



HAL
open science

Les Certificats d'Economie d'Energie entre économie et politique

Claude Crampes, Thomas-Olivier Léautier

► **To cite this version:**

Claude Crampes, Thomas-Olivier Léautier. Les Certificats d'Economie d'Energie entre économie et politique. *Revue Economique*, 2023, vol. 74 (n° 1), pp.51-80. 10.3917/reco.741.0051 . hal-04128779v2

HAL Id: hal-04128779

<https://hal.science/hal-04128779v2>

Submitted on 28 Aug 2023

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.

Janvier 2022

Les Certificats d'Economie d'Energie entre économie et politique

Claude Crampes and Thomas-Olivier Léautier

Les Certificats d'Economie d'Energie entre économie et politique

Claude Crampes^a et Thomas-Olivier Léautier^b

Résumé

Les certificats d'économie d'énergie (CEE) encouragent la rénovation des bâtiments et le remplacement de vieux équipements en obligeant les fournisseurs de gaz naturel, électricité et fioul à réduire leurs livraisons. L'analyse microéconomique permet de relier le marché des certificats au marché des travaux d'économies d'énergie et à celui de l'énergie. Le handicap informationnel des ménages pour évaluer le lien entre travaux et consommation d'énergie et l'appartenance des travaux à la catégorie des « biens de confiance » expliquent la faible efficacité quantitative et financière du dispositif. Nous expliquons aussi pourquoi les CEE gardent les faveurs des pouvoirs publics malgré leurs mauvaises performances en mettant en avant leur appartenance à la panoplie des micropolitiques non-punitives, non fiscales, décentralisées et créatrices d'emplois locaux.

Energy savings certificates between economics and politics.

Summary

To encourage building renovation and the replacement of old energy-consuming equipment, some governments use a system of tradable white certificates requiring large sellers of natural gas, electricity and fuel oil to finance energy-saving operations. We present the microeconomic analysis of the market for white certificates and relate it to the markets of energy saving works and energy retail. The information asymmetry of energy consumers in assessing energy saving measures that belong to the category of "credence goods" explain the low quantitative and financial efficiency of the mechanism already highlighted by econometric studies. We also explain that despite this lack of efficiency, white certificates will still be favored by the public authorities because they belong to the panoply of non-punitive, non-fiscal, decentralized and local job-creating micro-policies.

Mots clés : Economies d'énergie, Certificats blancs, Micropolitiques, Mécanismes incitatifs, Précarité énergétique

Keywords : Energy savings, White certificates, Micro-politics, Incentive mechanisms, Fuel poverty

Codes JEL : D13, D82, L97, Q48, Q51

Remerciements

Les auteurs remercient les deux rapporteurs de la Revue économique qui ont permis d'apporter des améliorations substantielles à une première version de cet article. Cette recherche a bénéficié de l'aide du 'TSE Energy and Climate Center', du projet H2020-MSCA-RISE GEMCLIME-2020 GA No. 681228, et du programme Investissements d'Avenir (ANR-17-EUR-0010). Les opinions exprimées dans cet article n'engagent que leurs auteurs.

^a Professeur émérite, Toulouse School of Economics, 1 Esplanade de l'Université, 31080 Toulouse Cedex 06 ; claudio.crampes@tse-fr.eu.

^b Directeur de recherche associé, Toulouse School of Economics, 1 Esplanade de l'Université, 31080 Toulouse Cedex 06 ; thomas.leautier@tse-fr.eu

1 INTRODUCTION

Le dispositif des Certificats d'Economie d'Énergie (CEE) a été introduit en France par la loi POPE du 13 juillet 2005 pour inciter à la réduction de la consommation d'énergie dans des secteurs tels que le bâtiment, la petite et moyenne industrie, l'agriculture et les transports. L'originalité de ce mécanisme est d'*obliger* les fournisseurs d'électricité, de gaz, de fioul domestique, de chaleur et de froid dont les ventes dépassent un certain seuil à réduire la consommation d'énergie de leurs clients. Malgré des études économétriques montrant des résultats très en deçà des attentes, ce dispositif a été maintenu, et même relancé, par les autorités nationales qui y ont recours. Ainsi, la France prépare sa [cinquième campagne](#) (2022-2025) avec un nombre de certificats à produire cinquante fois plus élevé que celui de la première (2006-2009). L'engouement pour la rénovation énergétique des bâtiments est soutenu par l'opinion publique puisque parmi ses 139 propositions, la [Convention Citoyenne pour le Climat](#) souhaite la rendre obligatoire d'ici 2040.

Les économies d'énergie et les différentes politiques destinées à les encourager ont fait l'objet de nombreuses études économétriques, rappelées dans la Section 2, par exemple le module 2 de Glachant et al. (2020). En revanche, les analyses microéconomiques formalisées sont plus rares et partielles, en ce sens qu'elles ne considèrent généralement pas les interrelations entre les trois marchés concernés : énergie, travaux d'économies d'énergie et certificats. Notre première contribution consiste à écrire un modèle formel reliant ces trois marchés (Section 3). Nous utilisons ensuite ce modèle pour identifier les conséquences des imperfections informationnelles sur l'équilibre général (Section 4).

L'analyse microéconomique permet de structurer la discussion autour des effets positifs et négatifs du dispositif des CEE, et ses conclusions ne sont pas encourageantes : étant donné le pouvoir de marché réel des artisans face aux clients, ancré dans leur avantage informationnel et renforcé par la structure du dispositif, il est peu probable que les certificats deviennent un instrument efficace de décarbonation de l'économie, c'est-à-dire que le coût d'abattement d'une tonne de CO₂ par des actions financées par des CEE se rapproche de la valeur tutélaire du CO₂, par exemple celle calculée par la Commission Quinet en 2019. Ces conclusions sont partagées par les auteurs de rapports de la haute administration française. Il est donc légitime de s'interroger sur les raisons du soutien continu du personnel politique, quelle que soit son orientation, pour ce dispositif. C'est l'objet de la Section 5. A partir d'une modélisation de la décision publique, nous présentons différentes hypothèses macroéconomiques et politiques, non mutuellement exclusives, qui peuvent expliquer la reconduction du dispositif des CEE.

2 LE MECANISME DES CEE

Les CEE ont déjà fait l'objet de présentations détaillées dans plusieurs publications¹. Nous n'en rappelons ici que les grands principes, puis nous donnons un aperçu des résultats de ce dispositif.

¹ Voir par exemple Quirion [2004], Doucet et Percebois [2006], Giraudet et Finon [2011], Gazeau *et al.* [2014] et, plus récemment, Blaise et Glachant [2019]. Voir aussi le site du gouvernement français : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/dispositif-des-certificats-deconomies-denergie>

2.1 Demandeurs, offreurs et marché

Dans une confusion entre objectifs et moyens (Finon [2020]), la politique environnementale européenne a placé les économies d'énergie au même rang que la réduction des émissions de gaz à effet de serre et l'utilisation accrue de sources d'énergie renouvelables : c'est la politique des '20-20 pour 2020' promulguée par le paquet législatif de décembre 2008, puis renforcée à de multiples occasions (Crampes, [2014]). En application de la directive 2012/27/UE dite 'directive efficacité énergétique', les Etats membres de l'Union européenne ont dû réduire leur consommation d'énergie de 1,5% par an jusqu'au 31 décembre 2020². Avec la directive (EU) 2018/2002 du 11 décembre 2018, les économies annuelles à réaliser entre le 1er janvier 2021 et le 31 décembre 2030 correspondent à 0,8 % de la consommation d'énergie finale annuelle calculée sur la base de la moyenne des trois dernières années précédant le 1er janvier 2019. Dans le 'Pacte vert pour l'Europe' (COM(2019) 640 final) publié le 11 décembre 2019, la Commission écrit que le taux annuel de rénovation du parc immobilier qui varie de 0,4 à 1,2 % selon les États membres devra au minimum doubler pour atteindre les objectifs de l'UE en matière d'efficacité énergétique et de climat.

Pour atteindre ces objectifs contraignants, la majorité des pays de l'UE, à l'exception notable de l'Allemagne³, ont adopté un système de certificats par lequel le gouvernement exige des vendeurs d'énergie⁴ (les 'obligés') qu'ils produisent la preuve d'une réduction des volumes vendus, mais les laisse libres de la méthode⁵. La diminution de consommation d'énergie peut être le résultat de travaux réalisés par les vendeurs d'énergie eux-mêmes ou leurs mandants. Autre solution, les obligés peuvent acheter la preuve de travaux réalisés par d'autres entreprises ou organismes⁶. Cette preuve prend la forme de certificats calibrés sur la somme actualisée des kilowattheures dont on prévoit la non-consommation. Les économies sont mesurées en kWh cumac (notés kWhc) pour 'cumulés-actualisés'. Chaque kWhc donne naissance à 1 CEE. En cas de défaut de présentation, l'obligé supporte une pénalité libératoire de 2 centimes d'euro par CEE manquant. Les différentes phases du programme CEE en France ont fixé les exigences d'économies aux valeurs suivantes :

1^{ère} période (2006-2009): 54 TéraWattheures-cumac (TWhc)

2^{ème} période (2011-2014) : 460 TWhc

² Plus précisément, les États membres devaient atteindre un objectif cumulé d'économies d'énergie au stade de l'utilisation finale au moins équivalent à de nouvelles économies annuelles, du 1er janvier 2014 au 31 décembre 2020, correspondant à 1,5 %, en volume, des ventes annuelles d'énergie aux clients finals calculées sur la base de la moyenne des trois dernières années précédant le 1er janvier 2013.

³ En 2017, quatorze Etats membres avaient opté pour un dispositif de ce type ; voir <http://atee.fr/energie-plus-magazine/actualites/ven-30062017-1123-certificats-blancs-14-pays-concernes-en-europe>

⁴ La liste des obligés est définie par les articles R. 221-1 à R. 221-13 du code de l'énergie. Elle compte une quarantaine de grands fournisseurs d'électricité, gaz, chaleur et froid (ex : EDF, Engie, CPCU), une quarantaine de compagnies pétrolières et entreprises de la grande distribution de carburants automobiles (ex : Total, BP, SIPLEC) et un grand nombre de distributeurs de fioul domestique.

⁵ Les principales solutions utilisées à la place ou en complément des CEE sont le Crédit d'Impôt pour la Transition Énergétique (CITE) qui accorde sous conditions de ressources un crédit d'impôt aux particuliers faisant installer certains équipements par un professionnel, et l'éco-prêt à taux zéro permettant de financer la rénovation énergétique des logements. Quirion et Giraudet [2018].

⁶ Il peut y avoir des échanges de certificats entre obligés. D'après Mundaca *et al* [2008], lors des premières campagnes c'était une pratique rare en France et Grande Bretagne alors qu'elle était courante en Italie. Sur le registre français EMMY (www.emmy.fr), on peut observer que les échanges mensuels ne sont que de l'ordre de 10 TWhc, avec quelques pointes jusqu'à 20TWhc. Pour ce qui est de la France, comme les CEE sont capitalisables sur deux périodes au-delà de la période en cours, il est possible que le peu d'échanges entre obligés s'explique par un motif de prudence pour constituer une forme d'épargne de précaution. Voir Giraudet et Finon [2011] pour l'analyse d'autres explications.

3^{ème} période (2015-2017) : 700 TWhc + 150 TWhc dédiés à la lutte contre la précarité énergétique

4^{ème} période (2018-2021) : 1600 TWhc + 533 TWhc dédiés à la lutte contre la précarité énergétique

Le décret relatif à la [5^{ème} période](#) (janvier 2022 - 31 décembre 2025) fixe les obligations à 2500 TWhc dont 730 à réaliser au bénéfice des ménages en situation de précarité énergétique⁷.

A chaque période, le volume fixé est réparti entre les obligés au prorata de leurs ventes d'énergie aux consommateurs finaux. Pour obtenir les CEE, les obligés utilisent des stratégies diverses, la plus courante consistant à animer un réseau d'artisans qui réaliseront les travaux d'économies chez les particuliers ou dans les entreprises et en transmettront les factures aux obligés pour que ceux-ci en extraient les CEE correspondants (Giraudet et Finon [2011], ADEME [2019]).

Puisque l'habitat est une cible privilégiée des campagnes d'économies d'énergie, un rôle particulier a été assigné à une autre catégorie d'acteurs, les « éligibles ». Il s'agit des collectivités, de l'Agence nationale de l'habitat (ANAH), des bailleurs sociaux et des sociétés d'économie mixte (SEM) exerçant une activité de construction ou de gestion de logements sociaux, et de SEM dont l'objet est l'efficacité énergétique. Les éligibles ne sont pas des « obligés », mais ils peuvent mener et faire certifier des actions d'économies d'énergie et donc se présenter comme vendeurs de certificats pour animer les échanges de CEE.

Le mécanisme est redistributif. En situation concurrentielle, les obligés répercutent sur leurs clients leur coût d'acquisition des certificats, c'est-à-dire le coût des travaux plus les marges commerciales des différents intermédiaires. Donc, tous les clients paient les travaux au travers de la facture d'énergie, alors que seuls ceux chez qui des travaux ont été réalisés sont a priori bénéficiaires. Il y a donc un risque d'iniquité si les bénéficiaires sont plutôt des ménages à hauts revenus. Pour corriger cette distorsion, on peut imposer qu'une partie des certificats vienne de ménages à bas revenus. C'est le cas en France depuis la troisième période triennale⁸.

