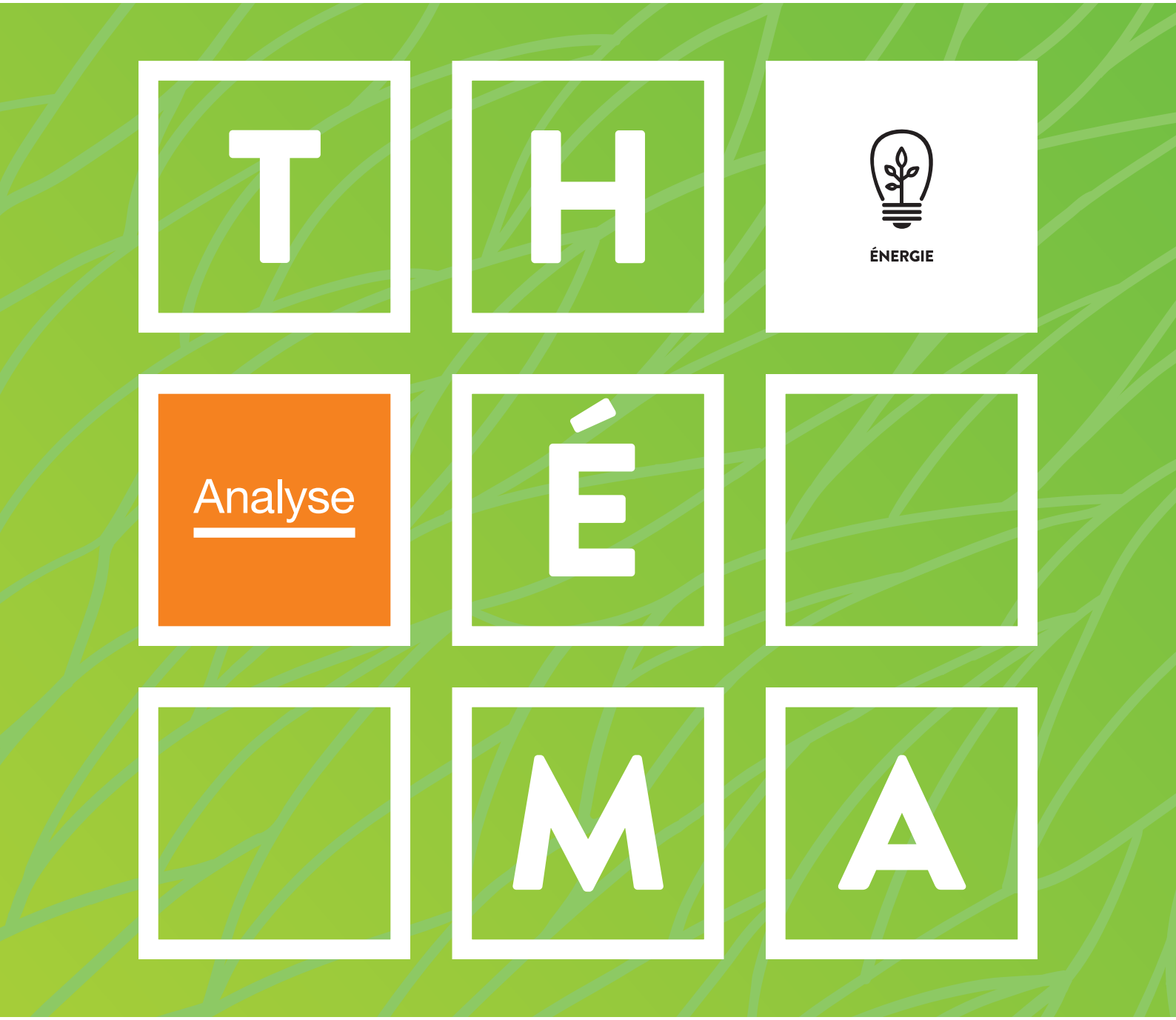
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER,
EN CHARGE DES RELATIONS INTERNATIONALES SUR LE CLIMAT



Les ménages et la consommation d'énergie

MARS 2017

Les ménages et la consommation d'énergie

sommaire

7 - Comment se caractérisent les ménages en précarité énergétique ?

39 - Quelle performance thermique des logements et quels comportements des ménages ?

69 - Influence de la localisation sur la consommation et la précarité énergétiques

93 - Les travaux de rénovation : quelles aides ? Quel effet rebond ?

114 - Annexes

Document édité par :
Le service de l'observation et des statistiques (SOeS)

contributeurs

FXD

François-Xavier
Dussud
Coordinateur

DL

Daniel **Lepoittevin**
Coordinateur

NR

Nicolas **Riedinger**
Coordinateur

avant-propos

Face aux défis que doit relever la politique énergétique, éclairer les débats en s'appuyant sur des données objectives est crucial. L'enquête « Performances de l'Habitat, Équipements, Besoins et Usages » (Phébus), réalisée par le service statistique du ministère chargé de l'énergie, vise à y contribuer. Elle permet en particulier de décrire la performance thermique des logements et éclaire sur les comportements de consommation d'énergie des ménages, que ce soit dans l'habitat ou dans les transports. Le croisement de ces informations avec le revenu des ménages enrichit en outre notre compréhension de la précarité énergétique.

Dans le but de nourrir le débat, cette publication rassemble des analyses exploitant le large spectre d'informations contenues dans l'enquête Phébus et réalisées par des auteurs venus d'horizons divers.

— Sylvain Moreau
CHEF DU SERVICE DE L'OBSERVATION ET DES STATISTIQUES (SOeS)

Un appel à contributions

Cette publication, consacrée à différentes analyses exploitant les données de l'enquête Phébus, est le résultat d'un appel à contributions lancé par le service de l'observation et des statistiques (SOeS), fin 2014, afin d'apporter des éclairages sur la consommation d'énergie des ménages. Cette démarche a reçu un écho très favorable auprès d'auteurs d'horizons différents. Si tous utilisent les données de l'enquête, parfois enrichies avec d'autres sources statistiques, leurs approches sont variées. Parmi les thématiques abordées, celle de la précarité énergétique occupe une place privilégiée. Elle est en effet au confluent des questions de performance thermique des logements, de comportement de consommation énergétique et de capacité financière des ménages à faire face aux dépenses afférentes. La richesse de l'enquête Phébus permet en outre d'étendre l'analyse de cette problématique, jusqu'ici abordée sous l'angle du logement uniquement, à l'énergie utilisée pour le transport. Cette extension conduit notamment à s'intéresser à la dimension géographique du phénomène.

Dix études sont présentées dans ce document. Leurs auteurs sont issus :
- du Commissariat général au développement durable (CGDD) ;
- d'établissements publics à vocation d'études et de recherche : le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) et le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) ;
- d'agences : l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) et l'Agence nationale de l'habitat (Anah) ;
- d'un opérateur énergétique : EDF ;
- d'un organisme de recherche et d'étude sur les consommateurs : le Credoc ;
- d'un laboratoire de recherche universitaire : le laboratoire aménagement economie transports (Laet), rattaché à l'Université de Lyon ;
- d'un cabinet d'études : Sereho.

Note : les articles de cette publication n'engagent que leurs auteurs.

partie 1

Comment se caractérisent les ménages en précarité énergétique ?

Sabrine Bair, Fateh Belaïd, Olivier Teissier, Isolde Devalière /CSTB Ademe
Quantifier et caractériser les ménages en précarité énergétique

Damien Verry, Kuscha Dy, Jean-Pierre Nicolas/Cerema Laet
Vulnérabilité énergétique et mobilité quotidienne : quelle mesure ?

