

Une estimation du taux de vulnérabilité énergétique des ménages pour le logement

Document de travail

N° 2025-01 – Janvier 2025



Simon Beck
Kendal Masson
Virginie Mora
Simon Prusse

Sommaire

Résumé.....	3
Abstract.....	4
1. Introduction.....	5
Qu'est-ce qu'un ménage vulnérable ?.....	6
Le choix d'un seuil de taux d'effort énergétique.....	6
Tous les ménages peuvent-ils être qualifiés de vulnérables ?.....	8
Précarité ou vulnérabilité ?.....	9
2. La méthode mise en œuvre.....	10
a. Synthèse de la méthode.....	10
b. Sources.....	10
Fidéli 2022.....	10
Diagnostics de performance énergétique.....	11
Prix des énergies.....	15
c. Nettoyage des données de DPE.....	15
d. Appariement des diagnostics DPE et des logements Fidéli.....	17
Comparer des variables issues de bases distinctes.....	18
Apparier une base administrative à une base fiscale.....	19
Méthode d'appariement retenue.....	20
Qualité de l'appariement.....	22
e. Calage.....	23
Construction de groupes homogènes de réponse (étape 1).....	24
Mise en œuvre du calage (étape 2).....	25
Les poids obtenus.....	27
f. Calculs de vulnérabilité.....	29
Prix des énergies.....	29
Calcul du TEE et du seuil de vulnérabilité.....	30
3. Calculer et comprendre le taux de vulnérabilité d'un territoire.....	30
a. Le taux de vulnérabilité des régions de France métropolitaine.....	30
Le modèle retenu pour comprendre les écarts entre territoires.....	32
Utilisation du modèle pour décomposer les taux de vulnérabilité entre régions.....	34
b. Simuler une politique de rénovation des bâtiments sur les dépenses énergétiques.....	36
ANNEXES.....	40
A - Autres approches existantes.....	40
La mesure de la précarité énergétique à l'ONPE.....	40
Autres mesures.....	40
L'usage des données de consommation locale d'énergie dites « article 179 ».....	43
B - Compléments sur les DPE et la vulnérabilité.....	45
L'effet du climat.....	45
Énergie primaire, énergie finale.....	46
Travailler sur les besoins en refroidissement.....	47
Retravail de variables techniques fournies par les DPE.....	47
C - Discussions sur la méthode mise en place.....	50
La méthode utilisée au SDES.....	50
Comparaison entre notre base avant calage et la base SDES.....	51

Écarts entre la base pondérée et les données SDES.....	56
Avantages et inconvénients de notre méthode.....	60
D - Bibliographie.....	63

Résumé

La vulnérabilité énergétique des ménages concernant leur logement relève de deux enjeux distincts. Le premier est un enjeu environnemental, avec la mise en évidence des besoins de rénovation thermique des logements. Les remplir permettrait de réduire la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre du secteur résidentiel. Le second enjeu est social : cela permet de cerner le nombre de ménages français qui disposent de revenus insuffisants pour maintenir un confort thermique standard dans leur logement. En effet, les ménages vulnérables le sont à cause des faibles qualités énergétiques de leur logement (en regard des conditions climatiques) et/ou du fait de revenus trop modestes.

La vulnérabilité énergétique n'équivaut pas à la précarité, telle que suivie par l'*Observatoire National de la Précarité Énergétique (ONPE)*. La première rend compte d'une difficulté potentielle face aux dépenses énergétiques pour le logement quand la précarité évoque une difficulté avérée. En ce sens, la vulnérabilité énergétique peut être définie comme une exposition au risque de précarité. Tous les ménages vulnérables énergétiquement ne sont pas précaires, mais tous les précaires sont vulnérables.

Cette notion de ménage vulnérable peut aider les acteurs publics à orienter les politiques d'aide à la rénovation non sous le seul prisme de l'environnement mais aussi sous celui des difficultés effectives de leurs occupants. Cela peut par exemple conduire à cibler certaines aides prioritairement sur les logements occupés par ces ménages, ou encore sur les territoires où ils se concentrent. À ce titre, les ménages vulnérables peuvent constituer un cœur de cible pour mettre en œuvre une transition écologique qui intègre les enjeux liés aux inégalités sociales.

La méthodologie présentée ici est celle privilégiée au sein de l'Insee pour ses travaux sur la vulnérabilité énergétique. Elle vise à repérer les ménages qui doivent consacrer une part excessive de leur revenu disponible aux dépenses énergétiques de leur logement afin d'y assurer un confort standard. Les dépenses énergétiques sont estimées à partir d'une part des « consommations conventionnelles » d'énergie d'un logement, fournies par les diagnostics de performance énergétique (DPE), et d'autre part des prix des énergies. Le revenu disponible des ménages est obtenu via le fichier démographique des logements et des individus (Fideli).

Abstract

The concept of fuel poverty addresses both housing renovation and income poverty. Indeed, fuel-vulnerable households either live in low-energy-efficient housing (considering local climatic conditions) and/or have low incomes.

Fuel poverty does not equate to precarity, as monitored by the *Observatoire National de la Précarité Énergétique* (ONPE). The former reflects a potential difficulty in meeting energy costs for housing, while precarity refers to a more actual difficulty. In this sense, fuel poverty can be defined as exposure to the risk of precarity. Not all energy-vulnerable households are precarious, but all precarious ones are vulnerable.

This notion of fuel poverty can guide public renovation policies, ensuring they focus not only on environmental topics but also on the actual challenges faced by the inhabitants. This may, for example, lead to targeting renovation subsidies on the housing occupied by these households, or on the areas where they are concentrated. As such, vulnerable households can be a core focus for implementing an ecological transition that also addresses social inequalities.

The methodology presented here is the one favored by INSEE to assess fuel poverty. It identifies households that would need to devote an excessive share of their disposable income to ensure standard energetic comfort in their homes. Energy expenditure is estimated based on the “conventional consumption” of energy in a home, as provided by energy performance certificates, and on energy prices. Household disposable income is obtained from the *fichier démographique des logements et des individus* (Fideli).

1. Introduction

Un ménage vulnérable est un ménage qui doit consacrer une part excessive de ses revenus aux dépenses énergétiques de son logement, afin d'y assurer un confort standard. Cet état de vulnérabilité énergétique a des conséquences sanitaires¹ et sociales sur les ménages concernés. C'est à partir de ce constat que de premières estimations de performance énergétique et de précarité énergétique des ménages ont vu le jour en Angleterre dans les années 1970. En effet, une partie de la surmortalité hivernale des ménages pauvres britanniques avait alors pu être attribuée à leurs difficultés à se chauffer.

S'intéresser à la vulnérabilité énergétique peut ainsi renvoyer à deux thèmes importants de l'action publique. Cela témoigne d'une part d'une ambition écologique, avec la nécessité de réduire consommations d'énergie et émissions de gaz à effet de serre. Cela renvoie d'autre part à une ambition vis-à-vis des inégalités sociales : réduire la part de ménages qui peinent à avoir un confort énergétique décent, à cause de revenus faibles et/ou d'un logement mal isolé.

C'est dans cette double perspective qu'ont été adoptées d'abord la loi du 12 juillet 2010 portant « Engagement national pour l'environnement », qui a donné une définition officielle à la notion de précarité énergétique, notion voisine de celle de vulnérabilité puis, les lois « Énergie et climat » de 2019 et « Climat et résilience » de 2021. Un des objectifs affichés est d'accélérer la rénovation des logements et permettre que les Français vivent dans des logements décents où ils n'ont pas froid l'hiver et chaud l'été. Les logements à consommation énergétique excessive devront donc les rénover pour pouvoir continuer à les louer.

Connaître et localiser le parc de logements à consommation énergétique excessive, y compris au regard des revenus des ménages les occupant, peut permettre aux décideurs publics d'orienter au mieux leurs politiques de logement, en particulier d'aide à la rénovation, et de viser un double dividende, environnemental et social.

Ce travail vise ainsi à repérer les ménages qui doivent consacrer une part excessive de leur revenu disponible aux dépenses énergétiques de leur logement afin d'y assurer un confort standard. Les ménages vulnérables sont ceux dont le **taux d'effort énergétique (TEE)**, défini comme le rapport entre leurs dépenses énergétiques et leur revenu disponible, dépasse un certain seuil.

$$TEE = \frac{\text{Dépenses énergie}}{\text{Revenus disponibles}}$$

Les dépenses énergétiques sont estimées à partir d'une part des « consommations

¹ Des températures intérieures trop basses en hiver présentent des risques sanitaires, comme l'indique [le ministère de la Santé et de l'Accès aux soins](#) : elles augmentent par exemple les risques de syndromes coronaires aigus ainsi que les infections respiratoires.

conventionnelles » d'énergie d'un logement, fournies par les diagnostics de performance énergétique (DPE), et d'autre part des prix des énergies. Le revenu disponible des ménages est obtenu via le fichier démographique des logements et des individus (Fideli).

Les données utilisées sont :

- Fideli 2022, notamment pour les structures du parc de logements recensés au 1er janvier 2022 et le revenu des ménages en 2021 ;
- les données DPE de l'Ademe, en open source, pour la période juillet 2022 à juin 2023, téléchargées au 20 novembre 2023 ;
- les chiffres du Bilan de l'énergie 2021 du SDES, pour ce qui concerne les prix de la plupart des combustibles, et de la Commission de régulation de l'énergie (CRE) pour les prix de l'électricité et du gaz.

Le champ est restreint à la France métropolitaine, notamment parce que les DPE ne sont pas soumis aux mêmes règles dans les DOM.

Qu'est-ce qu'un ménage vulnérable ?

Le choix d'un seuil de taux d'effort énergétique

Un ménage est vulnérable si le rapport entre sa dépense énergétique pour un usage conventionnel du logement qu'il occupe et son revenu, rapport appelé *taux d'effort énergétique*, dépasse un certain seuil. Ce seuil est fixé au double du taux d'effort médian. **Avec les revenus et les prix 2021, le seuil de vulnérabilité s'établit à 9,2 %.**

Avec la distribution actuelle des TEE des ménages obtenue pour les revenus 2021, ce seuil se situe entre le huitième et le neuvième décile de la distribution des taux d'effort énergétique. Les ménages vulnérables sont donc ceux situés nettement dans le haut de la distribution des TEE, cette distribution étant plutôt resserrée autour de sa médiane (4,6 %). Pour sept ménages sur dix, les dépenses énergétiques conventionnelles pour le logement représentent moins de 6,8 % du revenu disponible.

Distribution du taux d'effort énergétique

Seuils	Taux d'effort énergétique (en %)
D1	1,9
D2	2,6
D3	3,2
D4	3,9
Médiane	4,6
D6	5,5
D7	6,8
D8	8,7
Double de la médiane	9,2
D9	12,6

Champ : France métropolitaine

Source : Fideli 2022, base des DPE Ademe 2022/2023

Avec un TEE supérieur à 9,2 %, les ménages dits vulnérables se situent très au-dessus de la tendance centrale. En ce sens, on pourra aussi porter attention à un « halo » de la vulnérabilité énergétique.

Le fait que la vulnérabilité énergétique soit définie par rapport à un seuil relatif, c'est-à-dire un seuil dépendant de la distribution des taux d'effort énergétique dans la population, n'est pas sans inconvénient. Par exemple, en cas de forte hausse de l'ensemble des prix des énergies, c'est toute la distribution des taux d'efforts énergétiques qui serait affectée, de sorte que la part de « ménages vulnérables » resterait la même, malgré la hausse généralisée des dépenses et des TEE des ménages ; toute la distribution connaissant une translation vers le haut.

En ce sens, être vulnérable pour un ménage désigne moins l'ampleur de la dépense relativement aux revenus du ménage, que le fait d'être nettement dans le haut de la distribution des TEE de l'ensemble des ménages.

L'Observatoire national de la précarité énergétique ([ONPE](#)) et, dans la plupart de leurs publications l'Ademe, se sont arrêtés sur le choix d'un seuil fixe. Longtemps situé à 10 % des revenus, ce seuil fixe a été abaissé à 8 % en 2016 car le chiffrage produit par l'Insee cette année-là retenait 8,2 % comme seuil de vulnérabilité.

Occasionnellement [l'Ademe](#), mais aussi le [ministère de la transition écologique](#) et beaucoup d'observatoires régionaux continuent de faire référence au seuil antérieur de 10 %, témoignant de la difficulté qu'il y a à revenir sur un seuil fixe.

Tous les ménages peuvent-ils être qualifiés de vulnérables ?

Dans ce travail, afin de ne pas retenir les ménages aisés parmi la population des ménages vulnérables, l'indicateur de vulnérabilité énergétique a été forcé à 0 pour les ménages dont le niveau de vie dépasse le troisième quartile. Les 25 % de ménages les plus aisés (correspondant aux ménages dont les revenus dépassent l'équivalent de deux SMIC par unité de consommation) ne peuvent donc pas être déclarés vulnérables, y compris lorsque leurs consommations énergétiques sont importantes. Les ménages des classes moyennes et un peu au-delà le peuvent en revanche.

Distribution du niveau de vie mensuel

Seuils	Niveau de vie mensuel (euros par unité de consommation)
D1	1 014
D2	1 286
D3	1 519
D4	1 713
Médiane	1 902
D6	2 116
D7	2 371
Q3	2 528
D8	2 720
D9	3 380

Champ : France métropolitaine

Source : Fideli 2022 (résidences principales de France métropolitaine)

La définition retenue dans ce travail est différente de celle de l'ONPE ou de l'Ademe. Pour eux, seuls les ménages des 3 premiers déciles de niveau de vie peuvent être qualifiés de vulnérables, c'est-à-dire ceux dont les revenus ne dépassent pas environ 1,2 Smic (2021, par unité de consommation).

Cette différence d'approche joue de manière appuyée sur les estimations de taux de ménages vulnérables publiées par les uns et les autres. En effet, avec l'approche retenue ici, les ménages dont les niveaux de vie s'étagent entre le troisième décile de niveau de vie et le troisième quartile constituent un tiers des ménages réputés vulnérables.

Les conséquences de la vulnérabilité énergétique pour le logement ne sont pas les mêmes pour les ménages selon qu'ils se situent dans le bas ou le haut de l'échelle des revenus. Consacrer plus d'un mois de revenus aux dépenses d'énergie pour le logement laisse plus de marge aux ménages aisés que pauvres. Pour autant, le choix a été fait ici de considérer que les ménages aux niveaux de vie intermédiaires pouvaient être en difficulté face aux besoins énergétiques pour leur logement, soit parce qu'ils vivent dans des logements

particulièrement mal isolés², soit parce qu'une hausse des tarifs de leur combustible principal s'annonce, soit encore car ils sont soumis à d'autres dépenses contraintes importantes, par exemple pour les transports.

Précarité ou vulnérabilité ?

Précarité et vulnérabilité énergétique ne sont a priori pas synonymes. La seconde rend compte d'une difficulté potentielle face aux dépenses énergétiques pour le logement quand la précarité évoque une difficulté avérée. En ce sens, la vulnérabilité énergétique peut être définie comme une exposition au risque de précarité. Tous les ménages vulnérables énergétiquement ne sont pas précaires, mais tous les précaires sont vulnérables.

Toutefois, rien dans la définition actuelle de la vulnérabilité énergétique ne rend compte de cette idée de difficulté « potentielle » pour certains ménages et « avérée » pour d'autres. Symétriquement, dans la loi du 12 juillet 2010 portant « engagement national pour l'environnement », la définition de la précarité n'est pas plus précise : « *Une personne est considérée en "précarité énergétique" si elle éprouve dans son logement des difficultés particulières à disposer de la fourniture d'énergie nécessaire à la satisfaction de ses besoins élémentaires en raison de l'inadaptation de ses ressources ou de ses conditions d'habitat* ».

En pratique, le fait que l'ONPE restreigne ses analyses aux ménages des trois premiers déciles de revenus la place plutôt du côté de la mesure de la précarité énergétique. Le choix fait à l'INSEE de considérer également des ménages de classe moyenne³ conduit à préférer le terme de vulnérabilité, puisque mécaniquement plus de ménages « potentiellement précaires » sont décomptés (ou, dit autrement, plus de ménages dont la facture énergétique pèse malgré tout moins lourd sur les conditions de vie, leur reste à vivre étant moins parcimonieux). Ce choix est cohérent aussi avec le fait que les politiques de rénovation ne ciblent pas exclusivement les ménages à bas revenus - ce même si les aides sont dégressives en fonction des revenus du foyer.

D'autres approches existantes sur le sujet de la vulnérabilité/précarité énergétique sont évoquées en [annexe A](#).

2 Ou bien avec des hauts plafonds, des superficies importantes, un chauffage inefficace...

3 Jusqu'à 2 528 euros de revenu mensuel par unité de consommation (troisième quartile).

2. La méthode mise en œuvre

a. Synthèse de la méthode

La méthode s'appuie sur les diagnostics de performance énergétique⁴ (DPE, voir plus bas), qui sont obligatoires lors de la vente ou de la location d'un bien situé en France métropolitaine. Les données compilées par l'[Ademe](#) sont récupérées pour la période allant du 1er juillet 2022 au 30 juin 2023, soit plusieurs millions d'observations. Cette base DPE, une fois toilettée, est appariée à la base logement Fideli 2022. Le travail s'appuie notamment sur la présence dans les deux bases d'informations d'adresses normalisées, et permet d'apparier 1,91 million de DPE à des logements Fideli uniques.

Dans un deuxième temps, cette base est restreinte aux résidences principales, le champ d'intérêt de notre thématique, puis elle fait l'objet d'un redressement afin de retrouver les principales structures du parc de logements et d'occupants de la base Fideli, au 1er janvier 2022. On obtient en sortie un extrait de la base Ademe comportant 1,52 million de DPE enrichis d'informations issues de Fidéli 2022 et d'une variable de pondération.

Les taux d'effort énergétique (TEE) des ménages peuvent alors être calculés. Pour chaque logement de cette base, et chacun des divers types d'énergie utilisés dans un logement, les dépenses correspondantes sont estimées avec les prix 2021. La dépense énergétique totale du logement, pour un usage standard, peut alors être rapportée aux revenus du ménage occupant. La répartition des TEE des ménages permet de déterminer le seuil de vulnérabilité et ainsi de distinguer les ménages vulnérables des autres.

b. Sources

Fidéli 2022

Le répertoire [Fidéli](#) (Fichiers démographiques sur les logements et les individus) valorise les informations issues de l'administration fiscale sur l'impôt et les propriétés bâties. Il regroupe notamment :

- des informations relatives au logement principal (superficie, étage éventuel et adresse normalisée en particulier) ;
- des données de nature démographique sur les personnes et la structure des ménages ;
- des informations sur les grands agrégats de revenus déclarés par les ménages (tels que les salaires, les retraites et pensions, etc.), ainsi que sur les montants de prestations sociales reçues.

Dans ce travail, Fidéli 2022 n'est mobilisé que sur le champ des résidences principales

⁴ Article R. 126-15 du Code de la Construction et de l'Habitation

situées en France métropolitaine. Par ailleurs, les calculs de vulnérabilité sont menés sur le sous-champ des ménages pour lesquels un revenu disponible net est effectivement enregistré et strictement positif.

Diagnostics de performance énergétique

Dans ce travail, l'estimation des dépenses qu'un ménage doit consacrer à l'énergie pour son logement repose sur les **diagnostics de performance énergétique (DPE)**. Ils informent sur la qualité énergétique intrinsèque des logements pour un usage considéré comme standard, sachant les conditions moyennes de climat et d'ensoleillement observées localement. L'Ademe propose [en accès libre](#) de consulter les principales variables de l'ensemble des DPE. Cette base est « évolutive », au sens où pour une partie des logements, les DPE font l'objet de mises à jour, y compris avec plusieurs mois de « retard », ou bien obtiennent de nouveaux diagnostics. La date de téléchargement de la base a de ce fait une influence qui n'est pas négligeable sur la proportion de logements excessivement énergivores. En outre, les règles de calculs qui président à l'établissement des DPE peuvent évoluer, comme cela a été le cas pour les petits logements au 1^{er} juillet 2024.

Ces DPE fournissent une grande quantité d'informations sur les caractéristiques énergétiques et techniques des logements, sur les divers combustibles utilisés dans les logements, sur les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre (GES) pour un usage standard.

Des consommations énergétiques et des émissions de GES conventionnelles

Les DPE sont, par construction, indépendants des conditions réelles de l'habitat, et notamment de la taille effective du ménage occupant ou de ses comportements réels de chauffage, d'usage d'eau chaude sanitaire ou de climatisation par exemple. C'est en ce sens qu'ils fournissent des **estimations de consommations d'énergie et d'émissions de GES dites conventionnelles** : elles correspondent à un usage considéré comme standard pour un logement de cette superficie.

