

Nov.  
2019

---

# RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DES LOGEMENTS : ÉTUDE DES PRIX

---

Les enseignements  
d'une évaluation statistique  
de grande ampleur

---

Rapport de synthèse

ADEME



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie

## REMERCIEMENTS

- Etienne ACH (ADEME Mayotte)
- Patrick ALFANO (ADEME Hauts-de-France)
- Eric AUFBAIRE (ADEME Nouvelle Aquitaine)
- Gilles AYMOZ (ADEME)
- Frédéric BLEUZE (Info Energie Auray)
- Virginie BOLLINI (ADEME Corse)
- Romuald CAUMONT (ADEME Centre-Val de Loire)
- Christophe DE SAINT JORES (ADEME Pays de la Loire)
- Nicolas DORE (ADEME)
- Roselyne FORESTIER (ADEME)
- Eric GASPARD (ADEME Grand Est)
- Lilian GENEY (ADEME Bourgogne-Franche-Comté)
- Julie GONZALES (ADEME Bourgogne Franche Comté)
- Julie GRELET (ALEC 49)
- Jonathan KHURY (Envirobot Occitanie)
- Jean-Luc KRIEGER (ADEME Bourgogne Franche Comté)
- Brigitte LAUTERBRACH (ADEME Auvergne-Rhône-Alpes)
- Stéphanie LEMAITRE (ADEME Provence-Alpes-Côte d'Azur)
- Loïc LEPROUST (ADEME Normandie)
- Marie-Pierre MEILLAN (ADEME Bretagne)
- Delphine MOLLARD (ADEME Occitanie)
- Alice MORCRETTE (SPEE Picardie)
- Colas PARIS (ADEME Auvergne-Rhône-Alpes)
- Antoine TRANCHANT (ADEME Ile-de-France)

Nous remercions chaleureusement pour leurs contributions à la base de données des prix de la rénovation énergétique des logements Cécile ANDICOECHEA (CODAH - plateforme de la rénovation), Cécile ANDRÉ (Maison de l'énergie), Pascal AUBER (Bourgogne), Fanny AUBOIRON (EIE Agglomération Dieppe-Maritime), Virginie AUFFRET (ADEME Nouvelle-Aquitaine), Marie-Capucine BARRACHIN (Syndicat Mixte du Pays Seine-et-Tilles en Bourgogne), Hélène BELLANGER (ADIL EIE 41), Valentine BIZET (Communauté d'Agglomération Royan Atlantique), Aurore BLASCO (PETR Pays Sud Toulousain), Fabrizio BOGHI (CEDER), Mylène BOILEAU (ADIL - EIE 45), Patrick BONNEAU (ADIL-EIE du Loiret), Thomas BONORA (Pays de Vitry - Porte de Bretagne), Ulrich BOUALA (ADIL EIE 41), Thibaut BOUFFET (CAUE 30), Damien BOULAND (ADIL-EIE 41), Bruno BUGELLI (ADIL45 et Service Eco Habitat), Tiffany BUZAUD (ALEC SQY), Julien CHANONIER (Ener'gence), Stéphane CHARPENTIER (EIE 36 ADIL), Fabrice CHAZEAU (ADIL 63 / Espace INFO ENERGIE), Rémy CHIODO (ALEC Métropole Marseillaise), Christophe DAMAY (QUERCY ENERGIES), Julien DECROTOIS (EIE 38), Cédric DELAHAIS (Cerema Normandie Centre), Nicolas ESTRANGIN (INFO ENERGIE AUVERGNE), Marjorie FARCE (ALEC42), Julien FONTENEAU (ALEC 49), Julien FRAT (Pôle Territorial de l'Albigeois et des Bastides), Muriel FUSY (ALEC Lyon), Noémie GAMBA (Pays Beaunois), Loïc GAUDOIN (Métropole Rouen Normandie), Rémi GAYRARD (SOLAGRO), Laure GROSHEITSCH (ALME), Guillaume GOUFFRANT (Creaq), Aurore GUIBOUX (ADIL-EIE 45), Patrick GUICHARD (ADIL Drôme), Florian GUILBAULT (HEOL), Luc GUILLIER (ADIL-Espace Info Energie du Loiret), Samuel JOUANNY (CAUE 71), Nathan JULIENNE (Communauté d'Agglomération du Bocage Bressuirais), Anne-Marie LANDES (SOLIHA 03), Stéphanie LEGALL (alecob), Bastien LEGAVRE (PETR de Ploërmel), Pierre LE ROUZIC (ALOEN), Claudie MACALUSO (Conseil départemental des Pyrénées-Orientales), Yoanna MANSVELT (ALEC27), Sébastien MAO (Lannion Trégo Communauté), Nicolas MARIE (Biomasse Normandie), Arnaud MARTIN (Agence GrandEst), Melenn MAUPU (ALEC Métropole Marseillaise), Nicolas MONIOT, Alice MORCRETTE (SPEE PICARDIE), Nathalie MOREL (INFO ENERGIE DINAN AGGLOMERATION), Frédéric MOUBE (ALME), Thomas ORTIS (ALEC Métropole marseillaise), Florent PIDOUX (ALEC Métropole Marseillaise), Nicolas PUGINIER (CPIE CENTRE CORSE), Gabriel QUENTIN (Pays d'Alsace du Nord), Cindy REBOUILLEAU (INHARI ORNE), Julien RENUCCI (HESPUL), Romain RIDET (ALEC Montpellier), Thomas ROBERT (Parc Eco Habitat), Mallorie ROMAN (Espace Info-Energie Nord 05), Abissi SAINDOU (Espace Info Energie Mayotte), Serge SIBLER (Pays THUR DOLLER), Pierre-Yves SION (EIE Seine-et-Marne environnement), Floriane SPACCESI (Pays de Balagne), Benjamin TISSIER (ALEC 01), Benjamin TITUS (Golf Vannes Agglomération), Diem TRAN (Association Pays de Fougères), Joseph-Antoine VENTURI (COMFIUM HABITAT) et Lenaig WEILER (Quimper Cornouaille Développement).

## CITATION DE CE RAPPORT

**ADEME, Pierre-Edouard Vouillamoz, Clément Leblanc, Julien Paulou, Jézabel Goineau, Sophie Huiban, I Care & Consult, EP, EMENDA. 2018. Rénovation énergétique des logements : étude des prix. 47 p.**

Cet ouvrage est disponible en ligne [www.ademe.fr/mediatheque](http://www.ademe.fr/mediatheque)

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

### **Ce document est diffusé par l'ADEME**

20, avenue du Grésillé  
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

**Synthèse réalisée pour le compte de l'ADEME par :**  
Hélène BAREAU (JAM Développement)

**Coordination technique - ADEME :** Pierre-Édouard VOUILLAMOZ  
Direction/Service : Direction Ville et Territoires durables / Service Bâtiment



# SOMMAIRE

## Table des matières

<b>1. Le contexte .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1. La rénovation des logements : un enjeu majeur pour réussir la transition énergétique...</b>	<b>7</b>
<b>1.2. L'action des pouvoirs publics .....</b>	<b>7</b>
1.2.1. Une stratégie pour la rénovation des logements .....	7
1.2.2. Des incitations pour les ménages.....	7
<b>2. Le prix de la rénovation : une question centrale .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. Des ménages qui demandent à être rassurés .....</b>	<b>9</b>
2.1.1. Des incertitudes sur les prix.....	9
2.1.2. Des particuliers encore trop réticents à se lancer .....	9
<b>2.2. Renforcer la confiance des ménages avec des prix plus stables et plus faciles à appréhender .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3. Une première expérimentation d'observation des prix lancée en 2018.....</b>	<b>10</b>
2.3.1. Ses résultats .....	10
2.3.2. Ses limites.....	10
En conclusion .....	11
<b>3. Les résultats issus de l'observation .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. Un balayage rapide des résultats.....</b>	<b>13</b>
3.1.1. Quelques .....	13
3.1.2. Sept catégories de gestes étudiées .....	13
<b>3.2. L'analyse détaillée par catégorie de gestes .....</b>	<b>15</b>
3.2.1. L'isolation thermique des parois opaques .....	15
3.2.2. Le chauffage .....	22
3.2.3. Les menuiseries.....	28
3.2.4. La ventilation.....	34
3.2.5. L'eau chaude sanitaire solaire et non solaire .....	38
<b>4. Quelle suite ?.....</b>	<b>42</b>
<b>4.1. Des pistes d'amélioration pour poursuivre le recueil des données .....</b>	<b>42</b>
<b>4.2. D'autres acteurs impliqués .....</b>	<b>42</b>
<b>4.3. Affiner l'observation et la connaissance des prix de la rénovation.....</b>	<b>42</b>

## RÉSUMÉ

Cette synthèse reprend les résultats du rapport d'expertise réalisé par l'ADEME en novembre 2018, « *Évaluation statistique des prix de la rénovation énergétique des logements* ».

La rénovation énergétique des logements est considérée comme un des principaux leviers de transition énergétique en France. Pour faciliter le passage à l'acte des ménages et aider les artisans dans leur travail, partager une information fiable sur les prix des gestes est nécessaire. C'est dans cette optique que l'ADEME a réalisé en 2018 une collecte des prix des gestes de rénovations via le réseau des conseillers FAIRE (EIE et PTRE). Cette synthèse reprend les résultats de ce travail : la réalité des prix étant trop complexe pour être synthétisée par des moyennes, la compréhension des prix est présentée ici à travers des fourchettes de prix et de certains mécanismes expliquant leur variation.

Dans le cas de la **rénovation de l'isolation thermique**, le type d'isolation, les caractéristiques techniques des isolants et les spécificités des logements rénovés sont les facteurs de variation des prix identifiés.

La **rénovation du chauffage** ou son installation est une opération de rénovation fréquente. Des zooms sont même possibles dans l'analyse sur certains équipements particulièrement bien représentés : les poêles et inserts, les chaudières et les pompes à chaleur. Les prix varient en fonction de nombreux facteurs tels que le type d'équipement et ses caractéristiques techniques, la surface du logement ou la zone climatique dans laquelle il se situe, la capacité de l'équipement à produire de l'eau chaude sanitaire.

Les résultats concernant la **rénovation des menuiseries** sont moins satisfaisants car deux informations essentielles (le type de menuiserie remplacée et le nombre d'ouvertures rénovées) manquent dans une grande partie des données collectées. Il est cependant possible de pointer l'impact du type de matériau, de la taille des ouvertures, de la performance thermique des matériels et de leur format (standard ou non) sur les variations de prix des opérations.

La **rénovation de la ventilation** est l'opération analysée la moins coûteuse, sauf en ce qui concerne un type d'équipement : les ventilations double-flux.

Enfin, la **rénovation de la production d'eau chaude sanitaire**, globalement assez peu représentée, exclut les équipements classiques qui fournissent à la fois chauffage et eau chaude sanitaire, ce qui explique un certain sur-échantillonnage des équipements solaires. Les chauffe-eaux solaires individuels sont les équipements les mieux représentés, malgré un prix relativement élevé. Les chauffe-eaux thermodynamiques sont également assez fréquemment installés, et ils sont sensiblement moins chers que les précédents.

Cette analyse s'attache également à proposer des pistes et des perspectives pour poursuivre le travail sur les prix de la rénovation énergétique : amélioration du recueil des données, implication de davantage d'acteurs de la rénovation.

Au final, l'objectif est de mettre à disposition du grand public et de l'ensemble des acteurs publics et privés de la rénovation des repères les plus fiables possibles quant aux prix d'une opération de rénovation. Pour les ménages en particulier, cette information a vocation à les rassurer et à leur donner une impulsion pour se lancer dans les gestes.

Ce document est destiné aux acteurs de la rénovation énergétique : professionnels de la rénovation, journalistes spécialisés, conseillers FAIRE et conseillers des plateformes de rénovation...



## ABSTRACT

This summary is based on the results of the expert report carried out by ADEME in November 2018, "Statistical evaluation of energy renovation prices of dwellings".

Building retrofitting is one of main French policy to achieve ecological transition. Knowing price is one issue for customers and companies. In 2018, ADEME has collected data through the FAIRE counsellor network and made a statistical analysis. However, price market complexity cannot be summarized with simple indicators as means. Thus we propose in this paper to explore data through largest indicators like intervals and median. Moreover, data variation will be explained.

Based on the analysis of over 12,000 data, aggregate or detailed results by work category can already be highlighted. Thermal insulation renovation is at the forefront of the listed operations. Then, heating systems renovation or installation is followed by operations on joinery, ventilation, domestic hot water production (solar or not) and photovoltaics, without it being possible to analyze this too poorly represented category.

In the case of **thermal insulation renovation**, the insulation type, the insulation technical characteristics and renovated dwellings specificities are identified as factors of costs variations.

**Renovation or installation of heating systems** are often achieved. The statistical analysis zooms on some particularly well-represented equipment: stoves and inserts, boilers and heat pumps. Many factors can explain the variation costs, such as equipment type and its technical characteristics, dwelling surface or climatic zone in which it is located, equipment ability to produce domestic hot water.

As regards **joinery renovation**, the results are less accurate. Two essential informations are missing in a data collected large part: joinery replaced type and renovated openings number. However, it is possible to point out several price variations factors as openings types and sizes, their thermal performance and their format (standard or not).

**Ventilation renovation** is the least expensive operation analysed, except for one type of equipment: double flow ventilation.

Finally, **domestic hot water production renovation** (not widely represented) excludes conventional equipment which provides both heating and domestic hot water. This fact may explain solar equipment oversampling. Individual solar water heaters are the best represented equipment, despite a relatively high cost. Thermodynamic water heaters are also quite frequently installed, and are cheaper than the previous ones.

This analysis also seeks to propose perspectives for carrying on energy renovation price formation work: improved data collection, involvement of more renovation actors. In the end, the aim is to provide to households, public and private actors the most reliable benchmarks as possible regarding renovation prices. Especially for households, the information is intended to reassure them and give them an impetus to start renovation works in their dwellings.

This document is intended for energy renovation stakeholders: professionals, specialized journalists, FAIRE consultants and renovation platform advisers...

# 1. Le contexte

---

## 1.1. La rénovation des logements : un enjeu majeur pour réussir la transition énergétique

Quelques chiffres permettent de cadrer les enjeux de la rénovation des logements dans la lutte contre le changement climatique et la réussite de la transition énergétique :

- **30 %** des consommations énergétiques finales et **14,5%** des émissions de CO<sub>2</sub> en France proviennent des logements<sup>1</sup> ;
- Le parc immobilier se renouvelle de **1 %** par an ;
- Près de **7 millions** de logement sont mal isolés en France (chiffre 2018).

L'efficacité énergétique des bâtiments existants est très inférieure à celle des bâtiments neufs. La rénovation énergétique et le déploiement des énergies renouvelables constituent des gisements importants d'économies d'énergie et de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

## 1.2. L'action des pouvoirs publics

### 1.2.1. Une stratégie pour la rénovation des logements

Ces dernières années, la rénovation énergétique du parc résidentiel est une préoccupation majeure des pouvoirs publics. Les ambitions ont été formalisées entre autres :

- Dans le Plan de rénovation énergétique de l'habitat PREH (2013),
- Dans la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte TECV (2015),
- Dans le Plan Climat de la France (2017), qui vise la neutralité carbone pour 2050. Un des objectifs de la Stratégie nationale bas carbone (SNBC) est la réduction de moitié des consommations énergétiques dans le bâtiment et zéro émissions en 2050,
- Dans le **Plan rénovation énergétique des bâtiments PREB** (2018), mis en place pour proposer des solutions de rénovation adaptées à tous. Ce dernier prévoit entre autres :
  - La rénovation de l'ensemble du parc de bâtiments au niveau BBC d'ici 2050,
  - L'élimination d'environ 7 millions de « passoires énergétiques » du parc résidentiel privé d'ici 2025 et la rénovation de 500 000 logements par an,
  - La lutte contre la précarité énergétique en se fixant sur la rénovation annuelle, à partir de 2018, de 150 000 passoires énergétiques habitées par des propriétaires aux faibles revenus,
  - La création d'un observatoire national de la rénovation énergétique avec, entre autres missions, la construction d'indicateurs de prix moyen des gestes de rénovation.

Dans le cadre de ce plan, la campagne #FAIRE ([www.faire.fr](http://www.faire.fr)) lancée en septembre 2018<sup>2</sup> par le gouvernement est destinée à mobiliser la population autour de la rénovation énergétique, en rendant plus lisible un service public d'information et de conseil (les conseillers FAIRE rassemblent depuis septembre 2018 les conseillers EIE, Anah et ADIL) et en mobilisant les acteurs publics et privés autour de la rénovation. En avril 2018, et sous l'impulsion de l'ADEME et du Plan Bâtiment Durable, l'État, ses opérateurs et 137 acteurs du secteur privé ont signé la charte d'engagement « Engagé pour FAIRE », illustrant ainsi leur implication résolue dans la rénovation énergétique des bâtiments et les collaborations fructueuses à encourager entre les acteurs publics et privés<sup>3</sup>.

### 1.2.2. Des incitations pour les ménages

Les retombées positives de la rénovation des logements influent sur la qualité de vie de leurs habitants : amélioration du confort, baisse de la facture énergétique, valorisation patrimoniale... Cependant, malgré ces bénéfices évidents, le passage à l'action n'est pas encore suffisant. Les pouvoirs publics mettent des moyens (aides financières, conseils gratuits du réseau FAIRE) à la disposition des ménages pour les aider à se lancer.

#### 1.2.2.1. Des incitations financières et fiscales

L'État et les collectivités territoriales ont mis en place un certain nombre de dispositifs financiers et fiscaux pour faciliter la prise de décision des particuliers (crédit d'impôt CITE, éco-prêt à taux zéro, TVA à taux réduit, aides de l'Anah et des collectivités territoriales, aides liées au dispositif des certificats d'économie d'énergie...).

Toutes les aides publiques sont présentées sur le site de l'ADEME : [www.ademe.fr/financer-renovation-habitat](http://www.ademe.fr/financer-renovation-habitat)

---

<sup>1</sup> [Chiffres-clés climat, air et énergie](#) (p.133) – ADEME, édition 2018

<sup>2</sup> [presse.ademe.fr/2018/09/renovation-lancement-de-la-campagne-de-mobilisation-faire.html](http://presse.ademe.fr/2018/09/renovation-lancement-de-la-campagne-de-mobilisation-faire.html)

<sup>3</sup> [presse.ademe.fr/2019/04/renovation-energetique-une-charte-pour-engager-les-professionnels-du-batiment-et-de-limmobilier.html](http://presse.ademe.fr/2019/04/renovation-energetique-une-charte-pour-engager-les-professionnels-du-batiment-et-de-limmobilier.html)



### 1.2.2.2. Des conseils gratuits et personnalisés

Les particuliers peuvent trouver des informations et des conseils gratuits auprès des conseillers FAIRE. Ils sont accompagnés sur les aspects techniques et financiers pour mettre en œuvre un projet viable de rénovation.

Pour plus d'information : [www.faire.fr](http://www.faire.fr)

### 1.2.2.3. La mention RGE pour encourager la montée en compétence des professionnels

La mention « Reconnu garant de l'environnement » (RGE) permet d'identifier les professionnels du bâtiment (bureaux d'études, entreprises de gestes) formés et contrôlés. C'est une garantie de compétence qui aide à sélectionner des professionnels de qualité. L'octroi de la majorité des aides financières est conditionné au recours de professionnels RGE pour réaliser les gestes.



## 2. Le prix de la rénovation : une question centrale

---

On constate que l'objectif de 500 000 rénovations annuelles prévu par le PREB n'est pas atteint. De nombreux freins ont pu être identifiés et pour encourager les particuliers, une meilleure connaissance des prix de la rénovation semble essentielle. En effet, la question financière est un facteur important qui conditionne leur engagement dans des gestes de rénovation ou limite leurs ambitions dans leur réalisation.