Lucie Brice, Patricia Croutte, Sandra Hoibian, Pauline Jauneau-Cottet/Credoc
Situations de précarité énergétique, pratiques de sobriété énergétique : un point sur la situation des ménages

Quantifier et caractériser les ménages en précarité énergétique

Sabrine Bair, Fateh Belaïd, Olivier Teissier, Isolde Devalière

Cet article vise à caractériser les ménages en précarité énergétique à partir des indicateurs retenus par l'Observatoire national de la précarité énergétique (ONPE) et calculés d'après l'enquête performance de l'habitat, équipements, besoins et usages de l'énergie (Phébus). Celle-ci présente l'intérêt d'approfondir la connaissance du phénomène de précarité énergétique, en offrant un indicateur synthétique de la performance énergétique des logements des ménages concernés (le diagnostic de performance énergétique - DPE) et de nouvelles variables liées aux pratiques des ménages (restriction de chauffage, difficultés de paiement, usages du chauffage). L'analyse confirme que les indicateurs retenus sont très liés aux caractéristiques socio-économiques et, dans une moindre mesure, aux caractéristiques du logement.

La définition juridique de la précarité énergétique[1] rappelle que les causes de la précarité énergétique sont multiples et complexes et que le phénomène s'explique principalement par la conjonction de plusieurs facteurs : i) de mauvaises conditions d'habitat, ii) une tendance à la hausse des prix des différentes énergies, et iii) un faible revenu du ménage.

Conscient de la difficulté de rendre compte de la diversité des situations, l'Observatoire national de la précarité énergétique (ONPE) propose de caractériser des populations en situation de précarité énergétique à partir de plusieurs indicateurs. Les statistiques présentées dans cet article sont tirées des travaux récents de l'ONPE ; pour plus de détails, le lecteur pourra se reporter aux publications en ligne sur le site Internet de l'ONPE[2]. Les analyses qui suivent ont été conduites sur l'échantillon du volet DPE de l'enquête Phébus (environ 2 400 logements).

UN PANIER D'INDICATEURS POUR QUANTIFIER UN PHÉNOMÈNE COMPLEXE

Le panier d'indicateurs retenus par l'Observatoire national de la précarité énergétique renvoie à deux approches complémentaires : celle de l'effort financier, et celle plus subjective de la déclaration du froid.

La première compare, par différentes méthodes, les dépenses d'énergie domestique des ménages à leurs ressources et propose des seuils pour évaluer si les dépenses sont « soutenables » ou si elles rendent les ménages vulnérables à d'autres aléas économiques.

La seconde analyse les raisons de l'inconfort thermique exprimé par les ménages et ne retient que celles qui font référence à la définition légale de la précarité énergétique.

Les définitions de ces indicateurs pour caractériser le phénomène sont rappelées dans l'ordre d'apparition dans la littérature :

- Le taux d'effort énergétique supérieur à 10 % (TEE) et ce même indicateur appliqué aux ménages des trois premiers déciles de revenu disponible par unité de consommation (TEE_3D). Le taux d'effort énergétique correspond à la part des dépenses d'énergie sur le revenu disponible du ménage ; le seuil au-delà duquel un ménage est considéré en précarité énergétique est de 10 %. Ce seuil absolu de référence est actuellement très imparfait pour prendre en compte les revenus disponibles. Le seuil critique pourrait par ailleurs être fixé à deux fois la médiane. Le TEE_3D fait intervenir une seconde condition pour éviter de cibler des ménages disposant de ressources jugées confortables. Il se limite aux ménages des trois premiers déciles de revenu disponible par unité de consommation (UE) – (ce critère permet de pondérer le revenu en fonction de la composition du ménage).

- La déclaration de froid au cours de l'hiver précédant l'enquête limité aux motifs de précarité énergétique (FR) et ce même indicateur appliqué aux trois premiers déciles de revenu disponible par unité de consommation (FR_3D). Ces indicateurs ciblent les ménages ayant exprimé une sensation de froid pour des raisons qui relèvent de la précarité énergétique : mauvaise isolation du logement, défaillance de l'équipement de chauffage, panne durable, restriction en raison du coût de l'énergie et coupure du fournisseur d'énergie.

- L'indicateur des bas revenus et dépenses élevées (BRDE) est directement inspiré des travaux anglais du professeur J. Hills (*encadré 1*). Cet indicateur comprend deux conditions, l'une sur la dépense d'énergie des ménages, l'autre sur le revenu restant une fois déduites les dépenses de logement (à l'exclusion

[1] *La loi Grenelle II du 10 juillet 2010 définit la précarité énergétique comme une « difficulté particulière 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 ».*

[2] *www.onpe.org/*

Encadré 1 : l'Angleterre pionnière en matière de caractérisation de la précarité énergétique, de la construction du taux d'effort énergétique à l'indicateur « Hills »

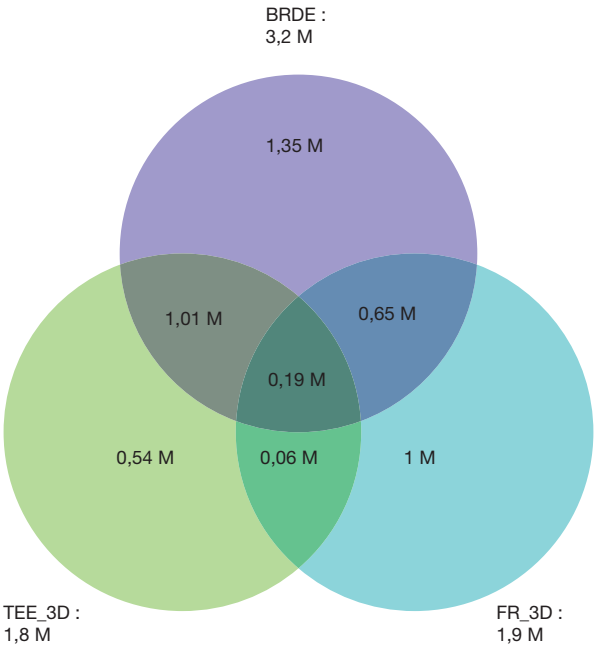
La « précarité énergétique » est née en Angleterre dans les années 1970, sous le vocable de « *fuel poverty* ». Elle est la résultante de l'activisme des associations de défense des consommateurs et de protection de l'environnement qui ont dénoncé lors d'une grande campagne nationale un phénomène jusqu'alors peu exploré, la surmortalité hivernale. Elles ont démontré comment « les prix de l'énergie affectaient les ménages pauvres, dont ceux dépendant de l'aide sociale », et comment l'usage des compteurs individuels à prépaiement participait à l'auto-restriction. Suite à la sortie d'un rapport de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) sur la mortalité liée à un logement inadéquat, le Professeur Christine Liddell estimait à 65 décès quotidiens, soit 7 800 personnes par an, l'impact de la « *fuel poverty* » en Angleterre. La question de la santé a donc été un levier fort, et une des principales motivations des gouvernements anglais et irlandais à débloquer des fonds pour mettre en œuvre des programmes d'aides spécifiques auprès de cette population, sur des territoires ciblés.
De nombreux travaux scientifiques ont alimenté le pilotage de politiques publiques en Angleterre visant la lutte contre l'habitat indigne et la « *fuel poverty* » (programme Warm Front de réhabilitation de logements, campagne « *Energy Bill Revolution* » en 2012, programme Green Deal-ECO).
Le seuil des 10 % de taux d'effort énergétique, c'est-à-dire la part des dépenses d'énergie sur le revenu disponible du ménage, a été l'indicateur de mesure officiel de la précarité énergétique des années 1990 à 2012. Ce seuil a été adopté pour la première fois en 1991. Brenda Boardman, professeur à l'Université de Exeter (Royaume-Uni), avait mis en évidence que les 30 % des ménages les plus pauvres dépensaient en moyenne 10 % de leurs revenus pour le poste énergétique, soit deux fois la dépense médiane britannique, seuil au-delà duquel les coûts énergétiques sont considérés comme « excessifs ».
Un tel indicateur permettait ainsi d'effectuer une première comptabilisation des ménages concernés et de suivre l'évolution du phénomène dans le temps, à partir de données aisément accessibles (coûts énergétiques, revenus) et mises à jour régulièrement par les enquêtes statistiques nationales.
La définition opérationnelle anglaise a progressivement évolué dans le temps. L'approche traditionnelle par le seuil de 10 % a été remise en cause, aussi bien par la communauté scientifique que par les pouvoirs publics anglais. La quantification du phénomène n'était plus satisfaisante, les populations identifiées ne remplissaient pas forcément les critères de pauvreté, le seuil était obsolète, etc.
Aussi, en 2011, le Secrétaire d'État en charge de l'énergie et du changement climatique a missionné le professeur Hills, de la London School of Economics, pour revisiter la question de la précarité énergétique. John Hills et les différents contributeurs au débat ont fait de nombreuses propositions pour définir un nouveau système de calcul plus adapté et plus pertinent.
La première proposition consiste à déduire le coût du logement du revenu disponible des ménages, dans la mesure où les ménages ne peuvent affecter les dépenses de logement (pas plus que les taxes nationales ou locales) aux dépenses d'énergie. Le coût du logement est une contrainte forte du budget du ménage et ne peut être une variable d'ajustement. La deuxième proposition consiste à ramener le revenu à la composition du ménage. L'idée est d'utiliser des revenus équivalents (« *equivalised* »), par unité de consommation, pour adapter le niveau de ressources requis à la taille des ménages.
Ces travaux ont fait émerger un indicateur synthétique, dit « Bas revenus dépenses élevées » (BRDE) (ou *Low Income High Cost*, LIHC, en anglais), qui a été adopté par le gouvernement anglais fin 2012.
Cet indicateur se caractérise par deux conditions. Le ménage est en précarité énergétique selon l'indicateur BRDE s'il respecte les deux critères suivants :
- sa dépense d'énergie théorique est supérieure à la médiane nationale (la dépense est calculée sur la base d'une méthode conventionnelle comparable au DPE français) ;
- son revenu restant une fois déduites les dépenses de logement (à l'exclusion des dépenses d'énergie) et rapporté à l'unité de consommation, est inférieur à la somme de 60 % de la médiane de cette variable et des dépenses d'énergie.

