



# Les travaux de rénovation énergétique des logements sont-ils rentables ? Une évaluation ex post sur données de panel

Gaël Blaise et Matthieu Glachant, i3-CERNA, MINES ParisTech – PSL

Séminaire PSL Economie de l'Energie – 9 octobre 2019

TRAVAIL EN COURS

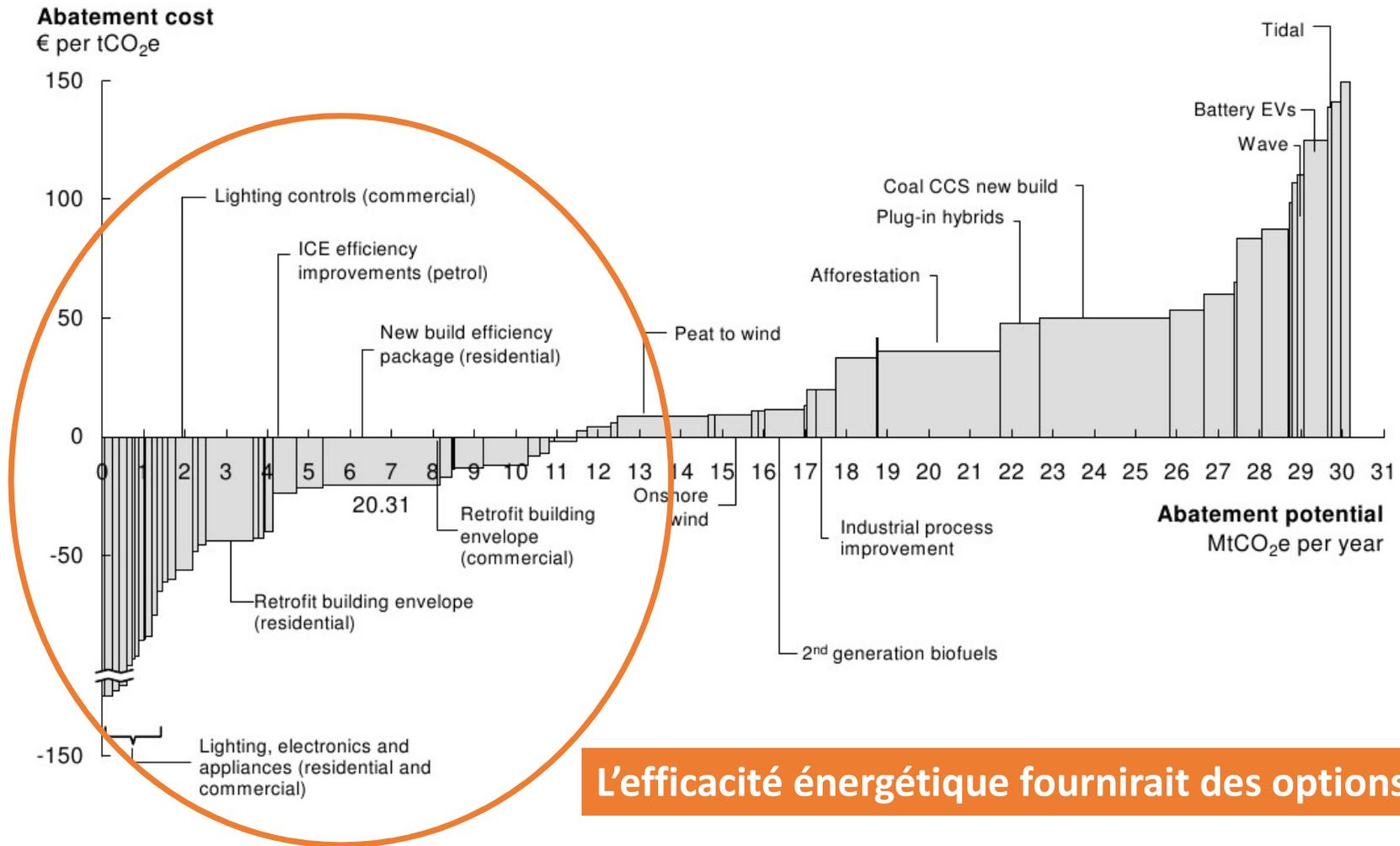
# Contexte

- Des objectifs européens et nationaux d'amélioration de l'efficacité énergétique
  - Directive Efficacité Energétique (2012) : -1,5 % de ventes d'énergies par an
  - La rénovation de 500 000 logements par an pendant 5 ans, dont 150 000 « passoires thermiques »
- Dans le secteur résidentiel, de nombreuses politiques publiques
  - Crédit Impôt Transition Energétique (CITE)
  - Prêt à Taux Zéro (PTZ)
  - Diagnostic de Performance Energétique (DPE)
  - Certificats d'Economie d'Energie (CEE)
  - Réglementation thermique...
- Et la fiscalité sur l'énergie