Depuis 2015, le dispositif des Certificats d'Economies d'Energie est soumis au respect de l'éco-conditionnalité, c'est à dire que l'artisan réalisant les travaux doit avoir la certification 'Reconnu Garant de l'Environnement' ([RGE](#))⁹. Les critères officiels à respecter pour l'obtention de ce label semblent drastiques. En réalité, pour l'obtenir, il suffit qu'un chef d'entreprise passe quelques jours en formation et tout son personnel se retrouve labellisé, même s'il s'agit de main-d'œuvre détachée non déclarée.

Pour terminer cette présentation générale, notons que les CEE attribués en France sont enregistrés dans un compte ouvert dans un registre national (baptisé [EMMY](#)) qui est depuis janvier 2018 tenu par la société Powernext dans le cadre d'une délégation du service public. Toute personne morale peut y ouvrir un compte pour faire commerce de certificats. Des statistiques mensuelles sont disponibles dans la partie publique de ce registre, et notamment le prix moyen mensuel du kWhc et les volumes de CEE échangés.

⁷ Pour avoir un ordre de grandeur, notons que 100 TWhc sont équivalents à la consommation énergétique résidentielle d'un million de Français pendant 15 ans. Source : Ministère de la transition écologique et solidaire [2017].

⁸ Article 30 de la Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

⁹ Le site public <https://www.faire.gouv.fr/trouvez-un-professionnel> permet de trouver un artisan labellisé RGE selon le lieu et la nature de l'intervention à réaliser.

2.2 Résultats quantitatifs et financiers

Dans le secteur du bâtiment, le dispositif des CEE repose sur l'hypothèse de l'existence d'imperfections dans les marchés des services énergétiques qui limitent les investissements en efficacité énergétique, alors que ceux-ci sont profitables pour les particuliers (par les économies d'énergie réalisées), mais aussi pour la collectivité (par la réduction des émissions de CO₂, dont la valeur n'est pas entièrement reflétée dans le prix de l'énergie). Le bâtiment représentant 38 % de l'ensemble des émissions de CO₂ liées à l'énergie si l'on ajoute les émissions du secteur de la construction de bâtiments¹⁰, les pouvoirs publics estiment devoir intervenir pour corriger ces imperfections, en subventionnant les travaux de rénovation énergétique.

Un rapport officiel (Gazeau *et al.* [2014]) et deux études scientifiques récentes, une publiée aux Etats Unis (Fowlie *et al.* [2018]) et l'autre en France (Blaise et Glachant [2019]), montrent que les politiques publiques de rénovation sont loin d'obtenir les résultats escomptés¹¹. Dans ces études, les économies d'énergie mesurées *ex post* sont très inférieures aux économies estimées par les modèles de simulation *ex ante*: 2,5 fois chez 30 000 ménages du Michigan de l'échantillon de l'étude américaine, 8 fois en France à partir des données de l'enquête « 10 000 ménages » réalisée chaque année de 2000 à 2013 pour le compte de l'ADEME. Alors que d'autres études présentent des résultats quantitatifs plus encourageants (par exemple Novan *et al.* [2020]), ces articles montrent qu'il n'est pas rentable pour les ménages d'investir dans la rénovation thermique. En effet, le taux de rendement interne moyen est négatif¹² (-2,2% aux Etats Unis) et le temps de retour moyen est estimé à 121 ans en France¹³, donc plus long que la durée de vie des équipements concernés.

Ces études estiment aussi le coût de la tonne de CO₂ évitée par les rénovations : 329 \$ (environ 280€) aux Etats Unis, 335 € en France d'après Glachant *et al.* [2020]. A titre de comparaison, la commission Quinet II [2019] estime la valeur tutélaire du CO₂ à 54 €/tonne en 2018, et 250 €/tonne en 2030. On voit que la politique de rénovation du bâtiment pousse à des investissements depuis plus de 10 ans en France (près de 50 ans aux Etats Unis) qui ne seraient rentables pour la collectivité que s'ils étaient entrepris après 2030.

¹⁰ <https://www.unep.org/fr/actualites-et-recits/communiqu%C3%A9-de-presse/les-emissions-du-secteur-du-batiment-ont-atteint-un>

¹¹ Les associations de consommateurs ne portent pas non plus un jugement très favorable sur les CEE comme instrument d'encouragement aux économies d'énergie ; voir par exemple <https://www.quechoisir.org/action-ufc-que-choisir-certificats-d-economies-d-energie-un-cout-explosif-pour-des-gains-putatifs-n51964/?dl=32076>. Par ailleurs, un rapport rédigé par l'Inspection générale des finances, le Conseil général de l'environnement et du développement durable et le Conseil général de l'économie, remis au gouvernement en novembre 2020 et non publié, a été mis à la disposition de ses abonnés par « Contexte » le 19 juillet 2021 (CGEDD, IGF et CGEJET [2020]). Il présente une analyse très critique de la 4^e période du dispositif (il y est question de « dérives » et de « détournement ») et formule des recommandations pour les 5^e et 6^e périodes, recommandations peu suivies par le gouvernement dans le décret n°2021-712 du 3 juin 2021 relatif à la cinquième période, notamment celles qui concernent sa durée et le recentrage du dispositif des CEE vers sa fonction première qui est de réduire au moindre coût la consommation réelle d'énergie par la rénovation du logement. Ce rapport s'inspire fortement de travaux de Glachant *et al.* [2020].

¹² Rappelons que le taux de rendement interne (TRI) est le taux d'actualisation qui annule la valeur actualisée nette de l'investissement en économies d'énergie. Un taux positif (resp. négatif) signifie que la somme non pondérée des gains futurs est plus grande (resp. plus petite) que l'investissement actuel. En d'autres termes, quand le TRI est négatif l'opération ne serait pas rentable même si une banque avançait les fonds nécessaires à sa réalisation sans exiger le paiement d'un intérêt.

¹³ Le taux d'actualisation des économies d'énergie réalisées est fixé à 5% par an. En ajoutant aux bénéfices privés la baisse des émissions de CO₂ évaluées à 250 €/teqCO₂, les auteurs obtiennent un temps de retour moyen de 81 ans.

En ce qui concerne le prix des CEE, comme il s'agit de transactions de gré à gré, on n'en connaît que la valeur moyenne publiée par le registre national [EMMY](#). On peut observer qu'il a toujours été inférieur à la pénalité pour non-présentation, mais aussi qu'il a toujours été positif. Or, jusqu'ici, les réalisations ont été largement supérieures aux objectifs réglementaires. Si les échanges de certificats avaient lieu sur un marché pool avec fixation du prix à échéance au lieu d'une cotation en continu, cet excédent d'offre se traduirait par un prix nul, voire négatif. L'absence de marché avec fixing peut donc expliquer l'observation d'un prix non nul malgré une offre excédentaire. Une explication complémentaire est la possibilité de conserver les certificats au-delà de la période d'émission, les obligés anticipant le risque d'une politique future de plus en plus stricte.

3 MICROECONOMIE DU DISPOSITIF DES CEE

Plusieurs auteurs tels que Borenstein [2013], Giraudet et Quirion [2008], Quirion [2004], Xiang *et al.* [2018] ont produit des analyses microéconomiques des investissements en économies d'énergie. Notre travail contribue à cette littérature par l'étude de l'interrelation entre le marché des travaux, celui des certificats et celui de l'énergie. Pour analyser le mécanisme sous-tendant les CEE, nous commençons par mettre en évidence le besoin d'une intervention publique destinée à corriger les insuffisances des investissements en économies d'énergie¹⁴. Puis nous construisons un modèle d'équilibre partiel avec trois agents et deux marchés (travaux de rénovation et certificats), paramétré par le volume des CEE exigés et le prix de l'énergie. Dans la troisième sous-section, nous étudions les perturbations de l'équilibre quand ces deux paramètres sont modifiés, et dans la quatrième nous discutons de l'effet du dispositif CEE sur le marché de l'énergie.

3.1 Nécessité d'une intervention publique

Notons I le volume des travaux en matière d'économies d'énergie, $V(I)$ le gain privé des bénéficiaires de ces travaux et $W(I)$ le gain public, comptabilisant en plus du gain privé toutes les externalités positives sanitaires et environnementales, notamment la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le gain public est donc supérieur au gain privé pour toute valeur de I , aussi bien globalement $W(I) > V(I)$ que à la marge $W'(I) > V'(I)$. Soit enfin $C(I)$ le coût de réalisation de ces travaux. Les deux gains sont supposés croissants et concaves, le coût croissant et convexe. Comme le montre la Figure 1, par manque d'internalisation les travaux entrepris par un décideur privé, $I^V = \arg(V'(I) = C'(I))$, sont inférieurs au niveau optimal pour la collectivité, $I^W = \arg(W'(I) = C'(I))$. Pour corriger ce biais quantitatif, il y a deux solutions financières élémentaires et les innombrables combinaisons de celles-ci :

- ° on peut d'abord faire internaliser par les occupants de locaux à rénover les externalités positives des travaux, par exemple en taxant les dépenses d'énergie, ce qui augmente le gain prospectif retiré des économies d'énergie. Avec une taxe sur l'énergie consommée telle que le gain des travaux de rénovation est revalorisé de $W'(I^W) - V'(I^W)$ par unité, le maximum de $V(I) + [W'(I^W) - V'(I^W)]I - C(I)$ est bien atteint en I^W ;

- ° l'autre possibilité est de subventionner les consommateurs d'énergie pour que le coût des travaux qu'ils supportent soit plus faible que le coût véritable. Avec une aide financière unitaire de $s = C'(I^W) - V'(I^W)$, le maximum de $V(I) - (C(I) - [C'(I^W) - V'(I^W)]I)$ est bien atteint en I^W .

¹⁴ L'efficacité énergétique insuffisante (« energy efficiency gap ») fait l'objet de nombreuses études synthétisées dans Gerarden *et al.* [2017].

A supposer qu'on puisse calculer la taxe et la subvention, elles sont donc identiquement efficaces. Mais ces deux solutions présentent l'inconvénient d'être de nature fiscale, de façon évidente pour l'augmentation du gain puisqu'il faut une taxe sur l'énergie consommée, de façon indirecte pour la baisse de coût car il faut la subventionner à partir de ressources publiques. Compte tenu du refus de nouvelles taxes par les électeurs, les pouvoirs publics préfèrent imposer une obligation de volume de travaux I^W , volume plus important que ce que les consommateurs d'énergie réaliseraient sans obligation, et, pour rendre ces travaux additionnels acceptables, on fera supporter la collecte des fonds aux vendeurs d'énergie et non aux finances publiques. Mais pour les obligés la charge n'est qu'apparente car ils répercutent la quasi-totalité du coût d'acquisition des certificats dans le prix qu'ils facturent à leurs clients. C'est sur ce principe parafiscal que sont basés les certificats d'économies d'énergie.

insérer ici Figure 1 : Choix privé et choix public

3.2 Marché des travaux et marché des certificats

Dans le modèle que nous allons utiliser pour décrire le mécanisme des CEE, en plus de l'Etat qui définit le cadre légal, il y a trois agents : le ménage qui veut économiser de l'énergie¹⁵, l'artisan qui réalise l'installation et produit des certificats, et l'obligé (énergéticien) qui doit acheter des certificats. Nous supposons que ces agents se comportent en preneurs de prix, comme si chacun était l'agent représentatif de sa catégorie sur des marchés en concurrence parfaite.

Le ménage achète un équipement en quantité I (par exemple de l'isolant thermique ou des fenêtres à double vitrage) au prix unitaire p_I , ce qui lui permet d'économiser $E_t(I)$ kWh pendant l'année t , avec $E'_t > 0$, $E''_t < 0$. L'équipement est opérationnel pendant T années. En notant i le taux d'intérêt annuel, le gain net de l'opération est

$$V(I) = \sum_{t=1}^T p_t E_t(I)(1+i)^{-t} - p_I I$$

où p_t est le prix de l'énergie en t , par exemple le prix du kWh électrique. On supposera $p_t = p$, $\forall t$, et on notera

$$K(I) = \sum_{t=1}^T E_t(I) (1+i)^{-t}$$

les économies d'énergie cumac résultant de l'investissement I . Le gain privé est donc

$$V(I) = pK(I) - p_I I. \tag{1}$$

Pour maximiser son gain net, le ménage choisit I tel que $pK'(I) - p_I = 0$, où $K'(I) = \sum_{t=1}^T E'_t(I) (1+i)^{-t} > 0$ est la productivité marginale de l'équipement dans la production de kWhc,

¹⁵ Pour simplifier notre analyse, nous raisonnons directement sur les achats d'énergie, contrairement à Quirion [2004] et Giraudet *et al* [2010] qui étudient la combinaison d'énergie (par exemple l'électricité) et d'équipement (e.g. des ampoules) pour obtenir un service énergétique (e.g. l'éclairage). Nous supposons que, après travaux, le niveau de satisfaction du consommateur d'énergie reste inchangé malgré la baisse de sa consommation, par exemple parce qu'il maintient son niveau de chauffage en consommant moins grâce à une nouvelle chaudière. La décision d'entreprendre des travaux est donc simplement technico-financière sans faire intervenir les préférences du consommateur.

à supposer bien sûr que l'opération ainsi dimensionnée ne soit pas déficitaire, i.e. $pK(I) - p_I I \geq 0$. On obtient ainsi la fonction de demande inverse d'équipement par le ménage

$$p_I = pK'(I),$$

décroissante en I puisque $E_t'' < 0$.