des dépenses d'énergie). La dépense en énergie et le seuil sont rapportés à la surface du logement[3]. Le revenu restant est divisé par le nombre d'unités de consommation, pour tenir compte de la composition du ménage.

Le calcul de ces trois indicateurs à partir de l'échantillon Phébus des ménages disposant d'un diagnostic de performance énergétique (DPE) montre que les indicateurs ciblent des populations relativement distinctes. Les indicateurs TEE_3D et BRDE ont une large intersection (1,2 millions de ménages), tandis que le FR_3D cible un groupe de ménages plus distincts des deux premiers. L'ensemble de ces populations serait de l'ordre de 4,8 millions de ménages, soit environ 18 % de la population française (*graphique 1*).

Graphique 1 : recoupements entre les populations concernées par les différents indicateurs de précarité énergétique, en France métropolitaine

En millions de ménages



Notes : TEE_3D est le taux d'effort énergétique, appliqué aux trois premiers déciles de revenu par unité de consommation.
Fr_3D est la déclaration de froid limitée aux motifs de précarité énergétique, appliqué aux trois premiers déciles de revenu par unité de consommation.
BRDE est l'indicateur « bas revenu dépenses (en énergie) élevées », rapportées à la surface habitable.
Au total 1,8 million de ménages sont touchés par la précarité énergétique selon l'indicateur TEE_3D ; 0,19 million de ménages sont touchés par la précarité énergétique selon les trois indicateurs.
Champ : ménages de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

LES CARACTÉRISTIQUES SOCIO-ÉCONOMIQUES DES MÉNAGES EN PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE

Les profils-types des ménages ciblés par les différents indicateurs de précarité énergétique, sont les suivants (*tableau 1*) :

- Le TEE_3D concerne des ménages de faible taille (moins de deux personnes en moyenne et majoritairement des personnes seules) et plutôt âgés (47 % sont âgés de plus de 60 ans), souvent retraités (47 % des cas). Les populations vulnérables (chômeurs, étudiants, au foyer) sont surreprésentées. Les femmes sont également surreprésentées parmi les répondants. La moitié d'entre eux est propriétaire, l'autre locataire.

- Le BRDE cible des ménages de taille moyenne (2,45 personnes en moyenne contre 2,34 pour la population), avec toutefois une grande proportion de ménages composés d'une personne, plus jeunes que la moyenne (49 ans contre 54 ans). Pour autant, en termes d'emploi, leur taux d'emploi est à peine égal à celui de la moyenne nationale et les situations de vulnérabilité sont surreprésentées (18 % sont chômeurs, 11 % au foyer, 6 % de familles monoparentales). Les femmes sont également surreprésentées, ainsi que les personnes étrangères ou ayant acquis la nationalité française. Ces ménages ne sont en général pas propriétaires (plus de 70 % sont locataires et 30 % environ sont locataires du parc social) et leur facture d'énergie est au-dessus de la moyenne nationale, soit 1 700 € contre 1 500 € en moyenne.

- Le FR_3D concerne en moyenne des ménages assez proches de ceux ciblés par le BRDE. Ils sont toutefois plus jeunes (3 ans de moins en moyenne et 10 % de retraités en moins)[4].

Le FR_3D compte un quart de ménages au foyer (23 %), cette situation les pénalisant davantage. Ils sont très majoritairement locataires (85 %) et habitent le plus souvent dans le parc social. On retrouve une forte proportion de femmes comme personnes de référence du foyer.

Les ménages concernés par la précarité énergétique quel que soit l'indicateur, partagent ainsi plusieurs caractéristiques de fragilité, en raison de leurs faibles ressources financières et de leur statut d'occupation (majoritairement locataires) qui les rendent très dépendants d'un bailleur social ou privé.

[3] L'ONPE propose deux indicateurs BRDE. Pour le premier, BRDE_m², les dépenses sont divisées par les m² ; pour le second, elles sont divisées par les unités de consommation. Par simplification, seul le premier est retenu ici, sous le terme de BRDE, c'est celui qui se rapproche le plus de la méthode adoptée en Angleterre.

[4] Les travaux de Cavailhès ([3] CGDD-INRA 2011) sur le froid confirment l'impact de l'âge dans la sensation d'inconfort thermique. Les plus âgés sont aussi ceux qui déclarent le moins souffrir du froid, leur référence socio-culturelle au froid étant plus stricte que les plus jeunes. Cette répartition se retrouve pour d'autres nuisances (bruit, pollution, etc.) : dans la plupart des études sur le ressenti des personnes, les moins de 30 ans se plaignent presque toujours davantage d'un plus grand nombre de nuisances, que les autres classes d'âge, alors que les plus de 65 ans sont les moins insatisfaits. Il y a probablement là un effet lié au choix d'une variable déclarée pour caractériser la vulnérabilité énergétique : elle dépend de la subjectivité des enquêtés.