# Pourquoi cet engouement pour la rénovation énergétique dans le secteur résidentiel ?

- Environ 30 % de la consommation d'énergie française et donc un enjeu environnemental majeur
  - Il existerait un « energy efficiency gap » : un sous-investissement par des ménages « myopes » sous-estimant les économies d'énergie
- => des investissements rentables économiquement non réalisés
- Des politiques pour promouvoir ces investissements gagnant – gagnant
    - Rentables économiquement et bénéfiques à l'environnement

# La courbe McKinsey sur les coûts d'abattement du CO2



L'efficacité énergétique fournirait des options à coût négatif

# Nos questions

**Quel est l'effet des travaux de rénovation énergétique des logements sur la facture énergétique ? Sont-ils rentables ?**

- Une analyse *ex post* des comportements observés dans le secteur résidentiel en France
  - Pas une analyse *ex ante* avec un modèle de simulation
- A partir des données de l'enquête Maîtrise de l'Énergie « 10 000 ménages » réalisée par TNS-SOFRES pour l'ADEME de 2000 à 2013.

# Plan

- Présentation des données
- Le modèle économétrique
- Les résultats
- Discussion et comparaison avec l'approche *ex ante* des fiches des Certificats d'Economie d'Energie
- Conclusion

# L'enquête Maîtrise de l'Énergie « 10 000 ménages »

## Un panel de ménages français

- interrogés chaque année de 2000 à 2013
- 7100 à 8900 ménages selon l'année
- Chaque ménage est présent en moyenne 6 ans dans les données

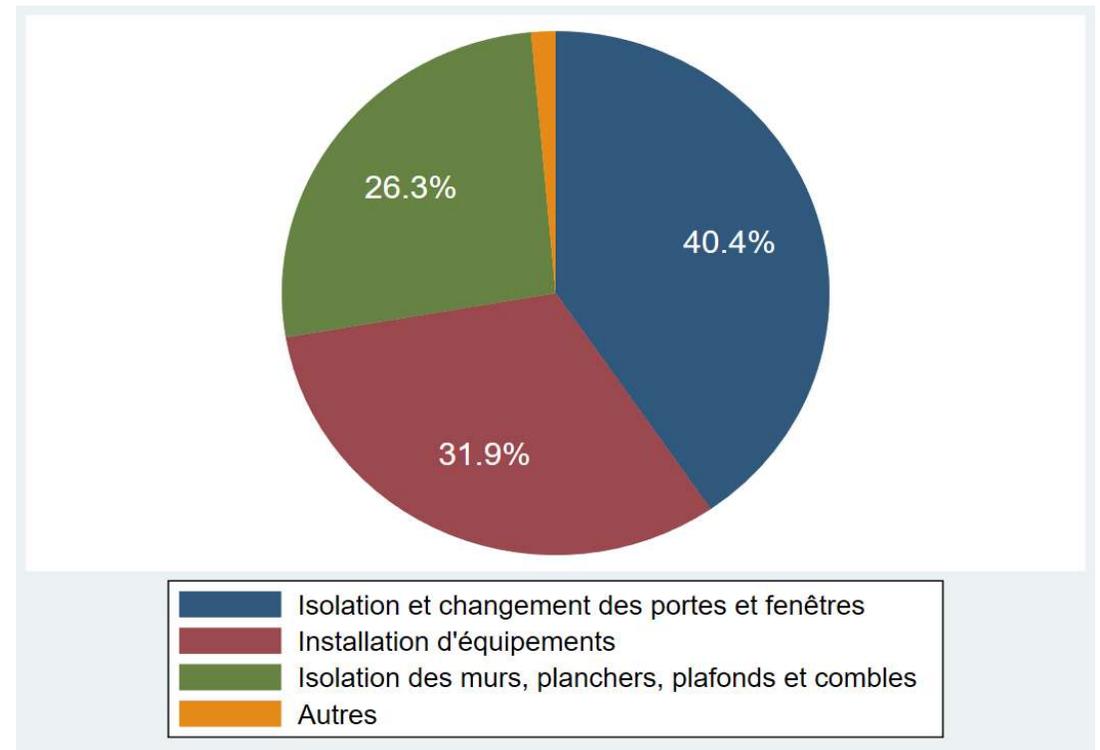
## Des données sur

- Les dépenses énergétiques du logement
- Les travaux de maîtrise de l'énergie
- Des caractéristiques du logement
- Des caractéristiques socio-démographiques