L'artisan supporte le coût $C(I)$, avec $C'(I) > 0, C''(I) > 0$. Il a deux recettes : la vente de I au prix unitaire p_I au ménage et la vente de $K(I)$ au prix unitaire p_K à l'obligé. Son profit est

$$\pi(I) = p_I I + p_K K(I) - C(I) \quad (2)$$

La condition de premier ordre de la maximisation de $\pi(I)$ est $\pi'(I) = p_I + p_K K'(I) - C'(I) = 0$ qui doit être couplée avec la fonction de demande d'équipement du ménage $p_I = pK'(I)$ pour avoir l'équilibre du marché des équipements. La condition de premier ordre est alors¹⁶

$$(p + p_K)K'(I) - C'(I) = 0 \quad (3)$$

et on peut écrire la fonction d'offre de l'artisan sur le marché des certificats sous la forme

$$p_K(K) = \frac{C'(I)}{K'(I)} - p = C'(I(K))I'(K) - p = \frac{dC(I(K))}{dK} - p \quad (4)$$

où $I(K)$ est la fonction inverse de $K(I)$: c'est le coût (physique) à engager pour économiser K kWhc. Puisque $K(I)$ est concave, on a $I''(K) > 0$. Donc la fonction d'offre est bien croissante en K .

A ce stade, faisons deux remarques :

- i) Cette fonction d'offre (ou de coût marginal des certificats) n'est valide que tant que p_K est inférieur à la pénalité en cas de non-présentation des certificats (en France 20€ du MWh).
- ii) La fonction est paramétrée négativement par le prix de l'électricité car, plus l'électricité coûte cher, plus le ménage veut réaliser des travaux rénovation énergétique, donc plus il est prêt à payer l'artisan, ce qui augmente I à l'équilibre. Il est donc moins coûteux d'extraire des kWhc qui sont un produit joint des ventes de I .

La demande de certificats par les obligés est fixée administrativement. Elle est donc totalement inélastique au prix. On la notera CEE . Le prix d'équilibre des certificats est donc $p_K(CEE)$. De la condition de premier ordre de l'artisan $pK'(I) + p_K K'(I) - C'(I) = 0$ on peut tirer l'investissement $I(CEE)$, et donc les kWhc $K(CEE)$ à l'équilibre. De la condition de premier ordre du ménage, $pK'(I) - p_I = 0$, on tire le prix des équipements $p_I(CEE)$. La Figure 2 représente l'équilibre sur le marché des certificats dans le cas où¹⁷ $\frac{dC(I(0))}{dK} = 0$, de sorte que $p_K(0) = -p$ par (3). Si on oublie (ou interdit) la répercussion de $p_K(CEE)$ sur la facture payée par le ménage pour sa consommation d'énergie (qui crée une forme de complémentarité comptable), le graphique montre qu'une augmentation du prix de l'énergie p (par exemple à la suite de l'instauration d'une taxe carbone) fait baisser le prix des certificats. Ceci permet de rappeler que les différents outils de politique environnementale (ETS, certificats verts, CEE, taxe carbone, standards technologiques, ...)

¹⁶ C'est la même condition que si le consommateur réalisait lui-même l'opération, i.e. cherchait à maximiser $-C(I) + (p + p_K)K(I)$, puisque nous avons supposé que les agents considèrent que le prix est hors de leur contrôle.

¹⁷ Le coût de démarrage de l'opération de rénovation $C(I(0))$ est croissant par paliers avec le volume K des économies d'énergie cumac à réaliser. Sa dérivée par rapport à K est donc nulle sur chaque palier.

sont des substituts et non des compléments : quand on encourage l'un, on réduit l'efficacité escomptée des autres¹⁸.

En fait, toutes les valeurs d'équilibre dépendent du prix de l'électricité, qui ici est traité comme exogène. Mais les obligés vont vraisemblablement répercuter le prix des certificats dans leurs tarifs de vente d'énergie¹⁹. Avec un ménage et un artisan parfaitement rationnels, il faudrait donc boucler le système par un troisième marché à équilibrer, celui de l'énergie. Dans le monde réel, le fait que le prix de l'énergie soit croissant avec l'obligation CEE n'est probablement internalisée que par les obligés. Nous y revenons dans la sous-section 3.4 et dans la section 5.

insérer ici Figure 2 : Marché des certificats

3.3 Effet d'un durcissement de la politique environnementale

Nous disposons de deux paramètres de politique environnementale²⁰, p et CEE. La politique des certificats consiste simplement à exiger plus d'économies de la part des obligés. En ce qui concerne le prix de l'énergie, il peut être modifié notamment en introduisant une taxe carbone. Comment l'équilibre du marché des certificats est-il affecté par des changements de ces paramètres ?

L'équilibre est défini par trois équations

$$pK'(I) - p_I = 0, \quad p_I + p_K K'(I) - C'(I) = 0, \quad K(I) - CEE = 0$$

qui représentent respectivement le choix du consommateur, le choix de l'artisan et le choix de l'obligé. Les trois inconnues du modèle sont I , p_I et p_K .

En différenciant totalement ce système, on obtient

$$\begin{bmatrix} pK'' & -1 & 0 \\ p_K K'' - C'' & 1 & K' \\ K' & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dI \\ dp_I \\ dp_K \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -K' dp \\ 0 \\ dCEE \end{bmatrix}$$

d'où l'on tire :

¹⁸ Sorrell *et al.* [2009] étudient l'introduction de certificats blancs dans un pays où existent déjà des quotas d'émission de CO₂ et montrent que les certificats ne font pas baisser les émissions.

¹⁹ A supposer, s'il s'agit de tarifs régulés, que l'autorité de régulation autorise cette répercussion.

²⁰ Il est possible d'étendre le modèle à d'autres paramètres. Des avantages financiers peuvent être consentis aux consommateurs sous forme d'aide directe à l'investissement, fixe ou dépendant de la taille du chantier, et/ou d'un taux d'intérêt préférentiel. Ces outils financiers ont été préférés aux CEE par l'Allemagne. On peut aussi enrichir le modèle avec des hypothèses sur l'évolution du prix de l'énergie $p_t = p_0(1+j)^t$, où $j > 0$ est l'évolution la plus probable, et sur les qualités de l'équipement installé $E_t(I) = E_0(I)(1+\gamma)^t$, avec $\gamma < 0$ à cause de l'usure du matériel. La fonction de demande $I(p_I)$ est alors affectée négativement par toute hausse de l'intérêt i et du taux d'usure des équipements γ , et par tout ralentissement de la hausse du prix de l'énergie j .

$$\begin{aligned}\frac{\partial I}{\partial CEE} &= \frac{1}{K'} > 0, & \frac{\partial I}{\partial p} &= 0 \\ \frac{\partial p_I}{\partial CEE} &= \frac{pK''}{K'} < 0, & \frac{\partial p_I}{\partial p} &= K' > 0 \\ \frac{\partial p_K}{\partial CEE} &= -\frac{1}{K'^2} [(p + p_K)K'' - C''] > 0, & \frac{\partial p_K}{\partial p} &= 1 > 0\end{aligned}$$

Sur la première ligne, on voit que la contrainte sur les certificats $K(I) = CEE$ déconnecte complètement l'investissement en économies d'énergie de son ingrédient essentiel, le prix de l'énergie économisée p . Malgré une apparente décentralisation, ce système est donc un outil de planification centrale.

Sur la deuxième ligne, le prix des travaux d'économies d'énergie augmente avec le prix de l'énergie puisque *i*) la demande d'équipements augmente et *ii*) leur coût marginal est croissant. En revanche, il diminue quand le gouvernement devient plus exigeant en matière de certificats. En effet, comme on le voit sur la troisième ligne, l'artisan peut compenser cette baisse par des recettes accrues sur le marché des certificats ($\frac{\partial p_I}{\partial CEE} < 0, \frac{\partial p_K}{\partial CEE} > 0$). C'est le côté « vertueux » des CEE qui permet de consentir au consommateur des rabais sur les travaux. Enfin, comme cela était déjà visible dans la Figure 2, toute hausse du prix de l'énergie est répercutée à l'identique sur le prix des certificats.

On notera que le dispositif ouvre la voie à un *effet d'aubaine*, c'est-à-dire à un financement de travaux qui auraient été effectués de toutes façons. En effet, si on note $I(p_K = 0)$ la solution de $pK'(I) = C'(I)$, c'est à dire l'investissement qui prévaudrait sans la rémunération supplémentaire de l'artisan au travers de $p_K > 0$, l'incitation par le dispositif CEE ne devrait s'appliquer qu'aux travaux additionnels $I(p_K > 0) - I(p_K = 0)$ et non à la totalité $I(p_K > 0)$. C'est seulement si $K'(0^+) < C'(0^+)$ et donc $I(p_K = 0) = 0$ que l'aide à la totalité des travaux se justifie.

Considérons maintenant les gains du consommateur et de l'artisan. Si le gouvernement accroît sa demande de certificats, la variation du gain net (financier) du consommateur, en tenant compte de sa condition de premier ordre, est $\frac{d(pK(I) - p_I I)}{dCEE} = -I \frac{pK''}{K'}$ qui est positif. En ce qui concerne l'artisan, compte tenu de sa condition de premier ordre, on a $\frac{d(p_I I + p_K K(I) - C(I))}{dCEE} = I \frac{dp_I}{dCEE} + K \frac{dp_K}{dCEE}$. Le premier terme est négatif et le second est positif. En développant cette somme et en simplifiant par $K' > 0$, on voit qu'elle est du même signe que :

$$\left[\frac{I}{K'} (K' - \frac{K}{I}) p - \frac{K}{K'} p_K \right] K'' + \frac{K}{K'} C''$$

Comme la fonction $K(I)$ est concave, le terme entre crochets est négatif, donc l'ensemble est positif.

On en conclut que, a priori, l'augmentation de CEE ne pénalise ni le ménage ni l'artisan. Seul l'obligé doit trouver plus de certificats à un prix plus élevé. Que se passe-t-il s'il en répercute le coût sur le consommateur ?

3.4 Marché de l'énergie

Pour avoir un cadre analytique simple, nous avons supposé que le prix de détail p de l'énergie était exogène. En fait, il est affecté par les CEE de deux façons. D'abord parce que les CEE diminuent la demande d'énergie, donc tirent le prix à la baisse. De plus, si les fournisseurs d'énergie

intègrent le coût d'acquisition des certificats dans leurs coûts d'exploitation, leur fonction d'offre (de coût marginal) augmente ce qui pousse le prix de détail p à la hausse. Donc, en plus des fonctions $C(I)$ et $K(I)$ qui déterminent l'impact des CEE sur leur prix p_K , l'effet total d'une variation de CEE sur le prix de détail p dépend des élasticités relatives de l'offre et de la demande d'énergie. Comme la demande est très inélastique (Auray *et al.* [2019]) et l'offre est élastique hors périodes de pointe, l'effet le plus probable d'un resserrement de la politique des certificats ($\Delta CEE > 0$) avec transfert de coût est de pousser le prix de détail de l'énergie à la hausse car la courbe de demande, quasi verticale, se déplace vers la gauche et la courbe d'offre, quasi horizontale, se déplace vers le haut.

Outre les élasticités, un autre élément déterminant est le degré de concurrence qui règne sur le marché de détail (Crampes et Léautier [2021]; Giraudet *et al.* [2020]). Considérons l'extension suivante de l'équation (1): sachant que, avant réalisation des travaux permettant d'économiser $K(I)$, le ménage consommait la quantité d'énergie E_n , pour atténuer le coût des certificats le fournisseur obligé augmente le prix de détail de Δp . Si le consommateur anticipe cette augmentation de prix, les travaux lui permettent de réaliser le gain net

$$\tilde{V}(I) = (p + \Delta p)K(I) - p_I I - \Delta p E_n. \quad (5)$$

En effet, l'impact de la variation du prix est double : d'une part, les économies d'énergie ont plus de valeur dès lors que $\Delta p > 0$, et, d'autre part, l'énergie consommée est plus coûteuse. En soustrayant (1) de (5), nous obtenons

$$\tilde{V}(I) - V(I) = \Delta p \times (K(I) - E_n) \quad (6)$$

Or, avec des économies d'énergies représentant généralement moins de 50% de la consommation initiale, on a $K(I) < E_n$: comme on pouvait s'y attendre, la prise en compte de l'effet prix conduit à une réduction du bénéfice des consommateurs d'énergie. Cependant, la hausse $\Delta p > 0$ reste limitée. En effet, à cause d'une forte concurrence entre détaillants, ou à cause du contrôle du régulateur s'il s'agit d'un tarif régulé, l'obligé ne peut pas rendre le dispositif CEE strictement profitable. Sur le plan commercial, c'est-à-dire en omettant la baisse de coût due à la non-production de $K(I)$, le fournisseur est donc contraint par

$$B = \Delta p E_n - (p + p_K)K(I) \leq 0 \quad (7)$$

En utilisant cette relation, on peut écrire le gain net du consommateur d'énergie qui entreprend des travaux d'économies sous la forme

$$\tilde{V}(I) = \Delta p K(I) - p_I I - B - p_K K(I) \quad (8)$$

Si la concurrence est vive sur le marché de l'énergie, Δp est petit, voire nul, et donc $-B > 0$: dans ce cas le consommateur ne supporte que partiellement le coût de la politique de CEE. En revanche, si le fournisseur peut équilibrer ses comptes, par exemple si le vendeur est une entreprise dont le tarif est basé sur un cost-plus strict, on a $B = 0$, et le consommateur doit régler à la fois la facture de l'artisan $p_I I$ et l'obligation de certificats $p_K K(I)$. Comme nous l'avons évoqué dans la sous-section 3.2, à cause de la complexité des calculs à réaliser, le consommateur imparfaitement rationnel n'a pas conscience que $\Delta p > 0$. Le gain perçu n'est donc pas donné par (5) mais par (1). Mais quand on remonte au calcul du décideur public, comme nous allons le faire dans la Section 5, la variation du prix de l'énergie doit être prise en compte.

