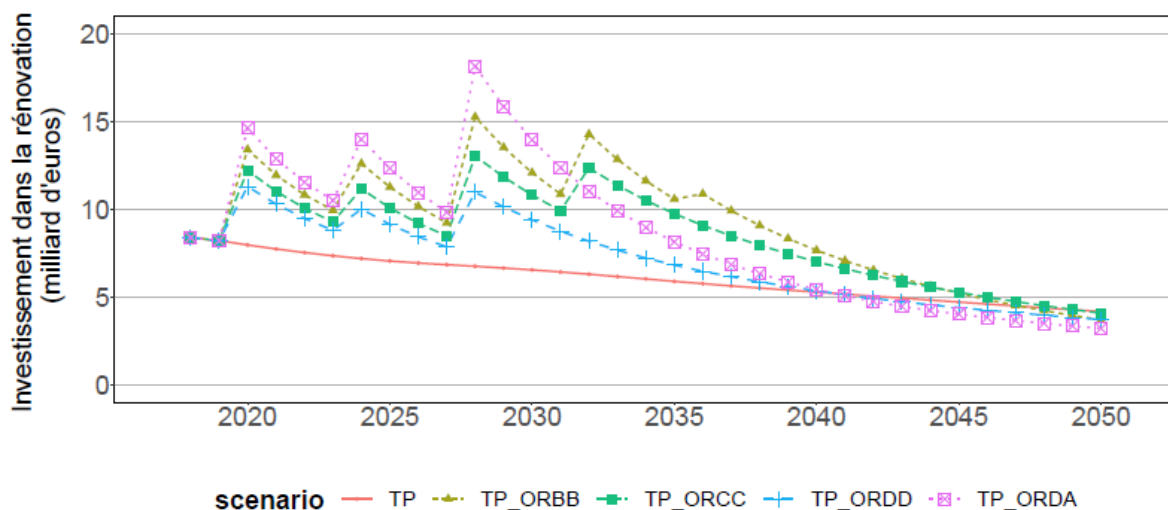


Figure 3: Estimation du coût d'une obligation de rénovation.

Note : simulation réalisée avec le modèle Res-IRF par François Chabrol. Le scénario 'TP' correspond à la référence incluant les politiques existantes. Les autres scénarios (TP_ORXY) considèrent différentes mesures qui obligent les logements d'étiquette inférieure à X à atteindre l'étiquette Y. L'obligation est échelonnée (d'abord les logements G, puis les logements F quatre ans plus tard, etc.) et s'applique à chaque rotation (vente ou changement de locataire) du bien.

Trois préconisations

En réexaminant les questions de départ à la lumière de ces éléments, il me semble paradoxalement plus aisé de répondre au « comment » des politiques de rénovation énergétique qu'au « pourquoi ». En raison des nombreuses limites à la modélisation de la demande d'énergie – incertitude sur les données de performance des logements, non-prise en compte du changement climatique, absence de couplage à un modèle d'offre –, il reste en effet difficile de mesurer à quel point le secteur du bâtiment recèle d'opportunités de réduction des émissions de GES vraiment plus intéressantes que dans les autres secteurs. L'approche par scénarisation inhérente à la modélisation, ajustée aux résultats d'évaluation *ex post*, permet en revanche d'identifier des pistes d'amélioration des politiques de rénovation énergétique.

A titre personnel, au-delà de l'incertitude qui entoure les coûts d'abattement moyens, il me paraît essentiel de persévérer dans la rénovation énergétique des logements, au nom des nombreux co-bénéfices qu'elle offre, en termes de confort, de santé et de réduction de la précarité. Partant, comment rehausser l'ambition des dispositifs existants sans en perpétrer les écueils ? La réponse proposée ici tient en trois préconisations : dépenser plus, cibler davantage pour dépenser mieux, et simplifier.

