

RÉNOVATION THERMIQUE ET CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE EN MILIEU COLLECTIF

Option économie industrielle - Mines Paris
PILI Pierre, HADDADIN Philippe

Introduction

L'amélioration de la performance énergétique des bâtiments est un enjeu majeur dans la transition énergétique, en particulier pour le parc de logements sociaux (HLM). Dans ce contexte, il est crucial d'évaluer l'impact réel des rénovations thermiques sur la consommation d'énergie des bâtiments collectifs. L'objectif de cette étude est ainsi de quantifier l'effet des rénovations thermiques sur la consommation d'électricité et de gaz dans le logement social.

Cependant, cette tâche s'avère particulièrement difficile en raison de la disponibilité limitée des données. En effet, il est rare de disposer d'informations détaillées permettant d'identifier précisément les logements rénovés et de suivre leur consommation énergétique avant et après travaux. Pour contourner cette difficulté, nous exploitons ici un croisement de données entre les réponses à un questionnaire obligatoire rempli par les bailleurs sociaux, permettant d'identifier les rénovations effectuées, et les consommations énergétiques issues des bases du Service de la Donnée et des Études Statistiques (SDES) à l'échelle de l'adresse.

Afin d'estimer l'effet des rénovations thermiques, nous utilisons une régression de type *Ordinary Least Squares* (OLS) avec effets fixes pour chaque adresse. Cette approche permet de contrôler les caractéristiques structurelles propres à chaque bâtiment et d'isoler, autant que possible, l'effet spécifique des rénovations sur la consommation énergétique. L'analyse vise ainsi à fournir une première quantification de l'impact des rénovations thermiques en milieu HLM, tout en mettant en évidence les limites des données disponibles et les perspectives pour des études futures plus approfondies.

1 Données

1.1 Construction du groupe des traités

Les réponses d'un questionnaire de l'Agence Nationale de Contrôle du Logement Social (ANCOLS) ont servi à constituer le groupe des traités. Ce document, à destination des bailleurs sociaux, questionne ceux-ci sur les rénovations menées sur leur parc entre 2018 et 2022. 300 adresses de logements rénovés sur cette période ont ainsi pu être récupérées. Par ailleurs, pour chaque adresse récupérée, une réponse du questionnaire permet de préciser si la rénovation comprend ou non une modification du système énergétique. Dans un second temps, ces adresses ont été croisées avec les bases de données locales de consommation d'électricité et de gaz naturel du SDES, pour les années 2018 à 2022. De cette manière le groupe des traités se constituaient de 1500 observations pour l'électricité et de 500 observations pour le gaz, toutes réparties entre 2018 et 2022.

1.2 Construction du groupe contrôle

Pour construire le groupe de contrôle, l'idée est de sélectionner des logements collectifs dont la rénovation énergétique a été réalisée après le premier janvier 2022. L'objectif est d'identifier des bâtiments comparables aux logements rénovés étudiés, tout en s'assurant qu'ils n'aient pas encore bénéficié de travaux durant la période de traitement. La méthodologie suivie repose sur trois étapes : (i) Identification des logements éligibles : nous avons exploité la base Sitadel (base des permis de construire) en appliquant des filtres afin de récupérer uniquement les projets de rénovation programmés après le 1er janvier 2022. (ii) Récupération des adresses : une fois les permis de rénovation extraits, nous avons collecté les adresses correspondantes. (iii) Appariement avec les données de consommation énergétique : nous avons ensuite croisé ces adresses avec les bases du SDES des consommations de gaz et d'électricité en maille adresse pour les années 2018, 2019, 2020 et 2021. Cela a permis de récupérer la consommation en gaz et en électricité avant les rénovations. Par cette méthodologie, pour le groupe contrôle relatif à la consommation d'électricité, nous avons pu identifier 60 adresses et 120 observations entre 2018 et 2021. Concernant la consommation de gaz, nous avons finalement obtenu 25 adresses et 100 observations sur la même période.