Disposer d'indicateurs de prix pour les opérations de rénovation énergétique les plus courantes serait pour eux un outil précieux, qui leur donnerait des repères pour mettre au point le financement d'un projet de rénovation et les rassurerait sur leur capacité à le mener à bien.

Les particuliers ne sont pas les seuls à avoir besoin de mieux connaître les gestes de rénovation et leurs prix réels. Ces données intéressent également :

- **Les pouvoirs publics**, notamment pour dimensionner les aides,
- **Les entreprises de gestes**, pour mieux connaître le marché, estimer un prix et répondre aux demandes de particuliers souhaitant une estimation de gestes sans intention de gestes. Une plainte des artisans est de devoir faire un devis alors que le particulier souhaitait dès le début uniquement un ordre de grandeur de prix,
- **Les fabricants** de matériaux et d'équipements, pour connaître la pénétration de leurs marchandises et anticiper la demande future,
- **Les financeurs** éventuels pour dimensionner leurs offres de financement.

### 2.1. Des ménages qui demandent à être rassurés

#### 2.1.1. Des incertitudes sur les prix

Les particuliers sont mal informés sur les prix des gestes :

- Les prix théoriques auxquels ils peuvent avoir accès diffèrent souvent des prix réellement pratiqués ;
- Les prix fluctuent en fonction de la zone climatique, du marché local de la rénovation, des caractéristiques des logements ;
- Les informations sont souvent divergentes, imprécises et apparaissent souvent peu fiables ;
- Les facteurs de variations de prix sont mal identifiés, multiples, pouvant être justifiés mais parfois opaques.

Certains postes de rénovation sont délicats à estimer par le particulier qui a pourtant besoin d'établir un budget :

- Chaque chantier de rénovation est un cas unique, les solutions techniques doivent s'adapter à ses particularités ;
- Certains gestes induits sont difficiles à envisager pour un non-professionnel et peuvent parfois doubler la facture par rapport au prix de l'équipement ou des matériaux à installer (gestes électriques, de plâtrerie ou de peinture consécutifs à une isolation par l'intérieur, dépose d'une cuve à fioul lors d'un changement de chaudière, tubage d'un conduit lors de l'installation d'une chaudière à biomasse...) ;
- Le prix de la main d'œuvre n'est pas une donnée facile à estimer pour les artisans.

#### 2.1.2. Des particuliers encore trop réticents à se lancer

La prise de décision est ralentie ou même bloquée par les craintes et les difficultés des ménages :

- Ils estiment ne pas pouvoir financer les gestes ou établir un budget de rénovation fiable et sûr ;
- Ils craignent de ne pas pouvoir disposer d'informations suffisantes pour anticiper le prix à payer au final ;
- Ils craignent la complexité de la démarche (recherche de financement et d'aides financières, démarches, recherches d'artisans de confiance...) ;
- Ils doutent parfois que l'investissement consenti apporte les économies financières qu'ils attendent ;
- Ils ont besoin de conseils financiers et techniques fiables pour se lancer.



## **2.2. Renforcer la confiance des ménages avec des prix plus stables et plus faciles à appréhender**

Les dispositifs en place (incitations financières, information...) ne suffisent pas pour atteindre les objectifs de rénovation énergétique que se sont fixés les pouvoirs publics. Les particuliers ont aussi besoin d'une information fiable et facilement accessible sur les prix, fondée sur ceux pratiqués dans leur région.

Obtenir cette information nécessite :

- De recueillir des données précises sur l'ensemble du territoire et sur l'ensemble des gestes de rénovation énergétique (issues de la littérature, mais surtout recueillies auprès des acteurs de la rénovation) ;
- D'en tirer des informations qualitatives et quantitatives sur les prix et les facteurs qui les influencent ;
- D'en tirer des pistes d'amélioration pour créer une base de données et une méthode de collecte plus performantes.

Pour répondre à ce besoin, il est important d'affiner l'observation et la connaissance des prix de la rénovation, ce qui aiderait les particuliers à aborder une rénovation énergétique avec plus de confiance et de sécurité.

## **2.3. Une première expérimentation d'observation des prix lancée en 2018**

Cette première expérimentation a rassemblé les données éparées collectées depuis plusieurs années par les conseillers des Espaces Info->Énergie (EIE) et les Plateformes territoriales de la Rénovation Énergétique (PTRE), et en a fait l'analyse.

### **2.3.1. Ses résultats**

Ce travail a permis de mieux connaître les prix de la rénovation énergétique des logements, d'identifier certains facteurs déterminant ces prix et de quantifier leur impact. Il se fonde sur un nombre important de données (plus de 12 000) balayant les principaux gestes de rénovation énergétique.

À partir de ces données, une analyse statistique et économétrique a été possible. Elle a permis :

- La mise en évidence de grandes tendances dans les prix de la rénovation ;
- L'identification de facteurs influençant les prix ;
- L'évaluation de l'impact de ces facteurs sur les prix et leurs variations.

La méthode de collecte des données auprès d'acteurs publics de la rénovation s'est révélée relativement rapide et d'un prix raisonnable. L'étude a mis à jour des pistes d'amélioration de cette collecte (meilleure précision, données plus homogènes) pour affiner les résultats déjà obtenus.

### **2.3.2. Ses limites**

De façon générale, la méthode employée pour collecter les données est bien moins coûteuse qu'une enquête classique mais elle fournit aussi des données moins précises et plus hétérogènes.

#### *Un échantillon peu représentatif de la rénovation énergétique en France*

Les données collectées sont nombreuses, mais elles ne concernent que les opérations suivies par les acteurs publics locaux de la rénovation (EIE, PTRE). Les ménages suivis par ces organismes ne représenteraient que 10 % de ceux qui ont réalisé une rénovation énergétique (estimation de l'enquête TREMI 2017).

#### *Des données hétérogènes*

Les données proviennent de portions restreintes du territoire et sont inégalement réparties : elles sont rares en zone méditerranéenne ou montagnarde, nettement moins abondantes en ville qu'en zone rurale. Leur origine dépend de la localisation des organismes qui ont participé au recueil des données.

La base de données est issue de la collecte d'informations pouvant être hétérogènes :

- Les caractéristiques du logement et sa localisation (zone climatique, surface du logement...) sont en général assez bien captées par l'étude : elles sont faciles à relever ou à mesurer. Elles sont de ce fait sur-représentées dans les échantillons de données exploitables et peuvent apparaître comme des facteurs de variation des prix de rénovation énergétique plus importants qu'ils ne le sont vraiment ;
- Les caractéristiques des gestes ne sont pas décrites selon les mêmes règles et avec le même niveau de détail selon les contributeurs. Des données a priori intéressantes comme l'objectif de performance énergétique des gestes, la qualité des matériaux utilisés, les performances des équipements installés... sont assez souvent peu ou mal renseignées. Il est alors difficile de mettre en évidence leur importance comme facteurs de variation des prix de la rénovation énergétique.

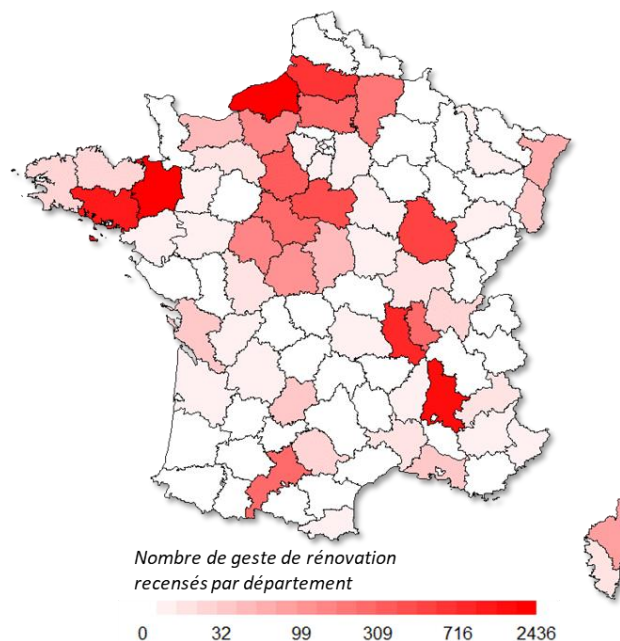


Figure 1 : Répartition géographique des gestes collectés

Certaines opérations de rénovation sont bien décrites avec de nombreuses données (l'isolation classique, l'installation d'un poêle...). D'autres le sont moins (le photovoltaïque, l'isolation de la toiture par surélévation [sarking], l'installation d'une pompe à chaleur géothermique...), et les données fournies les concernant sont insuffisantes. De même, certains échantillons de données concernant tel ou tel facteur de variation sont très réduits. Dans ces cas, des précautions sont prises dans les résultats présentés.

Les données sont recueillies dans 75 % des cas sur des chantiers de rénovation globale, portant sur plusieurs postes. Mais chaque observation enregistrée dans la base de données ne concerne qu'un seul poste de rénovation. Ce biais a tendance à gommer l'effet sur les prix des synergies entre postes de rénovation qui apparaissent lors d'une rénovation globale.

Le prix de la main d'œuvre n'est pas toujours indiqué clairement. Il devient alors difficile de distinguer l'importance respective des équipements (ou des matériaux) et de la main d'œuvre dans le prix d'une opération (cf. étude « Prix de la rénovation et organisation de la filière » [PROFIL], p. 154).

## En conclusion

La rénovation énergétique des logements est un des principaux leviers de la transition énergétique. Parmi les éléments fondamentaux pour faciliter le passage à l'action des ménages, une bonne appréhension collective du prix des gestes est nécessaire pour établir un climat de confiance entre ménages, entreprises du bâtiment et acteurs du conseil et de l'accompagnement.

Afin de contribuer à bâtir des éléments factuels concernant les prix de la rénovation, cette synthèse présente les principaux résultats issus de la collecte et de l'analyse des prix et caractéristiques de plus de 12 000 gestes de rénovation énergétique menés par des ménages français.

Chaque chantier de rénovation est unique : le prix des gestes dépend de nombreux paramètres (type de matériel installé, gestes supplémentaires induits en fonction par exemple de l'état initial du bâti...). Il est également important de noter l'hétérogénéité des données recueillies et des zones géographiques représentées (détails dans le rapport de l'étude).

L'objectif de cette étude n'est donc pas de livrer à chaque ménage un prix « idéal » des gestes qu'il souhaite réaliser, mais de fournir des fourchettes de prix et des coûts médians observés pour les gestes classiques de la rénovation, ainsi que des informations sur certains facteurs influençant ces prix, afin de donner à l'ensemble des acteurs des repères.



À noter que :

- Tous les prix s'entendent en hors taxe et concernent les travaux de rénovation énergétique sans les coûts des travaux induits ;
- L'analyse porte sur les prix de gestes de rénovation énergétique (par exemple l'isolation des combles et des murs extérieurs correspondent à deux gestes) ;
- Bien que les gestes fassent partis de bouquets de gestes, ces derniers ne sont pas étudiés ;
- L'étude ne concerne pas les gains associés aux gestes, et en particulier les économies d'énergie générées ou l'impact éventuel sur la valeur du bien ;

Ce rapport de synthèse présente le résultat détaillé des analyses statistiques réalisées à partir de ces données, en terme de fourchettes de prix observés sur le marché de la rénovation énergétique, de certains facteurs influençant ces prix, et de préconisations pour améliorer le recueil des données.

Le rapport est complété par une fiche de synthèse de 4 pages.

## 3. Les résultats issus de l'observation

### 3.1. Un balayage rapide des résultats

#### 3.1.1. Quelques chiffres clés

11 785 opérations ont été recensées.

#### 3.1.2. Sept catégories de gestes étudiées

Classées par ordre décroissant d'opérations recensées

Les gestes recensés sont rassemblés en 7 grandes catégories :

- L'isolation thermique des parois opaques (4515 opérations soit 38 %),
- Le chauffage (3015 opérations soit 26 %),
- Les menuiseries (2890 opérations soit 25 %),
- La ventilation (937 opérations soit 8 %),
- L'eau chaude sanitaire (468 opérations soit 4 %),
- Le photovoltaïque (38 opérations soit moins de 1 %).

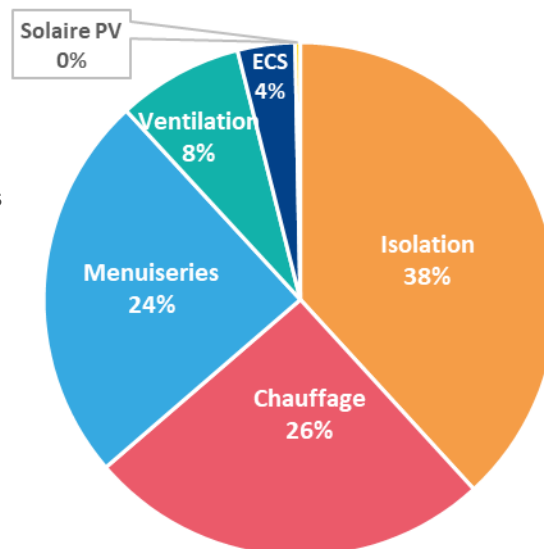


Figure 2 : Les grandes catégories de gestes étudiées

#### 3.1.3. Les tendances observées

*Des variations de prix en fonction du type d'opération et au sein de chaque catégorie*

Les prix varient au sein de chaque famille de gestes. Cette étendue diffère selon le geste. Cela peut être dû à des variables exogènes (surface, critères techniques de performance, choix de certains matériaux) ou des variables endogènes (complexité des chantiers par exemple). La figure 3 présente l'étendue de la variation des prix.

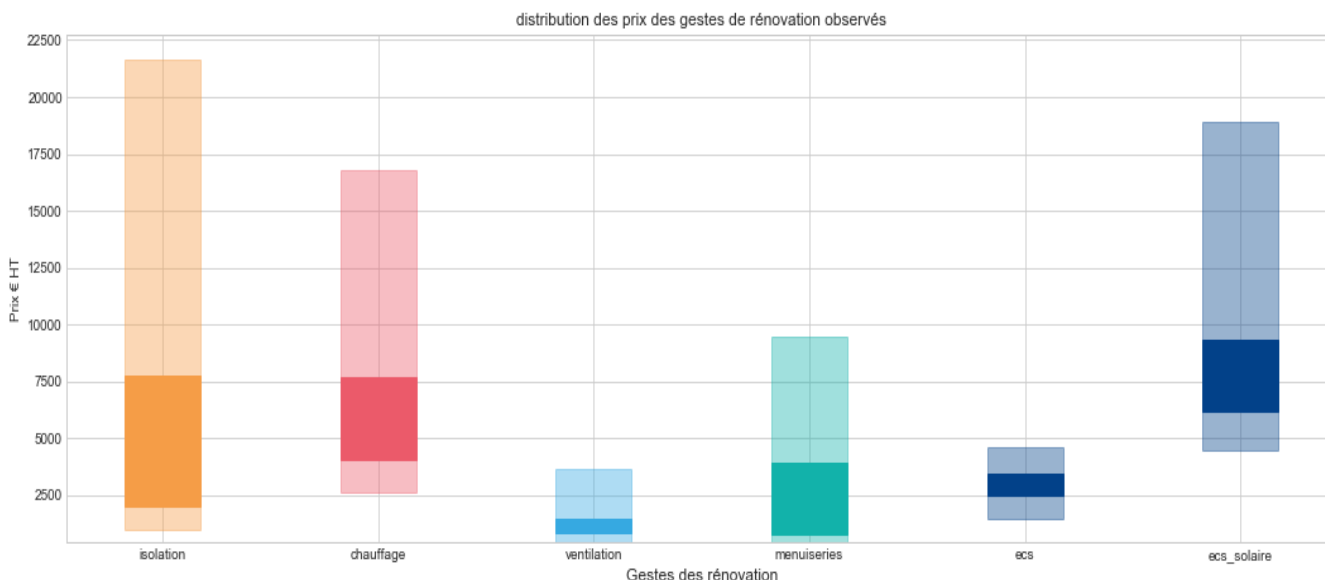


Figure 3 : Intervalles de prix par type de gestes

*(50 % des opérations sont situées dans l'intervalle de prix représenté par la zone foncée, 90 % sont situés dans celui représenté par la zone claire, attention l'échelle ne commence pas à zéro)*



L'impact énergétique des gestes comme facteur de variation du prix des opérations n'a pas pu être testé. Il serait cependant intéressant de savoir si et dans quelle mesure des gestes permettant 2 sauts de classe énergétique (passer de D à B sur l'étiquette énergie par exemple) coûtent plus cher que des gestes moins ambitieux (à titre indicatif, dans l'enquête TREMI, il était constaté que les logements qui gagnaient une classe énergétique suite à des rénovations à plusieurs gestes avaient reçu un investissement de 16 000 € en moyenne. Ce montant grimpeait à 26 000 € pour les logements gagnant deux classes énergétiques [ou plus] suite aux gestes).

#### *L'influence de la géographie sur le prix des rénovations*



La zone climatique peut avoir un effet sur les prix des gestes : les rénovations énergétiques en zone H1 ont un niveau d'exigence plus élevé que les deux autres zones. Les ménages en zone H1 ont un plus grand consentement à payer un prix plus élevé pour leurs gestes. Néanmoins les données disponibles ne permettent pas d'observer la variation des prix selon la zone climatique mais les liens de dépendance entre zone climatique et geste choisi ont pu être mis en évidence dans chaque catégorie.

*Figure 4 : Les zones climatiques "hiver" en France (bleu = H1, orange = H2, gris = H3).*

#### *L'influence des caractéristiques du logement sur le prix des rénovations*

L'essentiel des données de l'étude provient de l'habitat individuel, très peu de l'habitat collectif (moins de 5%) pour lequel aucune analyse spécifique des prix de rénovation n'est possible.

Le **prix moyen** de chaque opération de rénovation décrite se situerait entre 5 000 et 7 000 € HT pour les logements de moins de 80 m<sup>2</sup>, mais atteindrait 12 000 € HT pour un logement de 200 m<sup>2</sup>.

L'âge du logement pu avoir une influence sur le prix de rénovation, mais il ne sera pas étudié ici : seul le lien de dépendance entre âge du bâti et solution technique retenue au sein d'un geste a été étudié.

## 3.2. L'analyse détaillée par catégorie de gestes

### 3.2.1. L'isolation thermique des parois opaques

#### 3.2.1.1. Les chiffres clés

4522 gestes de rénovation de l'isolation thermique ont été recensés. 1550 prix ont été étudiés (redressé via l'indice IPEA au deuxième trimestre 2018).