Tableau 1 : caractéristiques socio-économiques des ménages de France métropolitaine

	Précaires énergétiques selon l'indicateur			Population totale
	TEE_3D	BRDE	Fr_3D	
Nb de ménages concernés	1 855 058	3 181 592	1 956 195	26 314 656
Part des ménages (en %)	7	12,1	7,4	100
Nb d'individus concernés	3 475 541	7 800 719	6 183 342	61 836 342
Nb d'individus par ménage	1,9	2,4	2,3	2,3
Âge moyen de la personne de référence (en années)	58,6	49	46,5	54,5
Âge de la personne de référence (en %)				
> 60 ans	47	18	14	36
≤ 60 ans	53	82	86	64
Total	100	100	100	100
Composition du ménage (en %)				
Un adulte	54	44	35	32
Un adulte et enfant(s)	3	6	5	3
Deux adultes	24	12	21	32
2 adultes et 1 enfant	6	13	12	15
2 adultes et 2 enfants et +	13	26	27	19
Total	100	100	100	100
Revenu disponible moyen (en euros/an)	14 756	18 213	19 550	35 501
Revenu disponible par UC moyen (en euros/an)	10 916	11 643	11 665	22 551
Activité de la personne de référence (en %)				
Emploi	30	50	50	51
Étudiant, apprenti	3	2	2	1
Chômeur	11	18	14	6
Retraité	47	20	10	36
Autre : au foyer, handicapé, etc.	9	11	23	6
Total	100	100	100	100
Sexe de la personne de référence (en %)				
Homme	50	51	43	64
Femme	50	49	57	36
Total	100	100	100	100
Statut d'occupation de la personne de référence (en %)				
Propriétaire	50	28	15	59
Locataire du parc privé	31	42	40	24
Locataire du parc social	20	29	45	17
Total	100	100	100	100

Notes : TEE_3D est le taux d'effort énergétique, appliqué aux trois premiers déciles de revenu par unité de consommation.
Fr_3D est la déclaration de froid limitée aux motifs de précarité énergétique, appliqué aux trois premiers déciles de revenu par unité de consommation.
BRDE est l'indicateur « bas revenu dépenses (en énergie) élevées », par m² de surface habitable.
Le tableau présente les principales caractéristiques socio-économiques des ménages en précarité énergétique comparés à la moyenne nationale. Par exemple, les ménages qui cumulent un TEE de 10 % et des ressources faibles (TEE_3D) sont composés à 54 % d'un seul adulte, contre 32 % des ménages de France métropolitaine.
Champ : ménages de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

LES CARACTÉRISTIQUES DES LOGEMENTS DES MÉNAGES EN PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE

Les logements anciens (avant 1975) et ceux ayant une étiquette énergétique de type F et G sont surreprésentés dans toutes les formes de précarité énergétique. La première publication exploitant l'enquête Phébus [2] montre qu'il y a une corrélation entre l'âge du bâtiment et son étiquette énergétique. Au-delà de ce point commun, les grandes caractéristiques des différents groupes de précaires liés à l'énergie sont les suivantes (*tableau 2*) :

- **le TEE_3D** concerne en majorité des maisons individuelles (60 %, soit très légèrement plus que la moyenne nationale à 58 %). En termes de confort du logement, même si ces ménages occupent principalement des logements plus petits que l'ensemble de la population, ils disposent d'une surface par personne supérieure à la moyenne. Leur facture d'énergie est nettement supérieure à l'ensemble des ménages français (en valeur absolue et en m²). Le fioul est surreprésenté, l'électricité sous-représentée. Les logements construits avant 1948 représentent la moitié de la cible (contre 30 % seulement dans le parc total) ; les logements de catégories F et G comptent également pour 50 % (contre 30 % dans le parc total). Enfin, les zones rurales sont surreprésentées (près de 40 % de la cible contre une moyenne nationale à peine supérieure à 20 %) ;

- **le BRDE** cible au contraire des logements collectifs (65 % contre 45 % en moyenne nationale), avec du chauffage collectif (21 % contre 16 % en moyenne). Les logements sont plutôt petits (67 m² contre 93 m² en moyenne), et sont plus anciens que la moyenne des logements du parc français. Ils ont des factures d'énergie moins élevées que l'ensemble des logements, soit un montant annuel de 1 150 €. Ces logements sont surreprésentés dans les grandes agglomérations et en particulier en Île-de-France (25 %).

- **le FR_3D** concerne très majoritairement des logements collectifs (70 %), près de 30 % ont un chauffage collectif et près de la moitié d'entre eux ont été construits entre 1945 et 1975 (45 % contre 30 % en moyenne). On trouve une forte proportion de ménages pauvres et modestes qui se plaignent du froid en Île-de-France.

Tableau 2 : caractéristiques des logements des ménages

	Précaires énergétiques selon l'indicateur			Population totale
	TEE_3D	BRDE	Fr_3D	
Type de logement et taille				
Maison individuelle (en %)	60,1	30	34,5	58
Logement collectif (en %)	39,8	70	65,4	42
Total	100	100	100	100
Surface (en m²)	86	68	67	93
Dépense énergétique moyenne (en euro/an)	2 243	1 151	1 703	1 514
Dépense par m² (en euro/an)	29	18	26	18
Date de construction (en %)				
avant 1948	50,5	34,9	35,9	30,3
1948 - 1974	34,4	44,1	34,5	30,2
1975-1988	10,5	9,9	12,9	17,7
1989-2000	2,9	7,7	8,6	11,3
après 2001	1,7	3,3	8,1	10,6
Total	100	100	100	100
Classe étiquette DPE (en %)				
A-B	1,5	0,4	2,9	2,1
C	7,6	5,1	9,5	11,8
D	15,4	20,4	21,2	24,9
E	24,7	32	25,7	30,3
F	21,9	21,5	18,5	15,8
G	28,7	20,5	22,2	14,9
Total	100	100	100	100

Notes : TEE_3D est le taux d'effort énergétique, appliqué aux 3 premiers déciles de revenu par unité de consommation.
Fr_3D est la déclaration de froid limitée aux motifs de précarité énergétique, appliqué aux 3 premiers déciles de revenu par unité de consommation.
BRDE est l'indicateur Bas revenu dépenses (en énergie) élevées, par m² de surface habitable.
Le tableau présente les principales caractéristiques des logements des ménages en précarité énergétique comparés à la moyenne nationale. Par exemple, les logements des ménages TEE_3D sont classés à 28,7 % en étiquette G (plus mauvaises performances thermiques), contre 14,9 % des résidences principales de France métropolitaine.
Champ : ensemble des résidences principales de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

L'ÉTIQUETTE ÉNERGIE DU LOGEMENT DES MÉNAGES EN PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE

La base de données Phébus permet d'aller plus loin que l'Enquête nationale logement (ENL) dans l'analyse de la précarité énergétique. On peut utiliser en particulier les consommations données par le DPE conventionnel (« DPE-3CL »)[5] pour calculer des dépenses d'énergie « théoriques ». Cette méthode ressemble à celle mise en œuvre au Royaume-Uni pour le calcul des indicateurs TEE ou BRDE, qui utilise l'équivalent anglais du DPE (*Standard Assessment Procedure* - SAP) à partir de l'enquête « *English Housing Survey* » (EHS). Les consommations du DPE conventionnel reflètent la dépense d'énergie nécessaire pour atteindre un niveau de confort « standard », c'est-à-dire 19 °C dans l'ensemble du logement. Le DPE couvre les dépenses de chauffage et d'eau chaude sanitaire. Pour calculer la dépense théorique domestique totale, on ajoute une dépense correspondant à la consommation d'électricité modélisée selon les caractéristiques du logement et du ménage.