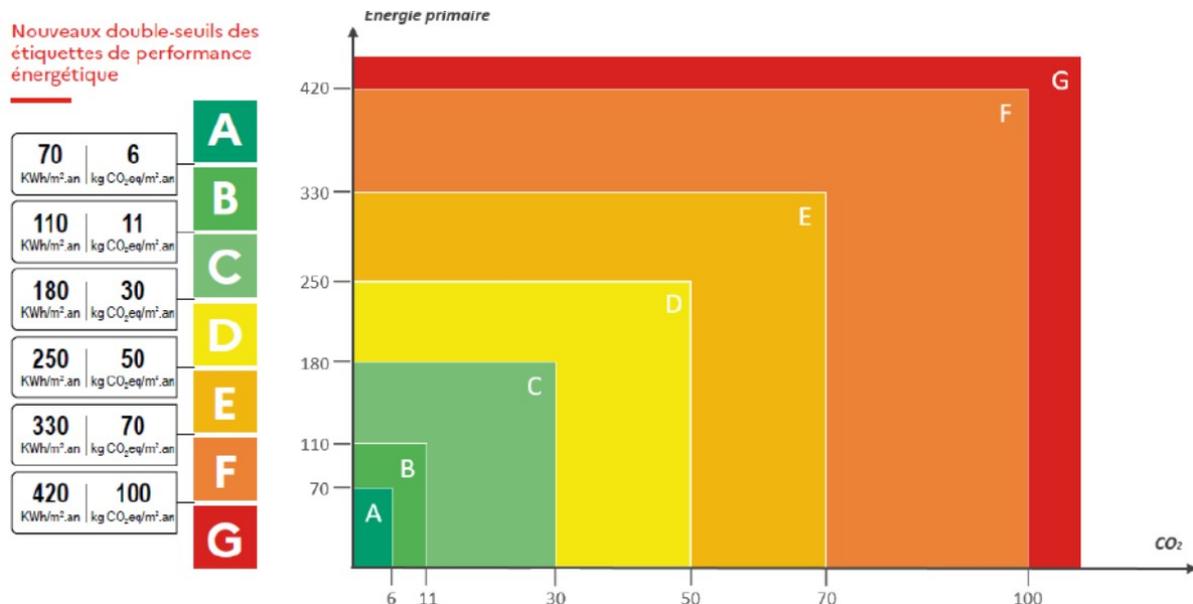
Les consommations conventionnelles portent sur cinq usages de l'énergie pour le logement : le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire, le refroidissement, l'éclairage et le fonctionnement des auxiliaires de ventilation mécanique contrôlée. Les deux premiers usages constituent en moyenne 94 % des consommations d'énergie conventionnelles. Les consommations d'énergie liées aux appareils électroménagers et à la cuisson ne sont pas estimées dans le cadre des DPE.

Évolutions récentes des méthodes de calcul des DPE

En 2021, la méthode de calcul du DPE a changé de manière substantielle.

L'étiquette énergétique (A, B, C, D, E, F ou G) est désormais calculée en fonction de deux

facteurs : la consommation d'énergie primaire du logement⁵ et ses émissions de gaz à effet de serre. Les seuils de chaque classe énergétique sont donc des « doubles seuils », un logement étant classé selon sa plus mauvaise performance en consommation d'énergie primaire ou en émissions de GES.



Source : [Cerema, Le nouveau DPE - Guide à l'attention des diagnostiqueurs \(octobre 2021\)](#)

Le **coefficient de conversion en énergie primaire** de l'électricité a également été réduit, passant de 2,58 à 2,30. Cela limite plus qu'auparavant l'effet négatif sur l'étiquette DPE associé à ce mode de chauffage.

Autre changement important depuis 2021 : la « **méthode des factures** » a été abandonnée⁶. Elle consistait, pour une partie des logements, notamment anciens, à établir le DPE à partir des consommations réelles des ménages occupants. Les résultats du DPE reflétaient alors autant les comportements des ménages en tant qu'usagers que les qualités énergétiques du logement.

Sur le plan légal, les DPE sont devenus **opposables**. Cela pourrait conduire progressivement à une certaine harmonisation des pratiques que rien ne rendait véritablement nécessaire jusque-là⁷. Mais dans le même temps, les DPE ont aussi été

⁵ L'énergie primaire est l'énergie présente dans la nature à l'état brut, avant transformation, tandis que l'énergie finale correspond à l'énergie disponible à la consommation. L'attribution de l'étiquette DPE se fonde sur les estimations de consommations d'énergie primaires et non finales, tandis que les estimations de dépenses se fondent sur les consommations finales, qui sont celles facturées aux consommateurs (voir [annexe B](#) pour plus de précisions).

⁶ Cette méthode était notamment mobilisée pour les logements anciens et les logements présentant un système de chauffage collectif. Par construction, elle était sensible aux comportements spécifiques des ménages occupants. De ce fait, les ménages pratiquant des comportements d'auto-restriction obtenaient des étiquettes plus favorables que ne le « méritaient » leurs logements.

⁷ Ce caractère opposable est pour le moment très peu mobilisé par les propriétaires. Il peut inciter en outre les diagnostiqueurs à mobiliser plutôt les valeurs par défauts que les valeurs d'observations,

associés à des contraintes nouvelles pour la vente et la location de locaux.

Les lois « Énergie et climat » de 2019 et « Climat et résilience » de 2021 ont introduit une exigence minimale de performance énergétique pour la location des logements. Pour stimuler les comportements de rénovation des propriétaires, ces lois ont introduit une interdiction progressive de location pour les logements non décents, au sens d'insuffisamment performants en matière énergétique.

Ainsi, depuis le 1er janvier 2023, ne sont considérés comme « énergétiquement décents » que les logements présentant une consommation conventionnelle en énergie finale inférieure à 450 kWh/m²/an. En janvier 2025, ne devraient plus être qualifiés de « décents » que les logements de classe A à F. De même en janvier 2028, pour ceux de classe A à E, et en janvier 2034 pour ceux de classe A à D.

Les comportements des acteurs (diagnostiqueurs comme ménages) sont donc susceptibles, eux aussi, d'avoir connu des évolutions entre les anciens DPE et les nouveaux DPE et au fil des législations, sans qu'il soit simple d'en mesurer le sens.

À noter que pour tenir compte des délais d'intégration par les diagnostiqueurs des nouvelles modalités de calcul des DPE à partir de l'été 2021, nous avons dû choisir, selon l'expertise du SDES, de ne pas considérer d'étiquettes DPE antérieures à mi-2022, bien que l'objectif soit de représenter le parc immobilier au 1er janvier 2022⁸.

Par ailleurs, un arrêté visant à revaloriser les DPE des logements de moins de 40 m², en modifiant les seuils d'étiquettes les concernant, est entré en vigueur au 1er juillet 2024. Cela n'a pas d'effet en revanche sur les estimations de besoins de consommations conventionnelles d'énergie. De fait, ces logements étaient en moyenne nettement moins bien classés que les autres. Cela pourrait être dû à certaines caractéristiques du calcul des DPE : les déperditions d'énergie d'un logement, via ses murs extérieurs en particulier, sont rapportées à sa superficie, de même que ses consommations d'eau chaude sanitaire. Or, en proportion, ces grandeurs sont presque mécaniquement plus élevées dans les petits logements, même s'il est difficile de juger dans quelle mesure cela rend compte d'une surconsommation énergétique réelle au m² ou pas. À partir de juillet 2024, les petits logements ont fait l'objet d'un réexamen automatique de leur DPE.

Critiques autour des DPE

Les DPE font l'objet de critiques nombreuses.

Ils peuvent varier de façon sensible en fonction du diagnostiqueur qui les réalise, notamment

choix nettement moins engageant. Ailleurs en Europe, ce caractère opposable prend des formes différentes. Par exemple, en Allemagne, un expert thermicien participe en cas de travaux de rénovation : il évalue, conseille, suit le chantier, puis estime a posteriori l'efficacité des travaux réalisés. Entre 2008 et 2015, la consommation finale d'énergie des bâtiments y a ainsi reculé de plus de 10 % (voir [Conclusions d'auditions au Sénat, 2023](#)).

⁸ Hypothèse est donc faite que les qualités énergétiques du parc immobilier reflétées par cette fenêtre de DPE un peu décalée ne diffèrent pas d'une façon non-redressable (à partir de données Fideli) de celles que nous aurions observées si des DPE « nouvelle formule » avaient été disponibles pour une période d'observations comme mi-2021 à mi-2022, par exemple.

selon que celui-ci a recours à des valeurs par défaut ou bien qu'il saisit des valeurs issues de ses observations ; les premières pouvant se révéler plus favorables. Établir un DPE qui aille régulièrement au-delà des valeurs par défaut nécessite en outre que le diagnostiqueur compile un très grand nombre d'observations (sur les qualités, l'ancienneté et les dimensions des divers matériaux de construction et d'isolation, dans les différentes parties du logement - et de l'immeuble le cas échéant).

D'après une étude du [Conseil d'analyse économique \(CAE, 2024\)](#), le calcul du DPE tendrait à surestimer les écarts de besoins énergétiques entre logements « bien classés » et logements classés comme énergivores, conduisant à une représentation excessivement étirée des écarts de consommation entre les deux extrémités du spectre des étiquettes de performance énergétique. Cependant, le rôle du DPE n'est pas de prévoir « au plus juste » la consommation d'un logement mais de mesurer la performance thermique du bâtiment. En outre, il n'est pas nécessairement étonnant que les ménages chauffent moins qu'attendu avec l'approche standard du DPE lorsqu'ils vivent dans une « passoire thermique », beaucoup s'accommodant alors plutôt et comme ils le peuvent de conditions de confort dégradées.

Le fait que les DPE constituent désormais un enjeu dans le cadre des transactions de vente peut également conduire les propriétaires à négocier avec les diagnostiqueurs pour faire jouer en leur faveur toute possibilité d'ambiguïté au moment d'établir le diagnostic⁹ ou même à multiplier les diagnostics. Comme signalé plus haut, il est possible sur ce point que les comportements des agents soient encore en évolution, à ce stade de mise en œuvre de la loi. De fait, on observe toujours une surreprésentation très visible des logements situés juste avant les seuils de changement d'étiquette : la médiane de consommation énergétique unitaire d'une étiquette est ainsi assez proche de la frontière définissant le passage vers une étiquette plus élevée, et plus défavorable pour les propriétaires. Dans l'ensemble, les DPE tendraient à donner une idée en général plus favorable qu'ils ne le devraient, de la réalité des performances énergétiques du parc de logements.

Pour ces raisons, ce travail ambitionne moins de mesurer précisément l'état de la vulnérabilité énergétique, que de permettre des comparaisons entre territoires et de les éclairer.

Surtout, les DPE constituent actuellement le seul outil global disponible pour estimer la qualité du bâti et comparer entre elles les consommations énergétiques des logements, indépendamment des comportements des ménages occupants, qu'ils soient plutôt dispendieux ou à l'inverse très sobres.

Dans la perspective d'étudier la vulnérabilité énergétique des ménages, raisonner indépendamment des comportements des ménages est en effet particulièrement important : une partie des ménages qui se savent en difficulté pour régler leurs factures d'énergie, adoptent justement un comportement de consommation très restrictif. Si l'on s'appuyait sur leurs dépenses réelles, on les considérerait alors régulièrement, et à tort, comme non

9. Par exemple, prendre en compte ou pas la présence d'un chauffage électrique dans une pièce lorsqu'un autre moyen de chauffage (comme une pompe à chaleur) est présent par ailleurs dans le logement peut avoir des effets importants sur l'étiquette obtenue.

vulnérables sur le plan énergétique.

Prix des énergies

Pour associer une dépense conventionnelle aux diverses consommations conventionnelles (une par type d'énergie qui sont réputées conjointement utilisées par un logement, d'après son DPE), nous mobilisons des séries de prix concernant les principales énergies :

- Pour l'électricité et pour le gaz, nous utilisons des séries de la Commission de Régulation de l'Énergie (données aussi mobilisées dans le modèle de micro-simulation Prométhéus, cf. infra), qui sont disponibles [en open data](#).
- Pour les autres énergies, les prix sont issus du [bilan annuel de l'énergie du SDES](#).

c. Nettoyage des données de DPE

Nous partons des données sur les DPE compilées par l'[Ademe](#) pour la période allant du 1er juillet 2022 au 30 juin 2023. Cette base compte au départ 3,45 millions de diagnostics, observés en date du 17 novembre 2023, pour la période allant de juillet 2022 à juin 2023 inclus¹⁰, et concernant des DPE actifs.

Lors d'une première étape :

- Les DPE antérieurs aux versions 2.1 sont supprimés, par besoin de cohérence concernant les méthodes de diagnostic.
- Les DPE concernant les DROM sont retirés de la base (soit environ 38 000 DPE). En effet, en 2023, ventes et locations de logements n'y sont pas encore soumis à la même réglementation qu'en métropole¹¹, de sorte que très peu de diagnostics sont réalisés. On retire également les DPE pour lesquels les informations de département ne sont pas remplies.
- Les « DPE immeubles », diagnostics portant sur l'ensemble d'un immeuble sans donner lieu à des estimations par lot, sont également supprimés (environ 150 000 DPE).
- Les données sont aussi filtrées selon la qualité de l'information présente sur l'adresse du logement. On ne retient que les diagnostics pour lesquels on dispose d'un adressage « automatique » suffisamment satisfaisant : l'adresse doit comporter au moins un nom de rue et une commune, sans quoi il sera impossible de prétendre l'associer à un logement de Fideli de façon satisfaisante. Cette condition conduit à éliminer 11 000 DPE. La très grande majorité des données conservées comporte alors un adressage normalisé avec numéro dans la rue.

10 C'est la date d'établissement du DPE et non celle de visite du diagnostiqueur qui a été retenue ici.

11 Des DPE opposables devaient être mis en place, au moins en Martinique et Guadeloupe, à partir du 1er juillet 2024. Mais les conditions d'application de la loi (notamment en cas de vente ou de location de logement) n'ont pas encore, à ce jour, fait l'objet de décrets d'application.

Après ces premiers filtres, on dispose de près de 3,09 millions de DPE. La deuxième étape consiste ensuite à retirer les DPE présentant des incohérences internes :

- La cohérence des périodes de construction et de l'éventuelle année de construction du logement est vérifiée : près de 113 000 DPE sont retirés.
- Pour les variables de consommation et d'émissions, on recalcule les rapports consommation/surface pour les comparer aux rapports précalculés dans le diagnostic. Tout écart conduit à retirer les DPE de l'analyse, 87 000 sont dans ce cas.
- On vérifie que le code postal du département corresponde au code BAN suite au recodage. Ce filtre exclut encore 20 900 DPE.
- Les DPE concernant des logements atypiques sont également retirés : la surface habitable doit être comprise entre 9 m² et 500 m², la consommation doit être positive et inférieure à 1 500 kWh/m²/an et le volume d'émission positif et inférieur à 350 kg CO₂/m²/an.
- Les étiquettes « énergie primaire » et « GES » sont également recalculées à partir des variables d'émissions, de consommation et d'altitude du logement, pour vérifier la cohérence avec les étiquettes indiquées. Cela exclut un très faible nombre de DPE.

À cette étape, restent encore 2,87 millions de DPE.

Près de 10 % d'entre eux constituent des doublons très probables : on repère à une même adresse (et un même complément d'adresse éventuel), des DPE avec la même date de visite, la même date d'enregistrement, la même superficie, et le même étage le cas échéant.

Il s'agit essentiellement de cas où le même DPE a été **enregistré plusieurs fois** par le diagnostiqueur (217 000 DPE), qui a cliqué plusieurs fois au moment d'enregistrer auprès de l'Ademe, car le processus n'est pas immédiat. Malgré ces précautions, la base comporte encore des doublons qu'il est difficile de repérer complètement¹².

Certains DPE concernent aussi des logements construits en 2022 ou 2023, ce qui exclut la possibilité de les retrouver dans Fideli 2022 (où ne se trouvent que des logements occupés au 1er janvier 2022) : 160 000 DPE sont concernés. Enfin, un petit nombre de DPE comportent des incohérences excédant 10 % entre la somme des consommations conventionnelles par énergie et la consommation conventionnelle totale du logement (23 000 DPE).

¹² Ainsi, pour un même logement, plusieurs DPE distincts ont pu être réalisés - si le propriétaire a fait intervenir plusieurs diagnostiqueurs, soit qu'il y ait eu un diagnostic avant des travaux puis après, et autres situations. Il est ardu de repérer ce type-là de doublons, en particulier pour les appartements : certains immeubles peuvent en effet comporter plusieurs logements de surface égales ou très proches. C'est au moment de l'appariement avec Fideli qu'une prise en compte de ce risque de doublonnage aura lieu.

Un examen visuel de plusieurs centaines de lignes, en comparant les adresses brutes et adresses BAN, nous a permis de valider la qualité de ce recodage automatique : nous avons détecté moins de 4 % d'adresses avec une potentielle erreur (information incomplète dans l'adresse brute, mauvaise détection du nom de rue ou du numéro de logement, résidences sans numérotage précis...).

Cela n'exclut pas, en revanche, la présence d'erreurs d'adressage initiales par le diagnostiqueur. Cependant, étant donné les enjeux légaux autour des DPE désormais, ce risque doit rester modéré.

Côté Fideli, les logements identifiés de façon unique par *id_log* et *id_loc* a priori appariables aux 2,47 millions de DPE logements retenus après nettoyage, sont :

- les locaux effectivement considérés comme des logements dans Fideli ;
- ceux qui sont bien présents au 1er janvier 2022 ;
- les locaux qui ne sont pas des dépendances non-imposables ni des locaux assujettis à la taxe professionnelle ;
- ceux dont la superficie habitable dépasse 5 m² et reste inférieure à 500 m² ;
- ceux décrits comme « maison » ou comme « appartement » ;
- ceux dont la date de construction n'est pas connue.

Le processus d'appariement consiste à sélectionner des paires « logement Fideli-diagnostic DPE » favorisant la concordance entre adresses, mais aussi une certaine cohérence entre superficies, ainsi qu'en matière d'étage le cas échéant.

À noter que certains de ces logements Fideli présentent une information manquante concernant leur période de construction. Celle-ci a été par défaut assimilée à de la construction ancienne, antérieure à 1948.

Comparer des variables issues de bases distinctes

Apparier des bases nécessite de comparer, d'une façon ou d'une autre, les variables « en commun » que ces bases recèlent, mais ce « en commun » ne va pas toujours sans complications.

C'est par exemple le cas lorsque l'on cherche à apparier les logements et les diagnostics en tenant compte de leurs superficies issues des sources DPE Ademe d'une part et Fideli d'autre part. En effet, la présence d'écarts de surface habitable entre les deux sources ne signifie pas nécessairement que le logement Fideli et le diagnostic que l'on envisage de rapprocher ne se rapportent pas au même logement.

Ainsi, si l'on considère le seul cas des maisons pour lesquelles l'adresse du DPE est complète, et strictement correspondante à celle de Fideli, sans qu'il n'y ait d'ambiguïtés d'identification pour l'appariement, on observe que les superficies enregistrées par les diagnostiqueurs sont couramment plus élevées que les superficies Fideli. Un quart de ces maisons a une surface fiscale qui sous-estime d'au moins 12 % la superficie relevée par le diagnostiqueur, et un dixième les sous-estime même de plus de 30 %. En face, moins d'un

quart les surestime de plus de 4 %. Cela peut tenir notamment à une certaine ancienneté de la donnée fiscale, l'administration n'ayant pas toujours été tenue au courant des évolutions de la surface habitable du logement.

Pour les appartements, ce type d'écart entre les sources peut également exister (en cas d'extensions sur des terrasses, des garages, des chambres de bonnes, des constructions d'étages ou mezzanines, etc.) mais il a des chances d'être moindre.

Enfin, des écarts de superficie importants peuvent rendre compte d'opérations de démembrement ou de remembrement (grand logement scindé en plusieurs petits ou l'inverse). Comparer les superficies habitables dans le cadre du processus d'appariement nécessite alors de déterminer des seuils d'écart de superficie entre DPE et Fideli « acceptables », plutôt rassurants quant au fait que le logement Fideli et le diagnostic DPE correspondent à un même logement. Un écart dépassant ces seuils sera interprété à l'inverse comme défavorable à l'identification d'une paire reliant un DPE à un logement Fideli.