L'effet rebond (Charlier [2013] ; Orea *et al.* [2015]) dont il est souvent fait mention se produit quand la fonction d'offre d'énergie est croissante : une variation ΔCEE des certificats provoque un déplacement $-\Delta CEE$ de la fonction de demande d'énergie qui induit une baisse de son prix, et donc une baisse de la quantité d'équilibre moindre que ΔCEE . Pour les gros consommateurs d'énergie, on peut même envisager un effet revenu (d'enrichissement) dû à la baisse du prix de l'énergie qui déplace la demande en sens inverse de la réduction imposée par $-\Delta CEE$ et qui accentue l'effet rebond. Pour limiter l'effet rebond, si on ne prend en compte que l'objectif de réduction de la consommation sans se préoccuper des effets redistributifs, il faut donc encourager les vendeurs d'énergie à répercuter le prix des certificats sur le prix de vente de l'énergie.

4 INFORMATION TECHNIQUE ET CERTIFICATION

Comme nous l'avons évoqué à la section 1.2, les estimations d'économies d'énergie faites dans les prescriptions officielles sont très surévaluées. Les économies effectivement mesurées ex post sont bien en deçà des attentes du dispositif CEE. En plus des aspects macroéconomiques et politiques qui seront abordés dans la section 5, plusieurs raisons se cumulent pour arriver à ce résultat, en particulier les conflits d'intérêt et les asymétries d'information entre les trois piliers du système : consommateur, artisan et obligé, auxquels il faut ajouter les organismes de conception et de contrôle et le gouvernement lui-même qui gonfle les chiffres par des « opérations coup de pouce » (Glachant et Kahn [2021]). La plupart des économistes s'accordent pour considérer que la rénovation des bâtiments entre dans la catégorie des « biens de confiance » (credence goods), c'est-à-dire des biens dont la pleine qualité ne peut jamais être totalement révélée, ni par l'observation ni par la consommation. (Giraudet [2018], Lanz et Reins [2021]).

Nous allons examiner successivement le pouvoir de négociation de l'artisan face au consommateur d'énergie, les biais informationnels inhérents au système de certification, et la difficile distinction entre l'antisélection et le hasard moral pour expliquer la mauvaise qualité des travaux réalisés.

4.1 Pouvoir de négociation

La complexité du dispositif des CEE ouvre de nombreuses failles qui permettent à des agents opportunistes de capter une partie des revenus de l'activité. Pour avoir un ordre de grandeur des sommes en jeu, si on prend un prix du MWhc de l'ordre de 8 euros (moyenne pour l'année 2020 dans le registre [EMMY](#)), les 2500 TWhc de la période 2022-2025 représentent 20 milliards d'euros à financer par les grands fournisseurs d'énergie.

Un premier détournement du dispositif peut être la présentation de dossiers fictifs par des délégataires pour bénéficier de CEE sans avoir effectué les travaux correspondants. Dans son rapport sur le blanchiment de capitaux publié mi-décembre 2017, [Tracfin](#) indique avoir observé une augmentation significative du nombre de dossiers de ce type²¹. Ce genre de fraude suppose une

²¹ « La cellule du ministère de l'Economie estime que le dispositif des CEE s'apparente à un mécanisme par lequel les grands groupes de l'énergie français sont amenés à financer des réseaux criminels transnationaux ». Les Echos, 29 décembre 2017. Dans le rapport 2017-2018 de Tracfin, on peut trouver l'analyse d'un cas de fraude aux CEE via les chaînes de sous-traitants utilisés par les sociétés délégataires (https://www.economie.gouv.fr/files/TRACFIN_Rapport_Analyse_2017_2018_Web.pdf) et dans le rapport 2020 ([maquette-ra-tracfin-2021-v5-sans-tab-137 \(economie.gouv.fr\)](#)) celle d'un cas d'abus de biens sociaux.

certaine taille, donc une organisation qui ne passe pas totalement inaperçue. Les obligés peuvent la limiter en n'achetant que des certificats dont on peut suivre la trace jusqu'à des entreprises reconnues du secteur de la rénovation énergétique.

En dehors de ces fraudes à grande échelle, les CEE offrent d'autres possibilités de moindre importance mais qui, multipliées, réduisent la rentabilité du dispositif. Par exemple, en concurrence imparfaite les détaillants obligés possèdent une information privée sur les courbes de charge de leurs clients et, au lieu de réduire la consommation d'énergie en minimisant le coût de leurs investissements, ils peuvent avoir intérêt à cibler leurs clients les plus élastiques et accroître leur prix de vente, ou cibler les clients de leurs concurrents ce qui permet de ne pas réduire la demande qu'ils servent (Giraudet et al. 2020).

Un autre biais est celui de la position dominante des artisans dans leur relation avec les ménages. On peut penser que, pour les concepteurs du système, la situation suivante n'est pas possible : $p_I I + p_K K(I) - C(I) > 0$, i.e. l'artisan a intérêt à réaliser les travaux, et pourtant $p_K K(I) - C(I) < 0$, i.e. ils ne sont pas rentables si l'on se place du point de vue du consommateur. En effet, une condition nécessaire pour que cette situation se produise est $p_K K(I) < p_I I + p_K K(I)$, et donc $(p - p_K) < \frac{p_I I}{K(I)}$, i.e. il faudrait que le prix unitaire du kWh facturé au consommateur soit supérieur à l'écart entre prix de l'énergie et prix des CEE. Cela est a priori peu probable car le prix de l'énergie payé par le consommateur est beaucoup plus élevé que les valeurs observées des CEE et celles-ci sont plafonnées par la pénalité libératoire. Mais cette vertu du système repose sur l'hypothèse d'une bonne connaissance des conditions techniques de l'opération par le consommateur. Or, si l'efficacité réelle de l'investissement \tilde{K} est beaucoup plus faible que celle que le consommateur pense avoir acquise $K(I)$, le véritable coût unitaire facturé par l'artisan $p_I I / \tilde{K}$ peut être suffisamment élevé pour que l'acheteur se retrouve avec une « amélioration » non rentable de son habitat. Ce type d'abus de pouvoir de négociation est d'autant plus probable que le consommateur d'énergie manque de connaissances techniques pour évaluer les gains d'une opération de rénovation²².

Notons cependant que le dispositif ne concerne pas que les ménages. Les industriels qui engagent des dépenses d'économies d'énergie sont mieux à même techniquement et financièrement de négocier avec les entreprises qui réalisent les travaux. Cela explique le « *très fort satisfecit des industriels quant à l'utilisation du dispositif CEE* » (ADEME [2020]).

4.2 Les biais informationnels de la certification

Le modèle de la section 3 repose sur plusieurs hypothèses informationnelles très fortes :

- i) le consommateur est capable de calculer sa demande de rénovation énergétique, ce qui exige qu'il calcule les économies E_t , la durée de vie des matériels T , et le taux auquel faire l'actualisation i pour en déduire les kilowattheures cumac et présenter à l'artisan une demande I qui lui fera économiser $K(I)$;
- ii) l'artisan est compétent pour répondre à la sollicitation I du ménage au coût $C(I)$ et calculer K qui sera vendu à l'obligé au prix p_K ; la facture $p_I I$ présentée ne contient que des rentes infra-marginales dues à la convexité de $C(I)$ et pas de rente de situation imputable à un pouvoir de marché ;

²² Le rapport 2020 de la DGCCRF donne quelques exemples de pratiques commerciales trompeuses dans le domaine des travaux d'économie d'énergie et, plus spécifiquement concernant les CEE (pages 48 et 49).

- iii) l'obligé peut vérifier que les certificats acquis sont le reflet de vrais travaux d'économies d'énergie et lui permettront de se libérer de son obligation vis-à-vis de l'autorité en charge du contrôle ;
- iv) l'autorité de régulation sait faire le lien entre les kWhc extraits des travaux, les certificats présentés par les obligés et les exigences qu'elle a fixées en déterminant la cible CEE.

Sur les points iii) et iv), on notera que le Ministère de la transition écologique est régulièrement amené à appliquer l'article L. 222-2 du code de l'énergie pour prononcer à l'encontre de certains obligés l'annulation de volumes de kWh cumac de CEE et des sanctions pécuniaires²³.

En ce qui concerne le point i), si les travaux à réaliser sont standardisés (c'est le cas de 90% des certificats) le consommateur peut se référer aux quelques 200 fiches figurant dans le catalogue d'opérations élémentaires²⁴, sous réserve qu'il en comprenne le sens. Chaque fiche donne un montant forfaitaire en kWhc sensé refléter les économies d'énergie obtenue comme différence entre la solution retenue et une situation de référence²⁵. Pour les actions standardisées, les économies d'énergie sont donc certifiées sur la base de calculs *ex ante* et non de mesures *ex post*. Les fiches sont élaborées par le Pôle National CEE (PNCEE)²⁶, l'ADEME et l'Association Technique Énergie et Environnement ([ATEE](#)), ce qui nous renvoie au point iv).

Avant examen, relecture et adoption, la rédaction des fiches est confiée à des professionnels spécialistes du secteur. On est donc face à un problème de conflit d'intérêts et d'asymétrie d'information entre les professionnels et l'administration. Il est demandé que la fiche ne concerne pas des matériels pour lesquels le marché français n'aurait qu'un seul fournisseur et qu'elle ne privilégie aucune marque d'équipement ou activité économique. Mais le dispositif confie la conception d'une partie du mécanisme de régulation aux représentants de ceux qui vont en tirer profit. Compte tenu de la technicité des opérations à réaliser, il est difficile de ne pas passer par des professionnels, mais la rationalité économique voudrait que les rédacteurs des fiches ne représentent que des intérêts publics, donc qu'ils soient employés de l'Etat ou membres d'une commission de régulation indépendante.

²³ [Légifrance - Publications officielles - Journal officiel - JORF n° 0192 du 19/08/2021 \(legifrance.gouv.fr\)](#)

²⁴ Par exemple BAR-EN-104 : « Fenêtre ou porte-fenêtre complète avec vitrage isolant ». Le montant en kWhc par fenêtre ou porte-fenêtre varie selon la zone climatique et l'énergie de chauffage. Ainsi pour la zone H1 (où les températures hivernales sont les plus basses) et un chauffage à l'électricité, les économies d'énergie sont estimées à 5200 kWhc pour une durée conventionnelle de 24 ans.

²⁵ La situation de référence peut être la performance moyenne des équipements disponibles sur le marché ou, pour plus d'exigence, la performance fixée par norme réglementaire. Notons qu'il existe aussi des dispositifs « Coup de pouce » qui accordent une bonification, des CEE supplémentaires, pour certaines opérations standardisées. Par exemple, un équipement de chauffage performant peut recevoir jusqu'à six fois plus de certificats que la valorisation énergétique figurant dans la fiche (Glachant et Kahn [2021]).

²⁶ Le Pôle National CEE (PNCEE) est rattaché à la Direction Générale de l'énergie et du climat (DGEC). Il est chargé d'instruire les dossiers de demande de CEE, de procéder aux contrôles et de sanctionner les infractions. Un comité de pilotage des CEE présidé par la DGEC est composé de représentants des services de l'Etat, des obligés, des collectivités territoriales, des bailleurs sociaux, des ONG environnementales et des associations de consommateurs. Il diffuse des informations et des statistiques sur le dispositif des CEE, ses bénéficiaires, ses coûts et ses évolutions ; <https://www.ecologie.gouv.fr/comites-pilotage-lettres-dinformation-et-statistiques-du-dispositif-des-certificats-deconomies>

Pour les opérations non standardisées (dites ‘spécifiques’), l’ADEME propose un guide de la procédure particulière à suivre (ADEME-ATEE [2016]) et un calculateur en ligne des CEE valorisables²⁷.

4.3 Artisans et équipementiers

Le dispositif donne un rôle pivot aux artisans et équipementiers. Ces professionnels sont à la fois prescripteurs et maîtres d’ouvrage, ce qui, grâce aux informations techniques dont ils disposent et/ou dont les ménages les créditent, leur permet non seulement de capter une partie de la rente créée par les travaux entrepris (ADEME [2019]), mais aussi de recommander des opérations inefficaces. Dans la suite de cette sous-section, nous passons en revue les biais informationnels dont l’artisan peut tirer profit.

4.3.1 Risque moral

Les travaux d’économies d’énergie ne sont pas décidés en passant par une transaction sur un marché spot. Ils résultent de discussions de gré à gré entre les consommateurs d’une part et, d’autre part, des professionnels, artisans et équipementiers. Sauf à demander plusieurs devis et savoir les comparer, le consommateur se retrouve en négociation bilatérale face à un prescripteur/fournisseur, que nous appellerons artisan dans ce qui suit. L’artisan est en position de force face au consommateur qui ne connaît ni la technologie $K(I)$, ni le coût $C(I)$. Il a donc une incitation à « vendre » plus d’effort que celui qu’il exécutera réellement et à s’approprier une grande partie de la rente créée par l’installation.