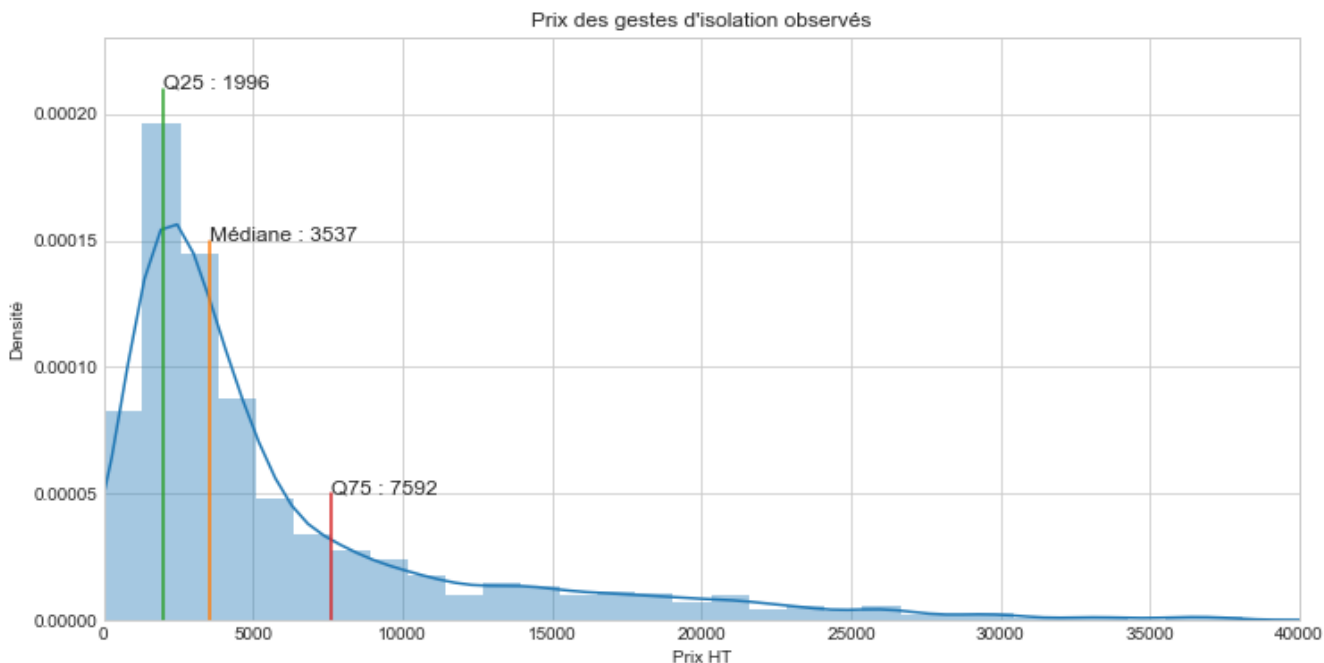


Figure 5 : Distribution des prix des gestes d'isolation

La moitié des gestes d'isolation ont un prix compris entre 2000€HT et 7600€HT. Ces prix ne tiennent pas compte de la surface et de la nature des gestes.

#### 3.2.1.2. Les types de gestes recensés

Classés par ordre décroissant d'opérations recensées exploitables

Les types d'isolation identifiés sont :

- L'isolation des combles perdus (726 observations 47%),
- L'isolation par l'extérieur ITE (378 observations 25%),
- L'isolation des rampants de toiture (213 observations 14%),
- L'isolation par l'intérieur ITI (104 observations 7%),
- L'isolation des planchers bas (104 observations 7%),
- Les autres types d'isolation (toitures terrasses [4 observations], sarking [12 observations] ...).



### 3.2.1.3. Les tendances observées

#### *L'isolation des parois opaques est fréquemment réalisée...*

Les gestes d'isolation thermique des parois opaques sont de loin les plus représentées dans les données collectées et représentent 38 % des données.

Parmi ces gestes, les différents types d'isolation sont également bien renseignés, ce qui permet des résultats significatifs, globalement et par type d'isolation (à l'exception des toitures terrasses et du sarking).

#### *... avec des fourchettes de prix plus ou moins larges*

Les prix des gestes d'isolation sur les planchers bas et les combles perdus varient dans une fourchette étroite. C'est le reflet de solution technique assez standardisée. Pour les autres prix, la fourchette de variation est plus grande car les gestes nécessitent de gérer une certaine complexité. Pour l'isolation par l'extérieur la fourchette est encore plus large : selon la hauteur du bâtiment, la nécessité d'installer un échaudage ou non fait varier le prix (non étudié ici).

Bien que le prix de l'isolation est influencé par la surface d'isolant à poser, le ménage payera lui un prix total. La figure 4 présente l'étendue des prix relevés pour différents gestes d'isolation.

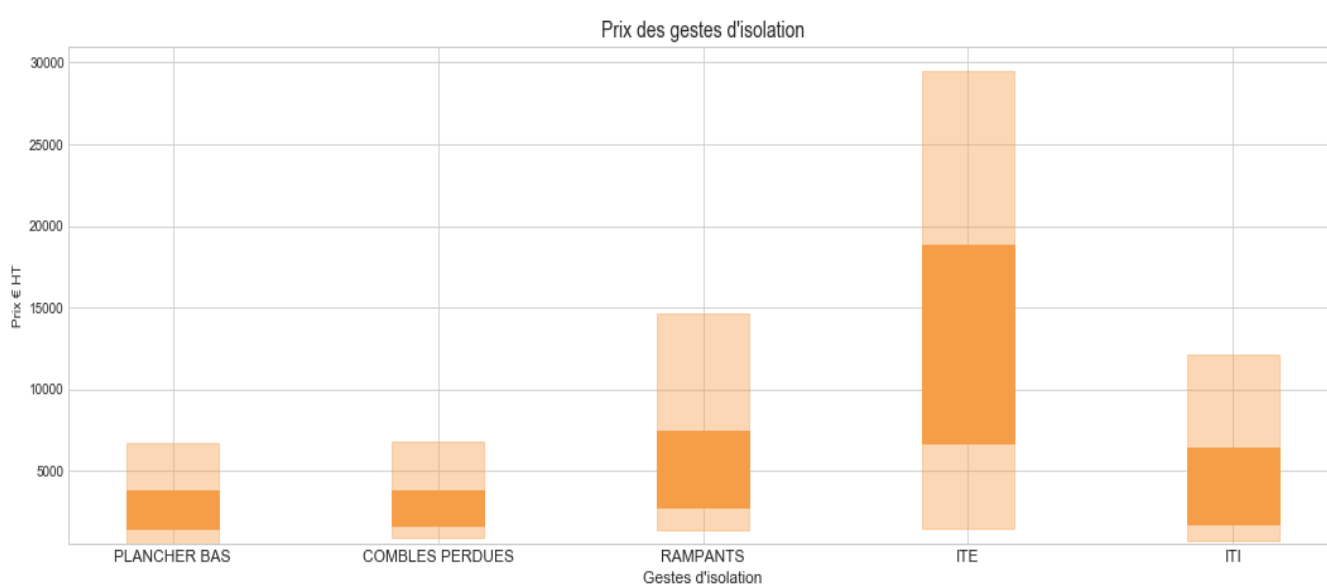


Figure 6 : Intervalles de prix par type de gestes d'isolation (50 % des opérations sont situées dans l'intervalle de prix

### 3.2.1.4. Les facteurs de variation des prix

#### *Le type d'isolation*

Le type d'isolation est le facteur prépondérant expliquant la variation des prix. Les prix varient du simple au quadruple mais cela est normal : la nature de l'intervention et les surfaces d'isolant posé sont différentes selon l'intervention. Le tableau 1 présente le prix médian des gestes d'isolations ainsi que le prix médian surfacique.

	Nombre de données	Fourchette très basse (C5)	Fourchette basse (C25)	Médiane	Fourchette haute (C75)	Fourchette très haute (C95)
<b>PLANCHER BAS</b>	104	529 €	1 520 €	2 752 €	3 797 €	6 737 €
<b>COMBLES PERDUES</b>	726	915 €	1 676 €	2 545 €	3 831 €	6 785 €
<b>RAMPANTS</b>	213	1 390 €	2 779 €	4 598 €	7 413 €	14 684 €
<b>ITE</b>	378	1 487 €	6 675 €	12 516 €	18 821 €	29 503 €
<b>ITI</b>	104	722 €	1 740 €	3 248 €	6 429 €	12 162 €

Tableau 1 : Fourchettes de prix pour les gestes d'isolation



## La surface isolée

Les critères techniques (surface d'isolant posé, type d'isolant, résistance thermique du matériau...) expliquent assez précisément les différences de prix entre opérations, mais sont souvent mal connus des particuliers qui envisagent une opération de rénovation. Il leur sera donc difficile d'orienter leur choix selon ces critères.

**La surface d'isolant** posée apparaît d'une façon logique comme le facteur majeur de variation du prix des gestes d'isolation : plus la surface à isoler est importante, plus le prix de l'opération est élevé. Cependant la variation des prix en fonction de la surface de ne s'applique pas de la même façon pour chaque catégorie : le prix des gestes d'isolation technique par l'extérieur (ITE) est fortement expliqué par la surface (coefficient de corrélation linéaire de 0,80) ; ce n'est pas le cas pour l'isolation des combles perdus (0,45 de corrélation). Dans les combles perdus, la mise en œuvre relativement plus simple de l'isolant (flocage, ou déroulement) explique un moindre cout marginal.

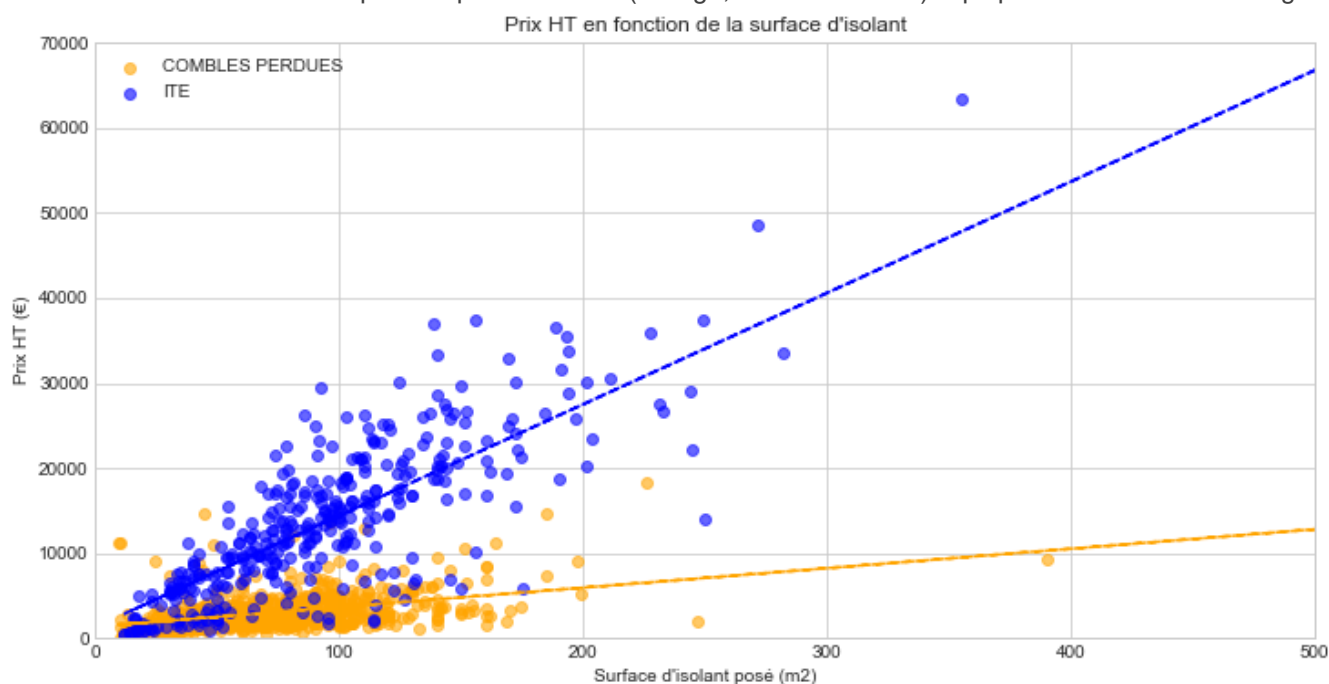


Figure 7 : Variation du prix selon la surface d'isolant

La variation du prix en fonction de la surface dépend du geste d'isolation.

	Planchers bas	Combles perdus	Rampants	ITE	ITI
<b>Coefficient de corrélation linéaire</b>	0.68	0.46	0.63	0.8	0.76
<b>Nombre</b>	104	715	204	372	102

Tableau 2 : Coefficient de corrélation linéaire (prix, surface d'isolant) pour les différents postes d'isolation

Les surfaces isolées ne sont pas les mêmes selon le type d'isolation mis en œuvre.

	Nombre de données	Fourchette très basse (C5)	Fourchette basse (C25)	Médiane	Fourchette haute (C75)	Fourchette très haute (C95)
<b>PLANCHER BAS</b>	317	15.39	28.25	56.5	80.69	101
<b>COMBLES PERDUES</b>	1518	24.43	44	70	96	140
<b>RAMPANTS</b>	758	20	38.25	64	97.75	148.38
<b>ITE</b>	919	24.4	60	90	122	190.74
<b>ITI</b>	740	12.5	29.5	64.14	120.55	178
<b>TOITURE TERRASSE</b>	66	115.5	241.5	366.5	440	442.4
<b>SARKING</b>	34	33	75	96.75	139.62	160.5

Tableau 3 : Fourchettes des surfaces d'isolant thermique posé (m²)



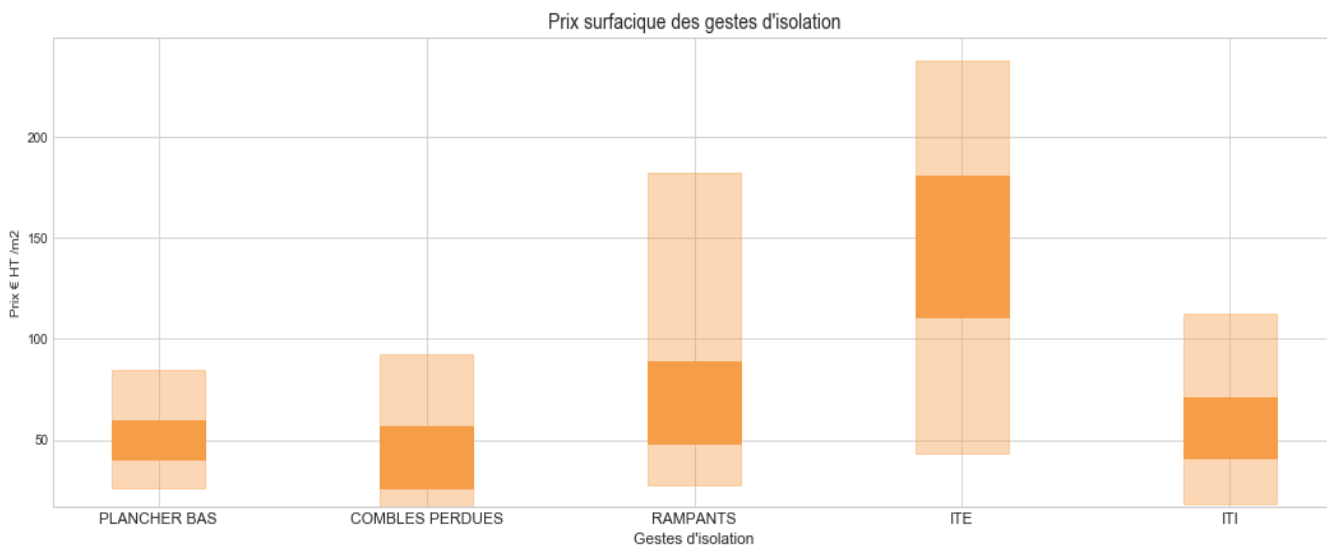


Figure 8 : Intervalles de prix surfacique par type de gestes d'isolation (50 % des opérations sont situées dans l'intervalle de prix représenté par la zone foncée, 90 % sont situés dans celui représenté par la zone claire, attention l'échelle ne commence pas à zéro)

	Nombre de données	Fourchette très basse (C5)	Fourchette basse (C25)	Médiane	Fourchette haute (C75)	Fourchette très haute (C95)
<b>PLANCHER BAS</b>	104	26 €	40 €	49 €	60 €	85 €
<b>COMBLES PERDUES</b>	715	17 €	26 €	40 €	57 €	93 €
<b>RAMPANTS</b>	204	27 €	48 €	65 €	89 €	182 €
<b>ITE</b>	372	43 €	111 €	148 €	181 €	238 €
<b>ITI</b>	102	18 €	42 €	55 €	71 €	112 €

Tableau 4 : Fourchettes de prix surfacique pour l'isolation thermique

### La résistance thermique

La **résistance thermique** de l'isolant a un effet modéré sur le prix. Un modèle simple montrerait une augmentation du prix en fonction de la résistance thermique. En réalité les gestes de rénovation doivent vérifier un R minimal, et c'est le cas : l'augmentation due à la résistance provient en fait de la catégorie des gestes.

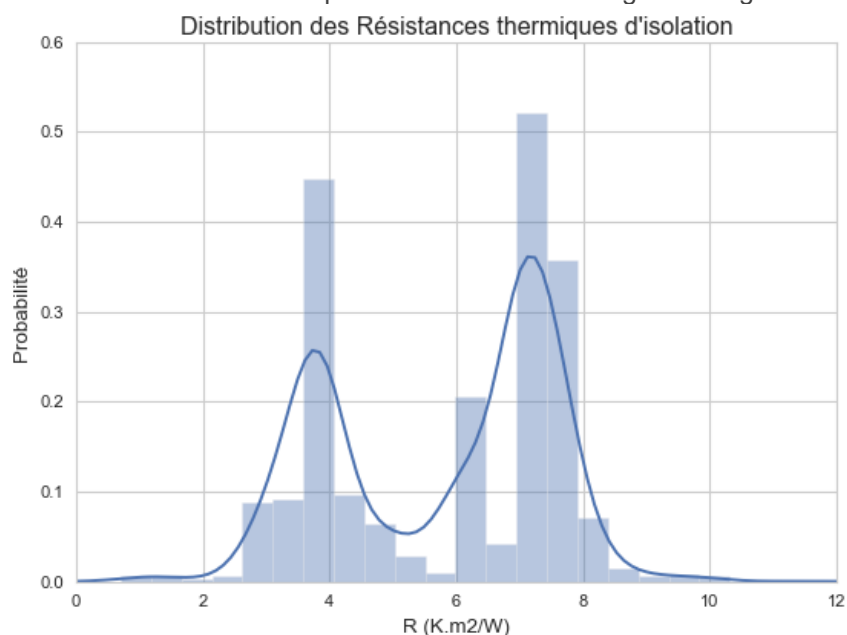


Figure 9 : Distribution des résistances thermiques observées

Classe de Résistance (Km <sup>2</sup> /W)	COMBLES PERDUS	ITE	ITI	RAMPANTS	PLANCHER BAS
R : 1 à 2	0	2	4	1	2
R : 2 à 3	4	30	1	0	7
R : 3 à 4	1	248	88	7	80
R : 4 à 5	3	115	9	5	8
R : 5 à 6	29	3	1	37	13
R : 6 à 7	45	3	2	146	2
R : > 7	684	0	1	55	1

Tableau 5 : Tableau de contingence entre classe de résistance thermique et type d'isolation thermique

### La résistance thermique R, un indicateur essentiel pour les isolants

La **résistance thermique R** exprime la performance de l'isolant. Exprimée en m<sup>2</sup>.K/W, elle s'obtient par le rapport de l'épaisseur sur la conductivité thermique  $\lambda$  (capacité de l'isolant à conduire la chaleur) du matériau.

Plus R est grand, plus la paroi est isolante.

La **réglementation thermique dans l'existant** fixe les valeurs de R à respecter lors des opérations de rénovation énergétique de l'isolation thermique. Vous en retrouverez le détail, fonction du type d'isolation réalisé et de la zone climatique des gestes, en consultant la fiche de l'ADEME : « Gestes de rénovation dans le logement : la réglementation thermique » ([www.ademe.fr/gestes-renovation-logement-reglementation-thermique](http://www.ademe.fr/gestes-renovation-logement-reglementation-thermique)).

Le **type de matériau** est également un facteur significatif de variation des prix. L'emploi de laines végétales au lieu de laines minérales entraîne un surcoût légèrement inférieur à 10 %.

#### 3.2.1.5. Part de main d'œuvre et gestes induits

Pour certaines opérations, il a été possible de récupérer des données sur la part du prix correspondant à de la main d'œuvre et une part du prix correspondant à des matériaux. Les taux de main d'œuvre et de matériaux ainsi définis intègrent une partie de la marge de l'entreprise (non étudiée dans l'étude).