1.3 Consommation et prix de l'énergie

Les graphiques suivants mettent en évidence la dynamique de la consommation énergétique en électricité et en gaz pour le groupe des traités et le groupe contrôle. La consommation moyenne est analysée en parallèle de l'évolution des prix de l'énergie publiés par la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE), permettant d'émettre une potentielle corrélation entre la hausse des prix et les variations de la consommation énergétique.

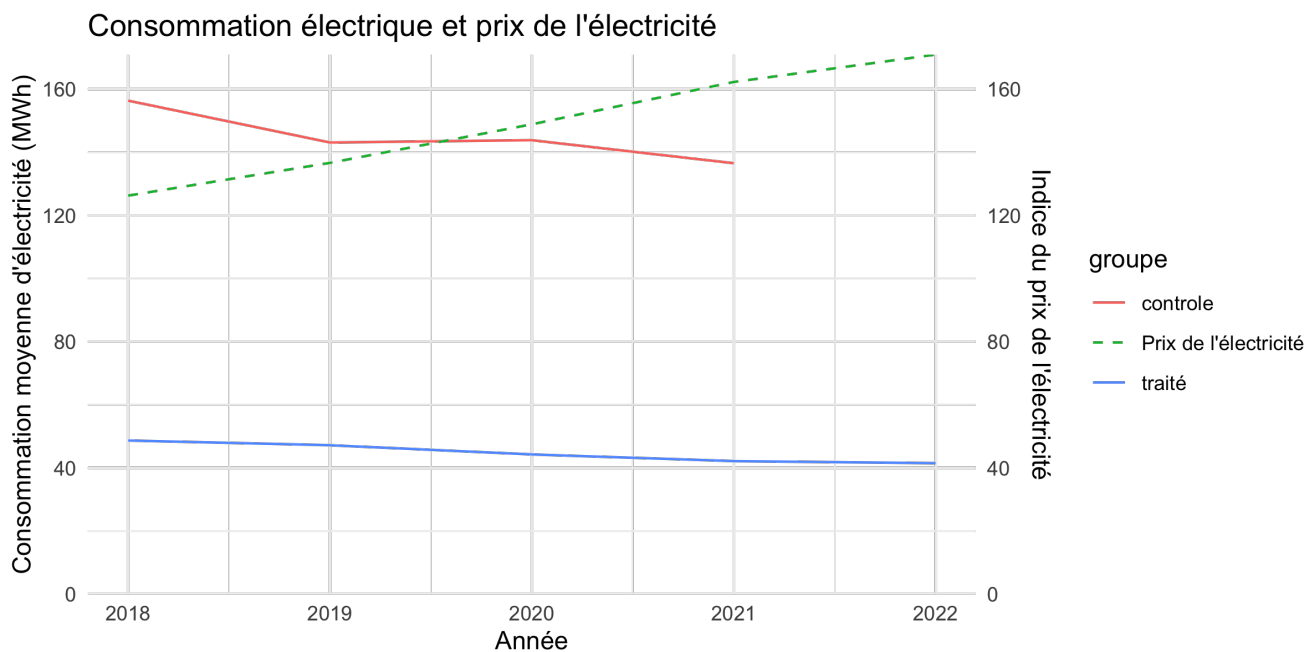


Figure 1: Consommation moyenne d'électricité des groupes traités et contrôle et prix de l'électricité