Supposons que le consommateur connaisse la technologie $K(I)$, mais ne puisse pas vérifier les travaux réalisés. On notera I les travaux contractualisés et \hat{I} le montant effectivement réalisé. Le consommateur ne peut pas vérifier qu’il n’a obtenu que $K(\hat{I})$ alors qu’il pense avoir acheté $K(I)$ parce que le service vendu se répartit sur les 15 ou 20 années à venir et que le gain qu’il en attend est très dépendant de l’évolution future du prix de l’électricité et de l’usure des équipements installés.

Par son pouvoir de négociation le professionnel peut empocher l’essentiel de la rente du consommateur en lui faisant signer un contrat pour des travaux I à un prix $p_I = \frac{\alpha p K(I)}{I}$ où α ($0 < \alpha \leq 1$) est un index du pouvoir de négociation/persuasion de l’artisan. Le consommateur pense faire un gain net $(1 - \alpha)pK(I) \geq 0$ et le profit de l’artisan est $(\alpha p + p_K)K(I) - C(\hat{I})$. Face à un consommateur crédule et sans un contrôle extérieur, on voit que l’artisan a intérêt à contractualiser des travaux I démesurés quitte à les facturer pour 1€ symbolique, et à réaliser des travaux \hat{I} juste suffisants pour donner le change à son client. Il est donc nécessaire d’introduire un contrôleur externe²⁸ capable de mesurer, sinon l’écart $K(I) - K(\hat{I})$, du moins $I - \hat{I}$. Dans un système contrôlé,

²⁷ <http://calculateur-cee.ademe.fr>

²⁸ Extrait de DGEC [2019], p. 49 et 50 : « Plus de 450 contrôles lancés depuis le 1er janvier 2015 ; contrôles ciblés : 60 % des contrôles terminés non conformes, 56 sanctions prononcées (Annulations cumulées de 1,4TWhc ; sanctions pécuniaires cumulées de près de 12 M€) ; effets des contrôles hors sanctions (actions de vérifications par les demandeurs suites aux contrôles, pour mise en conformité des opérations hors échantillon de contrôle, refus de délivrance ou classement sans suite) : retrait de près de 10 TWhc ; recrutement en 2019 de 5 ETP supplémentaires au Pôle National CEE, portant leur nombre à 21 ; lancement en 2019 d’une commande publique pour 1 M€ par an dédié à la réalisation de contrôles sur site par des organismes de tierce partie, 3000 opérations visées ; amélioration en cours des applications informatiques pour optimiser et accélérer les procédures d’instruction et de contrôle ». Voir aussi <https://www.senat.fr/questions/base/2021/qSEQ210321706.html>

le gain de l'artisan est $\pi(I, \hat{I}) = (\alpha p + p_K)K(I) - C(\hat{I}) - \beta g(I - \hat{I})$ où $g(I - \hat{I})$ est une fonction croissante et convexe représentant la pénalité infligée à l'artisan s'il apparaît que $I > \hat{I}$, et β est la probabilité qu'il y ait un contrôle. Compte tenu de ce coût potentiel supplémentaire, l'artisan choisit I et \hat{I} tels que

$$(\alpha p + p_K)K'(I) = \beta g'(I - \hat{I}) = C'(\hat{I})$$

Comme on peut le voir sur la Figure 3, plus la fonction de pénalité $g(\cdot)$ est convexe et la probabilité β élevée, plus I est petit et \hat{I} est grand, les deux se rapprochant de I^* pour laquelle les travaux réalisés sont bien les travaux contractualisés. On peut renforcer l'incitation à proposer un contrat honnête $(I - \hat{I}) \rightarrow 0$ en décidant des contrôles plus fréquents quand les demandes de certificats augmentent, c'est-à-dire avec une fonction $\beta(K)$ croissant en K .

insérer ici Figure 3 : Contrat de travaux d'économies d'énergie

Dans l'ensemble, l'analyse en termes d'information biaisée et de pouvoir de négociation des professionnels va dans le même sens que l'une des conclusions du rapport de Gazeau *et al.* [2014]: « *(Les CEE sont) un programme de rentabilité faible pour les particuliers, réalisant un transfert financier des énergéticiens vers les équipementiers et les artisans* ». Si on y ajoute que les énergéticiens obligés récupèrent le coût des certificats sur les consommateurs, il s'agit en fait d'un transfert financier des consommateurs vers les équipementiers et les artisans.

Le problème de hasard moral posé par l'opportunisme de l'artisan ne saurait être totalement résolu par des contrôles ex post car, lorsque l'observation $K(\hat{I})$ diffère de la valeur standardisée $K(I)$, l'écart n'est pas nécessairement attribuable à un choix volontaire de l'artisan. Il peut aussi résulter d'un comportement opportuniste ou inadapté, selon les cas, du bénéficiaire des installations. Un ménage mieux équipé peut rationnellement décider d'améliorer son confort en ne réduisant pas sa consommation, voire en l'augmentant. Par ailleurs, l'économie comportementale (Kahneman *et al.* [1990]) montre à quel point les agents privés se comportent d'une façon peu conforme aux principes de l'économie normative dès lors qu'ils ont la jouissance d'un bien, qu'il s'agisse de propriété ou de location. C'est le cas en particulier dans les logements : surchauffage, ouverture incohérente des portes et fenêtres, éclairage permanent, etc. Dans une étude sur le chauffage domestique chez 563 000 ménages hollandais, l'effet rebond mesuré est de 26,7% parmi les propriétaires et de 41,3% parmi les locataires (Aydin [2017]). Dans les pays démocratiques, ces biais comportementaux individuels échappent à tout contrôle public²⁹. Les obligés peuvent toutefois chercher à les limiter par des politiques de formation et de conseils moins coûteuses que des travaux techniquement complexes (Zivin et Novan [2016]).

²⁹ La section 4 de Gerarden *et al.* [2017] propose une revue de la littérature sur les biais comportementaux dans le domaine des économies d'énergie.

4.3.2 Sélection adverse et labellisation

Quand les écarts observés sont attribuables à l'artisan, ils ne sont pas nécessairement volontaires. Il peut aussi s'agir d'un problème de sélection adverse, c'est-à-dire d'un manque de compétence de l'exécutant. Ce biais est, ou du moins devrait être, résolu avec l'utilisation du label « Reconnu Garant de l'Environnement » (RGE) délivré aux artisans et installateurs sur la base d'un dossier et d'une formation pour acquérir les compétences exigées pour les nouveaux équipements performants de chauffage, eau chaude sanitaire, isolation, pompes à chaleur, etc. Le label est délivré pour 4 ans par un organisme indépendant accrédité par le gouvernement³⁰. L'accréditation de ces associations professionnelles et les processus de délivrance du label posent des problèmes de transparence et de concurrence qui ne sont pas entièrement résolus (Belin et Lefort [2017]). En mai 2021 le Ministère de la Transition écologique a déposé auprès de l'Institut National de la Propriété Industrielle la marque collective CEE qui soumet les obligés, les éligibles et les entreprises à une Charte d'utilisation et une Charte graphique pour améliorer la communication autour du dispositif.

La qualité des évaluations ex ante est aussi sujette à caution. Dans leur décomposition de l'écart entre économies prévues et économies réalisées dans l'Illinois, Christensen *et al.* [2020] estiment à 41% la part attribuable aux modèles techniques trop optimistes, notamment pour l'isolation des murs.

A noter enfin que d'autres causes, non spécifiques au dispositif des CEE, peuvent contribuer à l'écart entre promesses et réalisation. Par exemple, Giraudet *et al.* [2018] montrent que, sur le marché américain de la rénovation, les économies d'énergie sont significativement plus faibles quand les travaux sont réalisés un vendredi, la productivité des ouvriers étant plus faible que les autres jours. L'effet vendredi à lui seul expliquerait 65% de l'écart entre les économies d'énergie prévues et réalisées. Avec un biais d'une telle ampleur, il n'est pas sûr qu'il faille classer la contreperformance dans la catégorie du hasard moral (c'est un problème de motivation qu'une rémunération supplémentaire peut résoudre) plutôt que dans celle de la sélection adverse (l'ouvrier ne peut rien contre son état de fatigue).

5 AVANTAGES MACROECONOMIQUES ET POLITIQUES DES CEE

L'analyse microéconomique des CEE nous a permis de mettre en lumière les faiblesses informationnelles et organisationnelles du dispositif, faiblesses dont les conséquences ont été mesurées par les économètres. Compte tenu des mauvaises performances observées, il est légitime de se demander pourquoi les pouvoirs publics encouragent les travaux d'économie d'énergie, en particulier en recourant au mécanisme des certificats blancs.

Si l'on veut s'en tenir aux outils microéconomiques, le souhait des pouvoirs publics de faire réaliser par les consommateurs des travaux d'économie d'énergie plus importants que ceux que leur dicte leur intérêt privé peut s'expliquer par la prise en compte des intérêts des artisans et des obligés. Mais cet élargissement est insuffisant pour expliquer le succès politique de ce dispositif. L'interventionnisme économique peut s'expliquer par d'autres raisons, non exclusives, allant de l'électorisme (Congleton [2004]) au paternalisme (Saint-Paul [2012]) en passant par toutes les politiques visant à corriger des inégalités, à produire des biens publics ou à contrôler la production

³⁰ On en trouve la liste sur le site de l'ADEME : <https://www.ademe.fr/entreprises-monde-agricole/labels-certifications/entreprises-batiment/dossier/devenir-professionnel-reconnu-garant-lenvironnement-rge/>

d'externalités (politiques environnementale, fiscale, industrielle, sociale, etc.). Le succès politique du dispositif des Certificats d'Economie d'Énergie s'explique surtout par le fait que, pour les décideurs publics, ses gains nets ne se comptabilisent pas seulement en termes financiers et environnementaux mais aussi en termes d'emploi et d'aménagement du territoire, avec l'avantage d'échapper aux contraintes d'un financement par la fiscalité.

Dans la sous-section 5.1 nous montrons comment on peut intégrer au modèle de la section 3 divers coûts cachés et bénéfices connexes pour augmenter la profitabilité sociale des CEE. Ensuite, nous discutons certains de ces coûts et bénéfices : information imparfaite du personnel politique (5.2), acceptabilité sociale des mesures (5.3), effets macroéconomiques en termes d'emploi et d'aménagement du territoire (5.4) et lutte contre la précarité énergétique (5.5).

5.1 Elargissement des gains du dispositif des CEE

Dans la tradition utilitariste, l'intervention publique est expliquée par la prise en compte des intérêts de toutes les parties prenantes et non d'une catégorie limitée de décideurs. Dans le cadre de notre modélisation, il s'agit d'ajouter au gain du bénéficiaire des travaux donné par la fonction (5) celui de l'artisan donné par la fonction (2) et celui du fournisseur obligé donné par (7). Mais compte tenu des déclarations des responsables politiques, il nous paraît nécessaire d'intégrer aussi des bénéfices collatéraux, macroéconomiques et/ou politiques, que nous représenterons par la fonction $G(\mathbf{x})$, où $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_j, \dots, x_n)$ est un vecteur d'indicateurs de performance tels que le niveau d'emploi ($\frac{\partial G(\mathbf{x})}{\partial x_j} > 0$) ou les importations ($\frac{\partial G(\mathbf{x})}{\partial x_j} < 0$).

L'objectif des pouvoirs publics est alors de maximiser

$$W = \tilde{V} + \pi + B + G(\mathbf{x}) \text{ sous la contrainte } B \leq 0. \quad (9)$$

En notant $\lambda \geq 0$ le multiplicateur de la contrainte de non-profitabilité, le Lagrangien de ce problème est donc

$$L = \Delta p K(I) - C(I) + G(\mathbf{x}) - \lambda [\Delta p E_n - (p + p_K)K(I)] \quad (10)$$

où p et E_n sont des données historiques et p_K est déterminé par l'équilibre sur le marché des certificats.

Les deux variables de décision sont le volume des travaux I (ou, indifféremment en information parfaite, le nombre de certificats à produire $K(I) = CEE$) et la variation du prix de l'énergie Δp .

Les conditions de premier ordre donnent

$$\frac{\partial L}{\partial I} = [\Delta p + \lambda(p + p_K)]K'(I) + \lambda \frac{\partial p_K}{\partial I} K(I) + g_I - C'(I) = 0 \quad (11)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \Delta p} = K(I) - \lambda E_n + g_{\Delta p} = 0 \quad (12)$$

avec $g_I = \frac{\partial G(\mathbf{x})}{\partial \mathbf{x}} \frac{\partial \mathbf{x}}{\partial I}$ et $g_{\Delta p} = \frac{\partial G(\mathbf{x})}{\partial \mathbf{x}} \frac{\partial \mathbf{x}}{\partial \Delta p}$, où $\frac{\partial G(\mathbf{x})}{\partial \mathbf{x}}$ est un vecteur ligne et $\frac{\partial \mathbf{x}}{\partial I}$ et $\frac{\partial \mathbf{x}}{\partial \Delta p}$ sont des vecteurs colonnes.