	Nombre de données	Fourchette basse (C25)	Médiane	Fourchette haute (C75)
COMBLES PERDUES	200	0.14	0.29	0.51
RAMPANTS	71	0.3	0.46	0.63
ITE	60	0.38	0.49	0.6

Tableau 6 : Taux de main d'œuvre pour les gestes d'isolation

Les prix de gestes induits ont été calculés comme un pourcentage de gestes de rénovation énergétique. Ceux-ci s'ajoutent au prix des gestes.

	Nombre de données	Fourchette basse (C25)	Médiane	Fourchette haute (C75)
Combles perdues	38	0.14	0.25	0.4
ITE	43	0.06	0.1	0.18

Tableau 7 : Par de travaux induit additionnel pour l'isolation



### 3.2.1.6. Liens entre le type d'isolation et les caractéristiques techniques du logement

**Le choix de la catégorie du geste d'isolation dépend de la zone climatique.** L'analyse factorielle sur les données collectées montrent un fort lien de dépendance entre la réalisation de l'isolation des combles perdus et l'isolation des planchers bas et le fait de se situer en zone H2. A l'opposé, un lien de dépendance (un peu moins fort) existe entre les gestes d'ITE, ITI et d'isolation des rampants et la zone H1. En zone H3, aucun geste ne serait privilégié, mais peu de données étaient de toute manière disponibles dans cette zone.

Ce type d'analyse peut mettre en évidence une certaine concurrence des gestes d'isolation les uns par rapport aux autres dans le choix des ménages. Il faut néanmoins rester prudent : cette configuration de choix particulière peut venir de la nature des bâtiments isolés ou des dispositifs d'aides mise en place privilégiant une technique par rapport à une autre.

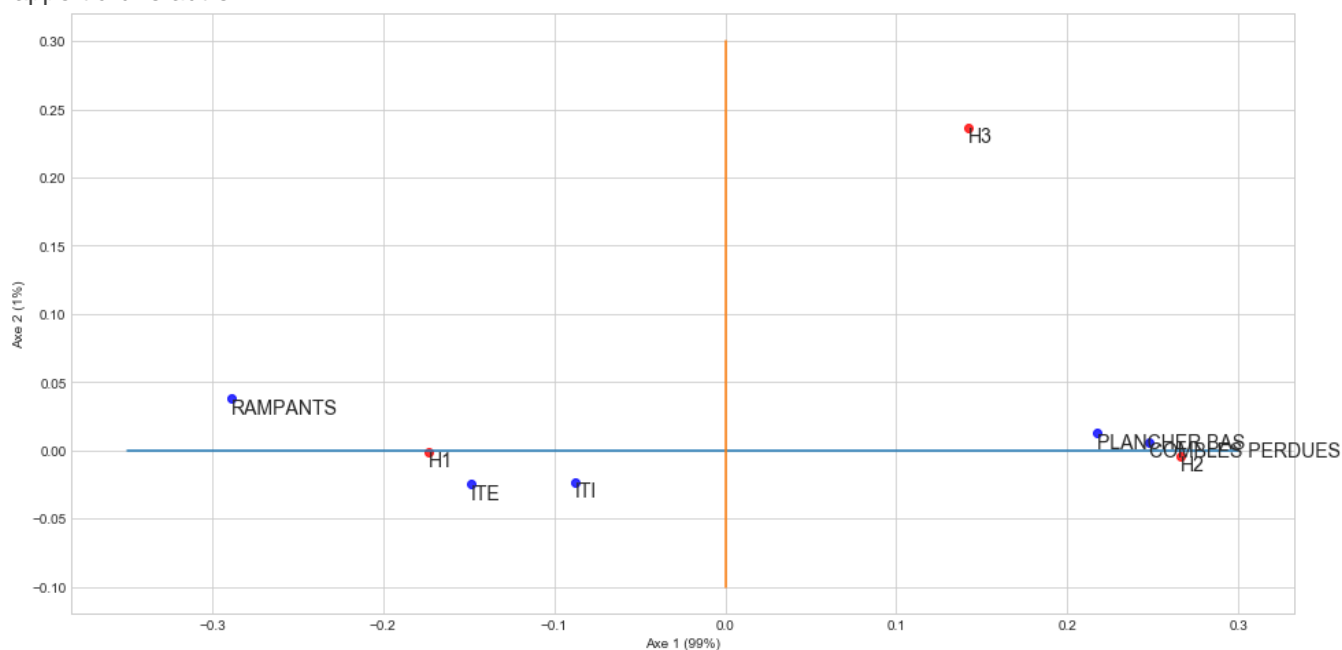


Figure 10 : Analyse factorielle geste d'isolation et zone climatique

Climat	PLANCHER BAS	COMBLES PERDUES	RAMPANTS	ITE	ITI
H1	128	603	474	576	406
H2	127	635	157	271	218
H3	3	14	7	5	4

**L'âge du logement influe un peu sur le choix des ménages en terme d'isolation.** L'analyse factorielle montre que l'isolation sur plancher bas est légèrement privilégiée dans les bâtiments construits entre 1945 et 1973, l'ITE est légèrement privilégiée dans les bâtiments d'avant 1945 et les combles perdus le sont pour les bâtiments construits de 1974 à 1990. Ces résultats sont néanmoins fragiles pour les mêmes raisons qu'évoquées ci-dessus.

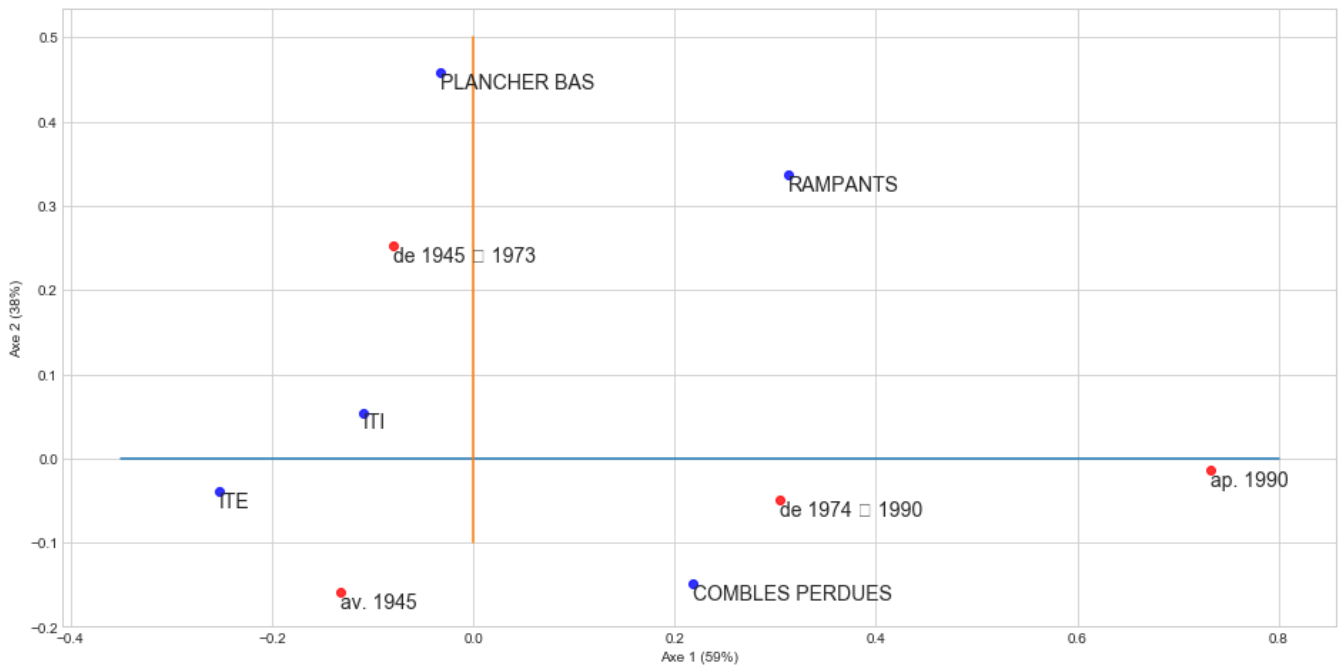


Figure 11 : Analyse factorielle geste d'isolation et âge du bâti

Période de construction	PLANCHER BAS	COMBLES PERDUES	RAMPANTS	ITE	ITI
av. 1945	24	230	32	273	88
de 1945 à 1973	48	117	58	170	68
de 1974 à 1990	16	120	28	59	24
ap. 1990	2	38	13	4	7

Tableau 9 : Tableau de contingence gestes d'isolation et âge du bâti

### 3.2.1.7. Certains résultats peu fiables ou manquants

Les résultats pour les toitures terrasses et les opérations de Sarking sont à relativiser compte tenu du petit nombre de données les concernant. Certaines catégories de logement sont très peu représentées : c'est le cas des logements collectifs pour lesquels il n'est pas possible de tirer d'enseignement de l'étude.



### 3.2.2. Le chauffage

#### 3.2.2.1. Les chiffres clés

3015 opérations portent la rénovation du système de chauffage. 796 ont pu servir à l'analyse des prix.

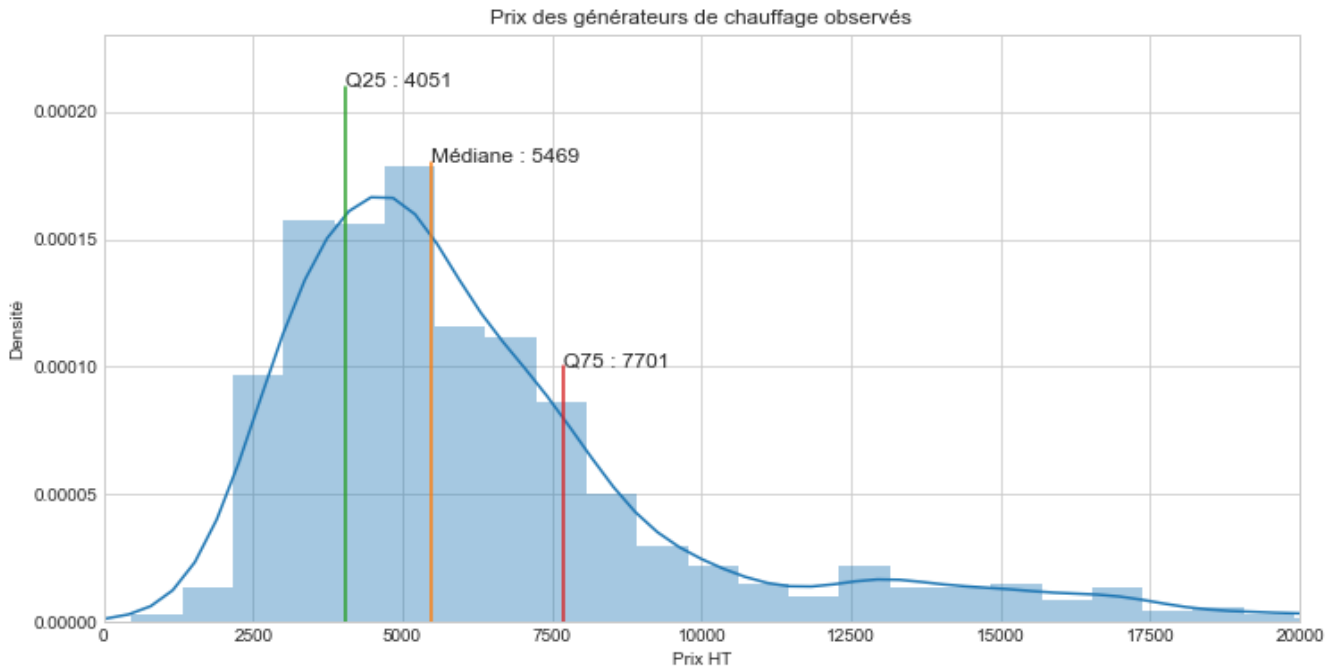


Figure 12 : Distribution des prix des gestes de changement de chauffage

La distribution des prix des installations de générateur de chauffage est presque décrite par une loi normale. Pourtant la réalité des prix diffère selon la technologie employée.

#### 3.2.2.2. Les différents équipements installés ou remplacés

Classés par ordre décroissant d'opérations recensées exploitables

Les catégories d'équipements identifiés sont :

- Les poêles (355 observations 46%)
- Les inserts (22 observations 3%)
- Les chaudières (327 observations 42%)
  - Bois (421)
  - Fioul (46)
  - Gaz (237)
- Les PAC (71 observations 9%)
  - Air-eau (48 observations),
  - Air-air (11 observations),

#### Des caractéristiques techniques à connaître

Le **rendement**, exprimé en %, traduit l'efficacité d'une chaudière, d'un poêle, d'un insert..., c'est-à-dire l'énergie que l'appareil peut fournir par rapport à l'énergie consommée. Plus le rendement est élevé, plus le matériel est efficace.

La **puissance** d'un équipement de chauffage, exprimée en kW, mesure la quantité d'énergie produite par unité de temps et donc la capacité et la rapidité de l'appareil à alimenter un circuit de chauffage (ou d'eau chaude sanitaire). La **puissance nominale P<sub>n</sub>**, exprimée en kW, est la puissance maximale qu'une chaudière, un poêle, un insert, peut fournir de façon continue.

Le **coefficient de performance COP** d'une pompe à chaleur est le rapport entre la quantité de chaleur qu'elle produit et l'énergie qu'elle consomme, dans des conditions données. Il traduit son efficacité.

### 3.2.2.3. Les tendances observées

#### La rénovation du chauffage est une opération fréquente

Les observations sont nombreuses pour les opérations de rénovation du chauffage, que ce soit globalement ou pour les 3 grands types d'équipements : les poêles et inserts, les chaudières et les pompes à chaleur.

#### Un report sur le chauffage au bois

		Après				
		BOIS	ELECTRICITE	FIOUL	GAZ	GEOTHERMIE
Avant	BOIS	2	4	0	3	0
	ELECTRICITE	26	25	0	3	0
	FIOUL	7	5	27	14	2
	GAZ	3	1	0	85	0

Tableau 10 : Energie de chauffage avant et après

Le tableau croisé dynamique (tableau 10) montre les changements d'énergie de chauffage: les logements qui étaient chauffés à l'électricité et au fioul sont passés pour la moitié d'entre eux à d'autres énergie, l'énergie ayant gagné le plus de part est le bois. Les logements chauffés au gaz sont quant à eux restés sur ce mode énergétique. Il faut toutes fois rester prudent : seules 207 données ont été utilisées.

#### Une fourchette de prix plus ou moins large selon le type d'équipement

Si l'on considère la fourchette de prix interquartile, les chaudières bois, les chaudières gaz, les chaudières fioul, les poêles et les inserts ont une variation de prix similaire, mais les générateur fioul sont un peu plus chères. Les PAC ont un prix médian plus élevé et leur prix varie plus.

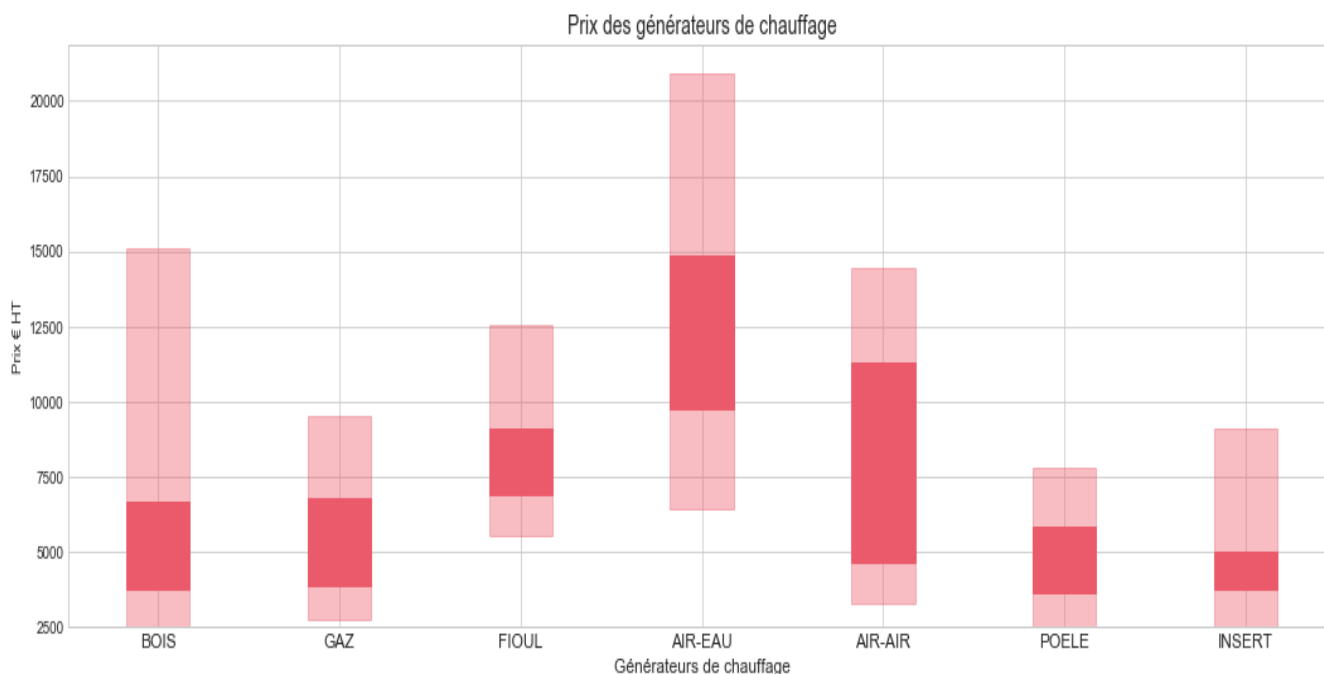


Figure 13 : Intervalles de prix par type gestes de changement d'appareil de chauffage

(50 % des opérations sont situées dans l'intervalle de prix représenté par la zone foncée, 90 % sont situés dans celui représenté par la zone claire, attention l'échelle ne commence pas à zéro)



### 3.2.2.4. Les facteurs de variation des prix

#### Le type d'équipement

	Nombre de données	Fourchette très basse (C5)	Fourchette basse (C25)	Médiane	Fourchette haute (C75)	Fourchette très haute (C95)
<b>BOIS</b>	421	2 557 €	3 772 €	5 041 €	6 677 €	15 085 €
<b>GAZ</b>	237	2 789 €	3 880 €	5 286 €	6 822 €	9 544 €
<b>FIOUL</b>	40	5 573 €	6 912 €	8 345 €	9 120 €	12 570 €
<b>AIR-EAU</b>	48	6 419 €	9 797 €	12 668 €	14 846 €	20 939 €
<b>AIR-AIR</b>	11	3 321 €	4 699 €	6 629 €	11 283 €	14 474 €
<b>POELE</b>	355	2 532 €	3 685 €	4 771 €	5 856 €	7 812 €
<b>INSERT</b>	22	2 520 €	3 770 €	4 438 €	5 046 €	9 092 €

Tableau 11 : Fourchettes de prix pour le changement d'appareil de chauffage

#### La puissance a un effet sur le prix pour certains équipements

La puissance des équipements de chauffage dépend fortement de l'appareil en question. La courbe de distribution de la puissance des équipements de chauffage recensé montre clairement qu'il y a deux classe de puissance : certains équipements ont une puissance centrée sur 25kW et d'autres sur 10kW.

Les chaudières gaz et fioul sont toutes dimensionnées à 25kW dans l'échantillon. Pour les autres équipements (PAC, Chaudière biomasse, Poêle, Insert) la puissance médiane est d'environ 10kW.