La répartition des ménages en précarité énergétique par étiquette énergie du DPE conventionnel est très contrastée selon que les consommations d'énergie sont réelles ou théoriques (*graphiques 2*) :

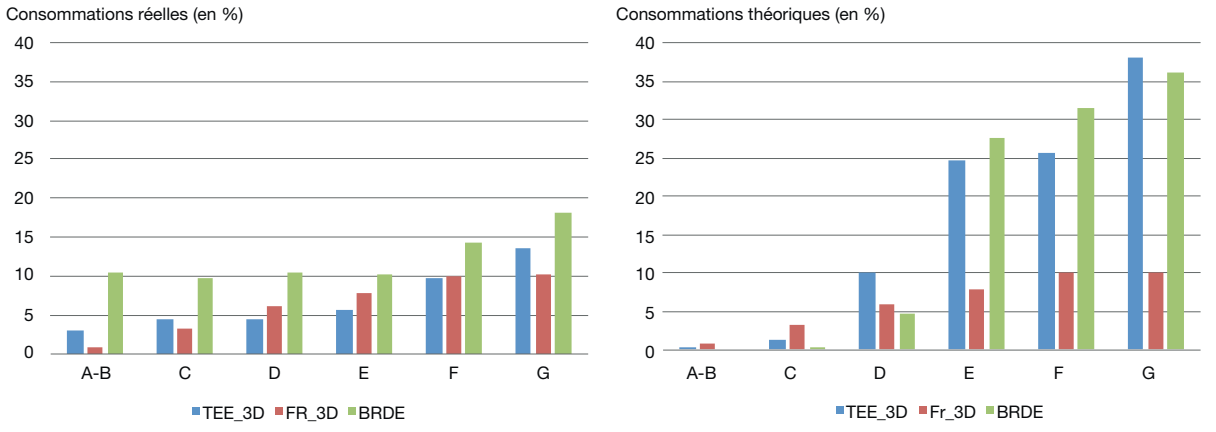
- les ménages ciblés par les indicateurs selon des dépenses réelles sont représentés dans l'ensemble des différentes étiquettes du DPE, y compris de manière non négligeable dans les étiquettes A et B. La proportion de ménages ciblés par les indicateurs augmente à mesure que l'étiquette se détériore, mais dans des proportions limitées. Le TEE_3D concerne par exemple 5 % des logements en étiquettes C, D, E, 10 % des F et presque 15 % des G ;

- la discrimination est beaucoup plus significative par construction avec l'étiquette énergétique du DPE lorsque les ménages sont ciblés à partir des dépenses théoriques. Les différents indicateurs ciblent ainsi des parts de logement en nette croissance à mesure que l'étiquette devient plus mauvaise. Par exemple, plus de 35 % des logements G sont pointés par les indicateurs économiques, alors que la part devient quasiment nulle pour les étiquettes A, B et C. Ces résultats sont qualitativement similaires à ceux observés au Royaume-Uni (*encadré 2*).

On peut ainsi penser que les DPE déforment l'appréciation des consommations réelles des ménages. Ceci est confirmé par d'autres études de cette revue (à l'instar de l'étude sur l'effet rebond du CSTB) qui montrent qu'il y a des écarts importants entre les consommations conventionnelles (DPE) et réelles (facturées), d'autant plus grands que les étiquettes énergétiques sont mauvaises.

[5] Le DPE a pour principal objectif d'informer sur la performance énergétique des bâtiments. Il prend en compte les besoins de chauffage, eau chaude sanitaire (ECS) et de refroidissement. L'établissement du DPE selon la méthode conventionnelle se fait par une méthode de calcul des consommations théoriques qui s'appuie sur une utilisation standardisée du bâtiment pour des conditions climatiques moyennes du lieu.

Graphiques 2 : ménages en précarité énergétique par étiquette énergie du DPE, selon la méthode de calcul



Notes : TEE_3D est le taux d'effort énergétique, appliqué aux 3 premiers déciles de revenu par unité de consommation.
Fr_3D est la déclaration de froid limitée aux motifs de précarité énergétique, appliqué aux 3 premiers déciles de revenu par unité de consommation.
BRDE est l'indicateur Bas revenu dépenses (en énergie) élevées, rapportées à la surface habitable.
Les graphiques présentent le pourcentage des ménages en précarité énergétique parmi les populations résidant dans les différentes étiquettes énergie du DPE conventionnel. Dans le premier graphique, on utilise la dépense d'énergie réelle pour calculer les indicateurs TEE_3D, FR_3D et BRDE ; dans le second, la dépense d'énergie est modélisée à partir de l'évaluation donnée par le DPE et on y ajoute une dépense d'électricité spécifique, modélisées à partir des caractéristiques du logement et du ménage. Par exemple, environ 10 % des ménages résidant dans un logement C sont précaires énergétiques selon l'indicateur BRDE évalué selon les consommations réelles, ils sont moins de 1 % pour les consommations théoriques.
Champ : ensemble des résidences principales de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Encadré 2 : la méthode de calcul de l'indicateur BRDE développé en Angleterre donne plus de poids aux caractéristiques du logement

Dans ses travaux de recherche [3] l'économiste John Hills a calculé les facteurs de risque de la précarité énergétique selon l'indicateur Bas Revenus Dépenses Élevées (BRDE, Low Income High Cost, LIHC, en anglais) et a montré combien les déterminants socio-économiques ont de l'importance.
Mais une des caractéristiques les plus manifestes des ménages en précarité énergétique est la mauvaise étiquette énergétique de leurs logements. 90 % des ménages en précarité énergétique vivent ainsi dans des logements classés en étiquettes E, F, G, contre 75 % des Britanniques en moyenne. Cette dichotomie, plus nette que celle mise en évidence par les indicateurs français, est liée à la méthode de calcul des indicateurs. Celle-ci est fondée sur un besoin théorique d'énergie, très fortement corrélé à l'étiquette énergétique.
John Hills a mis en exergue d'autres caractéristiques liées au logement. Les ménages non connectés au réseau du gaz sont les plus pénalisés car ils ont des dépenses d'énergie plus élevées. D'autres caractéristiques techniques liées au bâtiment augmentent également la probabilité d'être en précarité énergétique : la mauvaise qualité des parois concerne 45 % des ménages en précarité énergétique (contre 30 % en moyenne nationale), la structure des logements (maisons isolées) et l'année de construction antérieure à 1945 représentent également des facteurs de risques élevés.
La localisation joue également dans la vulnérabilité des ménages. Les ménages ruraux sont ainsi plus concernés. Les précaires ruraux ont en moyenne un écart avec le seuil de pauvreté plus importants que les urbains (£622 séparent en moyenne les premiers du seuil économique contre £362 pour les seconds).
Enfin, une dernière caractéristique originale de la situation anglaise est le lien entre précarité et compteur prépayé. Bien que les ménages vulnérables soient concernés par tous les types de paiement, 25 % de ceux qui utilisent un compteur à prépaiement sont concernés, comparés aux 10 % des ménages qui règlent par prélèvement automatique.

LE COMPORTEMENT ÉNERGÉTIQUE DES MÉNAGES EN PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE

L'enquête Phébus permet de croiser les indicateurs de précarité énergétique avec des variables s'intéressant aux pratiques énergétiques et aux contraintes subies par les ménages (*tableau 3*) :

- Concernant la température de chauffage (variable déclarative), les ménages ciblés par les différents indicateurs « économiques » semblent avoir un comportement proche de celui de l'ensemble de la population, avec une température moyenne légèrement supérieure à 20 °C. Seuls les ménages déclarant souffrir du froid chauffent à une température plus faible en moyenne (19,2 °C), ce qui peut s'expliquer par le fait qu'ils sont moins nombreux que la moyenne des ménages Français à pouvoir régler leur température (65 %), notamment dans les logements collectifs équipés d'une chaudière collective.