Dépenser plus est pour moi la priorité. L'argument tient autant à des préoccupations d'efficacité – les objectifs sont-ils atteints ? – que d'efficience – le sont-ils à moindre coût ? D'un point de vue d'efficacité, j'ai déjà souligné que l'atteinte d'objectifs de rénovation compatibles avec une neutralité carbone nécessitait un financement supplémentaire de plusieurs milliards d'euros par an (cf. Figure 3). D'un point de vue d'efficience, on peut raisonnablement espérer que l'augmentation des montants

améliore le rapport coût-efficacité des aides. Le déploiement à grande échelle de la rénovation énergétique génère en effet des économies d'échelle qui, bien que peu étudiées, paraissent substantielles – jusqu'à 24% de baisse du coût unitaire des travaux (Michelsen et al., 2015). L'augmentation de la taille des travaux permettrait également d'amortir les coûts de contrôle (fixes pour une grande partie) identifiés comme indispensables pour lutter contre les défauts de qualité.

Quels financements mobiliser pour accompagner un tel changement d'échelle ? Le secteur public doit prendre sa part, en augmentant significativement les montants d'aides et en offrant une visibilité à plusieurs années sur les budgets dédiés¹³. Les recettes de la taxe carbone pourraient judicieusement y être affectées, comme on l'a déjà souligné. Une contribution significative du secteur privé apparaît elle aussi indispensable pour limiter le reste à charge des ménages. Le système actuel, qui s'appuie principalement sur les fournisseurs d'énergie, doit davantage impliquer les banques. Concernant les premiers, l'augmentation modérée de l'objectif des CEE pour la cinquième période me semble raisonnable, puisque l'élimination concomitante des coups de pouce renforce déjà considérablement la contrainte réelle. Pour impliquer davantage les banques, je suggère d'augmenter le plafond d'emprunt de l'EPTZ – 30 000€ actuellement, quand le dispositif allemand de la KfW autorise jusqu'à 120 000€ – et d'en simplifier les procédures.

En corollaire de l'augmentation des dépenses, il est impératif de dépenser mieux. La solution consiste pour moi à finement cibler les mesures de rénovation dans le temps et dans l'espace. On a déjà évoqué les opportunités offertes par le ciblage des mesures sur le parc locatif privé et les propriétaires-occupant modestes, et applaudi le chemin pris en ce sens par le dispositif MaPrimeRénov' (MPR). Il reste à envisager un ciblage temporel sur les occasions-clé de rénovation, concentrées lors des rotations de logements (vente ou changement de locataire), par exemple en ajustant la fiscalité immobilière à la qualité thermique des biens (Chuk Fun Wing et Kiefer, 2015).

Enfin, ces ajustements resteront vains sans une simplification considérable des différents dispositifs. L'affaire est délicate, puisque ciblage des mesures et simplification ne vont pas nécessairement de pair. L'arbitrage entre différenciation des barèmes et lisibilité globale est par exemple un enjeu important du dispositif MPR. Mais il est évident que le système actuel, qui saupoudre des aides somme toute modestes au regard de l'enjeu via différents outils (MPR, EPTZ, CEE, programmes de l'Anah), manque de simplicité. Le système de guichet unique mis en place par le dispositif FAIRE, qui consiste à centraliser l'information, l'accompagnement des travaux et le recours aux aides, me paraît être une solution adaptée. Une récente étude de la Fondation Abbé Pierre (2021) montre néanmoins qu'il manque encore d'efficacité, en raison d'une carence de moyens. Là encore, la clé nous semble résider dans les économies d'échelle, et je fais le pari qu'une augmentation des ressources dédiées à l'accompagnement, dans la lignée de l'augmentation des volumes d'aides, permettra de fluidifier le système.

¹³ On parle d'un réel infléchissement de tendance, les deux milliards d'euros récemment alloués au dispositif MaPrimeRénov' n'étant qu'une hausse en trompe-l'œil masquant une diminution du budget du crédit d'impôt survenue deux ans plus tôt (I4CE, 2021).