Le nombre important de données pour les 3 grands types d'équipements, difficilement comparables du fait de leurs caractéristiques techniques, de leurs modalités d'installation et de leur usage très différents, permet de faire un zoom sur chacun d'entre eux.

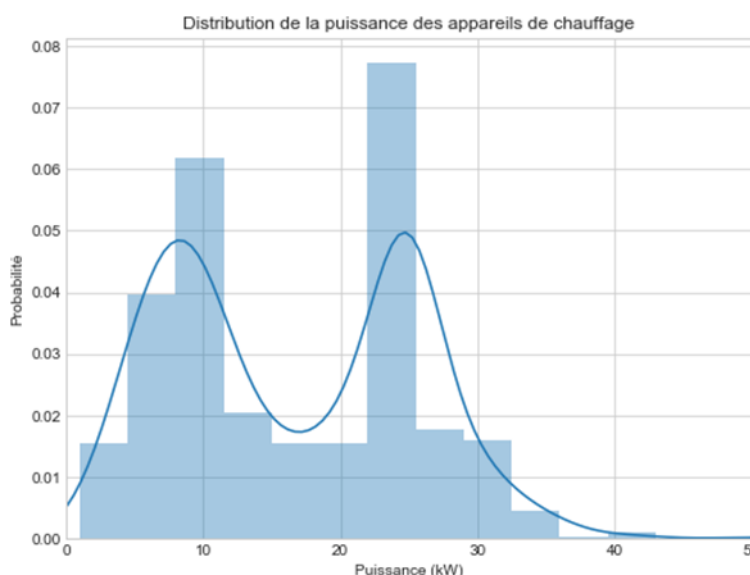


Figure 14 : Distribution des puissances de chauffage observées

	Bois	Gaz	Fioul	Air-Eau	Air-Air	Poêle	Insert
<b>Puissance (kW) médiane</b>	9	25	25	11	7.1	8.2	10
<b>Coefficient de corrélation</b>	0.77	0.03	-0.3	0.44	0.45	0.36	0.72
<b>Nombre de données</b>	181	207	38	43	8	121	22

Tableau 12 : Puissance médiane et coefficient de corrélation (Prix, puissance) pour les appareils de chauffage

Les générateurs sont des équipements produits de manière industrielle, les caractéristiques techniques sont standardisées, d'où un faible impact sur le prix de la puissance. Pour la chaudière fioul, une grande majorité des opérations ont une puissance de 25kw et quelques opérations à 32kw avaient un prix moins élevé. Cela donne un coefficient de corrélation négatif ce qui est contre-intuitif, mais vu le faible nombre de données, ce résultat n'est pas pertinent.

Quant aux chaudières bois et aux inserts, les prix dépendent de la puissance en partie parce que celle-ci influe directement sur la taille des chambres de combustion.



### La production d'eau chaude sanitaire

Les chaudières produisant de l'eau chaude sanitaire apparaissent comme plus chères que celles qui n'en produisent pas, avec une différence de prix d'environ 15 %.

### Autres facteurs de variation des prix non testés

Pour expliquer la variation des prix des opérations, il n'a pas été possible de tester l'influence de certains facteurs a priori pertinents (par exemple le coefficient de performance et la surface du logement pour les pompes à chaleur) car les échantillons disposant de ces données étaient trop réduits.

#### 3.2.2.5. Part de main d'œuvre et de gestes induits

Pour certaines opérations, il a été possible de récupérer des données sur la part du prix correspondant à de la main d'œuvre et une part du prix correspondant à des matériaux. Les taux de main d'œuvre et de matériaux ainsi définis intègrent une partie de la marge de l'entreprise (non étudiée dans l'étude).

	Nombre de données	Fourchette basse (C25)	Médiane	Fourchette haute (C75)
BOIS	586	0.1	0.15	0.2
GAZ	250	0.12	0.18	0.24
FIOUL	85	0.12	0.14	0.19
AIR-EAU	75	0.09	0.14	0.18
AIR-AIR	68	0.16	0.22	0.34
POELE	492	0.1	0.14	0.2
INSERT	42	0.16	0.19	0.26

Tableau 13 : Taux de main d'œuvre pour le changement d'appareil de chauffage

Les prix de gestes induits ont été calculés comme un pourcentage de gestes de rénovation énergétique. Ceux-ci s'ajoutent au prix des gestes.

	Nombre de données	Fourchette basse (C25)	Médiane	Fourchette haute (C75)
BOIS	95	0.11	0.26	0.35
GAZ	19	0.15	0.26	0.41
FIOUL	2	0.03	0.05	0.06
AIR-AIR	4	0.08	0.12	0.19
AIR-EAU	4	0.16	0.23	0.4
POELE	68	0.15	0.26	0.36
INSERT	9	0.26	0.29	0.36

Tableau 14 : Part de travaux induit additionnel pour le chauffage

#### 3.2.2.6. Les caractéristiques du logement et le choix de l'équipement de chauffage

**La zone climatique influe sur le choix de la technologie de chauffage.** L'analyse factorielle montre une dépendance marquée entre le choix d'un poêle à bois et le fait de résider en zone H2. Un lien moins marqué apparaît pour les Chaudières (gaz, bois, fioul), les PAC et la zone H1. Cette configuration peut s'expliquer par les données récoltées (non-exhaustivité), par des politiques publiques locales favorisant un type d'équipement ou par la typologie du bâti.



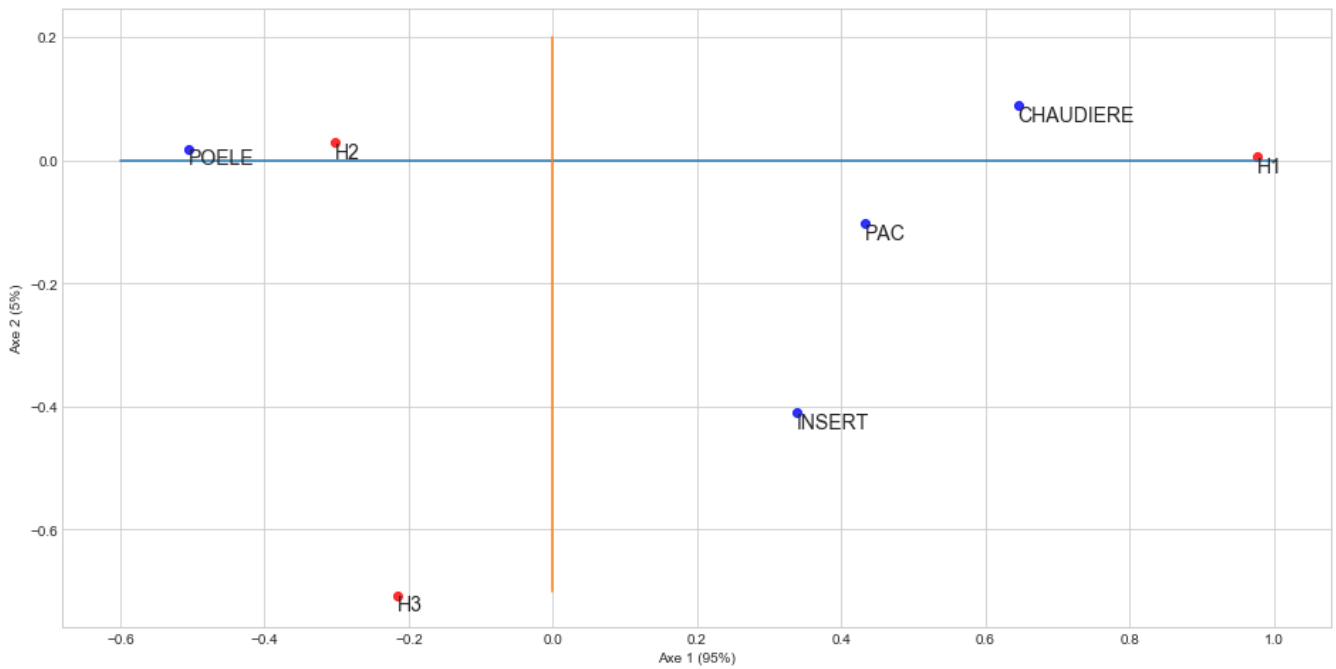


Figure 15 : Analyse factorielle appareil de chauffage et zone climatique

Climat	CHAUDIÈRE	PAC	POÈLE	INSERT
H1	259	47	17	45
H2	247	61	784	64
H3	4	5	29	12

Tableau 15 : Tableau de contingence appareil de chauffage et zone climatique

**La chaudière est plébiscitée dans les logements d'avant 1973.** Les mêmes raisons que celles évoquées ci-dessus peuvent expliquer cela : biais, politiques publiques subventionnant un équipement particulier, typologie du bâti présent. La période de construction influe sur la performance thermique et sur le besoin en chauffage. La période de construction influe également sur le générateur de chauffage initial, qui lui-même influe sur le choix du nouvel appareil.

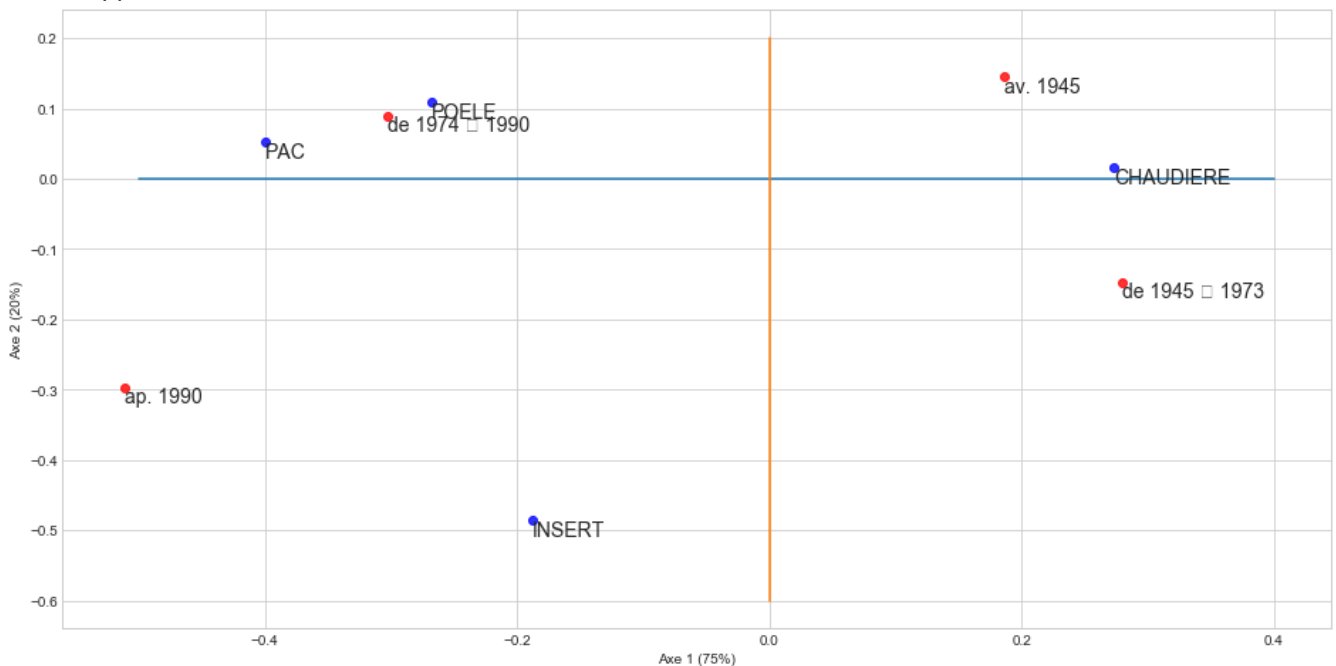


Figure 16 : Analyse factorielle appareil de chauffage et âge du bâti

Période de construction	CHAUDIERE	PAC	POELE	INSERT
av. 1945	116	23	41	7
de 1945 à 1973	129	22	24	21
de 1974 à 1990	78	55	54	15
ap. 1990	14	14	17	11

*Tableau 16 : Tableau de contingence appareil de chauffage et âge du bâti*

### 3.2.2.7. Des données pas toujours exploitables

Certains équipements ne sont pas suffisamment représentés (chaudières haute performance énergétique, pompes à chaleur géothermiques...) pour tirer des conclusions fiables.



### 3.2.3. Les menuiseries

#### 3.2.3.1. Les chiffres clés

2890 opérations recensées portent sur la pose ou le remplacement des menuiseries. L'année est connue pour 1054 opérations et le type de menuiserie l'est pour 657 données.

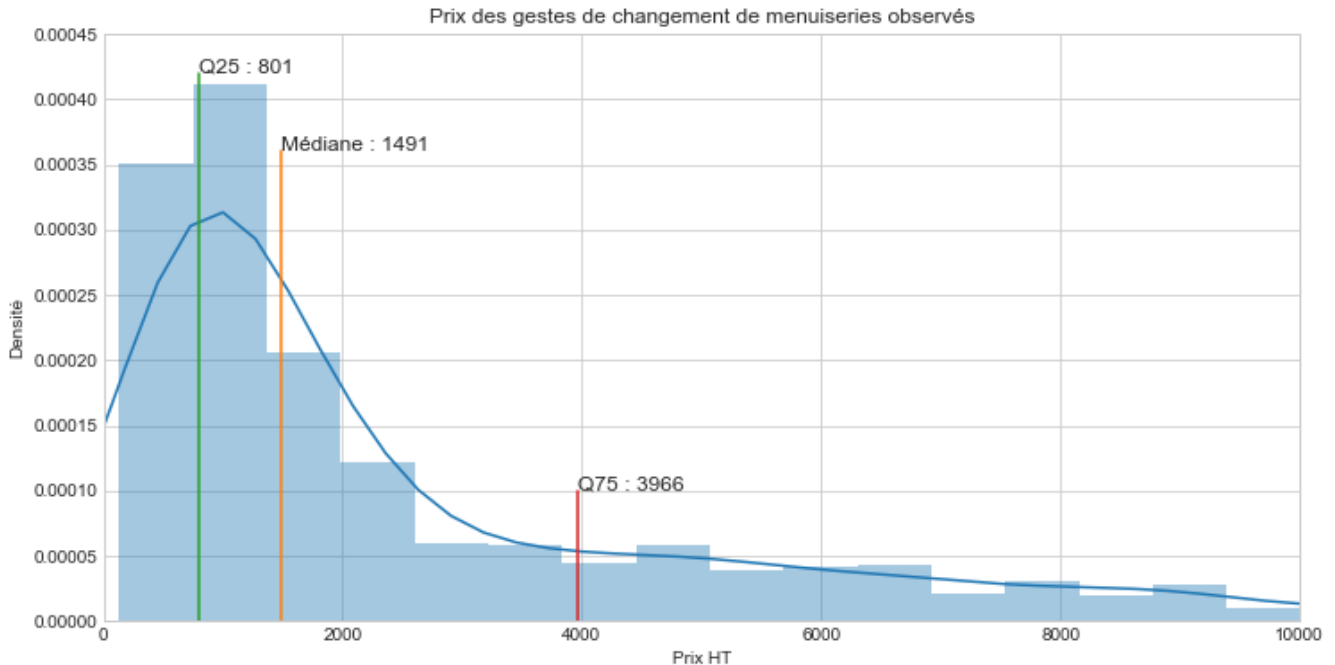


Figure 17 : Distribution des prix des menuiseries (prix total)

#### 3.2.3.2. Les types de menuiseries concernées

Classés par nombre décroissant d'opérations exploitables pour lesquelles le nombre d'ouvertures concernées est connu

Les différentes menuiseries répertoriées sont :

- Les fenêtres (471 observations 72%),
- Les portes fenêtres (113 observations 17%),
- Les portes (54 observations 8%),
- Les fenêtres de toit (12 observations 2%),

#### 3.2.3.3. Les tendances

Le montant des gestes de changement de menuiseries varie beaucoup, en effet, des variables extensives vont influencer directement sur le prix : nombre de menuiseries changées et surface de ces menuiseries. Les étendues des prix données dans la figure X renseignent sur les montants extrêmes que peuvent prendre les prix de changement de menuiseries quand le bâtiment possède de nombreuses ouvertures.

#### 3.2.3.4. Les facteurs de variation des prix

Les analyses de prix concernent les seules opérations pour lesquelles on connaît le nombre de menuiseries posées ou remplacées.

##### *Le type de menuiserie*

Le changement de fenêtre présente la fourchette de prix la plus étroite mais également la fourchette de prix élargie la plus importante. Les prix des portes fenêtres présentent un intervalle de prix similaire aux fenêtres et de même niveau. Pour les portes, la même fourchette de prix est de même taille mais les valeurs sont plus hautes. Les résultats concernant les fenêtres de toit ne sont pas statistiquement représentatifs.

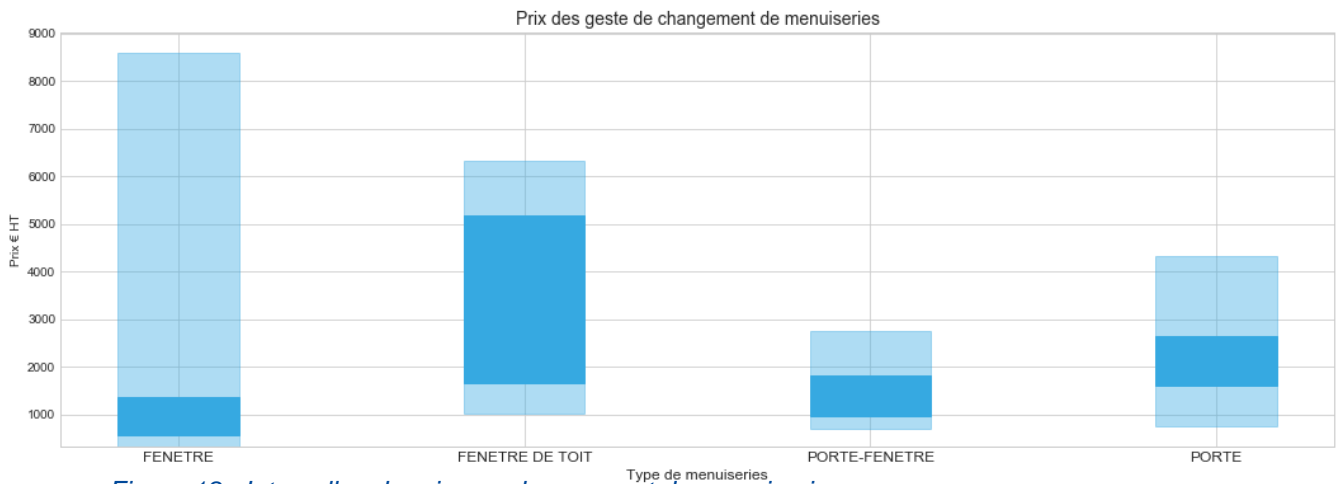


Figure 18 : Intervalles de prix par changement de menuiseries  
 (50 % des opérations sont situées dans l'intervalle de prix représenté par la zone foncée, 90 % sont situés dans celui représenté par la zone claire, attention l'échelle ne commence pas à zéro)

Dans la suite de l'analyse nous allons nous intéresser aux fenêtres uniquement.

### Le nombre de fenêtre

Très logiquement, on observe que le **nombre d'ouvertures** rénovées influe sur le prix de l'opération : le prix total croît avec le nombre d'ouvertures rénovées. On trouve une corrélation linéaire entre le prix HT et le nombre d'ouverture de 0.92, ce qui est très fort. Cependant, une grande majorité des données recensées concernent peu d'ouvertures (218 opérations sur 264 comprennent au plus 3 ouvertures).