On notera d'abord que si le terme $g_{\Delta p}$ est positif, ou s'il est négatif mais pas trop grand en valeur absolue, alors d'après (12) $\lambda > 0$ et $B = 0$ par les conditions d'écart complémentaires $\lambda \geq 0, B \leq 0, \lambda B = 0$. Donc il faut augmenter le prix de l'énergie d'un montant $\Delta p = (p + p_K) \frac{K(I)}{E_n}$. En d'autres termes, dès lors que les intérêts du fournisseur obligé sont pris en compte, si la hausse du prix de l'énergie n'a pas d'effets trop négatifs pour la politique gouvernementale (effets mesurés par $g_{\Delta p}$), alors le transfert du coût des obligations vers le consommateur d'énergie est plus qu'une

opportunité stratégique pour l'obligé ; c'est une décision optimale au second rang. En revanche, si la hausse du prix de l'énergie a des effets très négatifs ($g_{\Delta p}$ négatif et grand en valeur absolue), alors $B < 0$ et $\lambda = 0$, et les conditions de l'optimum contraint s'écrivent

$$\Delta p K'(I) + g_I - C'(I) = 0 \quad (11_a)$$

$$K(I) + g_{\Delta p} = 0 \quad (12_a)$$

Les deux équations doivent être résolues simultanément mais la condition (12_a) indique clairement que le choix du volume d'économies d'énergie à réaliser est essentiellement déterminé par ses répercussions sur le prix de l'énergie et non par des préoccupations environnementales.

En réalité, les documents officiels ne font pas apparaître que les effets d'une variation Δp imputable aux CEE soit un sujet d'inquiétude pour les pouvoirs publics. Ils sont plus préoccupés par les hausses de prix provoquées par les tensions sur le marché du gaz naturel et le marché des quotas d'émission de CO₂. On peut donc raisonnablement poser que $g_{\Delta p} \equiv 0$. Reportons alors dans (11) les valeurs $\lambda = \frac{K(I)}{E_n} > 0$ tirée de (12) et $\Delta p = (p + p_K) \frac{K(I)}{E_n}$ tirée de $B = 0$. On obtient ainsi

$$2 \frac{K(I)}{E_n} (p + p_K) K'(I) + \frac{K(I)^2}{E_n} \frac{\partial p_K}{\partial I} + g_I = C'(I) \quad (13)$$

En comparant (13) avec l'équation (3) qui caractérise le choix du consommateur face à l'artisan, on voit que les gains publics tirés des travaux d'économies d'énergie sont renforcés de trois façons :

- ° d'abord, ils sont majorés par le terme $\frac{K(I)^2}{E_n} \frac{\partial p_K}{\partial I} > 0$ (voir supra, sous-section 3.3) qui représente l'accroissement de gain de l'artisan grâce à l'augmentation du prix des certificats ;

- ° deuxièmement, si les économies prévues sont substantielles, plus précisément si $2K(I) > E_n$, l'augmentation du prix de l'énergie destinée à couvrir le coût du dispositif pour l'obligé vient renforcer le gain marginal des travaux pour le consommateur.

Ce double renforcement pousse les pouvoirs publics à susciter des économies d'énergie plus importantes que celles qui seraient décidées dans une relation bilatérale entre consommateur d'énergie et artisan. Cependant, la lecture des attendus des textes officiels et des déclarations des responsables politiques montre que le troisième terme du côté gauche de (13) est un moteur essentiel du dispositif. Le reste de la section analyse les principales composantes de $g_I = \frac{\partial G(x)}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial I} > 0$

5.2 Information imparfaite du personnel politique

Un premier élément à ne pas négliger est que le personnel politique, au niveau national et au niveau européen, n'est pas informé des analyses économiques les plus récentes sur les défauts du dispositif des CEE tels que mis en lumière dans les sections 2 à 4. En revanche, les analyses préparées par certains cabinets de consultants, par exemple la courbe d'abattement développée par McKinsey and Company³¹, sont diffusées et partagées plus largement que ne le sont les publications académiques. Or ces analyses ignorent l'impact des biais informationnels soulignés dans la section 4 et présentent la rénovation thermique des bâtiments comme un dispositif '*gagnant-gagnant*' par lequel les consommateurs réduisent leur facture d'énergie en même temps que la société diminue ses émissions de CO₂. De la même façon, certaines publications de la Commission européenne (European Commission [2016b]) vantent les mérites de mesures d'efficacité énergétique qui se feraient dans de nombreux cas '*à coût négatif*'.

³¹ McKinsey and Company [2009], "Pathways to a low-carbon economy. Version 2 of the global greenhouse gas abatement cost curve", <https://www.cbd.int/financial/doc/Pathwaystoalowcarboneyconomy.pdf>

Il faut aussi prendre en compte le fait que la rénovation thermique des bâtiments est un sujet technique, probablement moins urgent pour le personnel politique que la lutte contre le chômage, l'insécurité, ou la pandémie de Covid-19. Il ne faut donc pas exclure que les responsables publics consacrent peu de temps et d'effort à comprendre les études techniques et arbitrer entre les points de vue des experts. Malgré les rapports produits par l'administration, certains très critiques³², le manque d'information du personnel politique fait donc partie des éléments explicatifs : certains des indicateurs pour lesquels $\frac{\partial G(x)}{\partial x_j} < 0$, par exemple l'importation d'équipements³³, ne sont pas pris en compte.

5.3 Perception positive et perception négative des politiques publiques

La sensibilité des responsables politiques aux courants qui traversent l'opinion publique est un second volet à prendre en compte. Une part de leur évaluation des mesures de politique économique à prendre dépend de la façon dont ils pensent qu'elles seront perçues. Pour assurer le succès de mesures prises dans l'intérêt général, mais aussi dans une optique de réélection, les responsables cherchent toujours à présenter de façon positive leurs mesures interventionnistes. Pour reprendre l'expression d'une Ministre de l'environnement, « *La fiscalité écologique ne doit pas être quelque chose qui punit mais quelque chose qui incite* ». L'exercice consiste à exploiter la rationalité limitée des consommateurs individuels qui les oblige à fractionner leurs prises de décision. Beaucoup oublient la nécessité de payer, d'une façon ou d'une autre, le coût des mesures incitatives.

L'économie normative montre que le meilleur traitement des externalités est de leur donner un prix (Pigou [1920]). La question des émissions de gaz à effet de serre peut donc être traitée par la fixation d'une taxe carbone (Nordhaus [1993]). Mais puisque, pour les responsables politiques, l'écologie doit être gratifiante et non punitive, éviter la taxe, trop visible, est une priorité. Ils préfèrent donc des solutions détournées plus coûteuses en termes de rejets évités, telles que les économies d'énergie (financées par certificats), les énergies renouvelables (financées par une contribution au service public de l'énergie), ou encore les véhicules électriques et le stockage de l'hydrogène (financés à partir de primes et de subventions à la R&D).

Les manifestations de bonnets rouges et gilets jaunes montrent la sensibilité politique de la mise en œuvre d'un prix du CO₂ : il semble difficile à un candidat inscrivant la taxe carbone dans son programme électoral d'être élu et, s'il l'est, de pouvoir la faire appliquer. Les CEE, et à travers eux la rénovation des bâtiments, ont la double qualité de ne pas être une taxe³⁴ et d'être une obligation imposée aux vendeurs d'énergie, même si in fine ce sont les consommateurs qui sont facturés (voir les sous-sections 3.4 et 5.1). La rénovation est donc plébiscitée par les citoyens ([Convention](#)

³² Nous avons déjà cité CGEDD, IGF et CGEIET [2020]. On notera aussi que la Lettre d'information "Certificats d'économies d'énergie" de juillet 2021 invite les obligés à déposer des dossiers regroupant plusieurs opérations afin d'augmenter le volume de certificats par dossier et ainsi faire baisser le coût de traitement administratif du GWhc par le PNCEE. Ce coût n'est généralement pas pris en compte dans l'évaluation de la performance des CEE.

³³ Les rénovations permettent des économies sur l'énergie de chauffage du parc résidentiel mais exigent des équipements (tels que chaudières et matériaux isolants) qui, pour moitié, sont des produits d'importation (Gazeau *et al.* [2014]).

³⁴ On peut lire à la page 20 de CGEDD, IGF et CGEIET [2020] « ... *tout se passe comme si les CEE étaient considérés par la puissance publique comme un outil permettant de financer certaines politiques publiques autrement que par des crédits budgétaires* »

[Citoyenne pour le Climat](#)). Cette acceptabilité sociale est probablement la principale source des choix politiques en faveur des CEE : si x_j représente la probabilité d'être réélu, $\frac{\partial G(x)}{\partial x_j} > 0$ et $\frac{\partial x_j}{\partial I} > 0$.

En plus de se substituer partiellement à une taxe carbone, le dispositif des CEE permet de déjouer certains pièges des politiques publiques :

- ° ce n'est pas une aide d'Etat, donc il ne nécessite pas un accord de la Commission européenne (Crampes et Léautier [2021]) ;
- ° il n'a pas d'impact sur les finances publiques, en particulier le niveau de dette de l'Etat ;
- ° ce n'est pas une taxe (même si économiquement il en partage de nombreuses caractéristiques), donc il n'alourdit pas le niveau d'imposition moyen des Français, tel que calculé et rapporté par les organismes officiels ;
- ° on peut en faire une interprétation large pour y intégrer des mesures qu'il aurait fallu financer par des taxes³⁵.

5.4 Aide aux territoires et emploi

Les travaux de rénovation énergétique ont deux avantages socio-économiques non pris en compte dans les calculs individuels de rentabilité mais auxquels les élus, notamment les élus locaux, sont très sensibles : ils nécessitent beaucoup de main d'œuvre et ils maintiennent une activité dans des zones en voie de désertification économique.

Pour Miguel Arias Cañete, la rénovation et l'amélioration de l'habitat créent deux fois plus de valeur que la construction de nouveaux immeubles. (European Commission [2016a]). L'argument de l'ancien Commissaire à l'Energie et au Climat met en lumière l'écart entre le point de vue d'un responsable politique et le calcul économique sectoriel. En effet, la valeur ajoutée par les entreprises du secteur est composée pour plus de 60% par la rémunération des salariés. Donc, si la rénovation a une valeur ajoutée supérieure à la construction, c'est surtout parce qu'elle coûte plus en main d'œuvre, un défaut quand on veut être efficient, une qualité quand on veut soutenir l'emploi (European Commission [2016b]). Les publications officielles mettent toujours en avant les créations d'emploi imputables à l'économie verte³⁶. Le bâtiment n'est pas encore classé dans la catégorie des métiers verts mais dans celle des métiers qui *verdissent*³⁷. Il n'est donc pas étonnant d'entendre Fatih Birol (Directeur exécutif de l'Agence Internationale de l'Energie) mettre en avant le fait que l'efficacité énergétique est une « machine à créer des emplois » (IEA [2020b]). Pour ces responsables, la relance des opérations d'efficacité énergétique doit être considérée comme une priorité pour sortir de la crise du Covid 19 (IEA [2020a]).

³⁵ On peut lire à la page 1 de CGEDD, IGF et CGEJET [2020] : « *Il y a détournement du dispositif au profit d'objectifs nouveaux ou connexes que les pouvoirs publics ne savent pas financer par ailleurs. De ce point de vue, le dispositif est largement devenu un outil de financement extrabudgétaire pour financer par exemple des bornes de recharge électrique ou des abris pour les vélos.* » Dans le même sens, un arrêté (à l'état de projet en janvier 2022) doit créer un nouveau programme CEE sur les stationnements vélo sécurisés et élargir la zone géographique d'un programme de livraison de colis à vélo ; voir [Projet Arrêté programmes CEE Colis Activ Alveole+.pdf \(ecologie.gouv.fr\)](#) et [Rapport de présentation, pour le Conseil supérieur de l'énergie du 28 novembre 2017, du projet d'arrêté portant reconduction des programmes « Toits d'abord » et « SMEn » dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie \(ecologie.gouv.fr\)](#).

³⁶ Notons que les chiffres mis en avant sont les créations brutes, i.e. sans tenir compte des destructions provoquées par ailleurs, <https://energythaas.wordpress.com/2015/02/17/the-job-creation-shuffle/>. Perrier et Quirion [2017] montrent sur données françaises que la transition énergétique implique des déplacements interbranches de demande finale qui favorisent des branches présentant un contenu en emploi plus élevé.

³⁷ Observatoire national des emplois et métiers de l'économie verte [2020].

Il est vrai que dans l'Union européenne le secteur de la construction emploie 18 millions de personnes et représente 9% du Produit Intérieur Brut. Mais, il y a plus intéressant pour les responsables politiques : les PME contribuent pour 70% à la valeur ajoutée du secteur du bâtiment. De fait, la construction se caractérise par un grand nombre d'unités de petite taille : en France, 96 % des entreprises ont moins de 10 salariés ; elles réalisent 40 % du chiffre d'affaires et de la valeur ajoutée du secteur. La plupart des opérations de rénovation sont réalisés par ces petites entreprises. Selon l'ADEME [2019], l'impact du dispositif CEE est estimé à environ 3 000 emploi/an directement créés ou maintenus grâce au dispositif de production³⁸ et environ 17 000 emplois/an en emplois indirects créés ou maintenus (filière installateurs).