Apparier une base administrative à une base fiscale

Par ailleurs, la base des DPE, même après nettoyage, reste une base administrative : elle n'a pas été produite à des fins d'analyse statistique. Parmi les 2,47 millions de DPE retenus après l'étape de nettoyage, malgré les précautions, certains sont encore « en excès ». Notamment, certains de ces DPE sont des doublons « non évidents » (cas où un même logement a fait l'objet de plusieurs DPE sur la période considérée, réalisés par exemple à des dates distinctes). Chercher à distinguer finement et avec certitude ces DPE qui seraient doublonnés est peu réaliste avec les informations dont on dispose pour le moment dans les bases¹³ : il peut s'agir de logements ressemblants (notamment en matière de superficie) et situés à une même adresse (voire un même étage), comme de doublons DPE non évidents pour un même logement.

A minima, et afin de diminuer le risque de doublonnage, il a été décidé de ne pas mobiliser plusieurs fois un même logement Fideli face à des DPE à identifiants différents.

En outre, le processus d'appariement s'attache à réduire autant que possible la part des couples DPE-logements dont les caractéristiques principales diffèrent « trop ». Sont sélectionnées au maximum des paires DPE-logements :

- situées strictement à la même adresse ;
- et ayant des superficies proches dans les deux bases.

Comme les deux bases présentent des différences dans la construction des variables de superficie, sont considérées comme « **en cohérence de surface** » des logements dont :

- la superficie DPE a moins de 10 % d'écart avec la superficie Fideli dans le cas des appartements ;
- et moins de 20 % d'écart dans le cas des maisons.

13 Un identifiant logement unique est en cours d'intégration dans les DPE .

Ce processus réduit, de fait, le nombre des DPE susceptibles d'être des doublons « non évidents ». Et il limite aussi les paires « mal assorties », par exemple en diminuant le risque d'associer un DPE de petite surface à un grand logement, même en cas d'identité d'adresse : le second a pu être habité d'après la source fiscale par un ménage aisé au 1er janvier 2022, le logement ayant ensuite été « divisé » en logements plus petits, destinés à des ménages moins aisés et qui auraient fait l'objet de DPE entre mi-2022 et mi-2023. Ces choix conduisent ainsi à renoncer à un certain nombre de paires possibles, mais peu satisfaisantes en définitive¹⁴.

Sur le maximum de 2,47 millions de DPE appariables obtenus après l'étape de nettoyage, ce processus d'appariement conserve **1,92 millions de DPE associés à des logements Fideli uniques**.

Méthode d'appariement retenue

1/ **DiagnostiCS DPE-logements Fideli situés précisément à la même adresse**

Le travail est d'abord réalisé pour les DPE dont l'adresse est complète, c'est-à-dire ceux pour lesquels on dispose d'un numéro de bâtiment dans la rue.

À chaque diagnostic DPE, nous associons dans un premier temps le ou les logements issus de Fideli **situés précisément à la même adresse normalisée**, c'est-à-dire avec les mêmes codes de commune, rue, numéro dans la rue et complément d'adresse lorsqu'il y en a dans l'une ou l'autre des deux bases.

On dispose ainsi, à chaque adresse, d'un ensemble de couples possibles « DPE-logement Fideli ». Pour tous ces couples envisageables « à l'adresse », on vérifie notamment la concordance de superficie habitable et, le cas échéant, celle entre numéros d'étages.

On retient l'acception DPE pour distinguer maisons et appartements (variable *dpe_natloc*)¹⁵.

Le numéro d'étage n'est pas toujours correctement disponible dans les bases. Ainsi, pour les appartements, on vérifie plutôt la non-discordance entre les étages lorsque ceux-ci sont bien remplis dans les deux bases.

a) Couples « jumeaux »

Parmi les couples « DPE-logement Fideli » possibles à une même adresse et cohérents en superficie (et éventuellement étage), on réalise alors deux tirages aléatoires successifs, sans remise dans les deux cas, de façon à obtenir des couples « DPE - logement Fideli » sans doublon - ni côté DPE, ni côté Fideli. Ce tirage est réalisé par un algorithme de

14 Un processus d'appariement nettement moins strict, autorisant en particulier la présence de doublons Fideli, a également été testé. Les taux de vulnérabilité et parts de logements énergivores restaient au même niveau pour la France métropolitaine, avec des modifications locales très modérées.

15 Les deux sources ne coïncident pas toujours même sur cette variable d'apparence simple, notamment pour les petits ensembles de deux ou trois appartements.

maximisation des correspondances (matching) dans le cas d'un graphe biparti, proposé par le package `{igraph}`, sans adjoindre à ce stade de pondération¹⁶.

Dans l'ordre des deux tirages :

- un premier tirage est réalisé d'abord sur les couples cohérents en matière de superficie et d'étages (correctement remplis dans les deux sources) ;
- puis on considère à l'adresse les couples correspondant aux DPE et logements Fideli de l'adresse non encore attribués, cohérents en matière de superficie, et sans discordance en matière d'étage. Un deuxième tirage est alors réalisé.

Ces appariements de couples jumeaux sont de loin les plus fréquents.

D'emblée cependant, la méthode n'élimine pas complètement le risque d'appariements indûs liés à la présence de doublons non évidents : par exemple, si deux DPE concernent en réalité un même appartement, situé en deuxième étage, à l'adresse X, le premier diagnostiqueur ayant évalué sa superficie à 30 m² et le second à 31 m², il est possible que le deuxième DPE constitue en réalité un doublon du premier et qu'il puisse se trouver apparié à un autre appartement, lui aussi situé à cette adresse X, en deuxième étage et ayant une superficie congruente - mais qui n'ayant, lui, pas été diagnostiqué. Hypothèse est cependant faite que dans ce type de cas, les ménages résidant à la même adresse et dans des superficies très proches ont des chances de disposer de ressources congruentes. L'opération de calage qui suivra permettra dans tous les cas de ne pas donner une importance excessive à la présence éventuelle de ce type d'association « indues » entre des DPE et des logements très ressemblants.

b) Couples « frères »

S'il reste des DPE non appariés à l'adresse après cette étape 1-a (soit qu'ils n'aient pas pu être appariés à l'étape précédente, soit qu'ils n'aient d'emblée pas eu de logement avec une surface proche à leur adresse et sans discordance d'étage), un nouveau tirage aléatoire analogue au précédent est réalisé¹⁷.

À l'issue de cette recherche de couples DPE-logement « frères », une partie des diagnostics se trouve sans alter ego satisfaisant : ces derniers sont considérés comme hors champ.

2/ **Diagnostics DPE sans alter ego Fideli à l'adresse précise : recherche de couples**

¹⁶ L'algorithme permet en effet, dans la sélection des couples, de privilégier certains éléments à d'autres (la superficie par rapport aux étages par exemple)

¹⁷ Cette fois-ci cependant, on mobilise des poids dans l'algorithme, afin de minimiser les cas où des écarts de surface habitable importants existent entre les sources. Pour ce faire, on discrétise une variable de poids selon l'écart de surface entre logements. Parmi les maisons, les paires « frères » dont les écarts de distance restent inférieures à 30 % se voient attribuer un poids de 1/4, de 1/7 si cet écart reste inférieur à 60 % et de 1/10 sinon. Parmi les appartements, les paires « frères » dont les écarts de distance restent inférieures à 20 % se voient attribuer un poids de 1/4, de 1/6 si cet écart reste inférieur à 30 %, de 1/8 s'il reste inférieur à 50 % et de 1/10 sinon.

« cousins », situés dans la même rue

Le choix a été fait de rechercher des paires pour deux types de diagnostics dans ce cas-là :

- D'une part, les DPE qui n'avaient, d'emblée, pas d'alter ego Fideli à leur adresse pourtant complète (avec notamment le numéro dans la rue).
- D'autre part, les DPE pour lesquels le diagnostiqueur n'a pas fourni de numéro dans la rue (ce qui peut correspondre à une réalité ou bien à un problème de saisie, sans possibilité simple de distinguer les cas).

Pour ces deux ensembles de diagnostics, on cherche alors malgré tout des alter ego qui :

- sont impérativement situés dans la même rue ;
- ont été construits strictement à la même période.

Et on s'efforce là aussi de choisir, autant que possible, des alter ego cohérents en matière de surface habitable.

- a) Parmi les paires potentielles, avec le même algorithme qu'en 1-a, on réalise d'abord un tirage aléatoire sans remise parmi celles proches en matière de surface (ce sont des « cousines proches » : même rue, même période de construction, superficie cohérente).
- b) Parmi les couples dont le DPE n'a pas pu être attribué à l'étape a) et dont le logement Fideli n'a pas été attribué non plus jusque là, on recherche des « cousins de deuxième degré » : même rue, même période de construction, surface habitable qui n'est pas en cohérence mais qui soit la plus proche possible.

Comme à l'étape 1, certains des diagnostics considérés en début d'étape 2 ne sont *in fine* pas associés à un logement Fideli et sont abandonnés.

Les appariements de logements et DPE « cousins » ne sont donc réalisés que si les périodes de construction sont les mêmes dans les deux sources. Et dans quatre cas sur cinq, ces paires de cousins sont aussi congruentes en matière de superficie. Là encore, l'hypothèse est que pour des logements situés dans une même rue, avec des périodes de construction analogues et des superficies congruentes, les ménages occupants disposent de revenus relativement congruents aussi.

3/ Ces étapes réalisées, on peut restreindre la base des diagnostics appariés aux seules **résidences principales** Fideli. On passe alors de 1,92 million de DPE à 1,52 million. En effet, la question de la vulnérabilité énergétique des ménages pour le logement ne s'entend qu'en matière de résidence principale.

Qualité de l'appariement

L'appariement ci-dessus a *in fine* conduit à rapprocher 1,52 million de résidences principales Fideli 2022 uniques d'un DPE réalisé entre mi-2022 et mi-2023. Cela représente 5 % des

résidences principales en France métropolitaine d'après Fideli 2022.

Parmi les appariements :

- 72 % de logements sont appariés strictement à la même adresse et ont des caractéristiques de superficie très proches (et, le cas échéant, des caractéristiques d'étage non incompatibles) : ce sont des appariements entre logements « jumeaux ».
- 15 % de logements sont aussi appariés strictement à la même adresse, mais avec soit des caractéristiques de superficie moins proches (plus de 10 % d'écart pour les appartements, plus de 20 % pour les maisons, en veillant à chercher des appariements « proches malgré tout »), soit (très rare) des caractéristiques d'étage non compatibles : ce sont des appariements entre logements « frères ».

En plus de ces 87 % d'appariement strictement à la même adresse, on conserve 13 % de logements Fideli appariés à un DPE localisé à une adresse BAN différente dans la rue, ou à un DPE sans numéro dans la même rue, mais très ressemblants par ailleurs (systématiquement pour l'ancienneté, et dans 4 cas sur 5 aussi pour la surface).

e. Calage

La structure de la base appariée obtenue diffère bien sûr de la structure des résidences principales dans Fideli, ce qui se comprend aisément : si près de 6 % des résidences principales de la base Fideli ont fait l'objet d'un DPE entre mi-2022 et mi-2023, tous les logements Fideli n'ont pas les mêmes probabilités d'avoir été diagnostiqués cette année-là. Ceux qui font le plus souvent l'objet de transactions notamment (ventes ou locations) ont des probabilités plus fortes d'être diagnostiqués que les autres. Ainsi les logements récents y sont relativement rares, de même que les maisons occupées par leurs propriétaires. Inversement, les appartements occupés par des locataires sont surreprésentés, de même que les logements de petite surface, et ceux situés dans les centres urbains.

Afin d'obtenir une image localisée convenable de la vulnérabilité énergétique des ménages en France métropolitaine, nous souhaitons recalibrer cet échantillon de logements pour qu'il devienne représentatif de l'ensemble des résidences principales au sens de Fideli, en France métropolitaine (soit plus de 29 millions de logements). Dans ce but, la pondération des DPE s'effectue en deux étapes :

1/ Constitution de **groupes homogènes de réponse (GHR)**

On commence par faire une régression logistique visant à expliquer la probabilité pour un logement d'être diagnostiqué en fonction de diverses informations disponibles dans Fideli. Puis, à l'aide des principales variables qui ressortent de manière significative du modèle logistique, on construit 137 Groupes Homogènes de Réponse (GHR). Ils permettent de doter notre base de logements appariés d'un premier jeu de pondération. Ceux-ci rendent compte de l'inverse du rapport, au sein de chaque GHR, entre le nombre de DPE recensés et celui des résidences principales dans Fideli.

2/ Suite à ce traitement, un **calage sur marges** nous permet de faire évoluer cette pondération pour retrouver divers totaux de Fideli sur le champ des résidences principales.

Construction de groupes homogènes de réponse (étape 1)

Partant de la base Fideli des résidences principales, on cherche à expliquer la probabilité d'avoir un diagnostic associé en fonction des autres informations sur les logements. La régression logistique fait ressortir de manière significative que, toutes choses égales par ailleurs, les caractéristiques suivantes jouent sur la probabilité d'avoir un diagnostic associé au logement : le fait d'être situé en Corse (le faible nombre de DPE disponibles dans la base Ademe pour la Corse explique ce résultat), la densité de la commune, le classement selon le zonage en maille habitat, la nature du logement (appartement ou maison) croisée avec le statut d'occupation (locataire social, locataire parc privé, propriétaire), la date de construction du logement, et enfin sa superficie.

Le premier jeu de poids de la base appariée est ainsi obtenu via les groupes homogènes de réponse (GHR) définis comme suit :

- Au vu du faible nombre de diagnostics disponibles en Corse, on n'y distingue que les appartements en location des autres logements. Cela constitue donc 2 GHR dans cette région.
- En France continentale, 135 GHR sont construits par croisement des variables catégorielles suivantes :
 - La période de construction du logement, en trois modalités : avant 1975, entre 1975 et 2006, après 2006. Les deux modalités « extrêmes » réduisent pour les logements les chances d'être diagnostiqué en 2022/2023 - le très récent les réduisant de façon plus marquée encore.
 - Le type d'occupation croisé avec la nature du logement, en trois modalités : les maisons occupées par des propriétaires (probabilité réduite d'être diagnostiqué), les appartements occupés par des locataires (probabilité forte), et les autres cas de figure.
 - La densité de la commune à partir de la grille à 7 niveaux, croisée avec la maille habitat, en cinq modalités, tenant compte de la plus grande probabilité d'être diagnostiqué dans les territoires denses et à maille tendue, et moindre dans le rural :
 - rural dispersé ou très dispersé,
 - bourgs ruraux,
 - ceintures urbaines ou petites villes avec habitat peu tendu,
 - centres urbains et habitat peu tendu, ou petites villes avec habitat tendu,
 - centres urbains et habitat tendu.
 - La surface du logement¹⁸, en trois modalités « petite / moyenne / grande », les surfaces plus petites ayant une probabilité plus grande d'être

18 Les logements Fideli pour lesquels on ne dispose pas d'information sur la superficie se sont vu imputer une catégorie de superficie intermédiaire, pour les maisons comme pour les appartements, dans cette étape d'élaboration de GHR.

diagnostiquées. Les bornes de ces trois modalités diffèrent selon la nature du logement :

- pour les appartements : moins de 40 m², entre 40 et 80 m², plus de 80 m²,
- pour les maisons : moins de 80 m², entre 80 et 100 m², plus de 100 m².

Mise en œuvre du calage (étape 2)

Ci-dessous le détail des variables mobilisées dans les différents modèles de calage testés. Sauf mention contraire, les effectifs de calage de ces variables proviennent de Fideli.

Par département :

- **occ_nat_dep** = croisement, au sein de chaque département, entre :
 - le type d'occupation (propriétaire, locataire logement social ou locataire parc privé) ;
 - la nature du logement (maison ou appartement).

Au niveau national :

- **nat_chauff** = croisement entre la nature du logement (maison ou appartement) et le type de chauffage principal : énergie renouvelable (EnR), gaz, fioul ou électricité¹⁹. *Les marges de ce croisement proviennent des chiffres produits par les travaux conjoints du SDES et du Ceren. La répartition des différents modes de chauffage (en %), en distinguant maisons et appartements, est récupérée puis appliquée aux totaux de Fideli.*

Mode de chauffage	Appartements				Maisons			
	Gaz	EnR	Électricité	Fioul	Gaz	EnR	Électricité	Fioul
Part	44,5 %	13,4 %	37,5 %	4,6 %	29,6 %	18,0 %	37,5 %	14,9 %

Champ : France métropolitaine, ensemble des résidences principales

Source : [calculs SDES/Ceren 2021](#)

- **dens_maille** = croisement entre la [grille communale de densité](#) (Insee) et la [maille habitat](#) (SDES), en dix modalités :
 - grands centres urbains et habitat tendu
 - grands centres urbains et habitat peu tendu
 - centres urbains intermédiaires et habitat tendu
 - centres urbains intermédiaires et habitat peu tendu
 - petites villes et habitat tendu
 - petites villes et habitat peu tendu

¹⁹ La catégorie « EnR » regroupe les modalités Ceren « Bois », « Chauffage urbain » et « Autres énergies », la catégorie « Fioul » regroupe les modalités « Fioul domestique » et « Gaz de pétrole liquéfié ».

- ceintures urbaines
- bourgs ruraux
- rural dispersé
- rural très dispersé
- **nivvie** = quintiles de niveau de vie du ménage occupant, avec une sixième modalité qui distingue les niveaux de vie négatifs ou non renseignés.
- **date_const** = période de construction du logement, en sept modalités :
 - avant 1948 ou période non renseignée
 - 1948-1974
 - 1975-1988
 - 1989-2000
 - 2001-2005
 - 2006-2012
 - après 2012
- **surface**²⁰ = surface du logement, en cinq tranches (très petite / petite / moyenne / grande / très grande) avec des bornes différentes selon la nature du logement :
 - Appartements : moins de 20 m², entre 20 et 40 m², entre 40 et 80 m², entre 80 et 120 m², plus de 120 m².
 - Maisons : moins de 60 m², entre 60 et 80 m², entre 80 et 100 m², entre 100 et 130 m², plus de 130 m².
 - Les logements ayant une surface non renseignée sont classés par défaut dans la modalité « surface moyenne ».

Le tableau ci-après résume les tests de différents modèles de calage, effectués sous R avec le package {icarus}. Pour chaque modèle de calage identiques, deux ont été testés : l'un qui s'appuie sur la pré-pondération issue des GHR et l'autre qui part d'une pondération où tous les logements appariés ont un même poids initial.

La méthode est la même pour tous ces modèles (fonction de calage logit, avec comme seule contrainte d'obtenir des poids positifs) et l'algorithme parvient toujours à trouver un jeu de poids permettant de retrouver tous les totaux souhaités. Cela était tout sauf évident au départ, notamment à cause de la variable **occ_nat_dep** qui, en croisant département, type de logement et type d'occupation, représente à elle seule plus de 500 effectifs de calage et donc autant de contraintes à respecter pour l'algorithme.

Hors mobilisation des GHR, c'est la période de construction qui a le plus d'impact sur l'évolution avant et après calage du taux de passoires²¹ en France métropolitaine. Son ajout dans les variables de calage fait diminuer ce taux d'un point, même après prise en compte des marges sur les combustibles et sur le croisement entre département et type de logement. L'effet des autres variables de calage introduites une à une est plus léger.

20 Pour la constitution des marges Fideli, les résidences principales Fideli pour lesquelles l'information sur la superficie est manquante se sont vues imputer une catégorie de superficie « intermédiaire », pour les maisons comme pour les appartements, dans cette deuxième étape d'élaboration du calage.

21 Il s'agit de la part de logements dont le diagnostic est classé F ou G. Ce taux a l'avantage de pouvoir être comparé à celui calculé par le Sdes pour le compte de l'Observatoire de la rénovation énergétique (ONRE, voir annexe C)

En revanche, lorsque l'on compare les estimations issues des modèles en deux étapes avec GHR, les résultats sont très stables : le taux de passoires global est bien moins sensible à l'introduction de nouvelles variables de calage. En outre, le recours aux GHR permet d'obtenir, quel que soit le modèle de calage retenu, un jeu de pondérations moins étendues. Enfin, même les modèles de calage les plus simples, fondés sur les seuls effectifs départementaux sans tenir compte de la structure des combustibles, conduisent à des structures de combustibles satisfaisantes au niveau national. Cela constitue un élément rassurant quant à la robustesse de la méthode.