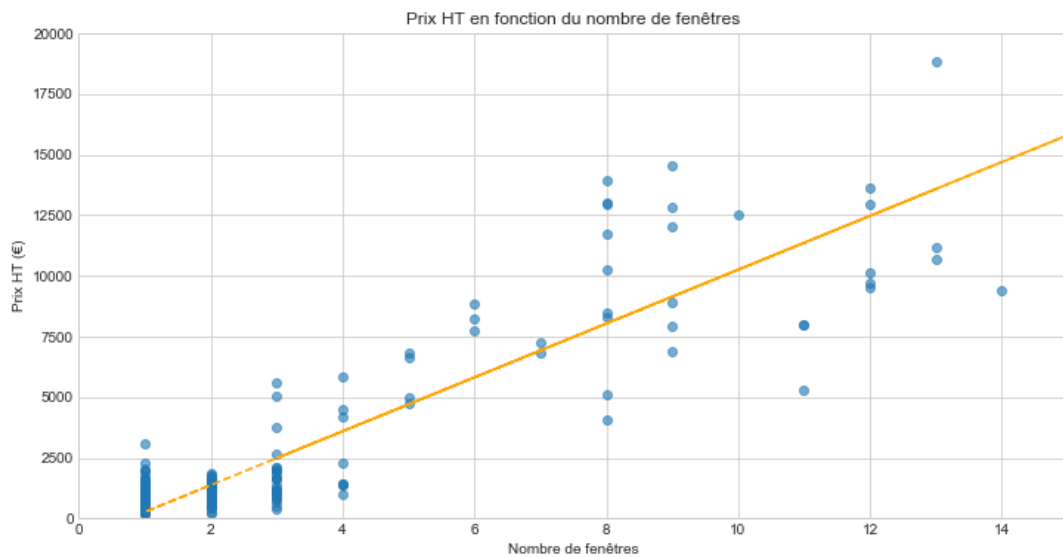


Figure 19 : Variation du prix total en fonction du nombre de fenêtres



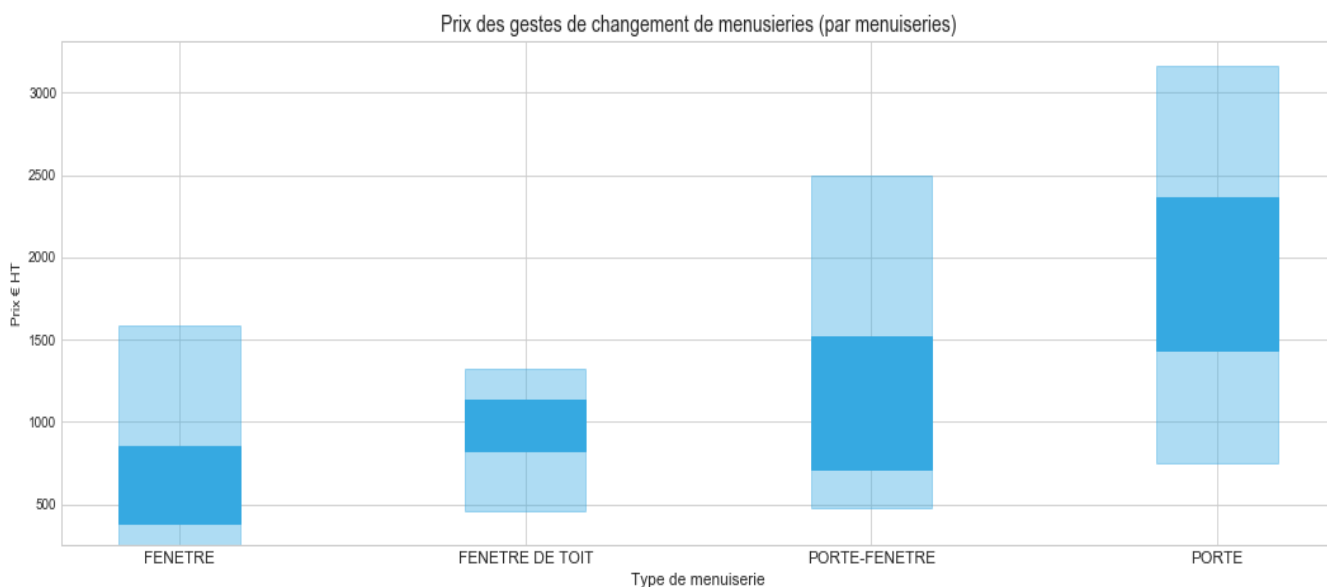


Figure 20 : Intervalles de prix unitaire par changement de menuiseries (50 % des opérations sont situées dans l'intervalle de prix représenté par la zone foncée, 90 % sont situés dans celui représenté par la zone claire, attention l'échelle ne commence pas à zéro)

	Nombre de données	Fourchette très basse (C5)	Fourchette basse (C25)	Médiane	Fourchette haute (C75)	Fourchette très haute (C95)
<b>FENETRE</b>	471	248 €	381 €	563 €	850 €	1 590 €
<b>FENETRE DE TOIT</b>	12	458 €	829 €	962 €	1 132 €	1 318 €
<b>PORTE-FENETRE</b>	113	473 €	709 €	928 €	1 519 €	2 496 €
<b>PORTE</b>	54	752 €	1 438 €	1 961 €	2 364 €	3 166 €

Tableau 17 : Fourchettes de prix unitaire de changement de menuiseries

### La surface des vitrages

La surface des vitrages, dont la médiane est située à 1.55m<sup>2</sup> influe sur le prix des fenêtres dans une moindre mesure que celle du nombre de fenêtre : le coefficient de corrélation vaut 0.63 (calcul effectués sur 264 fenêtres).

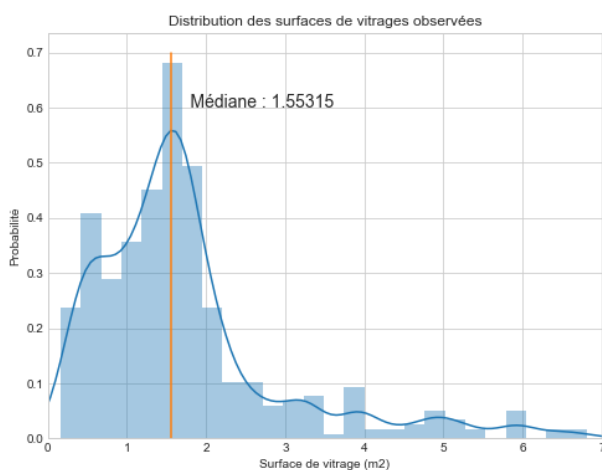


Figure 21 : Distribution des surfaces des vitrages des fenêtres

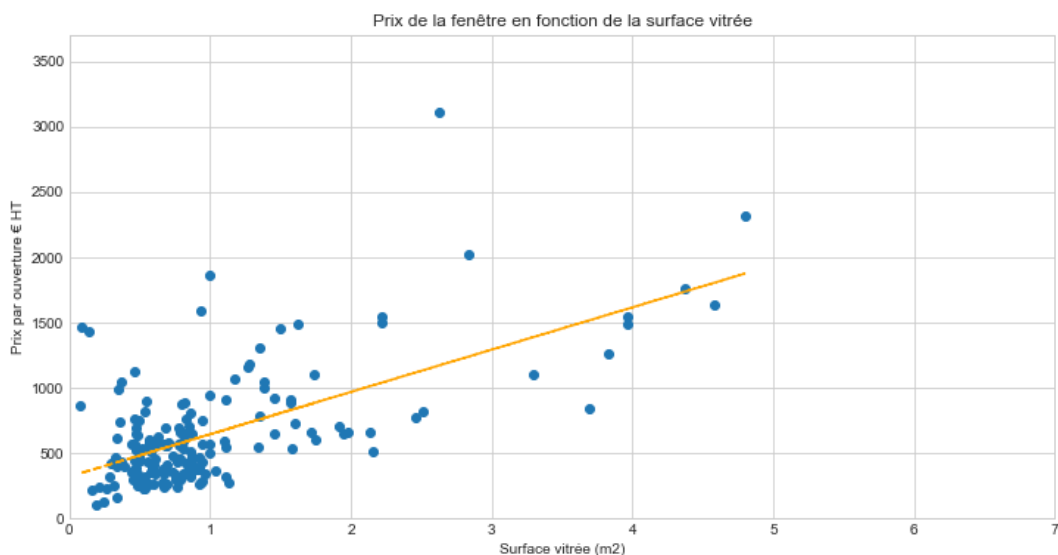


Figure 22 : Variation des prix des fenêtres en fonction de la surface des vitrages

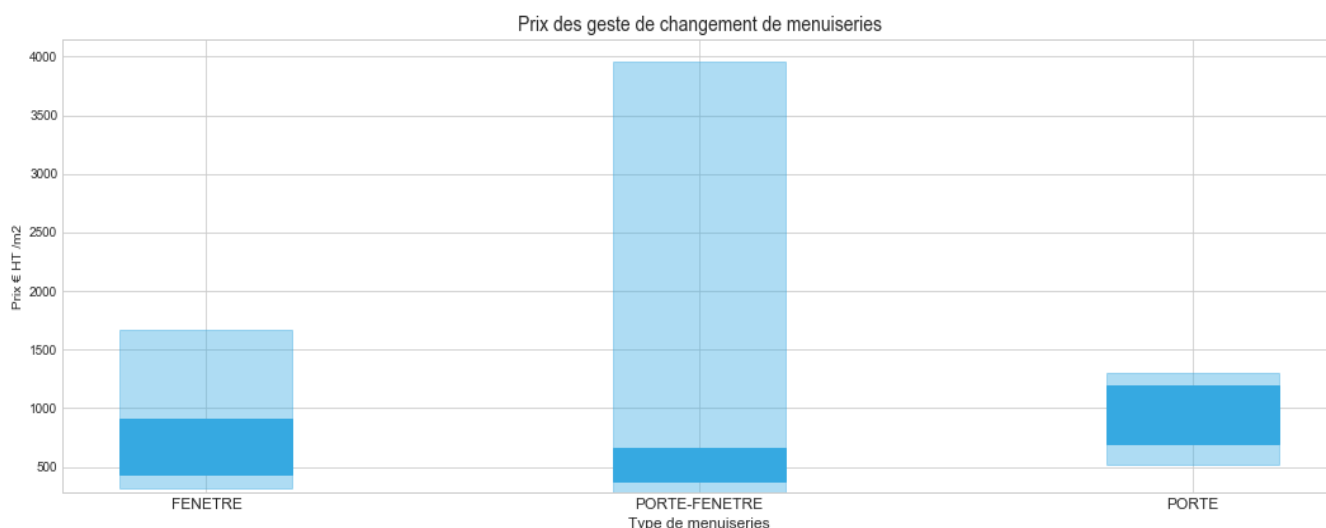


Figure 23 : Intervalle de prix surfacique pour les changements de menuiseries

	Nombre de données	Fourchette très basse (C5)	Fourchette basse (C25)	Médiane	Fourchette haute (C75)	Fourchette très haute (C95)
<b>FENETRE</b>	356	319 €	433 €	615 €	910 €	1 673 €
<b>FENETRE DE TOIT</b>	3	1 557 €	2 671 €	4 063 €	4 247 €	4 394 €
<b>PORTE-FENETRE</b>	105	278 €	374 €	443 €	661 €	3 962 €
<b>PORTE</b>	26	515 €	695 €	897 €	1 199 €	1 301 €

Tableau 18 : Fourchettes de prix surfaciques de changement de menuiseries

### La performance thermique

Le coefficient  $U_w$  permet de quantifier la performance de l'isolation des fenêtres, cependant, on constate que son effet sur le prix est assez faible. On trouve un coefficient de corrélation linéaire de 0.11 pour le prix (par ouverture et par  $m^2$ ) et le coefficient  $U_w$ . De prime abord ce résultat est contre intuitif, car il signifie que le prix de la fenêtre



augmente lorsque sa performance se dégrade. Mais étant donné la faible valeur du coefficient de corrélation linéaire, on ne peut tirer aucune conclusion.

Le prix des fenêtres (par m<sup>2</sup>) est faiblement corrélé linéairement à celui du Sw (coefficient valant 0.27).

### Uw, le coefficient de performance d'isolation thermique de la fenêtre

Il mesure la déperdition d'énergie d'une fenêtre dans son ensemble. Plus il est faible, meilleure est l'isolation et donc la performance de la paroi vitrée.

Uw est exprimé en W/m<sup>2</sup>. K. Pour convenir à une construction RT 2012, il doit se situer entre 1,2 et 1,5 W/m<sup>2</sup>.K. En rénovation (RT dans l'existant), il doit être inférieur ou égal à 1,9 W/m<sup>2</sup>. K.

### Sw, le facteur solaire

Compris entre 0 et 1, il définit la capacité d'une paroi vitrée à transmettre la chaleur d'origine solaire dans le logement. Plus Sw est élevé, plus la paroi laissera passer d'énergie solaire.

Quand Uw est faible (fenêtre performante), le coefficient Sw est en général faible, ce qui limite les apports solaires.

### Matériaux et type de vitrage

Sur 471 opérations de fenêtre, 359 concernent le double-vitrage (pour le reste de l'échantillon l'information est absente). L'échantillon pour réaliser des statistiques sur les matériaux est plus faible : 263 ou 355 pour étudier les données ramenées au nombre de fenêtre ou à leur surface.

Les menuiseries mixtes correspondent à des menuiseries Bois-PVC.

Matériaux	Aluminium	Bois	Mixte	PVC
<b>Prix médian €HT par ouverture</b>	1100	735	894	527
<b>Nombre</b>	25	17	7	214
<b>Prix surfacique médian (€HT/m<sup>2</sup>)</b>	745	986	1270	560
<b>Nombre</b>	34	28	9	284
<b>Surface moyenne (m<sup>2</sup>)</b>	2,3	1,2	1,3	1,5

Tableau 19 : Prix des fenêtres en fonction du matériau

### Format standard et format atypique

Pour des menuiseries analogues (type, matériau, taille), le prix observé d'un produit d'un format standard est sans surprise moins élevé que celui d'un produit au format atypique.



### 3.2.3.5. Taux de main d'œuvre

	Nombre de données	Fourchette basse (C25)	Médiane	Fourchette haute (C75)
<b>FENETRE</b>	283	0.15	0.24	0.47
<b>PORTE-FENETRE</b>	62	0.13	0.18	0.24

*Tableau 20 : taux de main d'œuvre pour les changements de menuiseries*

### 3.2.3.6. Des données manquantes

Malgré le nombre important d'opérations, les échantillons sur lesquels il a été possible d'étudier les prix sont beaucoup plus restreints car certaines précisions manquent dans le recueil des caractéristiques des opérations. Dans 65 % des cas, la nature des menuiseries posées n'est pas connue, et des données comme le nombre de menuiseries posées, leur matériau de fabrication ou leurs performances techniques ne sont pas disponibles pour toutes les opérations répertoriées.



### 3.2.4. La ventilation

#### 3.2.4.1. Les chiffres clés

937 opérations recensées concernent l'installation d'une ventilation, 226 d'entre elles peuvent être redressées pour servir à l'analyse statistiques.

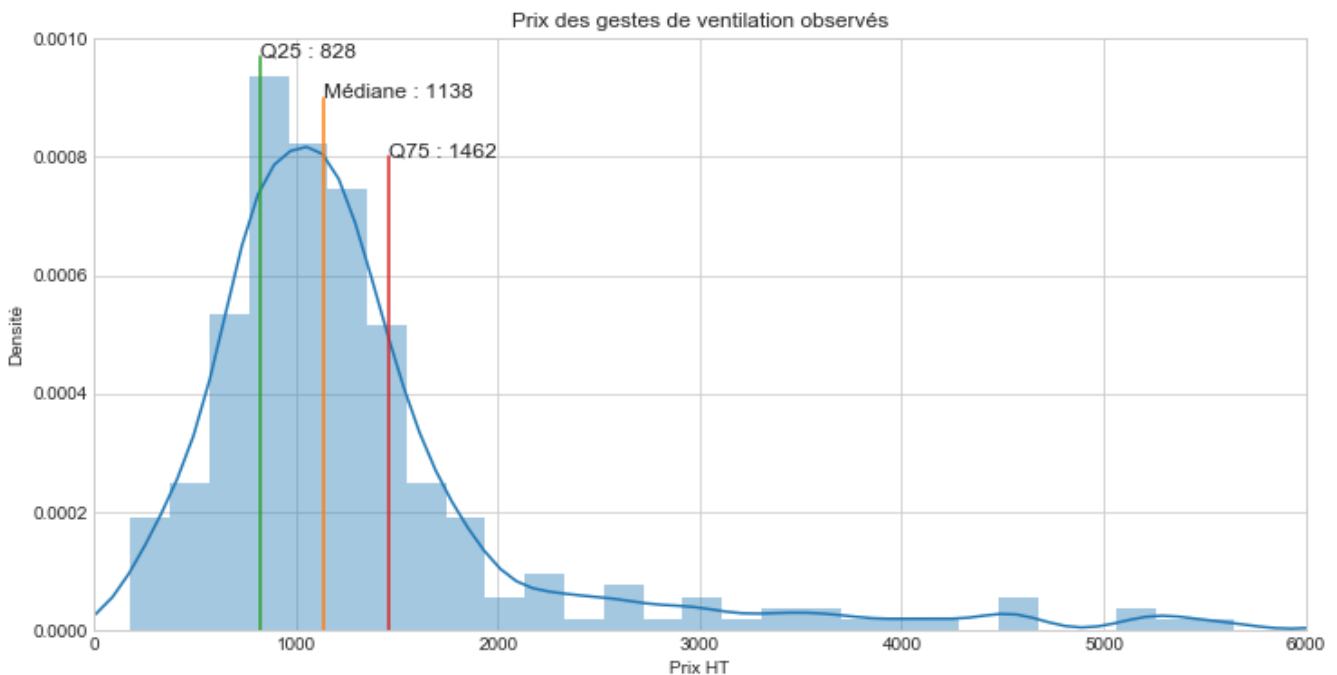


Figure 24 : Densité des prix de changement/installation d'appareils de ventilation

#### 3.2.4.2. Les types d'équipements installés

Classés par nombre décroissant d'opérations recensées exploitables

Les différents équipements, quand leur type est précisé, sont :

- Ventilation simple flux (27 observations 11%),
- Ventilation hygro A (36 observations 15%),
- Ventilation hygro B (144 opérations 59%),
- Ventilation double flux (19 observations 8%),

#### 3.2.4.3. Les tendances observées et les facteurs de variation des prix

*Des prix qui varient peu, entre équipements et au sein d'un même équipement*

Dans le cas des équipements hygro A et B et simple flux, l'installation d'une ventilation est l'opération de rénovation répertoriée la moins coûteuse.

Les fourchettes de prix constatés pour un même équipement sont elles aussi relativement réduites.