Les travaux de rénovation sont presque toujours des opérations parcellaires alors que, pour beaucoup de logements vétustes, une rénovation globale s'imposerait³⁹, parfois même il serait plus efficace de les détruire et de les remplacer par une construction neuve réalisée avec des matériaux performants et dans le respect des règles thermiques actuelles⁴⁰. Mais la multiplication des petits chantiers permet l'intervention de nombreux artisans. Dans ce foisonnement, les communes gagnent plus en activité visible que ce que la collectivité nationale perd en efficience par manque d'économies d'échelle et de gamme. Lutter contre la désertification du centre des petites agglomérations et maintenir une activité hors des grandes métropoles est une préoccupation des élus locaux. Pour eux toute activité décentralisée est la bienvenue. La rénovation de l'habitat partage avec les panneaux photovoltaïques et les éoliennes la double vertu de créer des emplois et d'améliorer les conditions de vie de ceux chez qui les travaux ou installations sont réalisés, ... sous réserve que les problèmes posés à la section 4 soient résolus. Avec ses qualités de keynésianisme décentralisé, la rénovation du bâti encouragée par les CEE est donc une forme de politique industrielle appliquée à l'aménagement du territoire. « Créer une dynamique territoriale » est par exemple l'un des objectifs du programme SARE –Service d'Accompagnement à la Rénovation Énergétique⁴¹.

5.5 Lutte contre la précarité énergétique.

En France, près de 9 millions de personnes ont un niveau de vie inférieur au seuil de pauvreté monétaire (qui est égal à 60 % du niveau de vie médian). Souvent, ces personnes ont des difficultés pour régler leurs factures d'énergie et pour chauffer leur logement⁴². D'après Legendre et Ricci [2015], la probabilité d'appartenir à la catégorie des précaires sur le plan énergétique augmente avec les variables suivantes : retraité, vivant seul, locataire, équipé d'une chaudière individuelle pour le chauffage, cuisinant avec du butane ou du propane, et dont le toit est mal isolé. L'application de tarifs sociaux et l'attribution de chèques énergie sous condition de ressources peuvent aider les ménages précaires provisoirement mais n'apportent pas une réponse structurelle à leur problème.

³⁸ Pour l'ADEME [2019], p.9 et suiv., les économies d'énergie sont un *gisement* que les CEE permettent d'exploiter. Il y a une véritable filière de production des CEE, avec ses investissements, ses coûts d'exploitation, sa main d'œuvre, sa fiscalité, etc.

³⁹ Comme y incite le dispositif « [Coup de pouce Rénovation performante d'une maison individuelle](#) ». Il s'agit de la rénovation globale des maisons individuelles, au moyen de travaux réalisés dans le cadre de la fiche d'opération standardisée CEE BAR-TH-164. Voir aussi négaWATT [2020].

⁴⁰ Novan *et al.* [2020] estiment, en utilisant un échantillon de 158 112 maisons situées à Sacramento, que les maisons construites après 1978 consomment entre 8 et 13% de moins d'électricité pour la climatisation que celles construites avant. Sur l'arbitrage entre rénovation et construction nouvelle, voir Hasik *et al.* [2019] et Pope *et al.* [2016].

⁴¹ Arrêté du 5 septembre 2019.

⁴² Charlier et Kahouli [2019] présentent une synthèse des travaux économétriques sur la précarité énergétique qui concerne environ 4 millions de personnes en France. Voir aussi Chaton et Gouraud [2020].

Par ailleurs, comme nous l'avons vu dans la Sous-section 5.1, dans un dispositif CEE les obligés répercutent le coût des certificats sur le prix de détail de l'énergie, d'où un antagonisme entre mesures d'économies d'énergie et lutte contre la précarité (Rosenow *et al.* [2013]). Pour éviter ces effets régressifs, depuis 2016, en plus des « obligations classiques » d'économies d'énergie existent des « obligations précarité » pour un volume égal au tiers des obligations classiques (article R.221-4-1 du Code de l'énergie) : i) les opérations au bénéfice des ménages très modestes sont bonifiées par un doublement des CEE attribués et ii) CEE classiques et CEE précarité s'échangent sur des marchés différents, à des prix différents.

Pour les ménages les plus pauvres, l'isolation des bâtiments et le remplacement des appareils de chauffage et de l'électro-ménager prennent une dimension sociale évidente. Dans certains cas, il ne s'agit même plus d'économiser l'énergie mais de donner aux ménages concernés la possibilité d'en consommer. Les CEE précarité sont donc une micropolitique qui ne peut qu'intéresser les gouvernements puisque, à défaut d'être efficiente pour ce qui est de la lutte contre le dérèglement climatique, elle présente l'avantage de réaliser une redistribution visible : tout le monde paie au travers des factures d'énergie et ce sont les plus pauvres qui en profitent. En France, les CEE précarité sont en hausse régulière depuis leur création :

troisième période : 150 Twhc ; 17,6% du total

quatrième période: 533 TWhc ; 25% du total

cinquième période : 730 TWhc ; 29,6% du total.

Il y a toutefois (au moins) deux difficultés dans l'application. La première est la condition de ressources : ce sont des opérateurs privés qui doivent remplir les obligations d'économies d'énergie mais, pour savoir si les ménages chez qui les travaux sont réalisés sont éligibles aux CEE précarité, il faut accéder à leur déclaration de revenus⁴³. Même si, avec la création d'une plateforme dédiée, l'information peut n'être que qualitative (oui ou non le ménage X est-il éligible ?), le système partage avec les tarifs sociaux le besoin pour des entreprises privées d'accéder à des informations privées, contrairement au chèque énergie qui est directement géré par un organisme public (Crampes et Lozachmeur [2014]).

La seconde difficulté tient au statut de locataire de la plupart des ménages en situation de précarité (Charlier [2015]). Si les travaux touchent à la structure de l'habitation (isolation, changement de chaudière), le propriétaire peut être incité à considérer que l'amélioration de qualité justifie une hausse de loyer, confisquant ainsi les gains que l'occupant réalise sur sa facture d'énergie, voire obligeant l'occupant à chercher un autre logement. Il peut donc y avoir conflit entre la micropolitique d'encouragement aux économies d'énergie et celle qui lutte contre la précarité énergétique.

6 CONCLUSION

Améliorer le rendement de la transformation des énergies en services domestiques et industriels est une préoccupation qui occupe les ingénieurs depuis le début de l'ère industrielle. Transférer cette préoccupation aux utilisateurs finaux peut se faire de façon simple par la hausse des prix des énergies, accompagnée d'aides financières à destination des ménages précaires. Mais les

⁴³ Pour avoir une idée de la complexité des calculs, voir

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/PNCEE_calcul_CEE_prekarite_bonification.pdf

autorités politiques gardent une préférence pour des mesures indirectes, et si possible indolores. Avec le dispositif des certificats d'économie d'énergie, on donne aux électeurs l'illusion de punir les grands fournisseurs au bénéfice des petits consommateurs, sans passer par l'outil fiscal. Il s'agit en fait d'une taxe cachée qui est répercutée sur la facture des consommateurs d'énergie et qui ne réduit leur consommation que de façon très inefficace. Les responsables politiques y trouvent leur compte car ils voient dans les emplois éparpillés nécessaires aux travaux une vertu du système. Les économies d'énergie réalisées au travers des certificats blancs ne sont que l'un des avantages du dispositif dont le véritable gain macroéconomique reste à évaluer. De fait, le système permet de "faire du chiffre" pour satisfaire aux exigences communautaires, notamment grâce à la surestimation des évaluations forfaitaires et aux économies fictives dues aux opérations 'coups de pouce' : « ... à 100 MWhc comptabilisés par le dispositif correspond une économie réelle de 69 MWhc. » (ADEME [2019] p. 14).

Il faut cependant garder à l'esprit que le problème environnemental majeur est le réchauffement climatique et que celui-ci est dû aux émissions de gaz à effet de serre. Évaluée à cette aune, la politique actuelle des CEE est l'une des plus coûteuses. Malgré cela, elle perdurera à cause de l'image vertueuse véhiculée par les certificats blancs et des bénéfices macroéconomiques connexes qu'ils apportent. Il est donc nécessaire d'engager des réformes permettant de remédier au déficit informationnel des bénéficiaires des travaux face aux artisans, au besoin en encourageant une concentration dans le secteur de la rénovation. Des entreprises de plus grande taille en charge des travaux pourraient à la fois acquérir une expertise qui fait défaut aux petites et être rendues financièrement responsables de la performance observée ex post afin de réduire le biais provoqué par la délivrance de certificats sur la base d'évaluations ex ante (Crampes et Léautier [2021]).

7 BIBLIOGRAPHIE

ADEME (2019), « Evaluation du dispositif des certificats d'économie d'énergie –Rapport synthétique », https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-synthetique-evaluation-cee_2020.pdf.

ADEME (2020), « Etude et analyse de l'impact des certificats d'économies d'énergie (CEE) sur les projets d'efficacité énergétique en industrie », août, [Etude et analyse de l'impact des certificats d'économies d'énergie \(CEE\) sur les projets d'efficacité énergétique en industrie - La librairie ADEME](#)

ADEME-ATEE (2016), « Guide technique. Opérations spécifiques dans les installations fixes », https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/certificats_economies_energies_operations_specifiques_installations_fixes-dispositif_cee_2015_2017ademe_guidetechnique.pdf.

AURAY S., V. CAPONI et B. RAVEL (2019), « Price elasticity of electricity demand in France », *Économie et Statistique / Economics and Statistics*, 513, p. 91-103.

AYDIN E., N. KOK and D. BROUNEN (2017), « Energy efficiency and household behavior: the rebound effect in the residential sector », *The Rand Journal of Economics*, Volume 48, Issue 3, Fall, p. 749-782

BELIN M-A. et F. LEFORT (2017), « Évaluation du dispositif Reconnu Garant de l'Environnement », Rapport n° 011019-01, *Ministère de la transition écologique et solidaire, Ministère de la cohésion des territoires*.

- BERTOLD, P. et S. REZESSY (2008), « Tradable white certificate schemes: fundamental concepts », *Energy Efficiency* 1, p. 237–255.
- BLAISE G. et M. GLACHANT (2019), « Quel est l'impact des travaux de rénovation énergétique des logements sur la consommation d'énergie ? » *Revue de l'Énergie*, 646, p. 46-59.
- BORENSTEIN S. (2013), « A microeconomic framework for evaluating energy efficiency rebound and some implications », *National Bureau of Economic Research, Working Paper 19044*, <http://www.nber.org/papers/w19044>
- CHARLIER D. (2013), « La rénovation énergétique en France dans le secteur résidentiel privé », *Revue de l'OFCE* 2013/2, n° 128, p. 395-419
- CHARLIER D. (2015), « Energy efficiency investments in the context of split incentives among French households », *Energy Policy* 87, p. 465–479
- CHARLIER D. and S. KAHOU LI (2019), « Fuel poverty and residential energy demand: how fuel-poor households react to energy price fluctuations », *Energy Journal*, vol. 40, n°2
- CHATON C. et A. GOURAUD (2020), « Simulation of fuel poverty in France », *Energy Policy*, Volume 140, May, 111434
- CHRISTENSEN P., P. FRANCISCO, E. MYERS, and M. SOUZA (2020), « Decomposing the Wedge Between Projected and Realized Returns in Energy Efficiency Programs », May, *E2e Working Paper 046*, <http://e2e.haas.berkeley.edu/pdf/workingpapers/WP046.pdf>.
- CONGLETON R.D (2004), « The Median Voter Model » in *The Encyclopedia of Public Choice* (Edited by C. K. ROWLEY and F. SCHNEIDER), Springer; [MEDIANVT.PDF \(rdc1.net\)](http://www.rdc1.net/MEDIANVT.PDF)
- CGEDD, IGF et CGEIET (2020), « La cinquième période du dispositif des certificats d'économies d'énergie (CEE) », *Conseil général de l'environnement et du développement durable, Inspection générale des finances et Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies*, Paris, Novembre.
- CRAMPES C. (2014), « The EU's 'Three 20s': Environmental or Industrial Policy? », in A. Estache (Ed.) *The Next Generation of Economic Issues in Energy Policy in Europe*, CEPR Press.
- CRAMPES C. et T-O. LEAUTIER (2021), « White certificates and competition », *Concurrences* n° 1, p. 66-74.
- CRAMPES C. et J-M. LOZACHMEUR (2014), « Tarif progressif, efficience et équité », *Revue d'économie industrielle* 2014/4, n° 148, p. 133 à 160.
- DGCCRF (2020), « Bilan d'activité 2020 », *Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes*
- DGEC (2019), « Comité de pilotage CEE, Ministère de la transition écologique et solidaire. 15 octobre 2019 », https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/2019-06-14%20COPIL%20CEE%20présentation%20DGEC_v5.pdf.
- DOUCET J. et J. PERCEBOIS (2006), « Certificats noirs, verts et blancs : effets croisés et impacts potentiels dans les marchés de l'électricité? », *CABREE et CREDEN*, décembre.

EUROPEAN COMMISSION (2016a), « Good practice in energy efficiency. For a sustainable, safer and more competitive Europe », [good practice in ee -web.pdf \(europa.eu\)](#).

EUROPEAN COMMISSION (2016b), « The Macroeconomic and Other Benefits of Energy Efficiency », August, https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/final_report_v4_final.pdf

FINON D. (2020), « Évaluer le coût des politiques climat-énergie à base de renouvelables. Du bon usage des modèles d'optimisation sectorielle », *Revue française d'économie*, vol. XXXV, n°2, 81-127.

FINON D. et L.-G. GIRAUDET (2009), « The dynamic efficiency of white certificates schemes: the gods are in the details », *Proceedings of the 10th European IAEE Conference*, Vienna, Austria, September.