GHR au préalable	Variables de calage						Taux de passoires global	Poids maximal après calage
	occ_nat_dep	nat_chauff	dens_maille	nivvie	date_const	surface		
non	X						15,52 %	221,9
oui	X						14,49 %	221,9
non	X	X					15,99 %	401,6
oui	X	X					14,78 %	382,6
non	X	X	X				16,05 %	443,3
oui	X	X	X				14,83 %	417,5
non	X	X	X	X			15,91 %	456,1
oui	X	X	X	X			14,79 %	413,0
non	X	X	X	X	X		14,91 %	550,4
oui	X	X	X	X	X		14,61 %	457,7
non	X	X	X	X	X	X	14,78 %	541,9
oui	X	X	X	X	X	X	14,72 %	444,7

Champ : France métropolitaine

Total Fideli : environ 29,1 millions de résidences principales

Total base Ademe appariée : environ 1,52 million de diagnostics appariés à un logement Fideli

Poids moyen pour tous ces modèles en sortie de calage : 19,2

On retient *in fine* le modèle de calage le plus complet, avec GHR, qui nous assure de retrouver un grand nombre de totaux Fideli sans conduire pour autant à une étendue de poids excessive.

Les poids obtenus

Ci-dessous quelques indicateurs sur la distribution des poids en sortie du modèle de calage sur marges retenu. En moyenne, un diagnostic apparié à un logement Fideli compte pour 19,2 logements afin de retrouver le total d'environ 29 millions de résidences principales dans Fideli 2022.

Environ trois diagnostics sur dix ont un poids supérieur au poids moyen, tandis que moins de 1 % des diagnostics ont un poids supérieur à 80.

Poids moyen	19,2
Poids minimal	1,6
Poids médian	14,1
90e percentile	37,8
95e percentile	49,1
99e percentile	80,2
Poids maximal	444,7

Dans la suite, on définit les « gros poids » comme ceux supérieurs ou égaux à 10 fois le poids **médian**, soit 141. Sur l'ensemble de la base appariée, seuls 1 170 diagnostics sont dans ce cas, soit 0,08 % des observations. Parmi ces gros poids, on dénombre :

- presque exclusivement des maisons occupées par leur propriétaire (96,8 %) ;
- un grand nombre de logements situés en Nouvelle-Aquitaine (22,2 %) et en Occitanie (21,2 %), puis en Auvergne-Rhône-Alpes (10,1 %) ;
- majoritairement des logements dans le rural dispersé ou très dispersé (87,1 %, quasi exclusivement des maisons) ;
- majoritairement des logements à grande ou très grande surface (57,3 %, quasi exclusivement des maisons) ;
- davantage de logements anciens (28,8 % dans la modalité « avant 1948 ») ;
- majoritairement des maisons à chauffage ENR (58,5 %) ;
- 19,8 % de passoires (F ou G), 67,7 % d'étiquettes C, D ou E et 12,5 % d'étiquettes A ou B.

369 EPCI (dans 77 départements) sont concernés par au moins un gros poids, dont :

- 156 EPCI qui n'en ont qu'un ;
- 20 EPCI (dans 12 départements) qui sont concernés par au moins 10 logements à gros poids.

Enfin, 28 départements comptent plus de 10 logements à gros poids. Ressortent en particulier : la Corse-du-Sud (107 logements concernés), la Creuse (85), l'Aveyron (66), la Manche (65), le Cantal (59), le Lot (59), la Lozère (55) et les Côtes-d'Armor (44).

Ce travail de calage permet donc de retrouver de nombreux effectifs de résidences principales :

- au niveau des départements : effectifs calés sur la nature du logement (appartement ou maison) croisée avec le statut d'occupation (propriétaire, locataire du parc social ou locataire parc privé) ;
- au niveau national : respect des effectifs par tranche de surface, mais aussi par période de construction, par type de chauffage, par quintile de niveau de vie du ménage occupant et enfin, en fonction de la maille habitat croisée avec la grille communale de densité.

f. Calculs de vulnérabilité

Maintenant que nous avons une base représentative, il reste à calculer les taux d'efforts énergétiques et le seuil de vulnérabilité, afin de repérer les ménages vulnérables.

Les DPE de chaque logement de la base fournissent les informations sur les consommations conventionnelles pour chaque type d'énergie présente dans un logement. Pour calculer l'ampleur des dépenses, ces diverses énergies sont rapprochées de leurs prix ; les dépenses énergétiques conventionnelles peuvent alors être estimées pour chaque logement de la base pondérée.

On se restreint, à partir de là, **en matière de champ** : seuls les ménages pour lesquels un revenu positif est disponible donneront lieu à un calcul de taux d'effort énergétique, qui nécessite de rapporter les dépenses énergétiques conventionnelles précédemment estimées au revenu du ménage (cf. infra).

La base pondérée réunit 1,40 million de ménages pour lesquels on est en mesure de calculer un taux d'effort énergétique et déterminer ensuite le seuil de vulnérabilité.

Prix des énergies

Les 14 types d'énergie considérés dans les DPE sont classés en 8 groupes : électricité, gaz, fioul (y compris les très rares usages du charbon et d'énergies fossiles autres), bois-bûches (y compris plaquettes), bois granulés²², GPL (y compris les très rares utilisations de butane ou propane), énergies renouvelables, chauffage urbain.

En matière de prix pour ces huit types d'énergie :

- pour **l'électricité et pour le gaz**, nous utilisons des séries (aussi mobilisées dans le modèle de micro-simulation Prométhéus développé par le Commissariat général au développement durable (CGDD), annexe A) disponibles [en open data](#). Elles permettent de distinguer prix de l'abonnement (et classe de l'abonnement, variable incluse dans la base de données des DPE pondérés) et prix unitaire du kilowatt-heure. Pour le gaz, à noter que le tarif est dépendant de la commune. Certaines ne sont pas desservies par GrDF, une estimation a alors été réalisée. Les prix sont convertis en données [PCI](#) (Pouvoir Calorifique Inférieur, hors chaleur de condensation).
- Pour les autres énergies, les prix sont issus du [bilan annuel de l'énergie](#) du Sdes (exprimés en PCI et TTC) :
 - **Fioul** : série N179€MR.
 - **Bois-bûche** : série EN321€MR. Ce chiffre ne tient pas compte de l'autoconsommation, mais comme on est sur des dépenses « conventionnelles », cela nous semble acceptable. Cela permet en tous cas de tenir compte du prix moindre du bois-bûche par rapport aux granulés.
 - **Bois granulés** : série EN319€MR
 - **GPL** : série N183€MR
 - **Énergies renouvelables** : prix nul (on ne tient pas compte des coûts

22 Ces types de bois sont distingués en raison de leurs prix, car ils diffèrent de façon notable.

- d'installation et d'entretien, comme pour les autres types d'énergie).
- **Chauffage urbain** : série COH50€FR.

Pour les cas (extrêmement rares) où les logements sont chauffés au charbon, ce sont les prix du fioul qui ont été appliqués, par simplicité.

Calcul du TEE et du seuil de vulnérabilité

Les dépenses énergétiques conventionnelles de chaque logement de la base pondérée peuvent alors être estimées. Pour calculer le taux d'effort énergétique d'un ménage, il reste à rapporter ces dépenses conventionnelles pour les 5 usages au revenu disponible pour les ménages pour lesquels un revenu positif est disponible.

Ce champ (habituel sur les questions de pauvreté en région), conduit à ignorer les 7,7 % de ménages de la base dont le revenu est nul, négatif ou manquant. Parmi les ménages au revenu manquant, 49 % ont pour personne de référence une personne jeune (née après 1997). C'est le cas de 4 % des ménages ayant un revenu négatif ou nul, et de 3 % des ménages à revenu positif. Les estimations de vulnérabilité laissent donc certainement de côté une partie des étudiants et des jeunes encore sans revenus d'après les fichiers fiscaux, mais ne résidant pas chez leurs parents. Cette population peut tout à fait résider plus souvent que la moyenne dans des logements mal isolés. Mais la difficulté à approcher la réalité des transferts familiaux empêche de statuer sur leur état de vulnérabilité énergétique. En ce sens, il est probable que les estimations de vulnérabilité énergétique soient sous-estimées les concernant.

Enfin, certains ménages ont un revenu extrêmement faible (0,8 % ont un revenu disponible annuel en 2021 inférieur à 2 000 €). Ils sont évidemment presque tous vulnérables énergétiquement, avec des TEE très élevés. Leur faible nombre n'incite néanmoins pas à leur appliquer un traitement distinct, d'autant que cela reflète, pour la plupart, des conditions d'existence effectivement très difficiles.

Le TEE est alors calculé sur le champ des ménages disposant d'un revenu positif, et le seuil de vulnérabilité s'établit ainsi au double de la médiane de cette distribution des TEE (pondérés).

3. Calculer et comprendre le taux de vulnérabilité d'un territoire

a. Le taux de vulnérabilité des régions de France métropolitaine

La base construite permet de calculer le taux de vulnérabilité sur n'importe quel territoire couvert par le champ. Sur l'exemple des régions françaises, on peut observer que ce dernier varie de 9,5 % pour l'Île-de-France à 24,1 % pour la Bourgogne-Franche-Comté.

Région	Nombre de ménages vulnérables (en milliers)	Part de ménages vulnérables (en %)
Île-de-France	467	9,5
Corse	14	11,3
Provence-Alpes-Côte d'Azur	256	11,5
Pays de la Loire	278	16,8
Occitanie	449	17,1
Auvergne-Rhône-Alpes	592	17,4
Bretagne	304	20,2
Normandie	293	20,5
Nouvelle-Aquitaine	563	20,9
Centre-Val de Loire	238	21,2
Grand Est	520	22,2
Hauts-de-France	557	22,8
Bourgogne-Franche-Comté	296	24,1
France métropolitaine	4 827	17,4

Champ : France métropolitaine

Source : Fideli 2022, base des DPE Ademe 2022/2023

Ces écarts peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs liés au climat, aux caractéristiques du parc de logements ou encore aux écarts de revenu des ménages.

Afin d'estimer l'ampleur de ces facteurs dans l'écart des taux de vulnérabilité, nous avons développé un modèle, fondé sur des analyses au niveau des EPCI, permettant notamment de distinguer l'effet sur le taux de vulnérabilité d'un territoire par rapport à un autre :

- des différences de revenu des ménages (revenu moyen des ménages et taux de pauvreté, fournis par Fidéli) ;
- des écarts de climat (parts de logements relevant de chacune des 8 catégories climatiques et des trois types altitudes utilisées dans les calculs officiels des DPE) ;
- des différences concernant les caractéristiques moyennes du parc local de résidences principales (moyenne des déperditions énergétiques des logements par m², moyenne des indices d'isolation du bâti²³, mais aussi part de logements chauffés au fioul, superficie moyenne des logements, etc.).

²³L'[annexe B](#) fournit des éléments complémentaires sur ces variables issues des caractéristiques techniques fournies par les DPE.

Le modèle retenu pour comprendre les écarts entre territoires

Le **taux de vulnérabilité au niveau des EPCI** est estimé avec un modèle linéaire simple. On n'utilise pas de pondération car on ne souhaite pas, a priori, tenir compte de la taille des EPCI pour estimer le modèle. Le modèle est progressivement restreint aux variables les plus significatives.

Le choix a été fait de laisser de côté **pour l'estimation des coefficients de régression** les EPCI pour lesquels le nombre de DPE réalisés n'était pas suffisant pour assurer une validité des résultats. En effet, cela permet de ne pas entacher la qualité du modèle avec des « cibles » de taux de vulnérabilité locaux trop incertaines. Parmi les EPCI conservés, plus de 60 % sont encore à dominante rurale²⁴. Avec 20 variables explicatives continues, et sur ces 969 EPCI conservés pour l'estimation du modèle, le R² ajusté atteint 0,90.

À noter que ce type de modélisation n'est pas sans risque, au sens où il peut comporter des biais d'agrégation. Les liens entre moyenne du taux de vulnérabilité et caractéristiques moyennes des ménages à l'échelle des EPCI peuvent ne pas correctement refléter les liens entre ces données à un niveau individuel. Cependant, les coefficients estimés « à l'EPCI » sont bien en cohérence avec ce qui, au niveau des ménages eux-mêmes, joue à la hausse ou à la baisse sur le risque d'être vulnérable, laissant penser que ce n'est pas le cas ici²⁵.

24 Parmi les EPCI laissés de côté pour cette phase d'estimation des coefficients, 288 sur 298 sont eux aussi à dominante rurale. Ils sont alors souvent modérément peuplés (la médiane du nombre de résidences principales s'y établit à 3 900, contre 10 070 pour les EPCI conservés dans le cadre de l'estimation du modèle).

25 Il serait possible sinon de tester des méthodes alternatives, comme des régressions quantiles par exemple, décrites dans le document de travail [n° M2019/01](#)

		Coefficients issus des modélisations du Taux de vulnérabilité (à l'EPCI), estimés sur...			
		EPCI conservés pour le modèle final	... l'ensemble des EPCI	... les EPCI à dominante dense ou intermédiaire	... les EPCI à dominante rurale
constante		-0,818	14,961 **	-5,039	30,625 ***
Type de logement	Part de maisons	12,225 ***	10,089 ***	12,823 ***	7,284 **
Superficie des logements	superficie moyenne des maisons	0,075 ***	0,080 ***	0,076 ***	0,087 ***
	superficie moyenne des appartements	0,056 ***	0,032 *	0,055 .	0,033 *
période de construction	Part de logements construits avant 1948	4,256 ***	3,059 *	3,771 *	2,115
Logement social	Part de logements sociaux	-10,431 ***	-9,856 ***	-7,816 ***	-10,475 **
Caractéristiques techniques du logement	Moyenne des inverses des coefficients de déperdition au m ²	-35,535 ***	-46,981 ***	-25,504 ***	-64,431 ***
	Indice d'isolation(1)	5,668 ***	5,218 ***	5,252 ***	3,952 ***
Energies principales utilisées dans les logements	Part du fioul (y.c. charbon et GPL)	18,522 ***	16,548 ***	19,752 ***	14,501 ***
	Part du Chauffage urbain	-4,293	-7,782 *	-2,883	-15,211 *
	Part du bois	-3,738 .	-4,413 *	2,580	-5,410 *
	Part du gaz	-2,326 .	-2,532 .	0,749	-2,107
Pauvreté monétaire du territoire	Moyenne des revenus disponibles	-0,00027 ***	-0,00039 ***	-0,00028 ***	-0,00046 ***
	Part de ménages pauvres	64,364 ***	50,516 ***	53,190 ***	49,322 ***
Zone climatique	Part de logements classés H1b (plutôt Nord-Est)	2,003 ***	2,197 ***	1,876 ***	2,342 ***
	Part de logements classés H1c (plutôt Alpes et Centre)	0,543	1,220 **	0,343	1,291 *
	Part de logements classés H2c (Sud-ouest surtout)	-2,788 ***	-3,380 ***	-2,108 ***	-4,040 ***
	Part de logements classés H2d (arrière-Provence)	-3,524 ***	-3,372 ***	-2,742 ***	-3,593 ***
	Part de logements classés H3 (méditerranée)	-11,453 ***	-11,456 ***	-9,164 ***	-12,236 ***
Altitude (ref= entre 400 et 800 m)	Part de logements situés entre 400 et 800 m d'altitude	7,063 ***	6,954 ***	6,669 ***	7,152 ***
	Part de logements situés au-delà de 800 m d'altitude	6,915 ***	9,427 ***	8,085 ***	10,475 ***
degrés de liberté		949	1213	362	824
nb EPCI considérés		969	1233	382	844
R ² corrigé		0,90	0,86	0,88	0,82

(1) Concernant l'indice d'isolation : plus l'isolation moyenne des logements du territoire est satisfaisante, plus cet indice est faible.

À partir du modèle retenu pour prédire le taux de vulnérabilité²⁶, l'erreur d'estimation entre le taux de vulnérabilité de l'EPCI mesuré dans notre base et celui estimé avec le modèle reste inférieure à 2 points pour environ la moitié de l'ensemble des 1 233 EPCI. Les erreurs d'estimation sont nettement moindres au niveau des départements et le sont plus encore à l'échelle des régions.

26 Les coefficients du modèle retenu sont estimés sur 969 EPCI, mais on peut ensuite appliquer ces résultats à d'autres territoires, et notamment aux EPCI qui avaient été laissés de côté.

Le modèle est testé en faisant varier le champ des EPCI pris en compte, pour vérifier sa stabilité d'une part. Mais d'autre part aussi pour regarder dans quelle mesure des logiques hétérogènes pourraient prévaloir entre des groupes d'EPCI distincts, notamment entre les EPCI ruraux et les autres.

Les coefficients et leur significativité connaissent ainsi de légères variations selon qu'on est plus ou moins restrictif sur les EPCI pris en compte. La plupart de ces évolutions restent cependant modestes.

La restriction de l'estimation du modèle aux seuls EPCI ruraux induit cependant des changements : la part de logements chauffés au bois joue sur ce champ un rôle plus net pour accompagner une baisse du taux de vulnérabilité du territoire et les divers effets climatiques se renforcent légèrement (sans changer de nature). Le rôle des caractéristiques techniques moyennes (inverse des coefficients de déperdition et indices d'isolation) sur un territoire est un peu plus affirmé aussi. Cela tient aussi, bien sûr, à la variance et aux moyennes des divers indicateurs sur les territoires ruraux. Dans l'ensemble, les logiques indiquées par ces diverses estimations convergent et le sens et l'ordre de grandeur des coefficients se maintiennent systématiquement.

Point notable : la présence des diverses énergies au sein de l'EPCI joue essentiellement concernant la part de fioul. La répartition entre électricité et gaz est très largement indifférente, et l'importance des parts du chauffage urbain et du bois parmi les modes de chauffage n'est perceptible que dans les EPCI les plus ruraux.

Utilisation du modèle pour décomposer les taux de vulnérabilité entre régions

Le modèle permet de donner des éléments de compréhension sur le rôle différenciant lié au bâti, en distinguant par exemple effet combustible, effet de composition du parc en maison, effet superficie...

Les différentes variables explicatives sont classables en trois blocs : celles relatives aux caractéristiques du parc des résidences principales, celles relatives aux revenus sur le territoire et celles relatives au climat. Ces catégories ne sont pas strictement hermétiques, il existe des corrélations entre variables. Mais elles restent faibles entre les variables de blocs différents²⁷. On peut ainsi décomposer, pour chaque EPCI (i), le taux de vulnérabilité comme suit :

$$\text{Tx Vuln (i)} = \text{constante} + \text{effet bâti (i)} + \text{effet revenus (i)} + \text{effet climat (i)} + \text{résidus (i)}$$

On peut alors comparer les taux de vulnérabilité entre deux EPCI en décomposant l'écart de façon « comptable » selon les composantes structurelles de climat, de revenus, et de bâti. Reste alors une partie inexpliquée, résiduelle, qui rend compte des écarts d'écarts entre variable observée et variable estimée sur les deux territoires.

²⁷ La corrélation la plus élevée concerne les variables superficie moyenne des maisons et revenu moyen de l'EPCI (0,28 avec un test de Pearson).

Le modèle peut être étendu à des territoires plus grands, les régions pouvant s'entendre comme des agrégats de territoires de type EPCI. Le taux de vulnérabilité d'une région est alors une combinaison linéaire du taux de vulnérabilité de ses EPCI, avec des coefficients correspondant au poids relatif de chaque EPCI en matière de résidences principales, au sein de sa région :

avec

$$p(i) = \text{poids de l'EPCI } (i) / \sum_{Reg} \text{poids}$$

on a :

$$\begin{aligned} \text{Tx Vuln Région} &= \sum_{Reg} p(i) \cdot \text{constante} \\ &+ \sum_{Reg} p(i) \cdot \text{effet bâti } (i) + \sum_{Reg} p(i) \cdot \text{effet revenus } (i) + \sum_{Reg} p(i) \cdot \text{effet climat } (i) \\ &+ \sum_{Reg} p(i) \cdot \text{résidus } (i) \\ &= \text{constante} \\ &+ \text{effet bâti (Région)} + \text{effet revenus (Région)} + \text{effet climat (Région)} \\ &+ \sum_{Reg} p(i) \cdot \text{résidus } (i) \end{aligned}$$

En effet, toutes les variables explicatives du modèle (relatives au bâti, revenus, ou climat) étant des parts ou des moyennes pondérées, on peut réécrire ainsi le modèle de façon comptable et passer des estimations EPCI à des estimations sur des espaces plus grands, département, région et France métropolitaine.