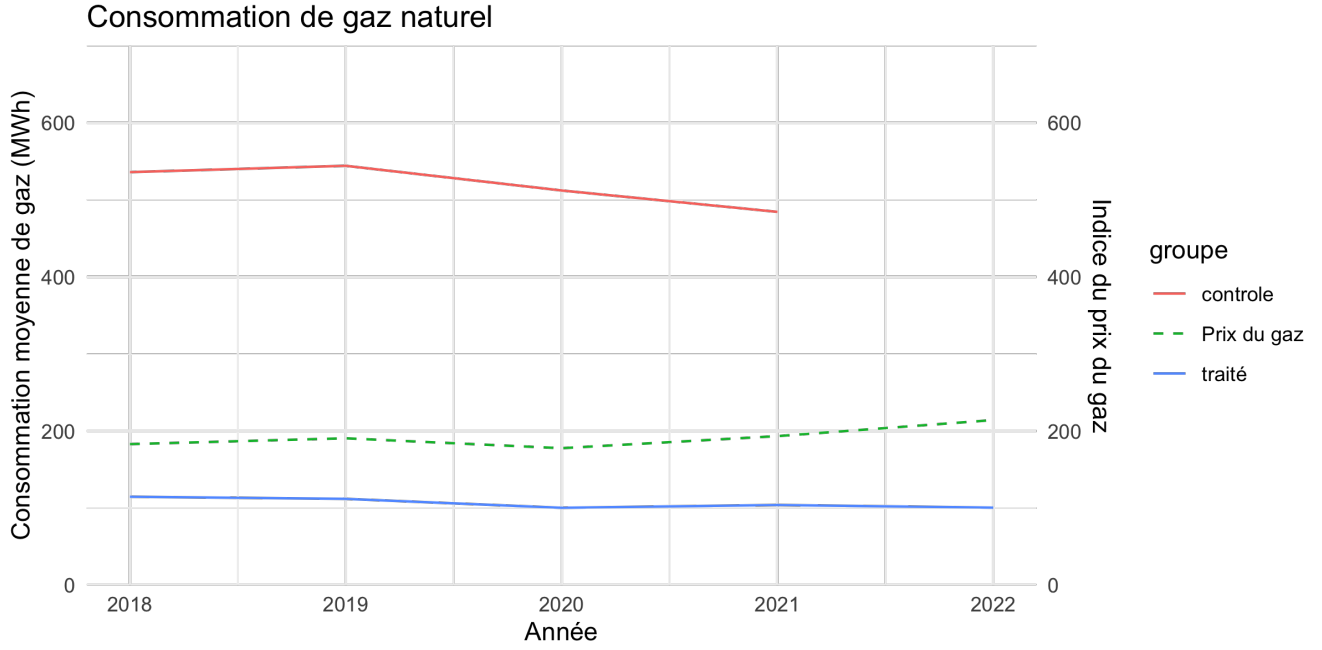


Figure 2: Consommation moyenne de gaz naturel des groupes traités et contrôle et prix du gaz

2 Modèle

Le modèle utilisé pour l'estimation de l'effet de la rénovation thermique sur la consommation énergétique est défini comme suit :

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{reno}_{it} + \beta_2 \text{dju}_{it} + \beta_3 \text{prix} + \alpha_i + \epsilon_{it}$$

- Y : Consommation d'électricité ou de gaz en MWh.
- reno : indicateur binaire prenant la valeur 1 si une rénovation énergétique a été réalisée à l'adresse i avant l'année t .
- dju : degré-jour-unifié, variable représentant la durée pendant laquelle la température extérieure est inférieure à 17°C, caractérisant les besoins en chauffage.
- α_i : effet spécifique à chaque adresse, permettant de contrôler les caractéristiques propres à chaque bâtiment.
- ϵ_{it} : terme d'erreur résiduel associé aux paramètres inobservables.

1. Exogénéité :

$$\mathbb{E}[\epsilon_{it} \mid X_{it}, \alpha_i, \gamma_t] = 0.$$

2. Indépendance :

$$\epsilon_{it} \perp \epsilon_{js} \quad \text{pour} \quad (i \neq j) \text{ ou } (t \neq s).$$

3. Homoscédasticité :

$$\text{Var}(\epsilon_{it}) = \sigma^2.$$

Le modèle ci-dessus permet de contrôler plusieurs facteurs, notamment les variations du prix de l'énergie, les besoins en chauffage (mesurés par la variable des degrés-jours unifiés), ainsi que les spécificités propres à chaque bâtiment via des effets fixes. Le coefficient d'intérêt représente la réduction de consommation annuelle d'énergie associée à une rénovation.