- En termes de restriction de chauffage, ce sont bien les ménages FR_3D qui s'imposent le plus de restriction (pour plus de 50 % d'entre eux contre 24 % en moyenne nationale). 30 % des ménages FR_3D se chauffent à une température inférieure ou égale à 18 °C (contre 15 % en moyenne nationale). La température de chauffe des autres catégories de ménages en précarité énergétique est sensiblement au-dessus de la moyenne. Parmi les stratégies visant à se restreindre, la première consiste à couper (ou réduire fortement) les appareils de chauffage, la deuxième à limiter la durée de chauffage dans la journée et la troisième à ne pas chauffer certaines pièces de l'habitation.

- Concernant les difficultés de paiement de factures au cours des deux dernières années, on observe à peu près la même hiérarchie : les ménages FR_3D connaissent des difficultés pour 50 % d'entre eux, les BRDE pour 40 %, viennent ensuite les ménages identifiés par le TEE_3D, pour un peu plus de 30 % (contre une moyenne nationale à 17 %). Pour les ménages qui se plaignent du froid, selon le FR_3D, 20 % expriment des difficultés régulières à payer leurs factures, et 30 % des difficultés ponctuelles.

- Concernant la présence au sein du logement, les deux catégories TEE_3D et FR_3D identifient des ménages plutôt présents à leur domicile, ce qui renforce leur besoin de confort, insatisfait en raison d'un logement mal isolé.

Tableau 3 : usages de l'énergie et du logement

Indicateur	TEE_3D	BRDE	Fr_3D	Moyenne de la population
Température moyenne (en ° Celsius)	20,2	20,1	19,2	20,03
Possibilité de réglage de la température (en %)	71,7	67,3	65	76,7
Restriction de chauffage (en %)	33	39	51	24
Difficultés de paiement (en %)	31	41	51	17
Temps de présence hors du logement (en %)				
Moins de 4 heures	69	57	66	57
De 4 à moins de 8 heures	19	30	22	24
De 8 à moins de 12 heures	7	9	12	17
Plus de 12 heures	5	4	0	3
Total	100	100	100	100

Notes : TEE_3D est le taux d'effort énergétique, appliqué aux 3 premiers déciles de revenu par unité de consommation.
Fr_3D est la déclaration de froid limitée aux motifs de précarité énergétique, appliqué aux 3 premiers déciles de revenu par unité de consommation.
BRDE est l'indicateur Bas revenu dépenses (en énergie) élevées, par m² de surface habitable.
Le tableau présente le pourcentage des ménages en précarité énergétique selon les usages de l'énergie, la difficulté de paiement des factures d'énergie et le temps de présence hors du logement comparés à la moyenne de la population. Par exemple, 69 % des ménages en précarité énergétique selon l'indicateur TEE_3D déclarent ne pas quitter leur logement plus de 4 heures par jour.
Champ : ensemble des résidences principales de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

LES PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS DE L'ANALYSE DE PHÉBUS

Le tableau ci-dessous reprend les principales caractéristiques des ménages ciblés par les indicateurs de précarité énergétique et permet de dresser les profils-types des ménages en précarité énergétique. Les caractéristiques identifiées dans l'ENL 2006 sont confirmées pour l'essentiel par Phébus ; cette nouvelle enquête permet en outre d'en préciser de nouvelles (étiquette DPE, comportements de restriction, déplacements, etc.).

Tableau 4 : profils-types des ménages en précarité énergétique selon les différents indicateurs

	Socio-éco	Logement	Énergie domestique	Comportements	Aides	Mobilité
TEE_3D	Faible taille (1 à 2 pers.) Relativement âgés (47 % plus de 60 ans) Très peu en activité (30 %) Très faibles revenus Chômeurs, étudiants et au foyer surreprésentés Propriétaires pour moitié	Maison individuelle (60 %) Avant 1948 (51 %) Surface par personne élevée (58 m²) Rural surreprésenté F et G (50 %)	Chaudière individuelle (54 %) Chauffage au fioul surreprésenté (32 %) Forte dépense d'énergie domestique (2 240 €/an)	Restriction et difficulté de paiement pour un tiers environ	TPN : 4 % TSS : 5 % ANAH : 11 %	Moins 1 véhicule Forte dépense en carburant (1 300 €/an) Restrictions déplacement (62 %) et carburant (27 %)
BRDE	Familles avec enfants Relativement jeunes (49 ans) En activité mais forte proportion de chômeurs (18 %), au foyer (11 %) Faibles revenus par UC Très majoritairement locataires (72 %) (plutôt parc privé pour 42 %)	Logement collectif (65 %) (majoritairement parc privé) Avant 1975 (70 %) Surface par personne faible (30 m²) IDF et H3 surreprésentés F et G (40 %)	Chaudière individuelle (42 %) et chauffage électrique (27 %) Forte dépense d'énergie domestique (1 700 €/an)	Restriction et difficulté de paiement pour 40 % environ	TPN : 11 % TSS : 16 % ANAH : 5 %	Moins 1 véhicule Forte dépense en carburant (1 550 €/an) Restrictions déplacement (64 %) et carburant (27 %)
FR_3D	Familles avec enfants Relativement jeunes (46 ans) En activité mais forte proportion de chômeurs (14 %) et au foyer (23 %) Femmes surreprésentées Faibles revenus, en particulier par UC Très majoritairement locataires (85 %) (plutôt parc social pour 45 %)	Logement collectif (70 %), majoritairement en parc social Faible surface par personne (34 m²) 1948 – 1975 (44 %) Paris et H1 surreprésentés F et G (42 %)	Chaudière collectives (30 %) au gaz (42 %) Chauffage urbain surreprésenté (10 %) Forte dépense d'énergie domestique (1 150 €/an)	Restriction et difficulté de paiement pour plus de la moitié Température inférieure à la moyenne (19,25 °C au lieu de 20 en moyenne)	TPN : 7 % TSS : 23 % ANAH : 0 %	Moins 1 véhicule Forte dépense en carburant (1 600 €/an) Restrictions déplacement (72 %) et carburant (41 %)

Notes : TEE_3D est le taux d'effort énergétique, appliqué aux 3 premiers déciles de revenu par unité de consommation.
Fr_3D est la déclaration de froid limitée aux motifs de précarité énergétique, appliqué aux 3 premiers déciles de revenu par unité de consommation.
BRDE est l'indicateur Bas revenu dépenses (en énergie) élevées, par m² de surface habitable.
Le tableau présente les principales caractéristiques des ménages en précarité énergétique par thématique. Les aides concernent l'aide à la pierre (ANAH) et les aides à la personne : le Tarif de première nécessité (TPN, tarif social électricité) et le tarif social gaz dit le tarif spécial de solidarité (TSS).
Par exemple, 11 % des ménages en TEE_3D ont perçu une aide de l'ANAH, 4 % d'entre eux ont bénéficié du Tarif de première nécessité) et 5 % du tarif spécial de solidarité.
Champ : ensemble résidences principales de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Au-delà de cette synthèse des profils-types, les principaux enseignements tirés de l'exploitation de la base Phébus pour l'analyse du phénomène de précarité énergétique sont les suivants :

- les populations ciblées par les trois indicateurs sont complémentaires et recouvrent chacune des réalités différentes ;
- les ménages précaires selon les différents indicateurs sont présents dans toutes les classes de DPE. En proportion ils sont plus nombreux dans les logements ayant une mauvaise étiquette et, corrélativement, dans les logements anciens. Ce trait serait nettement accentué si l'on utilisait le résultat du DPE pour évaluer la dépense d'énergie plutôt que d'utiliser directement la dépense des ménages collectée à travers les factures énergétiques ;
- la déclaration de froid augmente dans l'enquête Phébus (2013) par rapport aux enquêtes nationales logement (ENL) précédentes[6]. Cette augmentation pourrait être liée à plusieurs facteurs ; les références sociales de confort évoluent vraisemblablement au cours du temps mais d'autres paramètres sont à prendre en compte comme les comportements de restriction de chauffage mis en évidence dans cette enquête qui limitent les températures et détériorent ainsi le confort des ménages.