	Nombre de données	Fourchette très basse (C5)	Fourchette basse (C25)	Médiane	Fourchette haute (C75)	Fourchette très haute (C95)
<b>SIMPLE FLUX</b>	27	289 €	672 €	876 €	1 193 €	1 645 €
<b>HYGRO B</b>	144	614 €	870 €	1 155 €	1 426 €	1 987 €
<b>HYGRO A</b>	36	388 €	803 €	999 €	1 280 €	1 799 €
<b>DOUBLE FLUX</b>	19	2 741 €	3 508 €	4 493 €	5 504 €	7 812 €

Tableau 21 : Fourchettes de prix des changement/installation d'appareils de ventilation

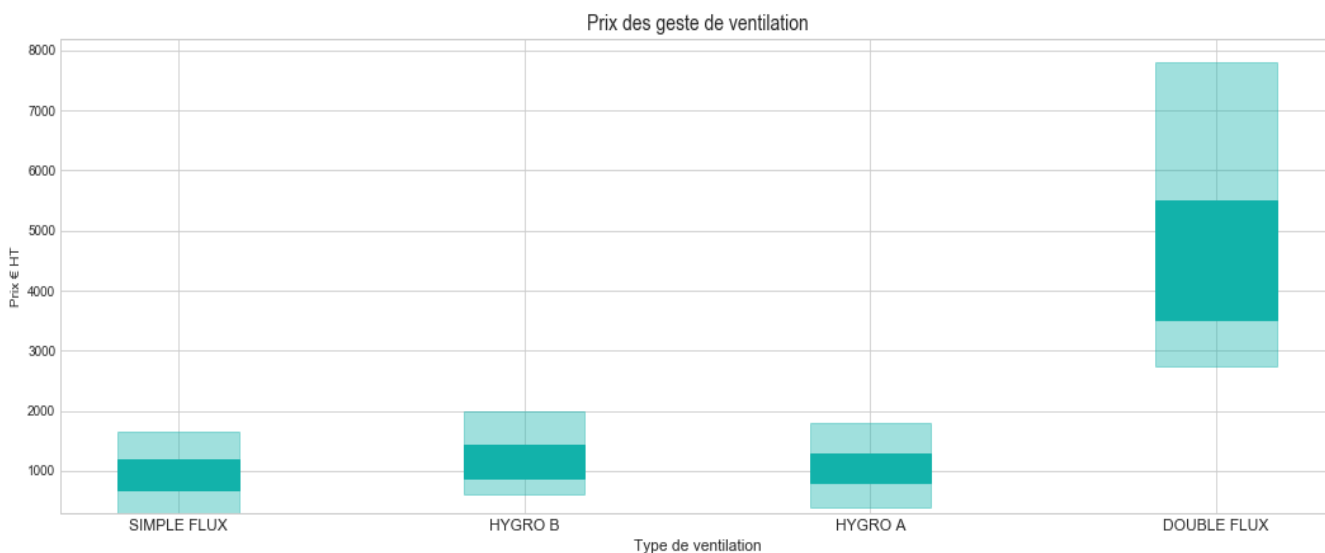


Figure 25 : Intervalles de prix par changement/installation d'appareil de ventilation (50 % des opérations sont situées dans l'intervalle de prix représenté par la zone foncée, 90 % sont situés dans celui représenté par la zone claire, attention l'échelle ne commence pas à zéro)

### 3.2.4.4. Taux de main d'œuvre et taux de travaux induits

Taux de main d'œuvre

	Nombre de données	Fourchette basse (C25)	Médiane	Fourchette haute (C75)
<b>SIMPLE FLUX</b>	20	0.2	0.28	0.38
<b>HYGRO B</b>	32	0.31	0.35	0.48
<b>HYGRO A</b>	7	0.37	0.44	0.45
<b>DOUBLE FLUX</b>	5	0.2	0.22	0.31

Tableau 22 : Taux de main d'œuvre pour les prix de changement/installation d'appareils de ventilation

Taux de travaux induits

	Nombre de données	Fourchette basse (C25)	Médiane	Fourchette haute (C75)
<b>SIMPLE FLUX</b>	16	0.26	0.31	0.58
<b>HYGRO B</b>	24	0.27	0.43	0.64
<b>HYGRO A</b>	9	0.29	0.41	0.66
<b>DOUBLE FLUX</b>	6	0.34	0.39	0.41

Tableau 23 : Part de travaux induits additionnel pour le changement/installation d'appareils de ventilation



### 3.2.4.5. Les caractéristiques du logement et le choix de l'équipement de ventilation

#### Zone climatique

L'hygro A et l'hygro B se retrouvent majoritaires en zone H2.

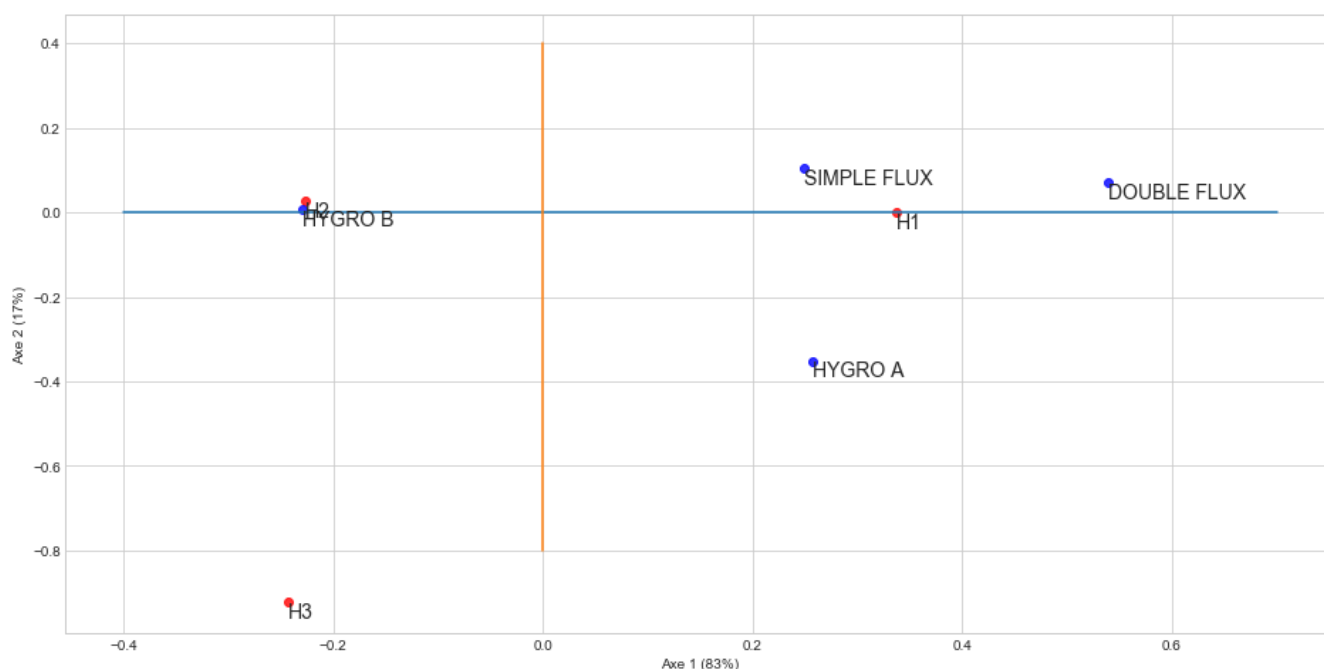


Figure 26 : Analyse factorielle type de ventilation et zone climatique

L'analyse factorielle montre une très forte dépendance entre le choix d'une ventilation hygro B et le fait d'être en zone H2. Il n'y a pas d'explication autre que le hasard : la ventilation hygro représente un des choix prépondérants et les zone H2 a été bien renseigné avec l'implication des régions Bretagne et Normandie. Par contre il y a bien un antagonisme entre la zone H2 et la ventilation double flux : les consommations électriques plus importantes se justifient par des économies sur le chauffage.

Climat	SIMPLE FLUX	HYGRO A	HYGRO B	DOUBLE FLUX
H1	22	9	29	10
H2	20	7	69	5
H3	0	1	2	0

Tableau 24 : Tableau de contingence type de ventilation et zone climatique

## Age du bâti

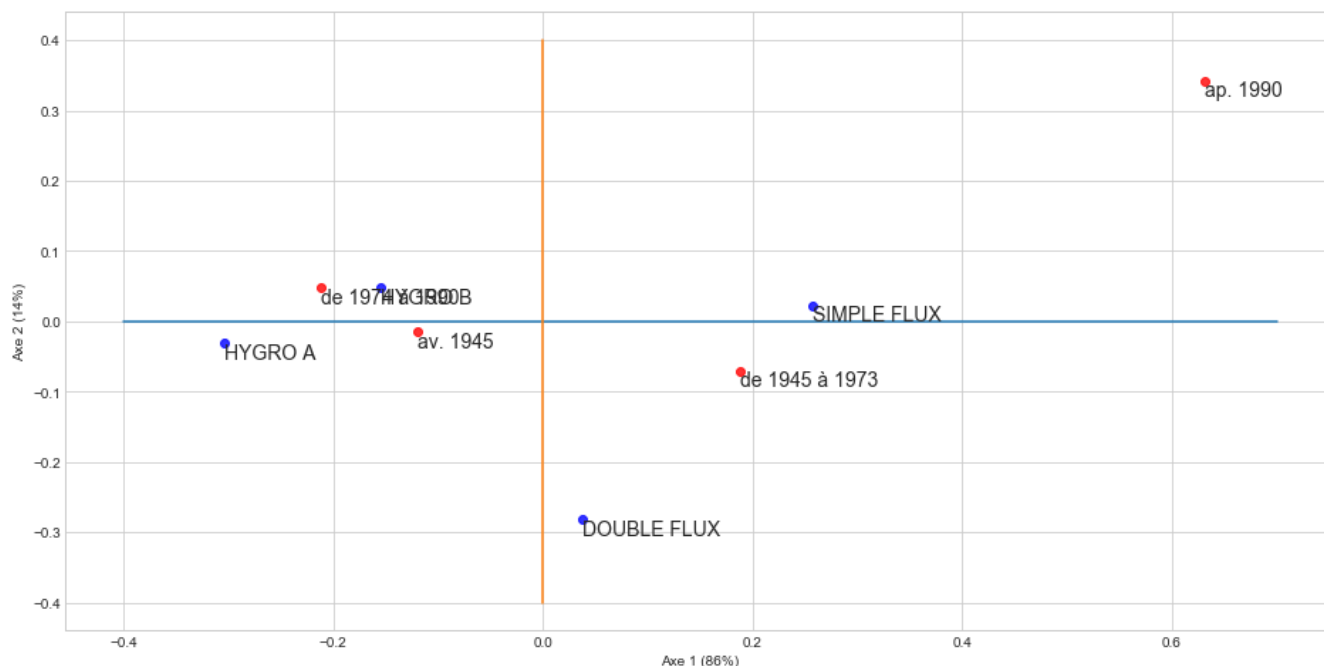


Figure 27 : Analyse factorielle type de ventilation et âge du bâti

Période de construction	SIMPLE FLUX	HYGRO A	HYGRO B	DOUBLE FLUX
av. 1945	12	6	15	3
de 1945 à 1973	33	8	22	7
de 1974 à 1990	19	12	28	4
ap. 1990	5	0	2	0

Tableau 25 : Tableau de contingence type de ventilation et âge du bâti

### Quelques précisions sur la ventilation double-flux

C'est un équipement qui limite les pertes de chaleur liée à la ventilation du logement, en utilisant les calories récupérées de l'air extrait pour réchauffer l'air venant de l'extérieur.

Son prix plus élevé peut s'expliquer par la présence d'un échangeur de chaleur (et non d'un simple ventilateur assurant la circulation de l'air) et par la nécessité d'installer deux circuits : l'un pour extraire l'air vicié du logement, l'autre pour distribuer l'air neuf réchauffé. Mais cet équipement permet des économies de chauffage importantes, surtout dans une maison bien isolée nécessitant peu de chauffage. Il est particulièrement utile en zone climatique froide.



### 3.2.5. L'eau chaude sanitaire solaire et non solaire

#### 3.2.5.1. Les chiffres clés

428 gestes d'installation d'un équipement de chauffage de l'eau chaude sanitaire sont recensés. 369 d'entre-deux sont utilisés pour l'exploitation économique.

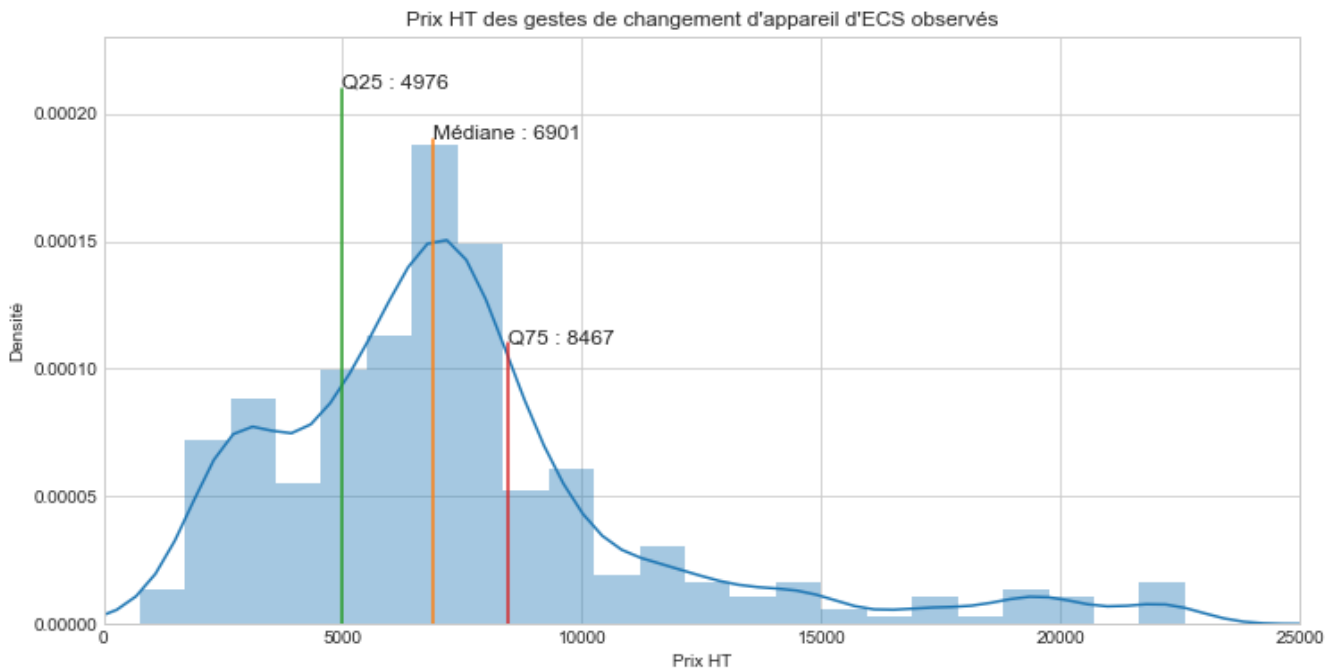


Figure 28 : Distribution des prix de changement d'ECS

#### 3.2.5.2. Les types d'équipements installés

Classés par nombre décroissant d'opérations recensées exploitables (données totales)

Les différents équipements recensés sont :

- Les chauffe-eaux solaires individuels ou CESI (260 opérations 69%),
- Les chauffe-eaux thermodynamiques individuels ou CETI (66 opérations 17%),
- Les systèmes solaires combinés ou SSC (38 observations 10%),
- Les chauffe-eaux classiques (5 observations 1%).

Dix observations supplémentaires concernent des installations solaires dont le type n'est pas précisé.

#### 3.2.5.3. Les tendances observées

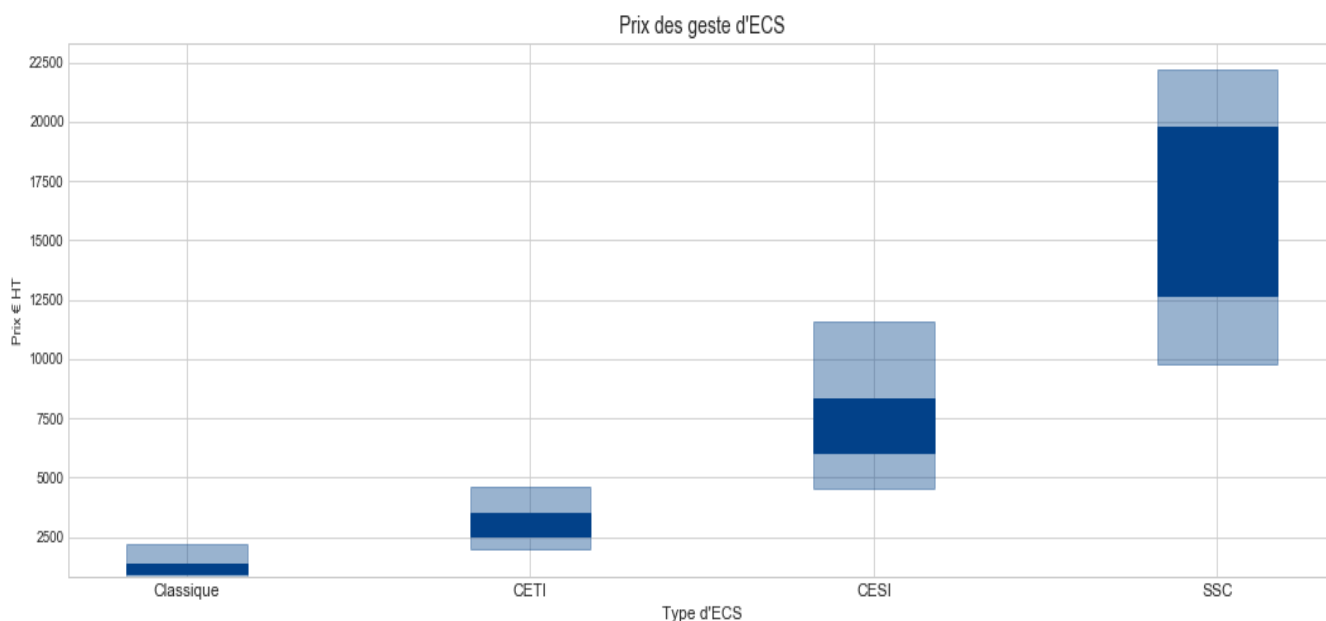
##### La production d'eau chaude solaire, en première ligne

Les équipements solaires thermiques représentent 298 opérations sur les 369 exploitables (voir ci-dessous, « Les précautions pour analyser les données »). Les chauffe-eaux solaires thermiques sont les appareils les plus installés, avec 80 % des opérations recensées.

La part des systèmes solaires combinés (SSC) n'est pas négligeable avec un prix médian de 16 884 € HT.

##### Une très grande fourchette de prix pour les systèmes solaires combinés

Les fourchettes de prix des différents appareils de production d'ECS ne se recoupent pas. On notera également que plus l'appareil est cher et plus la fourchette de prix est importante.



**Figure 29 : Intervalles de prix par changement d'ECS**  
 (50 % des opérations sont situées dans l'intervalle de prix représenté par la zone foncée, 90 % sont situés dans celui représenté par la zone claire, attention l'échelle ne commence pas à zéro)

### 3.2.5.4. Les facteurs de variation des prix

Les variations de prix dépendent largement du type de système installé et du volume du ballon.

#### Le type de système installé

	Nombre de données	Fourchette très basse (C5)	Fourchette basse (C25)	Médiane	Fourchette haute (C75)	Fourchette très haute (C95)
<b>Classique</b>	5	792 €	960 €	1 224 €	1 357 €	2 192 €
<b>CETI</b>	66	1 995 €	2 549 €	2 874 €	3 497 €	4 583 €
<b>CESI</b>	260	4 549 €	6 069 €	7 142 €	8 310 €	11 556 €
<b>SSC</b>	38	9 795 €	12 683 €	16 884 €	19 766 €	22 218 €

**Tableau 26 : Fourchettes de prix pour les changements d'ECS**

#### La surface des capteurs

Les deux appareils de production d'eau chaude sanitaire solaire ont des prix surfaciques (ramenés à la surface de capteur) similaires, néanmoins les surfaces médianes de ces appareils ne sont pas les mêmes, les usages étant également différent (ECS et chauffage pour SSC).

	Nombre de données	Fourchette très basse (C5)	Fourchette basse (C25)	Médiane	Fourchette haute (C75)	Fourchette très haute (C95)
<b>SSC</b>	12	940 €	1 186 €	1 467 €	2 191 €	2 286 €
<b>CESI</b>	121	1 058 €	1 368 €	1 575 €	1 911 €	2 378 €

**Tableau 27 : Fourchettes de prix surfacique pour les changements d'ECS solaire**

#### La taille du ballon

Les ballons ont une taille comprise entre 290 et 310 litres. L'influence sur le prix est négligeable.