FLECKINGER P., M. GLACHANT et P.-H. TAMOKOUÉ KAMGA (2019), « Energy Performance Certificates and Investments in Building Energy efficiency : A Theoretical Analysis », *Energy Economics*, 84(1).

FOWLIE M., M. GREENSTONE and C. WOLFRAM (2018), « Do Energy Efficiency Investments Deliver? Evidence from the Weatherization Assistance Program », *The Quarterly Journal of Economics*, 133(3), p. 1 597–1 644.

GAZEAU J.-C., P. FOLLENFANT, B. PARENT, D. KRIEFF, J. CUEUGNIET, F. VALERIAN, M. MOREL (2014), « Les certificats d'économies d'énergie : efficacité énergétique et analyse économique », <https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/144000725.pdf>

GERARDEN T. D., R. G. NEWELL, and R. N. STAVINS (2017), « Assessing the Energy-Efficiency Gap », *Journal of Economic Literature*, 55(4), p. 1486–1525, <https://doi.org/10.1257/jel.20161360>

GIRAUDET L.-G. (2018), « Energy efficiency as a credence good: A review of informational barriers to building energy savings », *FAERE Working Paper*, 2018.07
http://faere.fr/pub/WorkingPapers/Giraudet_FAERE_WP2018.07.pdf.

GIRAUDET, L.-G. and P. QUIRION (2008), « Efficiency and distributional impacts of tradable white certificates compared to taxes, subsidies and regulations », *Revue d'économie politique*, 119(6), p. 885-914.

GIRAUDET L.-G., D. FINON, P. QUIRION (2010), « Quelle efficacité des dispositifs de certificats blancs dans les politiques de maîtrise de la demande d'énergie? », in CARASSUS et DUPLESSIS (Eds.) « *Économie et développement urbain durable*, 1. Modèles économiques appliqués à la ville. Financement et coût de l'investissement durable », Presses des mines, p.73-93, <https://hal-enpc.archives-ouvertes.fr/hal-00799694>.

GIRAUDET L.-G. et D. FINON (2011), « White certificate schemes: the static and dynamic efficiency of an adaptive policy instrument », *Centre International de Recherches sur l'Environnement et le Développement*, WP n° 33-2011.

GIRAUDET L. G., M. GLACHANT and J.-P. NICOLAÏ (2020), « Selling and Saving Energy: Energy Efficiency Obligations in Liberalized Energy Markets », *The Energy Journal*, Volume 41, Special Issue, DOI: 10.5547/01956574.41.SI1.lgir

GIRAUDET L.-G., S. HOUDE, et J. MAHER (2018), « Moral Hazard and the Energy Efficiency Gap: Theory and Evidence », *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 5(4), p. 755-790.

GLACHANT M., V. KAHN et F. LEVEQUE (2020), « Une analyse économique et économétrique du dispositif des Certificats d'Économies d'Énergie », *Cerna*, octobre, [1725-SynthA-seCEE_final.pdf \(psl.eu\)](#).

HARRINGTON J.E. (1993), « Economic Policy, Economic Performance, and Elections », *The American Economic Review*, Vol. 83, n° 1, March, p. 27-42.

HASIK V., E. ESCOTT, R. BATES, S. CARLISLE, B. FAIRCLOTH, M. M. BILEC (2019), “Comparative whole-building life cycle assessment of renovation and new construction”, *Building and Environment*, Volume 161, August, 106218

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2020a), « Global commission for urgent action on energy efficiency. Recommendations of the global commission », June, <https://iea.blob.core.windows.net/assets/d40d5638-1f45-42ac-b072-fe9e6417cc1e/Global-Commission-Recommendations.pdf>.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2020b), « Energy Efficiency », December <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2020>.

KAHNEMAN D., J-L. KNETSCH and R-H. THALER (1990), « Experimental Tests of the Endowment Effect and the Coase Theorem », *Journal of Political Economy*, 98 (6), p. 1325–1348.

LANGNISS O., B. PRAETORIUS (2006), « How much market do market-based instruments create? An analysis for the case of white certificates », *Energy Policy* 34, p. 200–211.

LANZ B. and E. REINS (2021), « Asymmetric information on the market for energy efficiency: Insights from the credence goods literature », *The Energy Journal* 42, no. 4.

LEGENDRE B. et O. RICCI (2015), « Measuring fuel poverty in France: Which households are the most fuel vulnerable? », *Energy Economics*, Volume 49, May, p. 620-628.

MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE (2017), « Les Certificats d'Économie d'Énergie », DICOM-DGEC/BRO/16140-1, Juin, https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/16140-1_certif-economies-energie_4p_A5_DEF_Web.pdf.

MUNDACA L., L. NEIJ, N. LABANCA, B. DUPLESSIS and L. PAGLIANO (2008), « Market behaviour and the to-trade-or-not-to-trade dilemma in tradable white certificate' schemes », *Energy Efficiency*, p. 323–347.

négaWATT (2020), “Oui, la rénovation thermique réduit réellement votre facture d'énergie – à condition qu'elle soit performante ! », janvier, https://negawatt.org/IMG/pdf/200121_la-renovation-thermique-reduit-reellement-votre-facture-denergie-a-condition-qu-elle-soit-performante.pdf

NORDHAUS W. D. (1993), « Reflections on the economics of climate change », *Journal of Economic Perspectives*, 7(4) p. 11–25.

NOVAN K., A. SMITH and T. ZHOU (2020). « Residential building codes do save energy: Evidence from hourly smart-meter data », *Review of Economics and Statistics*, p.1-45; https://doi.org/10.1162/rest_a_00967

OBSERVATOIRE NATIONAL DES EMPLOIS ET METIERS DE L'ÉCONOMIE VERTE (2020), « Rapport d'activité 2019 », Octobre, www.ecologique-solidaire.gouv.fr/observatoire-national-des-emplois-et-metiers-leconomie-verte.

OREA L., M. LLORCA and M. FILIPPINI (2015), « A new approach to measuring the rebound effect associated to energy efficiency improvements: An application to the US residential energy demand », *Energy Economics*, Volume 49, May, p. 599-609.

PERRELS A. (2008), « Market imperfections and economic efficiency of white certificate systems », *Energy Efficiency*, p. 349–371.

PERRIER Q. et P. QUIRION (2017), « La transition énergétique est-elle favorable aux branches à fort contenu en emploi ? Une analyse input-output pour la France », *Revue d'économie politique* 2017/5, Vol. 127, p. 851-887

PIGOU A. C. (1920), *The Economics of Welfare*, London, Macmillan.

POPE, C., E. MARKS, E. BACK, T. LEOPARD, and T. LOVE (2016), “Renovation versus New Construction and Building Decision Tool for Educational Facilities”, *Journal of Construction Engineering*, Volume 2016, Article ID 5737160, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/5737160>

QUIRION P. (2004), « Les certificats blancs face aux autres instruments de politique publique pour les économies d'énergie : Bilan de la littérature économique et priorités de recherche », *Rapport pour l'Institut français de l'énergie*, juin.

QUIRION P. et L-G. GIRAUDET (2018), « Aides publiques à l'efficacité énergétique. Mérites respectifs des subventions ad valorem et spécifiques », *Revue d'économie politique*, Vol. 128, p. 1089-1100, <https://www.cairn.info/revue-d-economie-politique-2018-6-page-1089.htm>.

ROSENOW J., R. PLATT and B. FLANAGAN (2013), “Fuel poverty and energy efficiency obligations – A critical assessment of the supplier obligation in the UK”, *Energy Policy*, Volume 62, November, p.1194-1203.

SAINT-PAUL G. (2012), « Liberté et société post-utilitariste », *Revue française d'économie* 2012/2, Volume XXVII, p. 3-18 ; [Liberté et société post-utilitariste | Cairn.info](http://liberte-et-societe-post-utilitariste.cairn.info)

SORRELL S., D. HARRISON, D. RADOV, P. KLEVANS and A. FOSS (2009), « White certificate schemes: Economic analysis and interactions with the EU ETS », *Energy Policy* 37, p. 29-42.

WIRL F. (2015), « White certificates - energy efficiency programs under private information of consumers », *Energy Economics* 49, p. 507–515, <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140988315001188>.

XIANG Z, Y. YIN and Y. HE (2018), « A Microeconomic Methodology to Evaluate Energy Efficiency by Consumption Behaviors and Strategies to Improve Energy Efficiency », *Sustainability*, 10, 4327; doi:10.3390/su10114327.

ZIVIN J. G. and K. NOVAN (2016), « Upgrading efficiency and behavior: electricity savings from residential weatherization programs », *The Energy Journal* 37, October, no. 4, p. 1-23.

Figure 1 : Choix privé et choix public

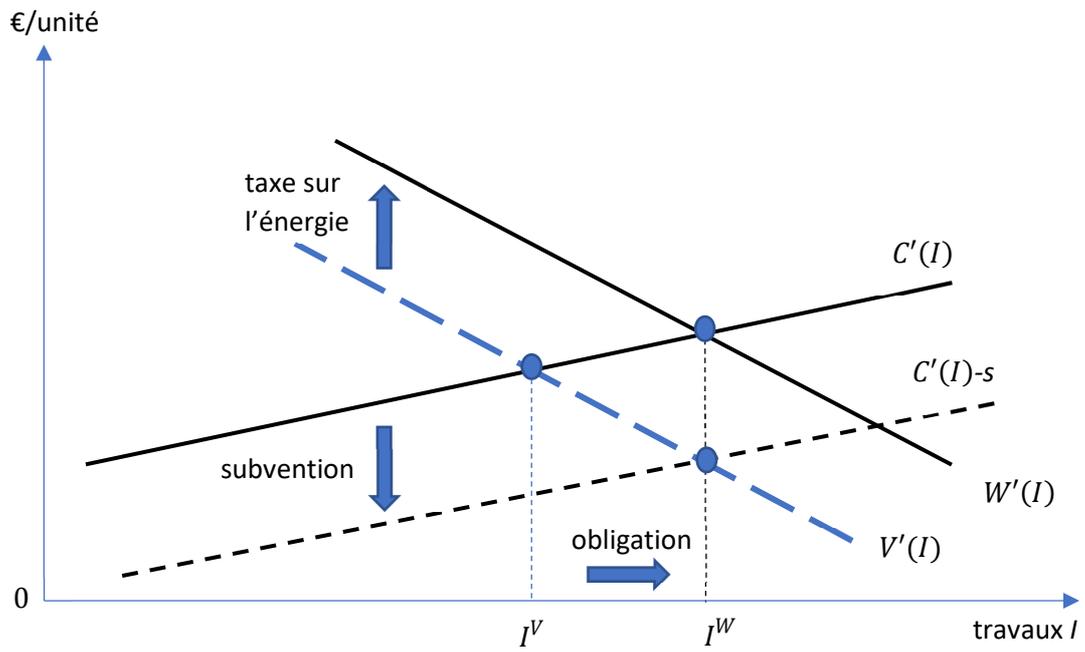


Figure 2 : Marché des certificats

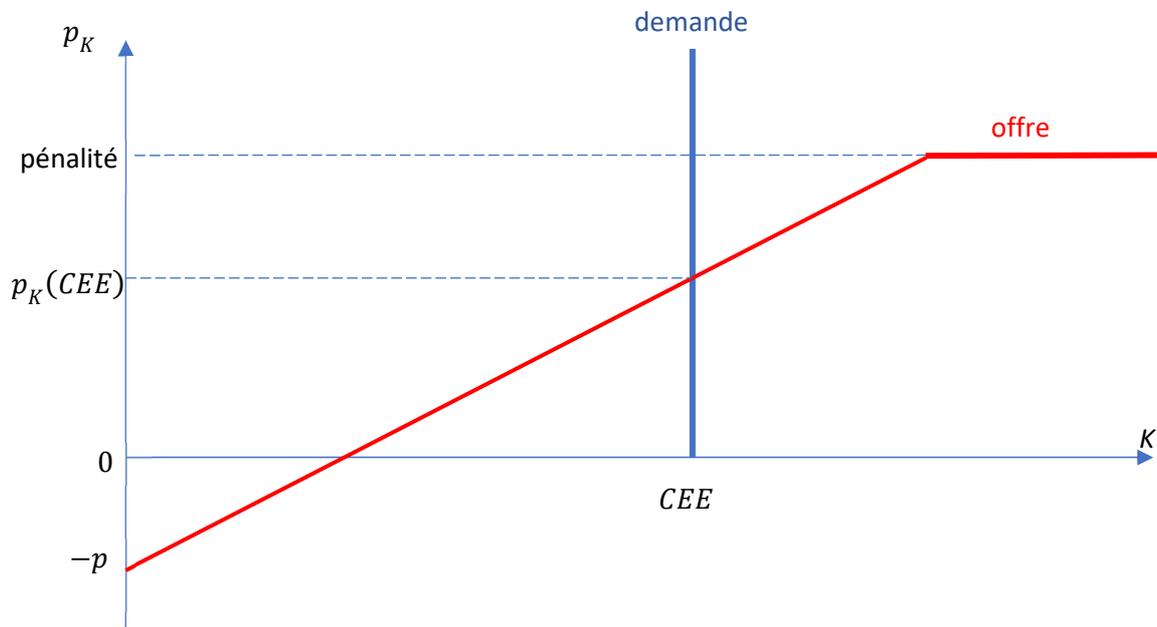


Figure 3 : Contrat de travaux d'économies d'énergie