[6] *Par ailleurs, la comparaison appelle une certaine prudence compte tenu de la taille relativement restreinte de l'échantillon de l'enquête Phébus.*

Bibliographie

[1] Analyse de la précarité énergétique à la lumière de l'enquête PHÉBUS
Giulia Ambrosio, Fateh Belaïd, Sabrine Bair, Olivier Teissier
Observatoire national de la précarité énergétique (ONPE)
Rapport, octobre 2015

[2] Le parc des logements en France métropolitaine, en 2012 : plus de la moitié des résidences principales ont une étiquette énergie D ou E
Dominique François
Commissariat général au développement durable, Chiffres & Statistiques
Chiffres & statistiques n° 534, juillet 2014

[3] La consommation d'énergie des ménages en France
Jean Cavailhès, Daniel Joly, Thierry Brossard, Hervé Cardot, Mohamed Hilal, Pierre Wavresky
Document de travail INRA CESAER Dijon, CNRS ThéMA Besançon
Rapport final pour le CGDD, novembre 2011

[4] Getting the measure of fuel poverty, Final Report of the Fuel Poverty Review
John Hills
Center for Analysis of Social Exclusion (CASE)
CASE report 72, March 2012

Vulnérabilité énergétique et mobilité quotidiennes : quelle mesure ?

Damien Verry, Kuscha Dy, Jean-Pierre Nicolas

Cet article traite de la mesure de la vulnérabilité énergétique des ménages telle que la met en évidence l'enquête performance de l'habitat, équipements, besoins et usages de l'énergie (Phébus). Il se concentre d'abord sur la validation de ce que l'enquête peut apporter en matière de vulnérabilité liée aux mobilités quotidiennes en s'attachant à montrer la difficulté à prendre en compte les possibilités d'adaptations et les éventuelles privations des ménages dans ce domaine. Il explore ensuite les caractéristiques des ménages sensibles aux prix de l'énergie tout à la fois dans leur logement et pour leurs déplacements, pour montrer que cette double vulnérabilité est liée à des situations spécifiques que des analyses sur les vulnérabilités logement ou mobilité pris séparément ne révèlent pas.

LA MOBILITÉ AUTOMOBILE ENTRE OPPORTUNITÉS ET CONTRAINTES

Des années d'après-guerre jusqu'au début des années 2000, la mobilité individuelle motorisée n'a cessé de croître en France. L'essor de l'industrie automobile, le développement des infrastructures routières et la diffusion de la voiture particulière au sein de la population française se sont traduits par l'accès à l'auto-mobilité pour près de 80 % des ménages. Ce phénomène de masse s'est accompagné d'une telle amélioration des niveaux d'accessibilités au territoire et à ses aménités que le non-accès à la voiture est devenu un indicateur des inégalités individuelles. Cette situation, décrite sous le terme de « dépendance automobile » dans la littérature, conduit à s'interroger sur la stagnation voire la baisse de l'usage de la voiture actuellement constatée.

Alors que les deux premières fortes hausses des prix des carburants dans les années 1970-80 n'avaient que ponctuellement ralenti la croissance des distances parcourues en voiture particulière (exprimées en kilomètres par personne et par an), celle de la période 2000-2010 coïncide avec un arrêt bien net et visible. De nombreux facteurs, démographiques, économiques, urbanistiques, technologiques et générationnels sont avancés pour expliquer cette stagnation récente [1]. Un effet prix a bien sûr joué sa part puisque certains ménages ont été, de ce fait, économiquement fragilisés. L'impact du coût de l'énergie sur le budget des ménages constitue donc le fil rouge de cet article.

Cependant, la mesure de la vulnérabilité énergétique est une préoccupation relativement récente en France, et de nombreuses questions tant conceptuelles que méthodologiques et de compréhension restent ouvertes. La réalisation de l'enquête nationale Phébus est l'occasion d'étudier l'apport de ces nouvelles données aux débats en cours. Dans ce cadre, l'objectif de cet article est d'une part de montrer l'intérêt et les limites de cette enquête pour rendre compte de la vulnérabilité liée à la mobilité quotidienne des ménages, et d'autre part de réaliser une première exploration de la double vulnérabilité énergétique transports et logement qu'elle permet.

POUR UNE ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ ÉNERGÉTIQUE LIÉE AUX MOBILITÉS

Quels enseignements l'enquête Phébus permet-elle de tirer en matière de vulnérabilité des ménages liée à leur mobilité ? La réponse à cette question repose sur un double exercice. On revient d'abord sur la notion de vulnérabilité pour mettre en lumière l'apport des informations recueillies dans l'enquête. Puis, l'enquête Phébus étant davantage centrée sur les questions de logement que sur les questions de déplacements, on s'assure que les résultats liés à ce second thème sont cohérents avec les données existantes par ailleurs. Le premier point fait l'objet de cette partie ; le second point, plus méthodologique, est quant à lui traité en annexe.

Dans le domaine des mobilités quotidiennes, les débats autour de la hausse des prix de l'énergie des années 2000 ont souvent fait appel aux notions de précarité et de vulnérabilité. Ces termes étant souvent utilisés de manière équivalente, il apparaît important de revenir sur leur définition pour pouvoir fournir une grille d'analyse pertinente des conséquences des évolutions des prix de l'énergie pour l'économie des ménages (*Cf. le travail mené sur cette question dans le cadre de l'Observatoire national de la précarité énergétique – ONPE, [2]*).

Dans l'acception que nous retiendrons ici, la notion de précarité renvoie aux situations où le ménage satisfait à peine, voire se prive des « besoins élémentaires » (confort dans le logement, accès aux soins, à l'emploi...) qu'il faudrait être en mesure de satisfaire pour vivre correctement dans notre société [3]. Les indicateurs mis en place ici vont donc chercher non seulement à prendre en compte les dépenses réalisées par les ménages, mais aussi à définir ces « besoins élémentaires » avant de pointer les situations d'auto-restriction ou d'exclusion (par exemple, les opportunités et services auxquels les ménages précaires ne peuvent accéder du fait de leurs difficultés à recourir à la voiture).