Bibliographie

- Ademe, 2018. Enquête TREMI. Travaux de rénovation énergétique des maisons individuelles. Campagne 2017. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/enquete-tremi-2017-010422.pdf>
- Allcott, H., Greenstone, M., 2012. Is There an Energy Efficiency Gap? *Journal of Economic Perspectives* 26, 3–28. <https://doi.org/10.1257/jep.26.1.3>
- ANAH, 2008, Modélisation des performances thermiques du parc de logements. http://www.anah.fr/fileadmin/anah/Mediatheque/Publications/Les_etudes/rapport_performances_energetiques.pdf
- Blaise, G., Glachant, M., 2019. Quel est l’impact des travaux de rénovation énergétique des logements sur la consommation d’énergie ? *La Revue de l’Énergie*. <https://www.larevuedelenergie.com/quel-est-l-impact-des-travaux-de-renovation-energetique-des-logements-sur-la-consommation-denergie/>
- CAPEB, 2019. Chiffres clé. <https://www.capeb.fr/www/capeb/media/document/capeb-cc2019-5.pdf>
- CCC, 2020. Les propositions de la Convention Citoyenne pour le Climat. <https://propositions.conventioncitoyennepourleclimat.fr/pdf/ccc-rapport-final.pdf>
- 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 & Statistiques* n°534. https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-10/chiffres-stats534-Phebus-juillet2014b_0.pdf
- CGDD, 2020. Le parc de logements par classe de consommation énergétique. https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-09/document_travail_49_parc_logements_consommation_energie_septembre2020.pdf
- CGEDD, 2017. Evaluation du dispositif « reconnu garant de l’environnement » (RGE). <https://cgedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/notice?id=Affaires-0009777>
- Charlier, D., 2021. Explaining the energy performance gap in buildings with a latent profile analysis. *Energy Policy* 156, 112480. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112480>
- Christensen, P., Francisco, P., Myers, E., Souza, M., 2021. Decomposing the Wedge between Projected and Realized Returns in Energy Efficiency Programs. *The Review of Economics and Statistics* 1–46. https://doi.org/10.1162/rest_a_01087
- Cour des Comptes, 2018. Le programme « HABITER MIEUX » de l'Agence nationale de l'habitat (ANAH). Communication à la commission des finances du Sénat. http://www.senat.fr/fileadmin/Fichiers/Images/commission/finances/Controle/enquete_habiter_mieux.pdf
- Cour des Comptes, 2021. Premiers enseignements du déploiement du dispositif « MaPrimRénov’ ». <https://www.ccomptes.fr/fr/publications/premiers-enseignements-du-deploiement-du-dispositif-maprimerenov>
- Domergue, S., F. Chabrol, L.-G. Giraudet, 2021. Projet de loi climat et résilience : l’obligation de rénovation des logements indécents du parc locatif privé. *THEMA Essentiel*. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/thema_essentiel_07_projet_de_loi_climat_et_resilience_evaluation_de_l_obligation_de_renovation_des_logements_indecents_du_parc_locatif_privé_juin2021.pdf
- Douenne, T., Fabre, A., 2020. French attitudes on climate change, carbon taxation and other climate policies. *Ecological Economics* 169, 106496. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106496>
- Fondation Abbé Pierre, 2021. « Faire » : les carences du guichet unique de la rénovation énergétique. https://www.fondation-abbe-pierre.fr/documents/pdf/dossier_faire_def.pdf
- Fowlie, M., Greenstone, M., Wolfram, C., 2018. Do Energy Efficiency Investments Deliver? Evidence from the Weatherization Assistance Program. *Q J Econ* 133, 1597–1644. <https://doi.org/10.1093/qje/qjy005>
- Fuk Chun Wing, D., N. Kiefer, 2015. “Quelles politiques pour atteindre les objectifs en matière de performance énergétique des logements ? Analyse de plusieurs mesures avec le modèle Res-IRF.” *La Revue du CGDD*, <http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/document.html?id=Temis-0081488&requestId=0&number=1>
- Giraudet, L.-G., 2020. Energy efficiency as a credence good: A review of informational barriers to energy savings in the building sector. *Energy Economics* 87, 104698. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104698>