Figure : Part de ménages vulnérables par régions et décomposition de l'écart avec la part de ménages vulnérables en France métropolitaine

Région	Part de ménages vulnérables (en %)	Composante climat (en point de %)	Composante structure de revenus (en point de %)	Composante structure du bâti (en point de %)	Part non expliquée (en point de %)
Île-de-France	9,5	1,0	-3,5	-5,4	0,0
Centre-Val de Loire	21,2	1,5	-0,1	2,8	-0,4
Bourgogne-Franche-Comté	24,1	2,9	0,6	3,4	-0,3
Normandie	20,5	1,0	0,7	2,3	-0,8
Hauts-de-France	22,8	1,0	3,0	2,2	-0,8
Grand Est	22,2	3,2	0,9	1,2	-0,6
Pays de la Loire	16,8	1,0	-1,3	0,2	-0,5

Région	Part de ménages vulnérables (en %)	Composante climat (en point de %)	Composante structure de revenus (en point de %)	Composante structure du bâti (en point de %)	Part non expliquée (en point de %)
Bretagne	20,2	1,0	-0,5	2,5	-0,2
Nouvelle-Aquitaine	20,9	-0,4	0,9	2,3	0,6
Occitanie	17,1	-5,4	3,4	1,8	-0,1
Auvergne-Rhône-Alpes	17,4	3,3	-1,4	-2,1	0,1
Provence-Alpes-Côte d'Azur	11,5	-8,5	1,1	0,4	1,1
Corse	11,3	-10,3	0,7	2,6	1,0

Champ : France métropolitaine

Source : Fideli 2022, base des DPE Ademe 2022/2023

Les résultats de la décomposition au niveau régional montrent que le taux de vulnérabilité plus faible des régions du sud (notamment Provence-Alpes-Côte d'Azur et la Corse) tient avant tout de leur climat plus favorable dans les zones peuplées. Des revenus en moyenne plus faibles et un bâti de moins bonne qualité auraient, à climat égal, poussé le nombre de ménages vulnérables à la hausse.

A contrario, malgré un climat bien plus défavorable, la bonne structure des revenus et du bâti conduisent à un taux de vulnérabilité faible en Auvergne Rhône Alpes et plus encore en Ile-de-France. Pour cette dernière, c'est surtout le type de parc de logements (peu de maisons, faibles superficies) qui joue, plus que la qualité d'isolation.

En Bourgogne-Franche-Comté et en Centre-Val de Loire, la structure du parc de logements pousse également le taux de vulnérabilité à la hausse.

b. Simuler une politique de rénovation des bâtiments sur les dépenses énergétiques

La richesse des données individuelles permet d'estimer par exemple le lien entre les caractéristiques des logements et les dépenses énergétiques conventionnelles. Ce faisant, il devient aussi possible d'estimer quelle serait l'évolution de ces dépenses en cas de rénovation énergétique ou de changement de combustible de chauffage, par exemple, lors d'un remplacement de chaudières au fioul par des chauffages à l'électricité.

Principe d'une simulation de rénovation énergétique : Nous estimons un modèle reliant les dépenses énergétiques par m² de chaque logement à un ensemble de caractéristiques de ces logements, et le modèle est estimé sur le seul champ des logements chauffés à l'électricité. On applique ensuite les coefficients de ce modèle aux logements chauffés au fioul, pour obtenir une estimation de leurs dépenses conventionnelles « s'ils étaient chauffés à l'électricité », tout le reste de leurs caractéristiques n'évoluant pas (ancienneté, isolation, déperditions, superficie et type de logement, climat, etc..). L'écart entre les dépenses

estimées par les DPE pour ces logements au fioul et les dépenses théoriques ainsi estimées, selon un raisonnement de type structurel-résiduel, donne alors une indication de l'ampleur de la baisse des dépenses que l'on peut attendre d'une telle conversion.

Description de la méthode retenue : Le modèle retenu estime le logarithme des dépenses énergétiques au m² sur l'ensemble des résidences principales de la base se chauffant à l'électricité. L'utilisation du logarithme permet ici de réduire l'importance des valeurs « extrêmes » dans le calcul du modèle et de mieux l'ajuster.

Les variables explicatives sont notamment celles jouant sur les consommations d'énergie : période de construction du logement, indice d'isolation du bâti, logement social ou non, zone climatique et altitude, type de logement. S'y ajoute une variable relative à la superficie du logement, qui s'avère avoir un effet dans le modèle d'estimation de dépenses au m² : plus la superficie du logement augmente, plus les consommations et les émissions au m² sont poussées à la baisse²⁸. Enfin, le modèle s'appuie aussi sur trois variables « techniques » relatives au logement :

- le logarithme des déperditions énergétiques du logement par m² (log(GV_ind_m2)),
- une variable qui rend compte de la contradiction éventuelle entre l'information sur les déperditions du logement et celle sur la qualité d'isolation du bâtiment (discrep_GV_isol)
- et une variable qui rend compte des apports énergétiques gratuits dont bénéficie le logement, la surface sud équivalente au m² (SSE_ind_m2)²⁹.

À noter : 16 000 logements, dont la variable technique sur les déperditions d'énergie est extrêmement élevée (>10 même après recalcul), n'ont pas été pris en compte dans les estimations. À eux seuls, ils dégradent sensiblement les modèles d'estimation.

28 Cela tient au fait que ce sont notamment les surfaces déperditives (murs, et selon les cas plafond et sol) qui ont un fort effet sur les estimations DPE de besoins énergétiques des logements. Pour illustrer cet effet, on peut considérer un logement de 25 m², de 5m par 5m par exemple, les longueurs cumulées des murs seront de 20 m. Pour un logement de 50 m², de 5m par 10m, ces longueurs ne doublent pas mais passent à 30 m.

29 L'[annexe B](#) fournit des éléments complémentaires sur ces variables.

		Estimate	
Constante		3,252	***
Période de construction	Avant 1948 (ref=1974-2000)	-0,016	***
	1948-1974	0,004	***
	Post 2000	-0,068	***
Qualité d'isolation	1-TTB (ref= 4 médiocre)	-0,105	***
	2-TB	-0,065	***
	3-Correcte	-0,027	***
Logement social	oui (ref=non)	-0,060	***
Caractéristiques techniques du logement	discrepGV_isolm2	0,024	***
	log(GV_ind_m2)	0,547	***
	SSE_ind_m2	-0,133	***
Zone climatique	H1b Nord-Est (ref=H2a surtout Nord)	-0,009	***
	H1c plutôt Alpes+ centre	-0,033	***
	H2a Bretagne	-0,077	***
	H2b Loire surtout	-0,063	***
	H2c surtout Sud-Ouest	-0,149	***
	H2d arrière Provence	-0,141	***
	H3 Méditerranée	-0,375	***
Zone d'altitude	<400 m (ref=400 à 800m)	-0,134	***
	>800 m	0,154	***
Superficie habitable	(en m²)	-0,005	***
Maison	oui (ref=non)	-0,081	***
R² corrigé du modèle		0,78	

Les dépenses énergétiques conventionnelles au m² pour les logements chauffés à l'électricité ont comme valeur médiane 20,5 euros, les D1 et D9 s'établissant à 12,7 et 33,1 euros (en log, ces valeurs deviennent 3,0, 2,5 et 3,5 respectivement).

Les variables techniques jouent dans le sens attendu, mais dans des proportions relativement modestes :

- La variable GV_ind_m² varie essentiellement entre 1,3 et 4,0 kwh/m3.°C, avec une médiane à 2,2. Une baisse d'un point de cette variable, passant par exemple de 3 à 2, diminuerait les dépenses énergétiques du logement de 1,25 euros / m² et par an.
- La divergence entre isolation et déperditions (valeurs entre 1 et 5), et la variable sur les « surfaces sud équivalentes/m² » (dans la moitié des cas ses valeurs sont entre 0,4 et 0,8) peuvent faire varier les estimations de dépenses au m² au maximum de 1,1 euro et 1 euro entre deux logements aux caractéristiques opposées.

Une superficie importante tend à réduire les dépenses au m², toutes choses égales par ailleurs. Un écart de 20 m² entre deux logements par ailleurs similaires se traduirait par des écarts entre les dépenses au m² de 1,1 euro. Les maisons, toutes choses égales par ailleurs, ont également des dépenses au m² un peu moindres que les appartements. Ça n'empêche pas cependant les *dépenses totales*, elles, d'être en général bien supérieures du fait des différentiels de surface entre maisons et appartements. De même, les logements sociaux ont, toutes choses égales par ailleurs, des dépenses moindres au m².

L'altitude (via les trois modalités fournies par le DPE et qui interviennent dans les calculs des diagnostiqueurs) joue bien sûr un rôle sensible sur les dépenses, toutes choses égales par ailleurs. Et il en va de même pour les zones climatiques, lues à travers les huit zones

utilisées par les diagnostiqueurs. La réduction relative du logarithme des dépenses au m² est sensible sur le pourtour méditerranéen (zone H3, coefficient à -0,37), et dans une moindre mesure de H2c, le grand sud-ouest, et H2d, l'arrière pays provençal (proches de -0,15), le Nord, Nord-Est, les Alpes et le centre constituant l'autre bout du spectre (entre 0 et -0,3), toutes choses égales par ailleurs.

Ce modèle ajusté sur le champ des résidences principales chauffées à l'électricité permet d'estimer quelles seraient les dépenses des logements au fioul s'ils étaient à l'électricité. Cela permet d'estimer le gain financier pour les ménages, suite à une telle conversion, à 8,2 % de la facture énergétique conventionnelle (par m²), en moyenne, avec les données de prix utilisées.

Au niveau des régions, ces gains moyens estimés suite à une conversion varient sensiblement, la partie sud de la France bénéficiant de gains moyens plus élevés (entre 10,5 % en Occitanie et 11,7 % en Provence-Alpes-Côte d'Azur) que le reste des régions métropolitaines, Bourgogne-Franche-Comté et Pays-de-la-Loire étant les régions pour lesquelles, en moyenne, les ménages concernés seraient les moins bénéficiaires vis-à-vis des conversions du fioul vers l'électricité (5,9 % et 5,2 % d'économies respectivement).

Ces écarts traduisent plusieurs différences structurelles entre les régions, qui agissent d'une part sur les dépenses au mètre carré estimées par les DPE pour les logements au fioul de la région, et d'autre part sur les dépenses estimées par le modèle précédent « si ces logements au fioul étaient à l'électricité ».

Par exemple, la part de maisons relativement faible parmi les résidences principales en Provence-Alpes-Côte d'Azur et Occitanie contribue à accroître l'écart entre les dépenses au m² des logements chauffés au fioul dans ces régions par rapport à ceux chauffés à l'électricité, et augure ainsi de gains à la conversion en moyenne plus élevés dans ces régions.

ANNEXES

A - Autres approches existantes

D'autres sources existent pour approcher les questions de vulnérabilité énergétique, qu'il s'agisse d'enquêtes ou de travaux à la méthodologie plus ou moins complexe et transparente selon les cas, fournissant des estimations localisées.

La mesure de la précarité énergétique à l'ONPE

Depuis 2015, l'Observatoire national de la précarité énergétique (ONPE) s'appuie sur trois indicateurs principaux pour suivre annuellement l'évolution de la précarité énergétique des ménages :

- A. **l'indicateur portant sur le taux d'effort énergétique (TEE)** : on considère un ménage en situation de précarité énergétique lorsque ses dépenses énergétiques pour le logement dépassent 8 % de son revenu, et que ce ménage a un revenu par unité de consommation (UC) inférieur au 3^e décile. En 2013, 1,35 million de ménages sont dans ce cas.
- B. **l'indicateur de ressenti du froid** : issu de questions posées dans l'Enquête Nationale Logement et observé sur les ménages des trois premiers déciles de revenu par UC. La dernière enquête disponible date de 2020 mais sans intégrer à ce jour d'informations sur les revenus des ménages, toujours en cours de traitement. Lors de l'enquête 2013, 1,9 million de ménages étaient concernés.
- C. **l'indicateur « Bas revenus / dépenses élevées » (BRDE)** : selon la même source, complétée par des informations sur les factures et les revenus, 3,2 millions de ménages sont concernés en 2013.

Non seulement ces trois indicateurs ne convergent pas vers les mêmes grandeurs, mais ils saisissent en réalité des formes de précarité énergétique différentes (voir [Thema 2017](#)). En particulier, avec l'indicateur TEE, près de 50 % des ménages repérés dans les travaux menés pour l'ONPE sont des ménages dont la personne de référence a plus de 60 ans. Ce chiffre tombe à moins de 20 % via les deux autres indicateurs. De façon générale, les estimations TEE de l'ONPE³⁰ sélectionnent plus que les deux autres indicateurs : des personnes âgées, à bas revenus, vivant seules, en maisons individuelles, chauffées au fioul, dans des logements anciens ou classés F ou G.

Autres mesures

30 Comme on l'a vu, cette estimation diffère de la nôtre par son seuil d'exclusion de ménages bien plus bas, au-delà du 3^e décile de revenus contre au-delà du troisième quartile de niveau de vie pour nous.

Geodip

Afin de faciliter l'accès à un premier diagnostic, l'Observatoire National de la Précarité Énergétique (ONPE) met à disposition des acteurs territoriaux l'outil Géodip, pour visualiser à différentes échelles les zones de précarité énergétique liée au logement (la même chose est proposée concernant les transports).

Côté dépenses énergétiques pour le logement, l'approche ne s'appuie pas sur les DPE mais sur des dépenses énergétiques réelles au niveau des IRIS :

- Geodip part d'une estimation de consommations théoriques « au logement » à partir du RP (en se fondant sur les types de logement : date de construction, type de bâtiment, combustible principal de chauffage) ainsi que sur différentes données de référence lui permettant de relier les consommations théoriques aux types de logement (donnés issues du Ceren et du SDES).
- Un calage de ces consommations théoriques sur les consommations réelles est alors fait au niveau des Iris (ce à partir des données dites « de l'article 179 ») (sources GrDF, Enedis, Dalkia, Ceren, Sdes). Une correction des effets climatiques avec les Degrés-Jours-Unifiés (DJU)³¹ par stations météo est également appliquée, pour tenir compte de l'effet climat, certainement du fait qu'il pourrait jouer localement sur le lien entre consommations théoriques et consommations réelles.
- Des dépenses d'énergie par logement sont alors estimées, avec des prix d'énergie Ademe et/ou SDES.

Une **estimation des revenus des ménages** est également réalisée, à partir d'une exploitation des 30 000 ménages de l'ENL 2013 (le revenu est estimé selon le nombre de personnes en emploi dans le logement, la possession d'un diplôme du supérieur, le statut de propriétaire/locataire et la situation matrimoniale de la personne de référence). Cette modélisation est ensuite « appliquée » au RP pour construire un revenu estimé du ménage.

Geodip présente alors des estimations sur le nombre et la part de ménages en précarité énergétique logement (avec un seuil de taux d'effort énergétique (TEE) logement fixe, à 8 %). Par ailleurs, l'outil inclut aussi des informations sur les ménages éligibles aux aides de l'ANAH, ainsi que sur les ménages bénéficiaires du prêt 0 % de l'ANAH, et des infos plus génériques sur le logement, les revenus, la pauvreté, les dépenses de carburant, etc.

Enerter Bâti

Développé par le bureau d'études Énergies Demain, l'outil Enerter reconstitue les consommations énergétiques à l'aide notamment du recensement de la population. La

31 Chaque jour, un calcul de DJU est réalisé pour chaque station météo : il se calcule à partir de la différence entre la moyenne de la température minimale et la température maximale de ce jour, et une température de référence pour les logements, en l'occurrence 19 °C pendant la saison de chauffe.

modélisation, mise à jour en 2021, est réalisée à l'échelle du logement ou du local, puis est présentée à la maille de l'IRIS. Elle se fonde sur :

- le recensement de la population de 2017, qui fournit de l'information sur 35 millions de logements et sert de base de description des ménages et des logements ;
- une caractérisation des logements (bâti et systèmes) par l'enrichissement de la description fournie par l'Insee, via l'exploitation de sources de données complémentaires (enquêtes et expertises : estimations des rénovations via les données l'enquête TREMI 2019 et de l'ONRE, caractéristiques « architecturales » issues de travaux d'expertises) ;
- une simulation thermique, selon la méthode 3CL 2021, utilisée pour attribuer des étiquettes DPE, à l'échelle du logement, et fournir ainsi une estimation des consommations d'énergie.

Prometheus

Il s'agit d'un programme de micro simulation des énergies du transport et de l'habitat pour évaluations sociales, construit par le Commissariat général au développement durable (CGDD). Il estime au niveau du ménage les dépenses d'énergie liées au logement, dans l'optique d'estimer l'impact de mesures affectant les prix des énergies domestiques ou de réaliser des simulations de dispositifs d'aide au paiement des factures énergétiques. Il devrait à l'avenir inclure également un module sur les dépenses de carburant, afin de prendre en compte les politiques publiques liées au transport.

Ce modèle mobilise différentes sources :

- L'enquête nationale logement (ENL) 2013 comme base de micro simulation en raison de son large échantillon, sa description des factures énergétiques des ménages, de leurs équipements et du parc de logement.
- La base Pégase enregistre et diffuse les statistiques de l'énergie rassemblées par le SDES. Elle contient les prix et tarifs, toutes taxes comprises, annuels ou mensuels, de l'ensemble des énergies : électricité, gaz de réseau, produits pétroliers (butane-propane et fioul), bois et chauffage urbain.
- Des données du Centre d'études et de recherches économiques sur l'énergie (Ceren) qui produit des informations sur le suivi du parc de logements et des consommations d'énergie du secteur résidentiel. Elles sont basées sur différentes enquêtes de la statistique publique (ENL, recensement de la population) ainsi que sur des enquêtes propres. Les informations sur les volumes consommés et les factures d'énergie sont ventilées selon plusieurs critères (énergie de chauffage principale, type de logement, mode de chauffage, usage – chauffage, cuisson, eau chaude). Par ailleurs, le Ceren réalise des enquêtes auprès des gestionnaires de chaufferies collectives, dans l'optique de suivre les consommations des logements en chauffage collectif.

- ERFS : l'enquête Revenus fiscaux et sociaux de l'Insee offre une information fine et précise sur les revenus et les prestations sociales perçus par les ménages au cours d'une année. L'édition utilisée au moment de la construction du modèle est celle de 2010 (ERFS 2010).

Par construction, le modèle Prometheus est prévu avant tout pour des chiffrages au niveau national.

Base de Données Nationale des Bâtiments

La BDNB couvre la France métropolitaine, y compris la Corse. Une méthodologie détaillée se trouve sur [leur page Gitlab](#). Il s'agit d'un projet public. Le croisement de données combine des croisements géospatiaux (Fichiers Fonciers, BDTopo) ainsi que des croisements à l'adresse postale.

Compilant de très nombreuses sources relatives aux bâtiments, cette base offre des informations concernant divers thèmes (la morphologie des bâtiments, leurs usages, les matériaux constitutifs et équipements techniques, des données administratives et économiques...) mais aussi les consommations énergétiques et la performance énergétique lorsqu'elles sont disponibles (donc à partir des fichiers Ademe notamment).

L'usage des données de consommation locale d'énergie dites « article 179 »

Des données relatives aux consommations annuelles d'électricité et de gaz, aux livraisons de chaleur et de froid ainsi qu'aux ventes de carburants et de combustibles sont mises à disposition par le SDES³², notamment pour faciliter la planification des actions locales sur le climat, l'air et l'énergie. Ce sont les données les plus fines qu'il est possible de mettre à disposition du public dans le respect de la réglementation sur la protection des données personnelles et commercialement sensibles.

Ces données pourraient être utilisées dans la perspective de comparer localement les dépenses d'énergie et les revenus des ménages, dans l'intention d'approcher une forme de vulnérabilité locale. Elles peuvent surtout intéresser pour comparer localement les dépenses d'énergie conventionnelles des ménages et les dépenses d'énergie réelles, avec l'idée que l'écart témoignerait alors de spécificités de comportement.

A ce stade, plusieurs obstacles subsistent cependant quant à l'usage de ces données, que ce soit pour travailler à une notion de vulnérabilité énergétique comme pour tenter d'appréhender les comportements des ménages au travers de la comparaison entre consommations réelles et consommation conventionnelles.

Ainsi, la couverture de ces données de consommation réelles est partielle, de même que leur localisation :

32 <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-locales-de-consommation-energie?rubrique=23&dossier=189>

- elles portent sur l'électricité, le gaz naturel, le fioul mais rien n'est connu concernant par exemple le bois³³,
- seuls l'électricité et le gaz sont disponibles (au moins) jusqu'à la maille IRIS,
- les consommations de chaleur issue de réseaux de chaleur ne sont connus que de façon imparfaite, via une enquête non exhaustive,
- les produits pétroliers (le fioul notamment, donc) posent des soucis importants de localisation : leur localisation est celle du le département de remplissage des camions de livraison de fioul et non pas celle des sites où ils le livrent.