### 3.2.5.5. Taux de main d'œuvre et taux de travaux induits

Taux de main d'œuvre

	Nombre de données	Fourchette basse (C25)	Médiane	Fourchette haute (C75)
<b>Classique</b>	2	0.27	0.34	0.41
<b>CETI</b>	19	0.13	0.2	0.31
<b>CESI</b>	230	0.18	0.22	0.27
<b>SSC</b>	37	0.17	0.19	0.26

Tableau 28 : Taux de main d'œuvre pour les prix de changement/installation d'ECS

Taux de travaux induits

	Nombre de données	Fourchette basse (C25)	Médiane	Fourchette haute (C75)
<b>CETI</b>	22	0.08	0.14	0.26
<b>CESI</b>	8	0.2	0.25	0.34

Tableau 29 : Part de travaux induit additionnel pour le changement/installation d'ECS

### 3.2.5.6. Les caractéristiques du logement et le choix de l'appareil d'ECS

#### L'impact de la zone climatique

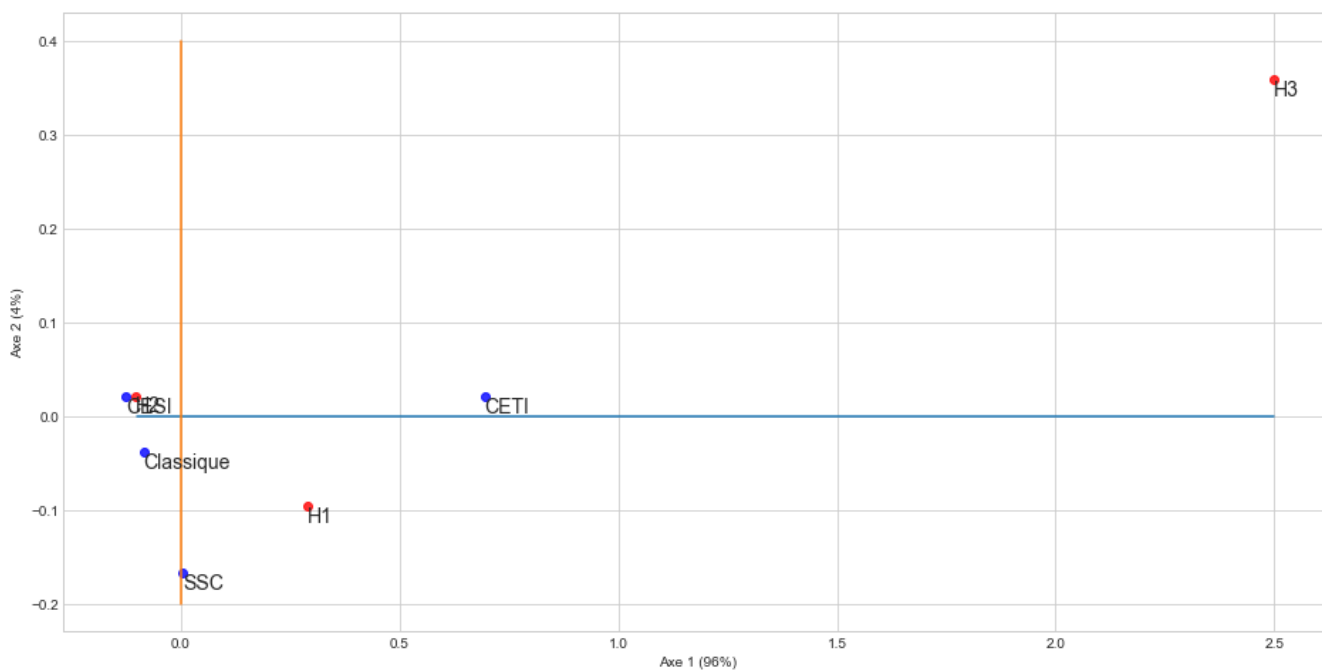


Figure 30 : Analyse factorielle type d'ECS et zone climatique



Climat	CESI	CETI	Classique	SSC
H1	46	17	1	10
H2	223	29	4	28
H3	0	3	0	0

Tableau 30 : Tableau de contingence type d'ECS et zone climatique

### 3.2.5.7. Les précautions pour analyser les données

#### *Une catégorie de gestes peu représentée*

La rénovation de la production d'eau chaude sanitaire ne représente que 4% des gestes répertoriés. L'analyse des prix est rendue problématique par la faiblesse de l'échantillon, globalement et a fortiori par équipement. C'est manifeste pour les chauffe-eaux « classiques », avec seulement 5 observations.

#### *Un biais dans l'échantillonnage de la production d'eau chaude sanitaire*

La part importante du solaire thermique dans les opérations recensées peut être expliquée par le fait que la production d'ECS « classique » est souvent assurée par une chaudière, et donc comptabilisée dans les opérations de rénovation du chauffage.

**Le chauffe-eau classique** correspond au chauffe-eau utilisant l'effet joule via une résistance électrique immergée.

**Le Chauffe Eau Thermodynamique Individuel** utilise un système de pompe à chaleur pour chauffer l'eau qu'il contient.

**Le Chauffe Eau Solaire Individuel** un système utilisant des capteurs solaires thermiques. L'eau circulant dans un circuit fermé est chauffé par le rayonnement solaire via des panneaux et elle apporte cette énergie au ballon via un échangeur thermique.

#### **Le système solaire combiné, pour chauffer l'eau chaude et la maison**

Le système solaire combiné n'a pas seulement pour rôle de fournir de l'eau chaude sanitaire, c'est aussi un équipement de chauffage. Le matériel à mettre en œuvre est plus important et complexe (panneaux solaires thermiques plus grands, ballon très volumineux pour certains systèmes, longueur de canalisations...) et son installation est plus conséquente que pour un chauffe-eau solaire individuel,



## 4. Quelle suite ?

---

Cette étude constitue une étape pour la mise au point de la collecte systématique au niveau national des prix de la rénovation énergétique, qui permettra à terme de produire une information fiable et précise sur les prix.

En identifiant les manques et les limites de la méthode actuelle de collecte des données, elle fournit des pistes d'amélioration pour pallier ces insuffisances.

### 4.1. Des pistes d'amélioration pour poursuivre le recueil des données

Produire le maximum de données utilisables est indispensable pour affiner et fiabiliser les résultats déjà acquis et en obtenir sur les gestes de rénovation encore peu renseignés et les facteurs de variation de prix mal cernés.

Pour y parvenir, la méthode de collecte actuelle, reproductible et évolutive, est un atout, mais il faut la rendre plus efficace :

- En harmonisant la nature et le format des données collectées, en améliorant l'interface de saisie et en affinant son mode d'emploi ;
- En définissant plus précisément les caractéristiques des gestes de rénovation en amont de la collecte, afin d'obtenir des données plus homogènes, mais aussi plus élaborées ;
- En centralisant la collecte pour faciliter le partage d'informations cohérentes entre les acteurs publics locaux de la rénovation ;
- En valorisant pleinement les différences de précision entre les données collectées :
  - Utiliser certaines données simples, bien connues des particuliers et facilement disponibles (facteurs non techniques de variation de prix des opérations comme la surface et l'âge du logement, l'habitat individuel ou collectif) pour une première estimation du prix d'une rénovation,
  - Traiter précisément les données complexes et techniques (puissance d'une chaudière, épaisseur d'isolant, Uw d'une menuiserie...) qui expliquent mieux les variations de prix,
  - Étendre la collecte à des éléments connus des ménages mais plus précis que les premiers (maison mitoyenne ou isolée, exposition du logement, matériaux des murs...) qui n'ont pas encore été pris en compte, mais qui sont eux aussi susceptibles d'impacter les prix.

Dans un contexte d'Opendata, il peut être très opportun de construire une plateforme de partage des prix de la rénovation : une plateforme alimentée par différents acteurs, pour ces différents acteurs.

### 4.2. D'autres acteurs impliqués

La répartition des personnes ressources sur l'ensemble du territoire, de la façon la plus homogène possible, pourrait corriger une des faiblesses de l'échantillonnage actuel : la limitation géographique de l'origine des données et la sur-représentation de certains territoires au détriment d'autres.

Maintenir la motivation sur le long terme des producteurs de données est nécessaire. Mais il serait avantageux d'impliquer dans la collecte, dans toutes les régions, davantage d'acteurs de la rénovation énergétique. On peut penser aux structures qui agissent localement dans ce domaine : les conseillers de l'Anah, les agences départementales d'information sur le logement (ADIL), les banques qui délivrent des éco-prêts à taux zéro, les sociétés de tiers-financement, les professionnels RGE...

### 4.3. Affiner l'observation et la connaissance des prix de la rénovation

Les données fournies par l'étude, malgré certaines limites, ont permis d'estimer certains prix des opérations de rénovation et d'identifier des caractéristiques qui influent sur le niveau des prix. Ces résultats encourageants s'accompagnent de l'identification d'améliorations possibles dans la collecte des données, pour la rendre plus riche et plus précise.

En poursuivant dans cette voie, il serait possible d'offrir des estimations encore plus solides et affinées des niveaux de prix pratiqués au niveau national et localement. Les facteurs déterminant les variations de prix pourraient être identifiés plus précisément et l'ampleur de celles-ci, chiffrée plus justement.

L'objectif in fine est principalement de continuer d'aider les particuliers à aborder les gestes de rénovation énergétique de leur logement avec plus de confiance, un plan de financement solide et des informations étayées pour leurs échanges avec les professionnels.

Les particuliers ne seraient évidemment pas les seuls à profiter des apports de telles données, qui intéresseraient l'ensemble des acteurs de la rénovation énergétique.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- ADEME, Pierre-Edouard Vouillamoz, Clément Leblanc, Julien Paulou, Jézabel Goineau, Sophie Huiban, I Care & Consult, EP, EMENDA. 2018. Évaluation statistique des prix de la rénovation énergétique. 50 p.
- ADEME, Énergies Demain, Kantar Public, Pouget Consultants. 2018. Enquête TREMI – Gestes de rénovation énergétique des maisons individuelles – Campagne 2017. 30 p.  
[www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/enquete-tremi-2017-010422.pdf](http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/enquete-tremi-2017-010422.pdf)
- ADEME, CSTB, EDF, Catherine Grandclément, Aurélie Tricoire, Dominique Osso, Stanislas Nösperger, Marie-Hélène Laurent, 2018. Prix de la rénovation et organisation de la filière. 219 p.  
[www.ademe.fr/prix-renovation-organisation-filiere-profil](http://www.ademe.fr/prix-renovation-organisation-filiere-profil)
- ADEME, Enertech, 2016. Analyse des couts de la rénovation énergétique des logements en France. 86p.  
[www.enertech.fr/modules/catalogue/pdf/73/170612%20Co%20c3%bbts%20R%20a9novation%20thermique%20Vdef.pdf](http://www.enertech.fr/modules/catalogue/pdf/73/170612%20Co%20c3%bbts%20R%20a9novation%20thermique%20Vdef.pdf)
- Ministère de la Transition écologique et solidaire, ministère de la Cohésion des territoires. 2018. Plan de rénovation énergétique des bâtiments (PREB). 54 p.  
[www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Plan%20de%20r%C3%A9novation%20%C3%A9nerg%C3%A9tique\\_0.pdf](http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Plan%20de%20r%C3%A9novation%20%C3%A9nerg%C3%A9tique_0.pdf)

## INDEX DES FIGURES

---

Figure	Titre	Page
Figure 1	Répartition géographique des gestes collectés	p. 11
Figure 2	Les grandes catégories de gestes étudiées	p.13
Figure 3	Intervalles de prix par type de gestes	p.13
Figure 4	Les zones climatiques "hiver" en France	p.14
Figure 5	Distribution des prix des gestes d'isolation	p.15
Figure 6	Intervalles des prix par type de gestes d'isolation	p.16
Figure 7	Variation du prix total selon la surface d'isolant	p.17
Figure 8	Intervalles de prix surfacique par types de gestes d'isolation	p.18
Figure 9	Distribution des résistances thermiques observées	p.18
Figure 10	Analyse factorielle geste d'isolation et zone climatique	p.20
Figure 11	Analyse factorielle geste d'isolation et âge du bâti	p.21
Figure 12	Distribution des prix des gestes de changement de chauffage	p.22
Figure 13	Intervalles de prix par types de gestes de changement d'appareil de chauffage	p.23
Figure 14	Distribution des puissances de chauffage observées	p.24
Figure 15	Analyse factorielle geste de chauffage et zone climatique	p.26
Figure 16	Analyse factorielle appareil de chauffage et âge du bâti	p.26
Figure 17	Distribution des prix des menuiseries (prix total)	p.28



Figure 18	Intervalle de prix par changement de menuiseries	p.29
Figure 19	Variation du prix total en fonction du nombre de fenêtre	p.29
Figure 20	Intervalle de prix unitaire par changement de menuiseries	p.30
Figure 21	Distribution des surfaces des vitrages des fenêtres	p.30
Figure 22	Variation des prix des fenêtres en fonction de la surface des vitrages	p.31
Figure 23	Intervalle de prix surfacique pour les changements de menuiseries	p.31
Figure 24	Densité des prix de changement/installation de ventilation	p.34
Figure 25	Intervalle de prix par changement/installation d'appareil de ventilation	p.35
Figure 26	Analyse factorielle type de ventilation et zone climatique	p.36
Figure 27	Analyse factorielle type de ventilation et âge du bâti	p.37
Figure 28	Distribution des prix de changement d'ECS	p.38
Figure 29	Intervalles de prix par changement d'ECS	p.39
Figure 30	Analyse factorielle type d'ECS et zone climatique	p.40

## INDEX DES TABLEAUX

Tableau	Titre	Page
Tableau 1	Fourchettes de prix pour les gestes d'isolation	p.16
Tableau 2	Coefficient de corrélation linéaire (prix, surface d'isolant) pour les différents postes d'isolation	p.17
Tableau 3	Fourchettes des surfaces d'isolant thermique posé (m <sup>2</sup> )	p.17
Tableau 4	Fourchettes de prix surfacique pour l'isolation thermique	p.18
Tableau 5	Tableau de contingence entre classe de résistance thermique et type d'isolation thermique	p.19
Tableau 6	Taux de main d'œuvre pour les gestes d'isolation	p.19
Tableau 7	Part de travaux induit additionnel pour l'isolation	p.19
Tableau 8	Tableau de contingence geste d'isolation et zone climatique	p.20
Tableau 9	Tableau de contingence gestes d'isolation et âge du bâti	p.21
Tableau 10	Energie de chauffage avant et après	p.23
Tableau 11	Fourchettes de prix pour le changement d'appareil de chauffage	p.24
Tableau 12	Puissance médiane et coefficient de corrélation (Prix, Puissance) pour les appareils de chauffage	p.24
Tableau 13	Taux de main d'œuvre pour le changement d'appareil de chauffage	p.25
Tableau 14	Part de travaux induit additionnel pour le chauffage	p.25
Tableau 15	Tableau de contingence appareil de chauffage et zone climatique	p.26
Tableau 16	Tableau de contingence appareil de chauffage et âge du bâti	p.27
Tableau 17	Fourchettes de prix unitaire de changement de menuiseries	p.30
Tableau 18	Fourchettes de prix surfaciques de changement de menuiseries	p.31

Tableau 19	Prix des fenêtres en fonction du matériau	p.32
Tableau 20	taux de main d'œuvre pour les changements de menuiseries	p.33
Tableau 21	Fourchettes de prix des changement/installation d'appareils de ventilation	p.34
Tableau 22	Taux de main d'œuvre pour les prix de changement/installation d'appareils de ventilation	p.35
Tableau 23	Part de travaux induits additionnel pour le changement/installation d'appareils de ventilation	p.35
Tableau 24	Tableau de contingence type de ventilation et zone climatique	p.36
Tableau 25	Tableau de contenance type de ventilation et âge du bâti	p.37
Tableau 26	Fourchettes de prix pour les changements d'ECS	p.39
Tableau 27	Fourchettes de prix surfacique pour les changements d'ECS solaire	p.39
Tableau 28	Taux de main d'œuvre pour les prix de changement/installation d'ECS	p.40
Tableau 29	Part de travaux induit additionnel pour le changement/installation d'ECS	p.40
Tableau 30	Tableau de contingence type d'ECS et zone climatique	p.41

## SIGLES ET ACRONYMES

<b>ADEME</b>	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
<b>ADIL</b>	Agence départementale d'information sur le logement
<b>Anah</b>	Agence nationale de l'habitat
<b>BBC</b>	Bâtiment basse consommation
<b>CESI</b>	Chauffe-eau solaire individuel
<b>CETI</b>	Chauffe-eau thermodynamique individuel
<b>CITE</b>	Crédit d'impôt pour la transition énergétique
<b>ECS</b>	Eau chaude sanitaire
<b>EIE</b>	Espace Info->Énergie
<b>FAIRE</b>	Faciliter, accompagner et informer pour la rénovation énergétique
<b>HPE</b>	Haute performance énergétique
<b>ITE</b>	Isolation thermique par l'extérieur
<b>ITI</b>	Isolation thermique par l'intérieur
<b>PAC</b>	Pompe à chaleur
<b>PBD</b>	Pan Bâtiment Durable
<b>PREH</b>	Plan de rénovation énergétique de l'habitat
<b>PROFIL</b>	Prix de la rénovation et organisation de la filière
<b>PVC</b>	Polychlorure de vinyle
<b>RGE</b>	Reconnu garant de l'environnement
<b>RT</b>	Réglementation thermique
<b>SNBC</b>	Stratégie nationale bas carbone
<b>SSC</b>	Système solaire combiné
<b>TECV</b>	<i>Loi relative à la Transition énergétique pour la croissance verte</i>
<b>TREMI</b>	Gestes de rénovation énergétique des maisons individuelles



## L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale.

L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, les économies de matières premières, la qualité de l'air, la lutte contre le bruit, la transition vers l'économie circulaire et la lutte contre le gaspillage alimentaire.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition Écologique et Solidaire et du ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

[@ademe](https://twitter.com/ademe)

### LES COLLECTIONS DE L'ADEME



#### ILS L'ONT FAIT

*L'ADEME catalyseur* : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



#### EXPERTISES

*L'ADEME expert* : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous un regard.



#### FAITS ET CHIFFRES

*L'ADEME référent* : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



#### CLÉS POUR AGIR

*L'ADEME facilitateur* : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation



#### HORIZONS

*L'ADEME tournée vers l'avenir* : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.

# RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DES LOGEMENTS : ÉTUDE DES PRIX

La rénovation énergétique des logements est un enjeu clé de la transition énergétique, mais les prix de celles-ci sont mal connus des ménages, ce qui constitue un obstacle à leur passage à l'acte.

Or, les acteurs publics de la rénovation énergétique dans les territoires (EIE, PTRE, ...) collectent depuis plusieurs années des données sur les gestes menés par les particuliers qu'ils accompagnent. Ces données éparses ont été rassemblées dans une base de données nationale de plus de 12 000 gestes de rénovation énergétique des logements.

Ce document reprend et synthétise les résultats de l'analyse statistique et économétrique de ces données, qui permettent une meilleure connaissance des prix de la rénovation énergétique des logements et de l'impact de déterminants de ces prix (descriptifs des gestes de rénovation menés, caractéristiques des logements rénovés).

Les enseignements de cette étude pourront aussi à l'avenir guider la mise en place d'une telle collecte de données de manière systématique et coordonnée au niveau national et servir à l'élaboration d'un outil prédictif qui aiderait les particuliers à étayer leur projet de rénovation.

*La mise en commun des données collectées localement a permis de mieux connaître les prix pratiqués sur le marché français de la rénovation énergétique des logements, ainsi que leurs déterminants.*



[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