3 Résultats

Les résultats des différentes régressions sont présentés dans la Table 1. Les modèles (1 – 3) correspondent à l'effet sur la consommation en prenant en compte l'ensemble des adresses (1), uniquement les adresses avec (2) et sans modification du système énergétique (3). La régression (4) porte sur la consommation de gaz et ne prend en compte les rénovations sans modification du système énergétique.

L'analyse des résultats montre que la rénovation thermique n'a pas d'effet significatif sur la consommation énergétique des logements étudiés. En effet, les coefficients associés à la variable *Rénovation* ne sont pas statistiquement significatifs, que ce soit pour la consommation d'électricité ou de gaz. En revanche, on observe une relation significative entre la consommation énergétique et le prix de l'énergie, suggérant que la baisse de consommation constatée est davantage liée aux fluctuations des prix qu'à l'effet direct des rénovations. Cela est cohérent avec les figures qui présentent des tendances baissières de la consommation associée à une augmentation progressive des prix de l'énergie.

Cela est particulièrement frappant dans un contexte où les prix de l'énergie ont augmenté ces dernières années, même si des dispositifs tels que les boucliers tarifaires ont été mis en place pour en limiter l'impact. Ce résultat pose ainsi la question du véritable levier d'action sur la consommation énergétique : l'incitation économique semble jouer un rôle important que les gains d'efficacité énergétique liés aux rénovations. L'élasticité prix-volume permet d'évaluer la sensibilité de la consommation énergétique aux variations de prix. Nous la calculons selon la formule suivante :

$$\varepsilon = \frac{\beta_{\text{prix}}}{\bar{Q}}$$

où β_{prix} représente le coefficient estimé associé au prix de l'énergie et $\bar{Q}$ est la consommation moyenne d'énergie (exprimée en MWh). En utilisant une consommation moyenne de 40 MWh par an pour l'électricité et de 100 MWh pour le gaz, nous obtenons :

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\text{élec}} &= \frac{-0.2087}{40} = -0.005 \\ \varepsilon_{\text{gaz}} &= \frac{-0.3403}{100} = -0.003\end{aligned}$$

Ces valeurs sont nettement plus faibles que les élasticités généralement observées dans la littérature, qui se situent souvent entre -0.1 et -0.3 pour l'électricité et le gaz. Cela suggère que l'effet

prix estimé dans notre étude est plus faible que ce qui est habituellement constaté. Plusieurs explications peuvent être avancées : d’une part, la présence de dispositifs de régulation comme les boucliers tarifaires pourrait avoir atténué la répercussion des hausses de prix sur les consommateurs. D’autre part, les ménages en HLM disposent généralement d’une marge de manœuvre réduite pour ajuster leur consommation en fonction des prix, ce qui pourrait expliquer une moindre sensibilité. Une dernière explication est que le groupe contrôle n’a pas les mêmes caractéristiques que le groupe traité, ce qui peut biaiser l’estimation de l’élasticité prix-volume.

Table 1: Rénovation et consommation énergétique

Dependent Variables: Model:	(1)	Électricité (2)	(3)	Gaz (4)
<i>Variables</i>				
Rénovation	-0.2584 (2.389)	-0.7070 (2.032)	0.9528 (3.272)	-9.219 (12.01)
Degrés jours unifiés	0.0015 (0.0023)	-8.16×10^{-5} (0.0017)	0.0020 (0.0030)	0.0150 (0.0232)
Prix de l’électricité	-0.2087*** (0.0753)	-0.2698*** (0.0532)	-0.1776 (0.1105)	
Prix du gaz				-0.3403 (0.2936)
<i>Fixed-effects</i>				
Adresse	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Fit statistics</i>				
R ²	0.97951	0.85928	0.98707	0.97442
Observations	1,562	653	909	465
<i>Clustered (Adresse) standard-errors in parentheses</i>				
<i>Signif. Codes: ***: 0.01, **: 0.05, *: 0.1</i>				
<i>(1) contains all observations</i>				
<i>(2) contains only observations with a heating system modification</i>				
<i>(3) and (4) contain only observations without a heating system modification</i>				