- Giraudet, L.-G., 2021. Pourquoi le recours à l'éco-prêt à taux zéro est-il si faible? *Transitions. Les nouvelles Annales des Ponts et Chaussées, Ecole des Ponts ParisTech et Presses des Ponts*, pp.128-133. <https://hal-enpc.archives-ouvertes.fr/hal-03278386>
- Giraudet, L.-G., Quirion, P., 2008. Efficiency and distributional impacts of tradable white certificates compared to taxes, subsidies and regulations. *Revue d'économie politique* 118, 885–914. <http://www.cairn.info/revue-d-economie-politique-2008-6-page-885.htm>
- Giraudet, L.-G., Guivarch, C., Quirion, P., 2011. Comparing and Combining Energy Saving Policies: Will Proposed Residential Sector Policies Meet French Official Targets? *The Energy Journal* 32. <https://doi.org/10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol32-S11-12>
- Giraudet, L.-G., Houde, S., Maher, J., 2018. Moral Hazard and the Energy Efficiency Gap: Theory and Evidence. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* 5, 755–790. <https://doi.org/10.1086/698446>
- Glachant, M., V. Kahn, F. Lévêque, 2020. Une analyse économique et économétrique du dispositif des Certificats d'Économies d'Énergie. https://www.cerna.minesparis.psl.eu/Donnees/data17/1725-SynthA-seCEE_final.pdf
- Hausman, J.A., 1979. Individual Discount Rates and the Purchase and Utilization of Energy-Using Durables. *The Bell Journal of Economics* 10, 33–54. <https://doi.org/10.2307/3003318>
- I4CE, 2021. Retour sur dix ans de dépenses climat de l'Etat. <https://www.i4ce.org/download/climat-retour-sur-10-ans-de-depenses-de-letat/>
- Jaffe, A.B., Stavins, R.N., 1994. The energy-efficiency gap: What does it mean? *Energy Policy* 22, 804–810. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(94\)90138-4](https://doi.org/10.1016/0301-4215(94)90138-4)
- McKinsey & Co., 2009. Unlocking Energy Efficiency in the U.S. Economy. https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client_service/epng/pdfs/unlocking%20energy%20efficiency/us_energy_efficiency_exc_summary.ashx
- Metcalf, G.E., Hassett, K.A., 1999. Measuring the Energy Savings from Home Improvement Investments: Evidence from Monthly Billing Data. *Review of Economics and Statistics* 81, 516–528. <https://doi.org/10.1162/003465399558274>
- Michelsen, C., Rosenschon, S., Schulz, C., 2015. Small might be beautiful, but bigger performs better: Scale economies in “green” refurbishments of apartment housing. *Energy Economics* 50, 240–250. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.05.012>
- Nauleau, M.-L., 2014. Free-riding on tax credits for home insulation in France: An econometric assessment using panel data. *Energy Economics* 46, 78–92. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.08.011>
- Quirion, P., Giraudet, L.-G., 2018. Aides publiques à l'efficacité énergétique. *Revue d'économie politique* Vol. 128, 1089–1100. <https://www.cairn.info/revue-d-economie-politique-2018-6-page-1089.htm>
- RTE, 2021. Panorama de l'électricité renouvelable. <https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-10/Panorama2021-T2.pdf>
- Risch, A., 2020. Are environmental fiscal incentives effective in inducing energy-saving renovations? An econometric evaluation of the French energy tax credit. *Energy Economics* 90, 104831. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104831>
- Sorrell, S., 2004. Understanding barriers to energy efficiency, in: Sorrell, S., O'Malley, E., Schleich, J., Scott, S. (Eds.), *The Economics of Energy Efficiency: Barriers to Cost-Effective Investment*. Edward Elgar, Cheltenham, pp. 25–93.
- Sorrell, S., Dimitropoulos, J., Sommerville, M., 2009. Empirical estimates of the direct rebound effect: A review. *Energy Policy* 37, 1356–1371. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.11.026>
- Sunikka-Blank, M., Galvin, R., 2012. Introducing the prebound effect: the gap between performance and actual energy consumption. *Building Research & Information* 40, 260–273. <https://doi.org/10.1080/09613218.2012.690952>
- Train, K., 1985. Discount rates in consumers' energy-related decisions: A review of the literature. *Energy* 10, 1243–1253. [https://doi.org/10.1016/0360-5442\(85\)90135-5](https://doi.org/10.1016/0360-5442(85)90135-5)