# Statistiques descriptives

- Chaque année, 13,1% des ménages réalisent des travaux d'une valeur moyenne de 4239 €

Variables	Moyenne	Ecart-type
Montant moyen des travaux	4239 €	4601 €
Dépense énergétique annuelle	1296 €	640 €
% électricité	55%	30%
% gaz	27%	31%
% fioul domestique	9%	23%



**Répartition des investissements dans les différentes catégories de travaux de rénovation énergétique**

## Une première analyse (naïve) en doubles différences

- Pour un logement  $i$ , on définit la différence :

$$\Delta E_{it} := E_{it+1} - E_{it-1}$$

$E_{it-1}$  est la dépense énergétique du logement l'année  $t - 1$  et  $E_{it+1}$  est la dépense énergétique du logement l'année  $t + 1$ .

- Et on compare les ménages ayant effectués des travaux l'année  $t$  avec les autres ménages

## Variation moyenne de la dépense énergétique annuelle $\Delta E_{it}$

	Moyenne
<b>Groupe de contrôle</b> = ménages ne réalisant pas de travaux les années $t-1$ , $t$ et $t+1$	+ 83,58 € (+12,95 %)
<b>Groupe traité</b> = ménages ne réalisant pas de travaux les années $t-1$ et $t+1$ et effectuant des travaux l'année $t$	+ 64,05 € (+ 11,05 %)

### Problème :

- Le « traitement » n'est pas randomisé
- Il est même endogène : Les « traités » s'autosélectionnent

# Un modèle de régression avec effets fixes et variables instrumentales

$$\ln(E_{it}) = \alpha K_{it-1} + \beta X_{it} + \mu_i + \delta_{r(i)t} + \varepsilon_{it}$$

- $\ln(E_{it})$ , = le logarithme de la dépense énergétique du ménage  $i$  l'année  $t$ .
- $K_{it-1}$  = montant cumulé des travaux réalisés depuis l'entrée du ménage dans le panel jusqu'à l'année  $t - 1$ .
- $X_{it}$  = un vecteur qui inclut le nombre de personnes résidant dans le logement l'année  $t$  et le niveau de revenu
- $\mu_i$  = effets fixes ménages
- $\delta_{r(i)t}$  = effets fixes croisant la région et l'année
- $\varepsilon_{it}$  = terme d'erreur capturant l'hétérogénéité non observée

## L'endogénéité de $K_{it-1}$

- $K_{it-1}$  est choisi par le ménage qui prend en compte de nombreux facteurs dont  $E_{it}$
- Cela biaise l'estimation si ces autres facteurs sont corrélés avec le terme d'erreur
  - Non contrôlés dans l'équation et corrélés avec  $K_{it-1}$
- C'est sans doute le cas : un départ à la retraite ?
- Solution : instrumenter  $K_{it-1}$

Notre instrument exploite info de l'enquête sur les intentions de travaux exprimées les années précédant les travaux

- L'intention a un impact sur  $K_{it-1}$
- N'a pas d'effet direct sur  $E_{it-1}$

## Impact estimé des travaux sur la dépense énergétique

<b>Modèle</b>	<b>(1) Moindres carrés ordinaires</b>	<b>(2) Variables instrumentales</b>
Montant cumulé des travaux	-0,00292** (.0008203)	-0,00642* (.00327)
Taille du foyer	0,0541** (0.00692)	0,0539** (.00692)
Classes de revenu	Oui	Oui
Effets fixes ménage	Oui	Oui
Effets fixes région - année	Oui	Oui
Nombre observations	44 799	33 796
Nombre de ménages	20 179	9 176

+ 1000 € de travaux diminue la facture énergétique annuelle de 8,39 €, soit – 0,64 % (borne supérieure de l'intervalle – 1,28%)