Un élément pouvant expliquer l’absence d’effet significatif des rénovations est l’absence d’information sur l’intensité du traitement dans les données. En effet, nous disposons des consommations au niveau des adresses, mais nous ne savons pas quelle proportion des logements a réellement bénéficié d’une rénovation. Cette hétérogénéité intra-adresse pourrait diluer l’effet des rénovations et expliquer la difficulté à mettre en évidence un impact mesurable. Il convient par ailleurs de signaler que cette étude met en évidence l’importance d’un groupe contrôle pour évaluer l’efficacité d’une politique de rénovation, en effet, sans groupe contrôle une étude pourrait surévaluer l’efficacité en interprétant une baisse généralisée de la consommation comme un résultat de la politique de rénovation.

De manière surprenante, la variable des degrés-jours unifiés (DJU), censée refléter les besoins en

chauffage en fonction des conditions climatiques, ne semble pas significative non plus. Or, la littérature existante souligne généralement une forte relation entre les DJU et la consommation énergétique (Quayle and Diaz, 1980).

Nos résultats viennent donc en contradiction avec plusieurs études qui montrent une réduction d'environ 30% de la consommation énergétique après une rénovation (Apur, 2024). Il est important de souligner que notre échantillon reste limité en nombre d'observations, ce qui peut restreindre la puissance statistique de nos estimations. Avec seulement 300 adresses et 1500 observations pour l'électricité et environ trois fois moins pour le gaz, il est possible que les effets attendus des rénovations ne puissent être détectés avec suffisamment de précision.

Conclusion

L'analyse des données met en évidence que la rénovation thermique, en l'état actuel des observations, n'apparaît pas comme un facteur significatif de réduction de la consommation énergétique. Cette conclusion s'oppose aux résultats d'études antérieures et soulève plusieurs questions quant à la méthodologie d'évaluation de l'efficacité des rénovations. L'impact plus marqué des prix de l'énergie sur la consommation interroge sur le rôle des incitations économiques par rapport aux gains d'efficacité énergétique.

Dans cette perspective, il semble essentiel de mener des études de plus long terme avec un suivi détaillé de l'état des logements et du degré réel de rénovation appliqué. L'intégration de bases de données plus complètes, couplées à une approche expérimentale mieux contrôlée, permettrait de mieux isoler l'effet des rénovations et d'orienter les politiques publiques vers des interventions réellement efficaces pour la réduction de la consommation énergétique dans le logement collectif, en particulier en HLM.

References

- Agence Nationale de Contrôle du Logement Social**, “La rénovation thermique des logements du parc social,” <https://www.ancols.fr/publications/etudes/la-renovation-thermique-des-logements/telecharger-droit-de-reponse/Principaux>
- Apur**, “Consommations réelles d'énergie des logements parisiens en 2023,” Technical Report 263, Atelier Parisien d'Urbanisme December 2024. Note n°263, décembre.
- Commission de Régulation de l'Énergie**, “Publication des barèmes applicables pour les tarifs réglementés de vente de gaz naturel - Février 2022,” 2022.
- Quayle, R. G. and H. F. Diaz**, “Heating Degree Day Data Applied to Residential Heating Energy Consumption,” *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 1980, 19 (3), 241–246.
- Service de la Donnée et des Études Statistiques (SDES)**, “Catalogue Dido | Données et études statistiques,” 2025.

Sitadel, “Base des permis de construire et autres autorisations d’urbanisme (Sitadel),”
<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/base-des-permis-de-construire-et-autres-autorisations-durbanisme-sitadel/>,.