Les seuls territoires pour lesquels les données réelles pourraient permettre d'approcher une notion de vulnérabilité locale seraient ainsi les métropoles - en se concentrant sur les logements chauffés à l'électricité ou au gaz (donc hors réseaux de chaleur, à moins d'informations locales complémentaires). Toutefois, si localement, on observait des consommations réelles d'énergie modestes, rien ne permettrait a priori de distinguer entre effet d'une bonne qualité énergétique des logements et présence de comportements d'auto-restriction des ménages par exemple.

Une autre difficulté se pose en outre : les données de consommation réelles concernent l'ensemble de la population présente sur un territoire, et non les seuls résidents du territoire. Or, les taux d'occupation des résidences de tourisme, vacantes ou secondaires, ne sont pour le moment pas connus (qu'il s'agisse d'utilisations de locations saisonnières type Airbnb ou même d'usage par les propriétaires eux-mêmes, etc). De sorte que le rôle que jouent ces populations présentes mais non résidentes dans l'ampleur des consommations réelles est difficile à estimer, y compris au sein des métropoles (d'autant s'il s'agit d'un tourisme sans saisonnalité majeure). Sur les territoires littoraux et dans certaines zones de montagne, on peut compter plus de 10 fois plus de lits touristiques potentiels que de résidents. A elles seules, et de façon hétérogène sur le territoire, ces populations présentes non résidentes peuvent venir fortement moduler les écarts entre consommations conventionnelles des résidents et données de consommations réelles. Ces écarts peuvent donc en réalité refléter non seulement la qualité énergétique du bâti local et les comportements plus ou moins restrictifs des ménages concernant les dépenses d'énergie, mais aussi l'hétérogénéité de l'occupation des résidences non principales. Cela limite l'intérêt de comparer *de façon brute* les données conventionnelles aux données réelles, et devrait conduire en tout état de cause à les analyser à la lumière des connaissances dont on dispose concernant la présence touristique au sein d'un territoire.

33 D'après le Recensement de la Population, son usage est loin d'être négligeable en dehors des métropoles.

B - Compléments sur les DPE et la vulnérabilité

L'effet du climat

Pour établir une étiquette DPE, les diagnostiqueurs estiment la *consommation d'énergie conventionnelle* totale du logement, puis ils la rapportent à la surface du logement pour estimer une consommation par mètre carré et ainsi pouvoir comparer les logements entre eux.

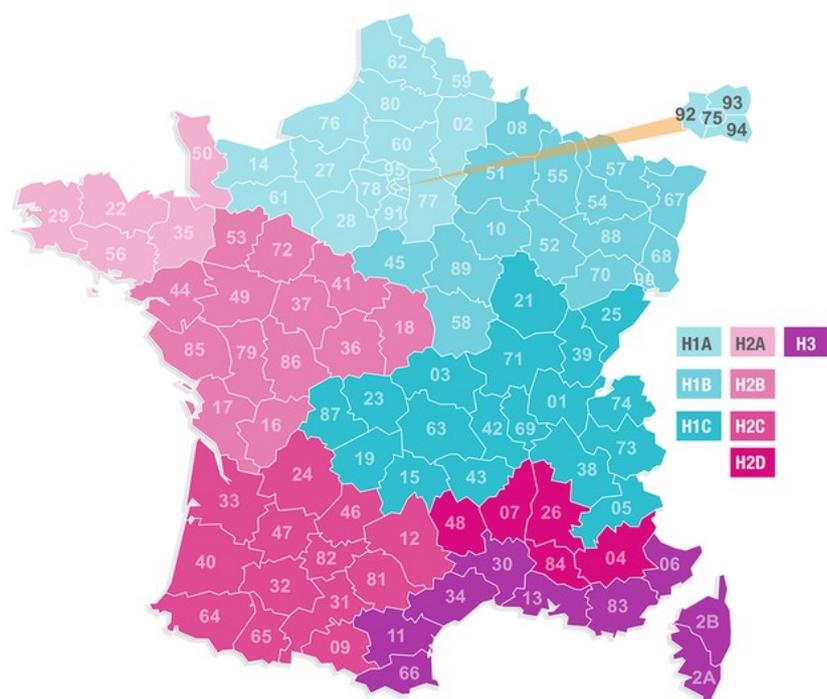
Cette grandeur mesure les besoins énergétiques théoriques pour maintenir le logement dans des *conditions d'usage standards*. Concernant le chauffage par exemple, il s'agit, pendant la saison froide, de maintenir à 19 °C la température intérieure pendant les heures standard de présence à domicile (semaine et week-end). En dehors de ces heures-là, cette température standard est ramenée pour les calculs à 16 °C. Une absence standard de 7 jours des occupants du logement est également postulée pendant la saison froide, au mois de décembre. Ces conditions d'usage standard du logement ne sont évidemment pas indépendantes du climat dans lequel le logement se situe. Pour établir les consommations énergétiques conventionnelles d'un logement, les diagnostiqueurs somment les besoins mensuels en énergie pour des météo représentatives du climat local. Ce dernier est estimé selon huit zones climatiques et trois types d'altitude.

Cette estimation dépend des conditions climatiques locales observées sur trois décennies (et non des variations conjoncturelles de la météo). Ainsi, deux logements aux bâtis strictement identiques mais placés l'un dans le Var, l'autre dans la Manche, n'obtiendront en général pas les mêmes étiquettes DPE. Leurs besoins énergétiques pour un usage standard, que ce soit pour se maintenir à une température suffisante en période froide ou pour refroidir éventuellement le logement en été vont effectivement différer.

L'estimation de la consommation énergétique conventionnelle d'un logement ou de ses émissions de GES lors d'un DPE reflète ainsi :

- l'ampleur des déperditions énergétiques de l'enveloppe du logement : parois, ponts thermiques, plafonds et sols, isolement des fenêtres, etc. (l'ampleur des pertes variant selon le climat dans lequel se trouve le logement) ;
- l'importance des apports d'énergie gratuits dont bénéficie l'enveloppe du logement grâce à sa structure, à son orientation vis-à-vis du soleil, sachant son climat moyen et, de façon importante, l'efficacité de son ou ses systèmes de chauffage. Elle reflète également la plus ou moins grande rigueur climatique à laquelle le logement est confronté.

Élaborées en lien avec Météo France, les zones climatiques utilisées ont été déterminées en fonction des températures en période hivernale (H1, H2 et H3) et en fonction des températures estivales (a, b, c et d). Si plusieurs zones climatiques peuvent coexister au sein d'un département, la représentation à cette échelle des huit zones climatiques est la suivante :



Source : [Cahiers techniques du bâtiment](#), 2021.

Outre les zones climatiques, les méthodes de calcul des diagnostiqueurs distinguent également trois altitudes : moins de 400 mètres, entre 400 et 800 mètres et au-delà de 800 mètres, pour tenir compte encore des hétérogénéités au sein de ces huit zones.

Énergie primaire, énergie finale

Les DPE fournissent des informations à la fois sur l'énergie primaire que consommerait en usage standard un logement (c'est celle qui fait foi pour classer les logements dans les étiquettes DPE) et sur l'énergie finale (c'est la grandeur qui permet d'estimer les factures d'énergie du ménage). La notion d'énergie finale correspond à l'énergie consommée et facturée aux utilisateurs, tandis que l'énergie primaire correspond à l'énergie des ressources naturelles présentes à l'origine (bois, gaz, pétrole...) avant toute transformation, l'écart avec l'énergie primaire rendant compte des pertes d'énergie pour la production, le transport ou encore la transformation de cette énergie.

Pour l'énergie électrique, l'énergie primaire correspond à la quantité d'énergie qui a permis de produire l'électricité (chaleur nucléaire dont $\frac{2}{3}$ est considérée comme perdue dans le processus, gaz naturel ou charbon consommé, etc.). Par convention pour le calcul du DPE, un coefficient de x 2,3 est appliqué pour passer de l'énergie finale (facturée aux usagers) à l'énergie primaire, celle qu'on considère comme ayant été « prélevée » pour fournir cette électricité. Pour les autres combustibles, énergies primaires et finales sont considérées comme égales, avec un facteur de conversion neutre (les coûts d'extraction et de transport qui pourraient leur être associés sont « négligés »).

Le facteur de conversion associé à l'énergie électrique est cependant passé, avec le changement de méthode DPE de 2021, de 2,58 à 2,30. Cela a mécaniquement fait baisser le surcroît des besoins en énergie primaire attribués aux logements chauffés à l'électricité, ce qui favorise donc un peu leur classement DPE volet consommation. Le législateur, en baissant ce facteur de conversion, aurait anticipé une évolution du mix énergétique vers davantage de renouvelable (hydraulique, éolien, photovoltaïque).

Travailler sur les besoins en refroidissement

Le poste concernant le refroidissement des logements peut présenter un intérêt spécifique.

Cependant, les consommations standard estimées par les DPE apparaissent très faibles : nulles pour tous les logements non équipés de systèmes de climatisation fixes ou bien dans des zones où le scénario standard ne prévoit pas de besoins en climatisation, elles représentent moins de 3,5 % de la consommation d'énergie pour les autres. Cette part de consommation de refroidissement « standard » grimpe toutefois localement, par exemple à 6 % en Haute-Garonne, dans le Tarn ou le Tarn-et-Garonne.

Les estimations de besoins de froid du scénario standard ne sont probablement pas satisfaisantes. Pour chaque jour de la saison chaude, la température extérieure moyenne (jour et nuit) y est en effet comparée à une « température-consigne », que ce scénario standard situe à 28 °C. Seuls les jours où la température (en moyenne sur les trente dernières années) a dépassé cette température consigne sont réputés comporter un besoin en refroidissement (celui-ci est alors estimé selon le nombre d'heures de ces journées dépassant la température consigne, localement, d'après les relevés climatiques passés). Or, ce critère de température extérieure moyenne supérieure à 28 °C est très restrictif (il l'est bien sûr plus encore dans un contexte de réchauffement climatique qui se manifeste particulièrement depuis une décennie). À titre d'illustration, en Provence-Alpes-Côte d'Azur, au cours des 8 étés de 2016 à 2023 où divers épisodes de canicule ont pourtant été répertoriés, seules 29 journées en tout ont enregistré une température moyenne supérieure à 28 °C (jour et nuit comprise), et seraient ainsi considérées comme présentant un besoin de refroidissement...

Les DPE estiment cependant aussi un scénario dit « dépensier » pour lequel la température de consigne à laquelle sont comparées les températures extérieures moyennes est de 26 °C. En reprenant le cas de Provence-Alpes-Côte d'Azur, ce sont alors 139 journées qui, en 8 étés, présenteraient un besoin de refroidissement - moins d'une vingtaine en moyenne par saison chaude, donc. Pour les logements concernés, la consommation d'énergie pour le froid se trouve alors multipliée par 3,3 en moyenne, par rapport au scénario standard. Ce scénario dépensier est certainement plus proche des pratiques réelles d'utilisation de la climatisation dans les logements particuliers qui en sont équipés. Une alternative peut aussi consister à s'intéresser moins aux consommations pour les besoins en froid qu'à l'ampleur et à la répartition des logements équipés de système de climatisation fixe.

Retravail de variables techniques fournies par les DPE

La variable de déperditions d'énergie

Lors du diagnostic, le logement se voit attribuer un coefficient « GV / m³. °C » qui parle des déperditions en Watts pour un m³ de volume chauffé et un degré de différence entre l'intérieur du logement et l'extérieur. La variable GV prend des valeurs comprises entre 1 et 5 pour l'essentiel.

Ce n'est toutefois pas cette variable qui est inscrite dans les bases de DPE, mais une variable globale de « déperditions ».

Le plus souvent, elle correspond aux « déperditions globales du logement », et est donc reliée au coefficient GV proprement dit par le volume du logement. Mais il arrive aussi que le DPE rapporte les déperditions de l'ensemble de la copropriété et non pas du seul logement, dans le cas de certains logements collectifs.

Pour ces travaux, une variable *GV_ind*³⁴ a été reconstruite, afin de fournir une estimation des déperditions *au niveau du logement* :

- On considère la variable *nadeq* également fournie par le DPE. Il s'agit d'une variable « nombre d'équivalents adultes », qui se calcule par une série de formules à partir de la superficie du logement, avec plusieurs effets de seuil. Cette variable excède très rarement la valeur de 3, même pour les logements les plus grands.
- Lorsque la variable *nadeq* est très élevée, la variable GV l'est également, et vice-versa. Les deux correspondent dans ce cas à des grandeurs « pour l'immeuble collectif ». On a fixé pour *nadeq* un seuil de détection des coefficients très élevés à 4.
- On recalcule alors à partir des formules recensées dans le Journal Officiel, le *nadeq* correspondant au logement seul (*nadeq_ind*).
- De là, on proratisé les déperditions du logement GV en fonction du rapport entre ce *nadeq* logement calculé et le *nadeq* global fourni pour l'immeuble. Cette proratisation, qui permet de construire pour tous les logements un *GV_ind*, modifie de façon importante près de 20 % des données GV de la base.

Élaboration d'une variable de divergence GV-Isolation

La corrélation entre la variable « qualité d'isolation de l'enveloppe » (fournie dans les DPE et prenant les valeurs 1-excellente à 4-très médiocre) et la grandeur de déperditions recalculée GV est très élevée dans le cas des maisons (0,76), moins dans celui des appartements (0,44).

Il est possible que ces différences de corrélations entre ces deux variables, selon qu'on considère les maisons ou les appartements, tiennent au fait que pour les maisons, dans l'ensemble, les cloisons, plafonds et toits donnent directement sur l'extérieur plutôt que sur d'autres logements, tandis que la plupart des appartements bénéficient d'un surcroît

34 Une autre variable technique a nécessité le même type de retravail. Il s'agit de la variable SSE, la « surface sud équivalente », qui rend compte de l'exposition du logement, de ses surfaces vitrées, et globalement de l'ampleur des apports solaires « gratuits » dont il bénéficie en période de chauffe (et dont il pâtit en période de besoins en refroidissement).

d'isolation , plus ou moins grand en fonction de leur situation au sein de l'habitat collectif et de leur orientation, ou encore de leur état en comparaison du reste de la copropriété.

Ainsi, pour les appartements, les divergences entre l'information GV et l'information isolation peuvent tenir à la proportion de parois/sols/plafonds de l'appartement donnant directement sur l'extérieur, reflet de la diversité des situations des appartements au sein d'un immeuble, pour une même qualité d'enveloppe. Selon qu'ils sont en rez-de-chaussée ou au dernier étage, et selon qu'ils voisinent plus ou moins avec des appartements sur le même palier, l'effet de la qualité d'isolation de l'enveloppe va en être modulé.

Une variable qualitative de divergence entre isolation de l'enveloppe et déperditions/m² (en 5 positions) est construite comme suit : on considère la répartition des valeurs de GV / m² pour les 4 qualités d'isolation qui sont distinguées. De là, on note les divergences en plus ou en moins, des types de valeurs GV par rapport aux valeurs médianes et les valeurs de déperditions GV sont ainsi classées en 5 catégories, selon les seuils suivants :

- déperditions inférieures à 1,5 kwh/m3/d°,
- déperditions entre 1,5 et 2,2 kwh/m3/d°,
- entre 2,2 et 2,9 kwh/m3/d°,
- entre 2,9 et 4 kwh/m3/d°,
- au-delà de 4 kwh/m3/d°.

La variable qualitative de divergence prend des valeurs entre 1 et 5, 3 correspondant à une situation de cohérence entre l'information portée par la variable catégorielle « déperditions de chaleur du logement » par rapport à la variable catégorielle « isolation de l'enveloppe du bâtiment ». Cette variable a une utilité dans certains modèles.

Variable de divergence	Valeur	Effectif en pct pondéré	Exemples de divergence	Interprétation
Déperditions très inférieures à l'attendu	1	11,2 %	Moins de 1,5 kwh/m3/degré de déperditions énergétiques, soit une valeur très modeste, pour un logement à isolation médiocre (degré d'isolation valant 3) voire très médiocres (qualité d'isolation à 4)	Logement à réfection récente et performante dans un immeuble ancien, logement très bien orienté...
Déperditions inférieures à l'attendu	2	15,3 %	Déperditions énergétiques très modestes (>1,5 kwh/m3/d°) et isolation de bonne qualité (qualité d'isolation à 2), ou bien déperditions moyennes pour une isolation médiocre...	Logement partiellement isolé
Déperditions conformes à l'attendu	3	33,3 %	Déperditions importantes (>4kwh/m3/d°) cohérente avec la qualité d'isolation de l'enveloppe très médiocre (=4) ou à l'inverse déperditions modérées et isolation de bonne qualité...	Pas de contradiction entre l'information sur l'enveloppe (isolation) et celle sur l'ampleur des déperditions
Déperditions plus importantes qu'attendu	4	36,9 %	Déperditions importantes malgré une qualité d'enveloppe correcte, ou encore déperditions moyennes malgré une très bonne qualité d'enveloppe...	Appartement mal orienté ou mal situé dans l'immeuble...

Dépense beaucoup plus importantes qu'attendu	5	3,3 %	Dépense massives malgré une qualité d'isolation correcte ou bonne...	Appartement très mal orienté, chambre de bonne, appartement en mauvais état dans une copropriété correcte
--	---	-------	--	---

C - Discussions sur la méthode mise en place

La méthode utilisée au SDES

Le SDES fait référence sur la question de la rénovation énergétique. Il estime, pour le compte de l'observatoire de la rénovation énergétique (ONRE), le nombre de logements particulièrement énergivores ou émetteurs de GES (logements F et G), en France, chaque année.

La [méthode utilisée au SDES](#) consiste à réaliser une série de modélisations :

- Après avoir apparié les bases de données Fideli et les DPE de l'Ademe, la modélisation est faite de façon séparée suivant le type de logement (individuel et collectif) et l'énergie principale de chauffage connue via le DPE. Un modèle logit multinomial permet de modéliser les relations entre les étiquettes énergétiques DPE et plusieurs facteurs : certaines caractéristiques du logement issues de la base Fideli (période de construction, tranche de surface...), des variables géographiques (zone climatique, département, catégorie urbaine, altitude moyenne de la commune), ainsi qu'une variable binaire indiquant si le DPE a été émis dans le cadre du DPE pour les immeubles.
- L'information sur l'énergie principale de chauffage des résidences principales n'est pas disponible dans la base Fideli. Une méthode de duplication des logements est alors mise en place, chaque logement représentant des logements chauffés par différentes énergies au prorata de la probabilité que chaque logement soit effectivement chauffé de cette manière ; ces probabilités sont basées sur les réponses au recensement de la population (RP), recalées sur la structure globale des énergies de chauffage).
- De là un vecteur de « probabilités d'étiquettes sachant le combustible principal » est estimé, pour chaque combustible principal possible de chaque logement. On en déduit in fine pour chaque logement un vecteur de probabilités d'étiquette DPE.

$$P(DPE = j) = \sum_{\text{énergie}} P^{RP}(\text{énergie}) \cdot P^{\text{Logit}}(DPE = j / \text{énergie})$$

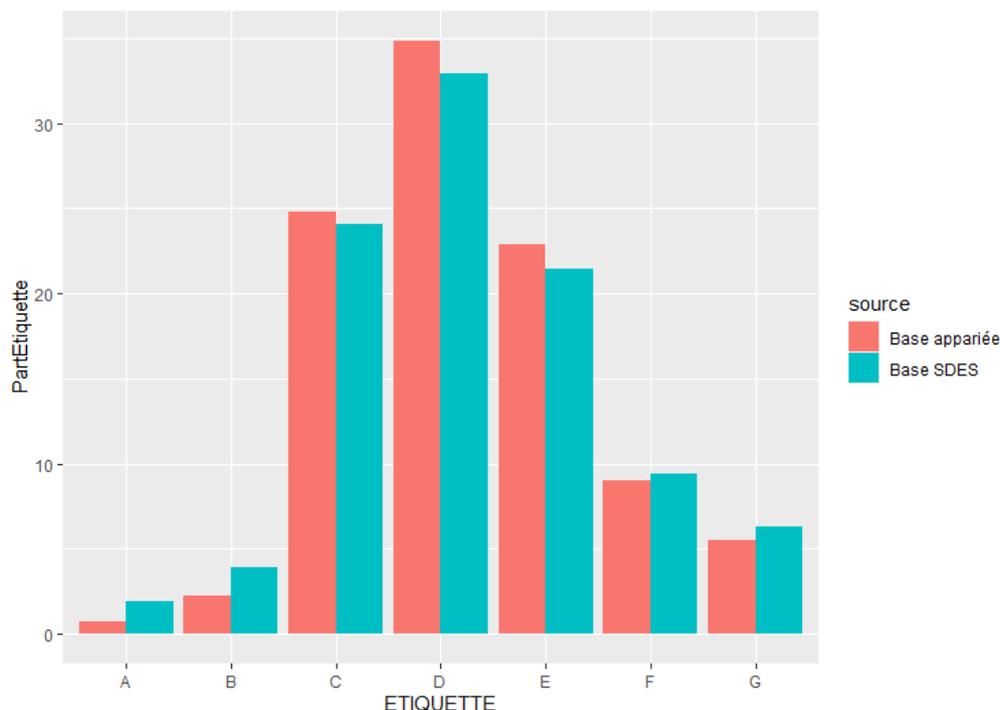
La base de logements Fideli ainsi enrichie fait ensuite l'objet d'une opération de vieillissement, qui tient compte des informations disponibles en matière de construction de nouveaux logements et de destruction de logements anciens, et sur l'estimation de leurs probabilités de DPE respectives. C'est de cette façon que les données sont millésimées au 1er janvier 2023.