# Valeur actuelle nette de l'investissement moyen

## 1. Bénéfice privé actualisé :

$$B = -I + \sum_{\tau=1}^D \frac{\Delta E}{(1+i)^\tau}$$

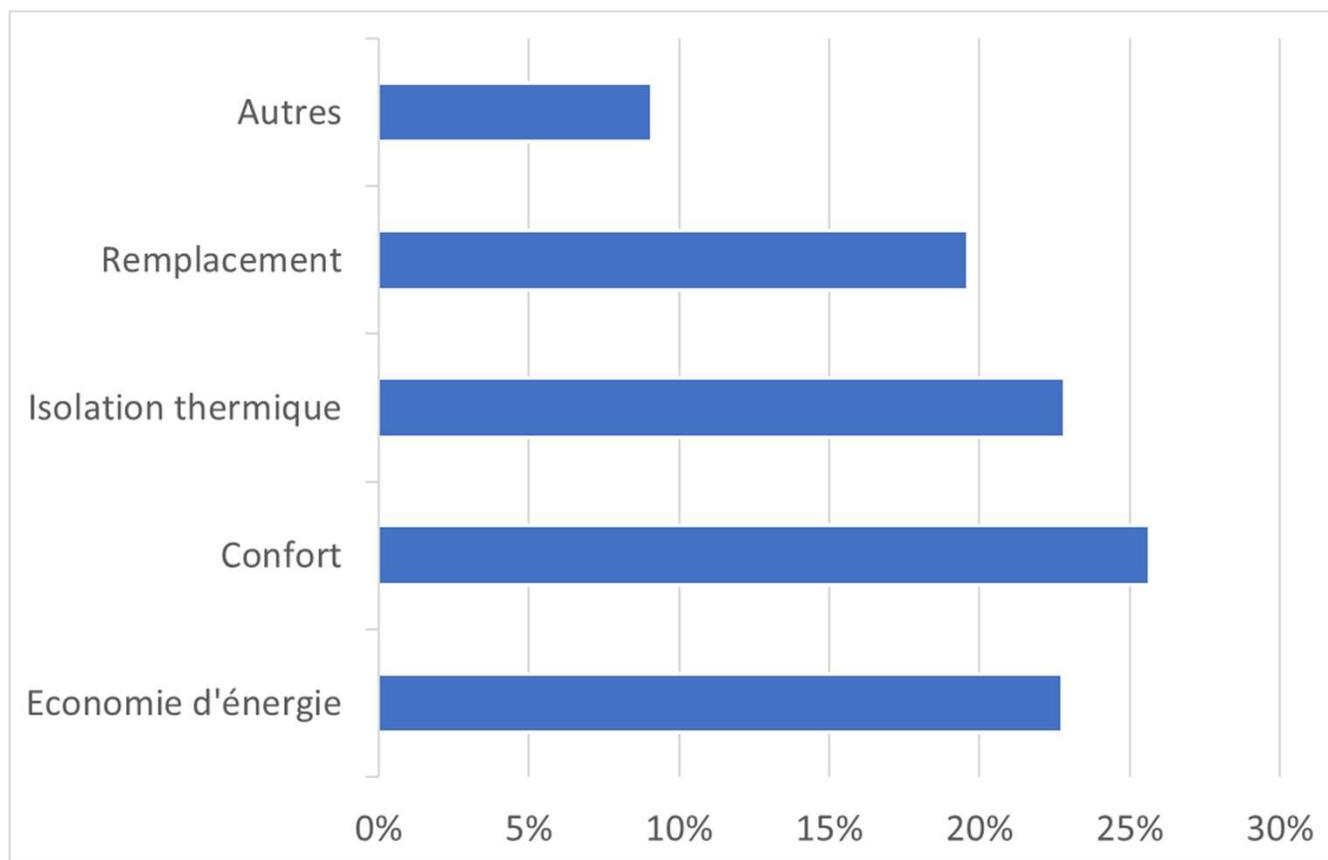
- $I$  = Investissement moyen – subventions reçues (TVA réduite et crédit d'impôt);
- $D$  = Durée de vie de l'investissement (20 ans) ;
- $i$  = taux d'actualisation de 5% ;
- $\Delta E$  = économie d'énergie annuelle (calculé en utilisant le coefficient estimé  $\hat{\alpha}$ )

## 2. Bénéfice social actualisé = - Investissement moyen + économie d'énergie + économie carbone (à 250 € / tCO<sub>2</sub>)

## Bénéfice privé, bénéfice social et temps de retour d'un investissement moyen

	<b>Bénéfice privé actualisé</b>	<b>Bénéfice social actualisé</b>
Moyenne	-3300 €	-3397 €
Intervalle de confiance à 95%	[-3911 €, -2649 €]	[-4461 €, -2266 €]
Temps de retour moyen (I/ $\Delta E$ )	121 ans	81 ans

## Réponse à la question : « Quelle est la raison principale pour laquelle vous avez réalisé ces travaux ? »



Effet rebond ?

## Peu d'effet du revenu sur l'impact des travaux

Variables	Coeff	Significativité (p-value)
Montant des travaux investi * bas revenus	-0.0059367	0.341
Montant des travaux investi * hauts revenus	-0.0062218	0.047

## Impact de différents types de travaux

Variable	coeff	Ecart type	p-value
Montant travaux murs	-0.0064498	0.0042872	0.132
Montant travaux fenêtres et portes	-0.0014517	0.0023768	0.541
Montant travaux équipements	-0.0061274	0.0026397	0.020
Montant autres travaux	-0.0068112	0.0164546	0.679

# Comparaison avec les fiches Certificats d'Économie Énergie (CEE)

Source : Les certificats d'économies d'énergie : efficacité énergétique et analyse économique (2014)  
Rapport du CGEDD, IGF, CGIET

Opération	Part des kWhc <sup>38</sup>	Économie d'énergie <sup>39</sup>					Coût d'investissement pour le particulier <sup>40</sup>			Economie énergie pour 1000€ investis
		Durée de vie (années)	Énergie concernée	Montant moyen de CEE obtenus (en kWhc)	Gain annuel lié à l'économie d'énergie	Prime des CEE <sup>42</sup>	Coût total des travaux pour le particulier	dont coût HT de l'équipemt.	dont coût HT de la main d'œuvre	
Chaudière individuelle à condensation	16,43 %	16	Gaz	94 295	387,50 €	283 €	6 423 €	4 400 €	1 100 €	60 €
Isolation de combles ou de toitures <sup>43</sup> (par m <sup>2</sup> )	9,23 %	35	Électricité /Gaz <sup>48</sup>	1 503	4,78 €	5 €	69 €	38 €	22 €	69 €
Isolation des murs <sup>44</sup> (par m <sup>2</sup> )	6,84 %	35	Électricité /Gaz <sup>48</sup>	2 417	7,69 €	7 €	83 €	48 €	25 €	93 €
Chaudière collective à condensation	6,66 %	21	Gaz	599 690	2 046,87 €	1 799 €	29 512 €	16 800 €	8 928 €	69 €
Appareil indépendant de chauffage au bois	5,94 %	10	Électricité /Gaz <sup>48</sup>	52 120	115,25 € <sup>45</sup>	156 €	1 912 €	1 412 €	212 €	60 €
Fenêtre ou porte-fenêtre complète avec vitrage isolant	4,67 %	35	Électricité /Gaz <sup>48</sup>	4 811	15,31 €	14 €	1 144 €	765 €	217 €	13 €
Chaudière collective à condensation avec contrat <sup>46</sup>	3,90 %	21	Gaz	743 616	2 538,12 €	2 231 €	29 512 €	16 800 €	8 928 €	86 €

# Conclusion

- Suggère un faible impact de l'investissement moyen de rénovation énergétique
- Une diminution de 8,39 € par an de la facture énergétique pour 1 000 € investis, soit – 0,64 %
  - Légèrement plus élevé pour les ménages à bas revenus
- Un impact a priori très nettement inférieur à celui prédit par les fiches Certificats d'Economie d'Energie
- Des résultats similaires ont été obtenus sur données américaines (Michigan)
  - Fowlie, Greenstone et Wolfram [2018] Do Energy Efficiency Investments Deliver? Evidence from the Weatherization Assistance Program, QJE
- La rénovation énergétique ne fournit pas un gisement peu coûteux d'actions de réduction de la consommation d'énergie
  - Pas d'energy efficiency gap

## Limites de l'analyse

- Une évaluation de la rentabilité limitée aux coûts et bénéfices monétaires. Ignore donc les bénéfices de confort
    - Ces bénéfices sont très élevés si l'investissement consiste à remplacer un équipement en fin de vie
- ⇒ Nous n'établissons pas que les ménages sont irrationnels
- Une analyse des comportements passés (2000 – 2013)
    - La préoccupation énergétique a sans doute augmenté

# Implications pour les politiques publiques

- Interroge la pertinence des subventions à l'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel
- Et du système des Certificats d'Economie d'Energie
- A tout le moins, suggère d'être sélectif sur les types de travaux à privilégier
  - Peu d'éléments dans notre étude pour les identifier
- Cibler les bas revenus ne changerait pas fondamentalement l'équation énergétique
- Plaide en faveur de la fiscalité sur l'énergie
- Nécessité de multiplier les évaluations ex post pour recalibrer les modèles de simulation
  - Utilisés par exemple pour élaborer les fiches CEE

MERCI !