Comparaison entre notre base avant calage et la base SDES

La base, avant calage, pourrait être affectée de biais gênants pour l'étude des DPE des résidences principales dans leur ensemble. C'est le cas en particulier si on pense que les qualités énergétiques des logements eux-mêmes jouent de façon notable sur les probabilités que les logements aient fait l'objet d'un diagnostic sur la période juillet 2022 - juin 2023. Ce point est essentiel pour s'assurer que la méthode retenue ne risque pas de donner un résultat structurellement biaisé pour des raisons de méthode.

Une première manière d'investiguer ce point est de comparer la structure des étiquettes DPE entre : la base de logements produite au SDES via leur méthode prédictive (qui a l'avantage de présenter moins de risques de biais) et la base appariée Ademe-Fideli, sur le champ des résidences principales, avant sa pondération.

Illustration : Structure des étiquettes DPE, base appariées vs structure des étiquettes SDES



Champ : France métropolitaine, ensemble des résidences principales
Sources : appariement Ademe-Fideli 2022, calculs SDES

Cette base appariée se distingue de la base issue des travaux du SDES : elle comporte un peu moins d'étiquettes F et G (14,5 % contre 15,7 %), plus d'étiquettes intermédiaires (C à E : 82,5 % contre 78,4 %) et bien moins d'étiquettes de très bonne qualité A ou B (3,0 % contre 5,9 %).

Cette déformation n'est pas massive mais surtout, elle ne signe pas nécessairement l'existence d'un lien inobservable entre la probabilité pour un logement de faire l'objet d'un diagnostic en 2022 / 2023 et sa performance énergétique.

En effet, le décalage entre la base appariée « brute » et la base SDES est, au moins pour partie, attendu. En particulier, par rapport à l'ensemble des logements de Fidéli, la base appariée comporte relativement peu de bâtiments récents (2001-2006) et très récents (construits après 2013, qui sont bien plus souvent associés à des étiquettes A et B)³⁵. Ainsi, le déficit relatif d'étiquettes A et B dans la base appariée brute devrait être, au moins en partie, corrigé par la prise en compte dans le calage des périodes de construction.

Il reste possible en revanche que les logements à consommation énergétique excessive aient fait l'objet d'une sélection adverse lors des mises en vente ou en location, toutes autres caractéristiques égales par ailleurs. Cela induirait un biais en leur défaveur dans notre base. Toutefois, d'autres différences de structure que celles liées à la période de

³⁵ Pour ces derniers, cela tient, par exemple, au fait que les logements construits entre 2013 et 2021 ont plutôt moins de chances que les autres de faire l'objet d'un DPE en 2022/2023, pour des raisons de durée de validité des diagnostics. La durée de validité du DPE est de 10 ans en règle générale. Toutefois, ceux réalisés entre 2013 et 2017 sont restés valables seulement jusqu'au 31 décembre 2022 et ceux réalisés entre 2018 et juin 2021 le sont jusqu'au 31 décembre 2024.

construction existent entre les deux bases, qui peuvent expliquer ce (relatif) déficit de logements à consommation énergétique excessive, par rapport aux estimations finales SDES.

En effet, les logements faisant plus fréquemment l'objet de vente ou de locations sont en surnombre dans la base appariée, tandis que ceux qui sont plus rarement vendus ou loués sont moins représentés. De ce fait, la base des DPE appariés comprend par exemple nettement plus d'appartements que la base Fideli (66 % vs 45 %). Or, la part de logements classés F ou G est sensiblement moindre dans le cas des appartements que dans celui des maisons (13,4 % vs 16,6 %). Des effets de structure sont à l'œuvre derrière la déformation de la base appariée, qui doivent être pris en compte.

Plus généralement, notre base comporte ainsi :

- un net sureffectif de logements construits entre 1948 et 1975 (et le déficit de logements récents ou très récents déjà évoqué) ;
- un surcroît de logements situés en zones urbaines de densité 1 ou bien 2 à maille habitat tendue, et un déficit de logements ruraux, qui s'accroît au fur et à mesure que la densité communale recule ;
- un surcroît de logements de taille intermédiaire ou petite, un déficit de grands et très grands logements ;

Tous ces éléments de structure vont dans le même sens : ils concourent à réduire le taux de logements à consommation énergétique excessive. En effet, ces modalités sont associées, chacune, à des proportions réduites de logements à consommation énergétique excessive. Ces derniers sont plus nombreux dans les territoires ruraux et ceux à maille habitat non tendue au sein des espaces urbains que dans l'urbain en maille tendue, plus nombreux dans les logements vraiment anciens que dans ceux construits entre 1948 et 1975, nettement moins nombreux parmi les logements de taille intermédiaire...

Seule exception : la base Ademe comporte aussi un surcroît de logements occupés par des ménages à faible niveau de vie. L'effet de cette déformation-là est inverse, les ménages du premier quintile occupant plus souvent que les autres un logement à consommation énergétique excessive.

Illustration : Structures de la base Ademe appariée avant calage et de la base SDES/Fideli des résidences principales

variable	modalite	n_DPE	n_fideli	repartition_DPE	repartition_fideli
Habitat	appartements	996 691	12 743 859	65,7	44,6
	maisons	520 328	15 846 297	34,3	55,4
Croisement densité X maille habitat	0 - densité 1, maille tendue	406 527	5 303 225	26,8	18,5
	1 - densité 1, maille non tendue	388 053	5 961 171	25,6	20,9
	2 - densité 2, maille tendue	204 948	3 050 850	13,5	10,7
	3 - densité 2, maille non tendue	36 064	700 658	2,4	2,5
	4 - densité 3, maille tendue	77 358	1 477 623	5,1	5,2
	5 - densité 3, maille non tendue	12 726	287 372	0,8	1,0
	6 - densité 4	113 390	2 652 179	7,5	9,3
	7 - densité 5	163 646	4 300 874	10,8	15,0
	8 - densité 6	104 491	4 135 549	6,9	14,5
	9 - densité 7	9 816	720 655	0,6	2,5
Période de construction	1 - avant 1948	445 653	7 775 413	29,4	27,2
	2 - 1948-1975	418 944	6 591 036	27,6	23,1
	3 - 1975-1989	210 637	4 705 510	13,9	16,5
	4 - 1989-2001	156 787	3 069 511	10,3	10,7
	5 - 2001-2006	58 924	1 419 785	3,9	5,0
	6 - 2006-2013	130 112	2 404 287	8,6	8,4
	7 - après 2013	95 962	2 195 855	6,3	7,7
Structure des niveaux de vie	0 - manquants, nuls ou négatifs	117 531	955 391	7,7	3,3
	1 - premier quintile	363 969	5 493 977	24,0	19,2
	2 - deuxième quintile	306 046	5 526 761	20,2	19,3
	3 - troisième quintile	260 308	5 533 099	17,2	19,4
	4 - quatrième quintile	233 325	5 536 977	15,4	19,4
Superficie	5 - cinquième quintile	235 840	5 543 951	15,5	19,4
	1 - très petit logement	96 697	1 634 026	6,4	5,7
	2 - petit	321 200	4 932 057	21,2	17,3
	3 - moyen	754 241	12 193 300	49,7	42,6
	4 - grand	242 761	6 226 750	16,0	21,8
	5 - très grand	102 120	3 604 023	6,7	12,6

n: 30

Une fois corrigée des effets de structure observables et donc contrôlables, grâce au processus de calage qui suit, les différences de structure de performance énergétique entre base Ademe appariée et base SDES deviennent, en effet, beaucoup plus faibles (voir plus loin). Cela laisse supposer que la part de ces différences liées à des phénomènes non observables et donc potentiellement gênants pour nos travaux (comme le lien entre étiquette DPE et probabilité de faire l'objet d'un DPE) est relativement modeste.

Appartements

Quand on compare seulement les appartements, divers écarts de structure s'atténuent notablement, sans complètement se résorber toutefois. On observe :

- un petit surcroît d'appartements anciens (1948-1975) et désormais d'appartements datant d'avant 1948 et un déficit un peu plus marqué d'appartements récents (2013 et après) ;
- le déficit dans les espaces ruraux est atténué du fait que cette forme d'habitat y est

plus rare, tandis que le surcroît demeure dans les espaces très urbains, notamment là où l'habitat est en tension ;

- un surcroît plus modéré de ménages à faible niveau de vie au détriment des ménages à niveau de vie élevé ;
- toujours un déficit de grands appartements (superficie supérieure à 80 m²).

variable	modalite	n_DPE	n_fideli	repartition_DPE	repartition_fideli
Habitat	appartements	996 691	12 743 859	100,0	100,0
	0 - densité 1, maille tendue	338 694	3 838 510	34,0	30,1
	1 - densité 1, maille non tendue	334 949	4 642 700	33,6	36,4
	2 - densité 2, maille tendue	141 920	1 617 354	14,2	12,7
	3 - densité 2, maille non tendue	21 947	370 710	2,2	2,9
	4 - densité 3, maille tendue	39 592	446 900	4,0	3,5
Croisement densité X maille habitat	5 - densité 3, maille non tendue	6 319	101 766	0,6	0,8
	6 - densité 4	44 198	644 307	4,4	5,1
	7 - densité 5	53 277	734 055	5,3	5,8
	8 - densité 6	14 992	315 274	1,5	2,5
	9 - densité 7	803	32 283	0,1	0,3
	1 - avant 1948	269 660	2 891 343	27,1	22,7
	2 - 1948-1975	305 903	3 744 229	30,7	29,4
	3 - 1975-1989	123 153	1 585 119	12,4	12,4
Période de construction	4 - 1989-2001	106 900	1 370 286	10,7	10,8
	5 - 2001-2006	34 392	515 729	3,5	4,0
	6 - 2006-2013	89 555	1 063 407	9,0	8,3
	7 - après 2013	67 128	1 173 066	6,7	9,2
	0 - manquants, nuls ou négatifs	105 833	808 056	10,6	6,3
	1 - premier quintile	270 565	3 342 889	27,1	26,2
	2 - deuxième quintile	198 465	2 603 828	19,9	20,4
Structure des niveaux de vie	3 - troisième quintile	156 582	2 148 877	15,7	16,9
	4 - quatrième quintile	132 091	1 894 010	13,3	14,9
	5 - cinquième quintile	133 155	1 946 199	13,4	15,3
	1 - très petit logement	42 450	462 079	4,3	3,6
	2 - petit	199 942	2 168 805	20,1	17,0
Superficie	3 - moyen	606 125	7 741 260	60,8	60,7
	4 - grand	131 511	2 070 057	13,2	16,2
	5 - très grand	16 663	301 658	1,7	2,4
n: 29					

Maisons

Concernant les maisons, on a :

- là aussi, un surcroît de maisons très anciennes (avant 1948) et anciennes (1948-1975) et un déficit de récentes ;
- comme pour les appartements, toujours un surcroît dans les espaces très urbains, mais concernant les maisons, le déficit rural reste marqué, notamment dans les communes de densité 6 et 7 ;
- comme pour les appartements, une déformation plus modérée de la structure des revenus en direction des ménages moins aisés
- un net surcroît de maisons de petites voire très petites surfaces (40-60 m²).

variable	modalite	n_DPE	n_fideli	repartition_DPE	repartition_fideli
Habitat	maisons	520 328	15 846 297	100,0	100,0
Croisement densité X maille habitat	0 - densité 1, maille tendue	67 833	1 464 715	13,0	9,2
	1 - densité 1, maille non tendue	53 104	1 318 471	10,2	8,3
	2 - densité 2, maille tendue	63 028	1 433 496	12,1	9,0
	3 - densité 2, maille non tendue	14 117	329 948	2,7	2,1
	4 - densité 3, maille tendue	37 766	1 030 723	7,3	6,5
	5 - densité 3, maille non tendue	6 407	185 606	1,2	1,2
	6 - densité 4	69 192	2 007 872	13,3	12,7
	7 - densité 5	110 369	3 566 819	21,2	22,5
	8 - densité 6	89 499	3 820 275	17,2	24,1
	9 - densité 7	9 013	688 372	1,7	4,3
Période de construction	1 - avant 1948	175 993	4 884 070	33,8	30,8
	2 - 1948-1975	113 041	2 846 807	21,7	18,0
	3 - 1975-1989	87 484	3 120 391	16,8	19,7
	4 - 1989-2001	49 887	1 699 225	9,6	10,7
	5 - 2001-2006	24 532	904 056	4,7	5,7
	6 - 2006-2013	40 557	1 340 880	7,8	8,5
	7 - après 2013	28 834	1 022 789	5,5	6,5
Structure des niveaux de vie	0 - manquants, nuls ou négatifs	11 698	147 335	2,2	0,9
	1 - premier quintile	93 404	2 151 088	18,0	13,6
	2 - deuxième quintile	107 581	2 922 933	20,7	18,4
	3 - troisième quintile	103 726	3 384 222	19,9	21,4
	4 - quatrième quintile	101 234	3 642 967	19,5	23,0
	5 - cinquième quintile	102 685	3 597 752	19,7	22,7
Superficie	1 - très petit logement	54 247	1 171 947	10,4	7,4
	2 - petit	121 258	2 763 252	23,3	17,4
	3 - moyen	148 116	4 452 040	28,5	28,1
	4 - grand	111 250	4 156 693	21,4	26,2
	5 - très grand	85 457	3 302 365	16,4	20,8

n: 29

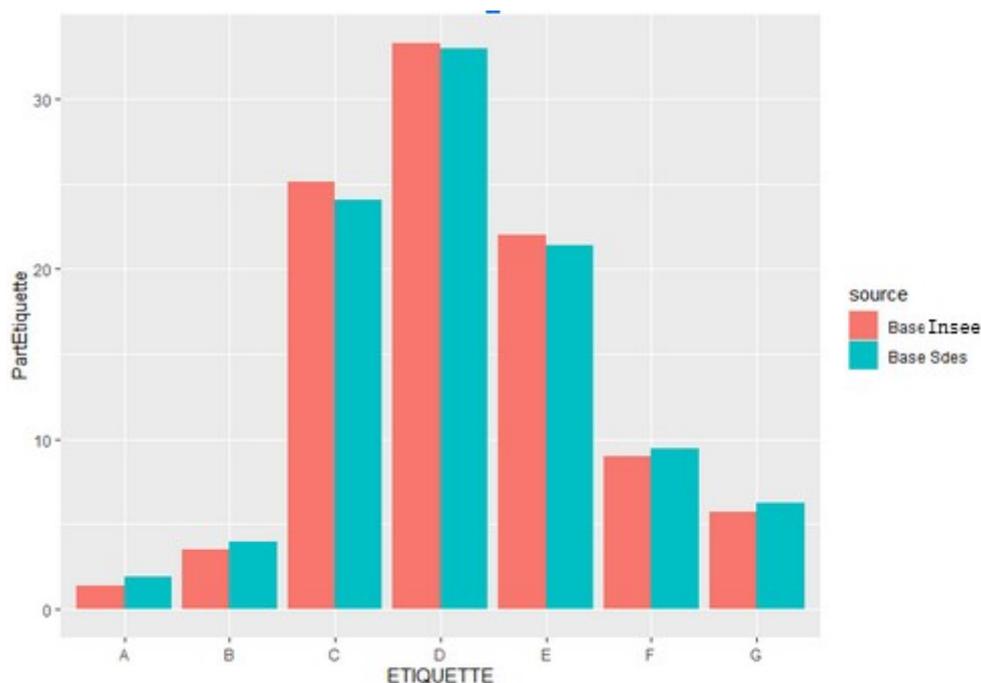
Enfin, nous avons comparé les écarts de structures entre la base appariée et, cette fois, la base des résidences principales *ayant fait l'objet d'une mutation au cours de l'année 2020* (changement d'occupant, acquisition) au sein de Fideli 2022. Les écarts précédemment observés se réduisent sensiblement, sans disparaître complètement cependant.

Écarts entre la base pondérée et les données SDES

Des bases assez proches en termes de structure DPE

La répartition des logements selon leur étiquette DPE est relativement proche entre notre base et la base du SDES (voir graphique ci-après).

On dénombre cependant encore un peu moins de logements très énergivores (F ou G) ou au contraire peu énergivores (A ou B) de notre côté. Inversement, on compte un peu plus d'étiquettes intermédiaires (C, D et E).



Champ : France métropolitaine, ensemble des résidences principales

Sources : Insee, Fidéli 2022 ; Ademe, base des DPE juillet 2022 - juin 2023 ; calculs SDES

Concernant le taux de passoires (étiquettes F et G) en France métropolitaine, il s'élève à 15,7 % au 1er janvier 2023 avec la méthode SDES, contre 14,7 % avec notre base appariée.

Le calcul de ce taux par région montre des écarts hétérogènes entre les deux méthodes. En particulier, notre base compte un peu plus de passoires en Bretagne (0,7 point d'écart), elle en compte moins en Pays-de-la-Loire et Bourgogne-Franche-Comté (-1,1 et -1,2 points respectivement) et nettement moins en Île-de-France (-2,4 points).

reg	region	PartPassoire SDES	PartPassoire base calée	rang SDES	rang base calée	ecart
94	Corse	6.4	4.4	1	1	-2.0
76	Occitanie	9.2	8.4	2	2	-0.7
93	Provence-Alpes-Côte d'Azur	9.2	9.3	3	3	0.1
52	Pays de la Loire	12.4	11.4	4	4	-0.9
53	Bretagne	13.0	13.7	5	6	0.7
75	Nouvelle-Aquitaine	13.1	12.6	6	5	-0.5
44	Grand Est	16.7	15.5	7	7	-1.2
24	Centre-Val de Loire	17.0	16.1	8	9	-0.9
32	Hauts-de-France	17.2	16.1	9	8	-1.2
84	Auvergne-Rhône-Alpes	17.3	16.1	10	10	-1.1
28	Normandie	17.8	18.0	11	11	0.1
27	Bourgogne-Franche-Comté	20.8	19.4	12	13	-1.4
11	Île-de-France	21.7	19.0	13	12	-2.6

n: 13

Cet écart semble d'autant plus acceptable que notre travail a moins vocation à fournir une mesure précise des logements trop consommateurs ou trop émetteurs d'énergie au niveau

national, qu'à permettre des comparaisons entre territoires, essentiellement sur les questions de vulnérabilité. Or sur ce plan, la méthode retenue de notre côté peut présenter des avantages par rapport à celle du SDES.

L'estimation SDES sur les étiquettes du parc de logements peut, elle aussi, être déclinée localement, même si le SDES considère que la modélisation utilisée, conçue pour une estimation au niveau national, n'est pas adaptée à la diffusion de données à un niveau infrarégional et reste donc fragile en deçà.

Ainsi, lorsque les résultats de l'estimation du SDES sont analysés au niveau d'un territoire, ils reflètent pour l'essentiel les grandes tendances qui, au niveau national, permettent d'associer :

- des probabilités de combustible principal à des types de logement³⁶ ;
- des probabilités d'étiquettes à des types de logement³⁷.

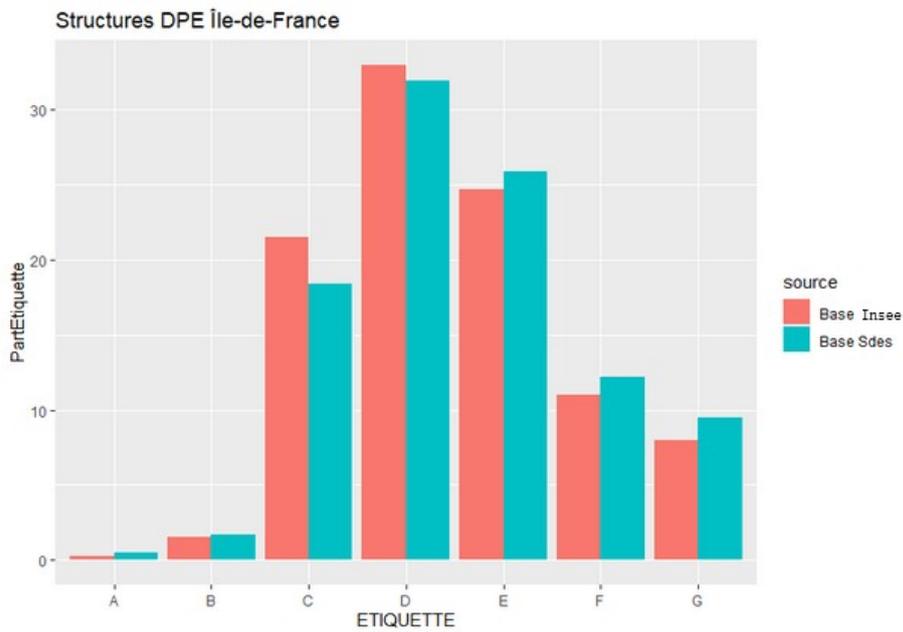
Une dimension territoriale est introduite dans le modèle mais de façon relativement limitée avec l'intégration du département comme variable explicative pour les appartements, et de la zone climatique pour les maisons. Les estimations ne peuvent notamment pas tenir compte de spécificités locales en matière de politiques de rénovation passées par exemple.

Quelques exemples d'écarts issus des deux méthodes d'estimation

En Île-de-France, la base pondérée recense plus d'étiquettes C et moins d'étiquettes E, F et G que le SDES.

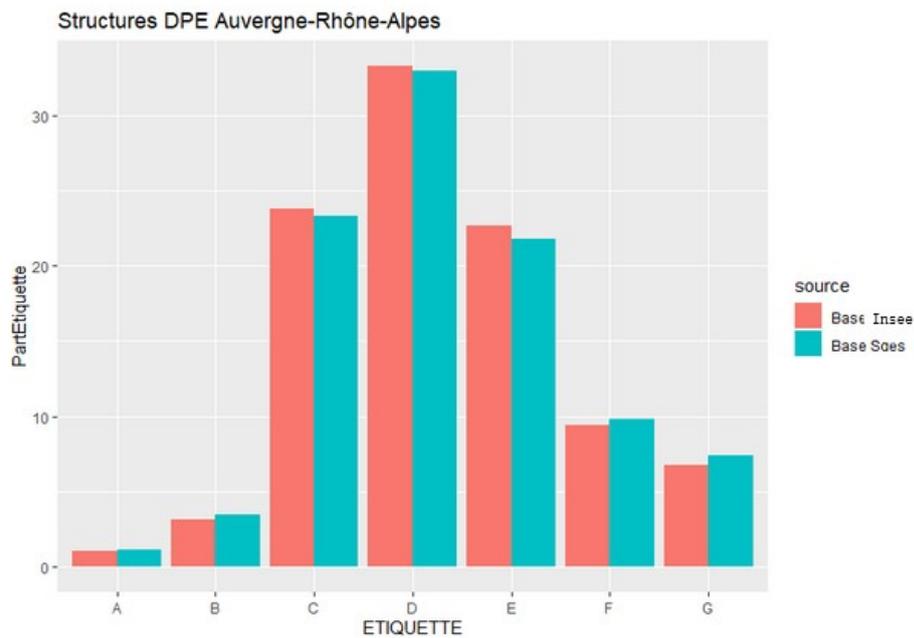
36 Pour cette modélisation, les probabilités de combustibles sont calculées en discernant les logements selon qu'il s'agit d'appartements ou de maisons, d'un logement social ou pas, selon leur période de construction et selon leur surface.

37 Les différents types de logements sont alors distingués selon les caractéristiques principales du logement (maison ou appartement, logement social ou pas), le combustible principal (estimé), la période de construction, la surface Fideli en tranches, ainsi que le type d'agglomération, de climat et une estimation de la valeur locative.



Champ : France métropolitaine, ensemble des résidences principales
 Sources : Insee, Fidéli 2022 ; Ademe, base des DPE juillet 2022 - juin 2023 ; calculs SDES

Pour une région comme Auvergne-Rhône-Alpes, les écarts sont nettement plus modestes :



Champ : France métropolitaine, ensemble des résidences principales
 Sources : Insee, Fidéli 2022 ; Ademe, base des DPE juillet 2022 - juin 2023 ; calculs SDES

Avantages et inconvénients de notre méthode

En comparaison, le choix de la méthode de calage présente un certain nombre d'avantages mais aussi des inconvénients. Ses principaux intérêts sont :

- la disponibilité de toutes les variables du DPE, notamment : les consommations conventionnelles pour chacun des cinq usages d'énergie dans le logement (par exemple les estimations de consommation de froid en scénario standard et dépensier), les divers combustibles et énergies utilisés et leur ampleur dans les consommations d'énergie du logement, la présence ou pas d'une climatisation et ses caractéristiques, diverses variables techniques utilisées ou produites lors des DPE, certaines informations sur le logement issues des DPE (superficie notamment) qui sont susceptibles d'être plus à jour que celles enregistrées dans les fichiers d'imposition.
- l'importance accordée aux DPE effectivement réalisés sur un territoire : cela ouvre la possibilité de saisir des spécificités locales, en particulier les traces d'éventuelles politiques de rénovation récentes (par opposition aux méthodes qui mettent en valeur surtout des effets de structure repérés au niveau national).
- des mises à jour à venir facilitées par rapport à des méthodes prédictives. La qualité des estimations devrait s'améliorer au fur et à mesure que la base Ademe s'étayera (et que la réalisation des diagnostics se normalisera).

Cette méthode présente aussi des inconvénients :

- Les résultats sont plus fragiles sur les territoires où les DPE sont rares ou bien concernent des types de logements peu variés. Cependant, il est possible de calculer, pour chaque EPCI, département et région, des éléments qui aideront à jauger la fiabilité des estimations. Ils sont notamment fondés d'une part sur le nombre et les types de logements diagnostiqués et d'autre part sur la présence de poids élevés associés à certains logements sur les territoires.
- La méthode s'appuie sur une base que l'on peut qualifier d'expérimentale : un risque de biais existe donc. Ce serait le cas en particulier si la propension des logements à être diagnostiqués dépend de façon sensible de leur étiquette DPE (et/ou de variables non observées dans Fideli ayant un lien statistique avec les étiquettes DPE).

Plusieurs éléments sont cependant rassurants. D'une part, même avant calage, la structure des étiquettes de la base des DPE Ademe n'est d'emblée pas très éloignée de celle qui fait foi dans les publications du SDES. D'autre part, les estimations après calages sont notablement stables, y compris pour des modèles de calage relativement frustes. Elles conduisent en outre à des estimations pondérées proches, en structure, de variables n'ayant pas été prises en compte dans le calage. Par exemple, la répartition des combustibles après les calages ne mobilisant pas cette variable s'est avérée proche de la répartition nationale calculée par le Ceren et mobilisée par le SDES. Enfin, les résultats obtenus en matière de parts de logements

énergivores sont très cohérents avec ceux produits côté SDES. Un autre élément rassurant porte en outre sur le fait que la base pondérée retrouve largement les structures de combustibles du recensement, par région

- Diverses variables n'ont pu être introduites qu'au niveau national dans l'opération de calage. C'est en particulier le cas des marges Ceren, qui décrivent les énergies de chauffage principales : elles n'existent en effet qu'au niveau national. Il aurait été possible d'utiliser, concernant les énergies de chauffage, des marges issues du recensement de la population (RP). Cependant, dans les travaux du Sdes, ce sont les données Ceren qui font foi. Et déjà nationalement, celles-ci diffèrent des marges qu'indiquerait le recensement de la population.

Cet écart entre les données CEREN et RP au niveau national peut provenir en partie du fait que les données RP sont déclaratives, ainsi que du fait que la nomenclature de combustibles proposée dans le questionnaire RP diffère de celle utilisée par les diagnostiqueurs. Le Ceren estime ainsi une part de l'électricité plus élevée que le RP, par exemple. Cela pourrait tenir à ce qu'une partie des enquêtés du RP se reconnaissent plus dans la case « autre type de combustible » que dans « électricité » lorsqu'ils ont fait installer une pompe à chaleur dans leur logement en remplacement de leurs anciens chauffages électriques.

Sans surprise du fait du calage, au niveau national, la base Insee pondérée reproduit les écarts Ceren-RP attendus - avec notamment une estimation de la part des logements chauffés à l'électricité plus élevée, et de ceux chauffés « au bois et autres combustibles » moins élevée que dans le RP.

De façon rassurante cependant, peu de régions dérogent à ces tendances globales : les structures de combustibles issues de notre base correspondent raisonnablement bien à celles fournies par le RP, modulo les écarts attendus côté logements chauffés à l'électricité et sur la catégorie des logements dont l'énergie principale est « autres combustibles, dont le bois ».

Tableau : combustible principal de chauffage dans les résidences principales (France métropolitaine et régions)

	Fioul		Electricité		Gaz		Chauffage urbain		GPL	Gaz Butane	Bois	Autres combustibles
	Base Insee	RP	Base Insee	RP	Base Insee	RP	Base Insee	RP	Base Insee	RP	Base Insee	RP
France métropolitaine	9,1 %	10,5 %	37,5 %	34,4 %	36,2 %	35,2 %	5,9 %	5,5 %	1,3 %	1,6 %	10,0 %	12,8 %
Île-de-France	4,4 %	5,5 %	31,6 %	33,9 %	44,5 %	41,6 %	16,8 %	15,3 %	0,6 %	0,5 %	2,1 %	3,2 %
Centre-Val de Loire	10,3 %	11,3 %	38,8 %	33,6 %	33,6 %	33,0 %	4,1 %	3,6 %	2,1 %	2,6 %	11,1 %	16,0 %
Bourgogne-Franche-Comté	15,0 %	15,5 %	25,5 %	21,4 %	33,3 %	34,3 %	5,6 %	5,1 %	1,8 %	1,8 %	18,8 %	21,8 %
Normandie	12,0 %	12,9 %	38,0 %	33,7 %	30,9 %	30,6 %	6,1 %	4,5 %	2,4 %	2,4 %	10,6 %	15,8 %
Hauts-de-France	8,4 %	9,1 %	28,7 %	25,3 %	47,2 %	50,0 %	3,8 %	2,9 %	1,1 %	1,3 %	10,8 %	11,3 %
Grand Est	14,1 %	14,7 %	24,4 %	21,3 %	43,5 %	43,2 %	5,2 %	4,5 %	0,8 %	1,1 %	12,1 %	15,2 %
Pays de la Loire	7,8 %	10,3 %	42,1 %	38,1 %	33,5 %	31,1 %	4,3 %	2,9 %	1,9 %	2,0 %	10,5 %	15,5 %
Bretagne	12,8 %	14,2 %	42,6 %	37,0 %	29,7 %	27,3 %	2,7 %	2,4 %	1,6 %	2,1 %	10,6 %	17,0 %
Nouvelle-Aquitaine	9,2 %	10,5 %	42,8 %	37,8 %	30,4 %	30,1 %	2,4 %	1,5 %	1,7 %	2,2 %	13,6 %	17,9 %
Occitanie	7,1 %	9,2 %	50,8 %	46,6 %	26,5 %	26,6 %	1,8 %	1,5 %	1,0 %	2,0 %	12,8 %	14,2 %
Auvergne-Rhône-Alpes	10,8 %	12,9 %	34,5 %	29,8 %	37,1 %	35,4 %	4,7 %	5,5 %	1,3 %	1,8 %	11,6 %	14,6 %
Provence-Alpes-Côte d'Azur	7,6 %	9,5 %	53,4 %	50,4 %	29,4 %	26,2 %	0,9 %	3,2 %	0,7 %	1,8 %	8,0 %	9,0 %
Corse	1,7 %	2,4 %	72,5 %	64,4 %	11,5 %	12,7 %	0,0 %	1,0 %	7,4 %	3,1 %	6,8 %	16,4 %

Quelques régions s'éloignent cependant un peu du tableau général :

- En Île-de-France, notre estimation de la part de ménages chauffés à l'électricité est sensiblement moins élevée que dans le RP, contrairement à l'attendu, et ce à l'avantage des logements au gaz de ville, sensiblement plus fréquents dans la base Insee pondérée que dans le RP.
- En Normandie, la part de chauffage urbain estimée est légèrement plus élevée que dans le RP.
- Dans les Hauts-de-France, c'est le chauffage au gaz qui est moins élevé, l'écart sur les combustibles « autres » étant en revanche relativement réduit.
- Dans les Pays-de-la-Loire, nous estimons une part de fioul moins élevée que le RP, l'écart sur les combustibles « autres » étant en revanche plus élevé qu'en France métropolitaine en général.
- En Provence-Alpes-Côte d'Azur, en revanche, la répartition des combustibles estimés diffère un peu plus qu'ailleurs de la tendance générale : plus de gaz de ville qu'attendu, moins de chauffage urbain, et un écart presque trop modeste sur les combustibles « autres », en comparaison de la France métropolitaine dans son ensemble.

D - Bibliographie

- Règles de construction des DPE

Journal Officiel de la République Française, [arrêté du 25 mars 2024 modifiant les seuils des étiquettes du diagnostic de performance énergétique pour les logements de petites surfaces et actualisant les tarifs annuels de l'énergie](#)

Journal Officiel de la République Française, [arrêté du 8 octobre 2021 modifiant la méthode de calcul et les modalités d'établissement du diagnostic de performance énergétique.](#)

- Chiffres clés et travaux de référence

Baba-Moussa W., Le Saout R., [Le parc de logements par classe de performance énergétique au 1er janvier 2023](#), Observatoire national de la rénovation énergétique (ONRE), novembre 2023.

SDES, [Chiffres-clés du logement - édition 2022](#), Datalab, juillet 2022.

[Études et rapports](#) de l'Observatoire national de la précarité énergétique (ONPE).

SDES, [Les ménages et la consommation d'énergie](#), Théma Analyse, 2017.

- D'autres approches de la vulnérabilité énergétique

ONPE, [Tableau de bord de la précarité énergétique](#), novembre 2023

Gournet R., Beslay C., Nolay P., De Oliveira G., [Enquête longitudinale : Suivi de 30 ménages en précarité énergétique](#), ONPE, novembre 2022.

Domergue S., Meynard Cl.-L., Meurisse B., Robinet A., [Rénovation énergétique des logements : des bénéfices de santé significatifs](#), CGDD, Théma Essentiel, mars 2022.

ONPE, [Colloque de l'Observatoire national de la précarité énergétique : les dix ans du Grenelle de l'Environnement - synthèse](#), novembre 2021.

ONPE, [Revue des approches existantes pour l'analyse des impacts de la précarité énergétique sur la santé des populations](#), 2019.

- Critiques et réflexions sur les DPE

Abdelouadoud Y., [Sur le nombre de passoires énergétiques en France](#), Alternatives énergétiques, novembre 2021.

Slama B., [Entretien : les faiblesses de la méthode DPE](#), Quotidiag, février 2023.

Astier J. , Salem A., Fack G., Fournel J., Maisonneuve F., [Performance énergétique du logement et consommation d'énergie : les enseignements des données bancaires](#), CAE, Focus n° 103, janvier 2024.

- Réflexions autour de la transition énergétique

Ademe Magazine, [Qu'est-ce qu'une transition socialement juste ?](#), octobre 2023.

Henriet P., Longuet G., [« Pour une rénovation énergétique des bâtiments pilotée, encouragée et accélérée »](#), rapport d'office parlementaire n° 129, Sénat, novembre 2022.

Centre d'observation de la société, [« Habitat pavillonnaire : est-ce le début de la fin ? »](#), novembre 2022.

- Rénovation, dispositifs d'aides et bénéficiaires potentiels

Agence parisienne d'urbanisme, [« Impact au 1er juillet 2024 de l'arrêté sur les diagnostics de performance énergétique des logements du Grand Paris »](#), juin 2024.

ONPE, [Tout savoir sur les aides financières pour prévenir et traiter la précarité énergétique](#), mars 2024 pour la dernière mise à jour.

Gardin-Ghuiard L., [La rénovation des passoires thermiques dans le logement social](#), ANCOLS, février 2024.

Kraszewski J., Le Jeannic T., [Les rénovations énergétiques aidées du secteur résidentiel entre 2016 et 2020. Résultats provisoires](#), ONRE, février 2023.

Giraudet L-G, Bourgeois C., Quirion P., [Efficacité économique et effets distributifs de long-terme des politiques de rénovation énergétique des logements](#), Économie & prévision Année 2020, n° 217.

- Émissions de gaz à effet de serre

Rathle J.-P., [Les réductions des émissions de gaz à effet de serre liées aux rénovations](#) - Résultats de l'enquête Tremi 2020, ONRE, septembre 2022.

Pottier A., Combet E., Cayla J-M., de Lauretis S., Nadaud F., [Qui émet du CO2 ? Panorama critique des inégalités écologiques en France](#), Revue de l'OFCE n° 169, mai 2020.

- Publication régionales de l'Insee

Fidani G., Méreau B., [Logement : plus d'un ménage sur dix en situation de vulnérabilité énergétique](#), Insee Analyses Provence-Alpes-Côte d'Azur n° 133, septembre 2024.

Série des Documents de Travail « Action régionale »

H2011/01

Panorama des villes moyennes
Jean-Michel Floch et Bernard Morel

H2012/01

Les déterminants régionaux de l'innovation
Benoît Buisson, Lionel Doisneau, Claire Kubrak, Michelle Mongo et Corinne Autant-Bernard

H2012/02

Estimations locales du handicap dans l'enquête Handicap-Santé 2008
Josiane Le Guennec

H2012/03

Estimations régionales dans l'enquête nationale Transport et Déplacements 2007-2008
Josiane Le Guennec

H2012/04

Détection des disparités socio-économiques L'apport de la statistique spatiale
Jean-Michel Floch

H2013/01

Concentration et spécialisation des activités économiques : des outils pour analyser les tissus productifs locaux
Claire Kubrak

H2014/01

La ségrégation spatiale dans les grandes unités urbaines de France métropolitaine : une approche par les revenus
Gaëlle Dabet Jean-Michel Floch

H2014/02

Rapport du groupe de travail DREES/INSEE/DRJSCS sur les indicateurs locaux de suivi du plan pluriannuel de lutte contre la pauvreté et pour l'inclusion sociale (PPLPIS)

H2016/01

Élaboration des Produits Intérieurs Bruts régionaux en base 2010 : Principes et méthodologie
Benoît Hurpeau

H2018/01

Structurel, résiduel, géographique : Principe et mise en oeuvre des approches comptable et économétrique
Claire Kubrak

H2018/02

Les dynamiques de la qualité de vie dans les territoires
Robert Reynard Pascal Vialette

H2018/03

Guide de sémiologie graphique

H2018/04

Guide de sémiologie cartographique

H2019/01

Les entreprises régionales Concepts, usages, mesure statistique
Lionel Doisneau

H2021/01

Des projections nationales aux projections locales
Laure Crusson Jérôme Fabre

H2021/02

Décomposition de l'évolution de l'emploi par catégorie d'entreprise
Hervé Bacheré Benoît Mirouse Zoé Brassier

2022-18

La grille communale de densité à 7 niveaux
Simon Beck, Marie-Pierre De Bellefon, Jocelyn Forest, Mathilde Gerardin, David Levy,

2023-01

Cas d'utilisation des indices de Theil pour mesurer les disparités spatiales selon les revenus à l'infracommunal
Mathilde Gerardin Julien Pramil

2023-11

La rétopolation en 2010 du zonage en aires d'attraction des villes de 2020
Simon Beck Olivier Pégaz-Blanc Adem Khamallah

2023-15

Utilisation d'une méthode de scoring pour des estimations locales à partir d'une enquête nationale : exemple avec l'enquête TIC-ménages
Aline Branche-Seigeot

2025-01

Une estimation du taux de vulnérabilité énergétique des ménages pour le logement
Simon Beck Kendal Masson Virginie Mora Simon Prusse