La notion de vulnérabilité renvoie, quant à elle, au repérage de difficultés à s'adapter face à des risques potentiels. Le revenu du ménage lui permet-il de faire face à une hausse des prix de l'énergie ? Et, si non, quelles sont ses possibilités d'adaptation au sein de son territoire : existe-t-il une offre de modes alternatifs à la voiture individuelle, y-a-t-il une bonne mixité des activités dans le quartier, est-il bien inséré dans des réseaux de solidarité de proximité, etc. ? Les réflexions sur l'adaptabilité face aux changements climatiques débouchent sur une conception de la vulnérabilité qui croise trois notions, d'exposition au risque, de sensibilité et de résilience (voir [4] et [5] pour une réflexion générale ainsi que les travaux liés au projet européen Mor€co pour une déclinaison dans le domaine des transports [6] et [7]) :

• l'exposition à un risque, dans le cas envisagé ici de vulnérabilité énergétique dans le domaine des transports, correspond à l'exposition au risque d'une hausse des prix du carburant. Il concerne notamment les personnes parcourant de longs trajets quotidiens en voiture et ayant une consommation élevée de carburant ;

Des indicateurs de taux de motorisation, de véhicules-kilomètres, de distance domicile-travail, de consommation de carburant voire d'émissions de dioxyde de carbone sont souvent utilisés pour mesurer cette exposition. Elle s'estime aussi *via* la prise en compte de contraintes temporelles (horaires décalés, schémas d'activités complexes). Pour l'analyse, une caractérisation fine du territoire et des besoins de mobilités des ménages est nécessaire ;

• la sensibilité des ménages vis-à-vis du risque est liée à leur capacité financière à faire face à cette hausse des prix. Plus le revenu du ménage est faible, plus celui-ci est a priori sensible, mais un ménage aux revenus moyens déjà engagé dans d'autres dépenses contraintes (remboursement d'emprunt pour accéder à la propriété par exemple) peut également être concerné.

La sensibilité est souvent mesurée par des indicateurs de niveau de richesse mis en relation avec les dépenses occasionnées par les déplacements. Le taux d'effort, ratio entre dépenses et revenu, est simple à utiliser mais rend mal compte des différences de situation selon le niveau de revenu. Le « reste à vivre », correspond à l'ensemble des ressources d'un ménage déduction faite de ses dépenses contraintes (dont les coûts de mobilité et de logement font partie). Il apparaît extrêmement faible pour les ménages pauvres, voire négatif pour ceux en situation de surendettement, et de nombreux organismes en prise avec les questions de pauvreté et les politiques sociales préconisent son utilisation (*cf. par* exemple les travaux du Conseil National des politiques de lutte contre la pauvreté et l'exclusion sociale : http://www.cnle.gouv.fr/). Cependant, comme le « reste à vivre » est souvent difficile à estimer, de nombreux travaux proposent de croiser le taux d'effort avec le revenu du ménage comme par exemple l'indicateur BRDE (Bas revenu, dépenses élevées) repérant les ménages qui sont à la fois pauvres et caractérisés par un niveau élevé de dépenses contraintes ;

• enfin, la résilience concerne les capacités d'adaptation du ménage à une hausse des prix à laquelle il est sensible : est-il en mesure d'annuler ou de raccourcir ses déplacements les plus coûteux, ou peut-il recourir à d'autres modes de transport que l'automobile ? La mesure de la résilience se fonde, le plus souvent, sur des indicateurs d'accessibilité aux modes alternatifs à la voiture, ainsi que sur des indicateurs caractérisant la possibilité d'introduction de nouvelles technologies limitant l'usage de carburants (par exemple les véhicules hybrides ou électriques), de nouveaux service à la mobilité ou la possibilité de relocalisation des activités (télétravail…).

Cette dimension de résilience appliquée aux mobilités quotidiennes touche au caractère plus ou moins contraint des déplacements réalisés. Ainsi, de nombreuses études utilisent l'analyse des déplacements domicile-travail et domicile-études pour caractériser les déplacements contraints. Ce choix s'explique par le poids de ces déplacements dans la mobilité et la facilité d'accès à la donnée, mais il restreint alors les ménages vulnérables aux actifs ou aux étudiants et il ne rend compte que de manière partielle des contraintes de mobilité réelles.

Les informations fournies dans le cadre de l'enquête Phébus ne permettent pas de prendre en compte toutes les dimensions de la vulnérabilité et de la précarité, telles qu'elles viennent d'être discutées ici. En effet, comparativement aux informations recueillies sur le logement, l'enquête interroge peu les ménages sur leur mobilité, abordée notamment à travers leur motorisation, leur consommation de carburant, la localisation de leurs lieux d'emplois et d'études ainsi qu'avec des questions plus qualitatives sur leurs éventuelles difficultés à se déplacer. Des éléments intéressants de mesure, d'analyse et de compréhension de la vulnérabilité liée à la mobilité quotidienne peuvent être tirés de l'enquête, mais il faut avoir en même temps conscience de ses limites pour éviter des conclusions trop généralisantes :

• les thématiques propres à la précarité, liées aux inégalités induites par un accès restreint au système de déplacements n'ont pas été privilégiées ;

• les ménages vulnérables sont majoritairement des ménages avec actif(s) ayant de longs déplacements contraints,

et le choix de l'enquête Phébus de se polariser sur les déplacements domicile-travail et domicile-étude est justifié sur ce plan. Par contre, seule la problématique propre aux actifs et aux étudiants peut être éclairée ;

• enfin, les données recueillies par l'enquête ne permettent pas de connaître les adaptations auxquelles recourent les ménages ni, en particulier, les alternatives transport à leur disposition. L'analyse de la vulnérabilité reste donc centrée sur les dimensions exposition et sensibilité, sans que la résilience des ménages ne puisse être abordée.

LA DOUBLE VULNÉRABILITÉ ÉNERGÉTIQUE DANS L'ENQUÊTE PHÉBUS

Nous nous appuyons donc sur l'enquête Phébus pour explorer la double vulnérabilité logement et transport des ménages sous les deux angles de précarité comme le non-accès aux besoins élémentaires et la vulnérabilité comme difficulté à s'adapter face à un risque potentiel. En effet, la mobilité quotidienne des ménages est directement liée au lieu de résidence. Certains ménages vont par exemple choisir de se déplacer sur de plus longues distances pour bénéficier de conditions de logement plus abordables. Cet arbitrage entre coût des déplacements et coût du logement est un cadre d'analyse fréquemment utilisé dans la littérature pour expliquer les comportements de mobilités observés. La prise en compte des dépenses conjointes logements et transports, et *a fortiori* la part énergétique de cette dépense est à privilégier pour enrichir l'analyse des vulnérabilités potentielles. De nombreux travaux en France ont souligné l'intérêt d'utiliser cette approche par les coûts résidentiels ([8], [9], [10]).

IDENTIFICATION DES MÉNAGES DOUBLEMENT VULNÉRABLES LOGEMENT ET TRANSPORT

La mesure de la sensibilité des ménages à une hausse des prix de l'énergie repose, dans la plupart des travaux, sur l'analyse des taux d'efforts budgétaires entendus comme le rapport entre les dépenses du ménage et son revenu disponible. Les données issues de Phébus permettent cette analyse conjointe des dépenses énergétiques liées aux déplacements et au logement.

La principale difficulté méthodologique porte sur la connaissance des dépenses de carburants des ménages à un niveau désagrégé. Si la consommation totale annuelle en carburant est connue, la connaissance fine des comportements d'achats est plus compliquée à obtenir. Dans les approches de type carnet d'achat, où les ménages notent tous leurs achats sur 14 jours comme dans l'Enquête budget de famille (EBF), il est fréquent de constater une sous-estimation de ce poste de dépense due à une distribution des niveaux de dépenses avec beaucoup de ménages ayant une dépense nulle. Dans l'enquête Phébus, ces données sont obtenues de manière déclarative. Cette méthode d'enquête ne permet pas de distinguer les différents motifs de déplacements, et donc d'isoler les déplacements contraints. Il est nécessaire de repartir des mobilités, par exemple les mobilités domicile-travail, et d'estimer par la suite une consommation moyenne qui servira au calcul des dépenses théoriques. Pour s'assurer de la pertinence des données de mobilité ainsi estimées, nous avons vérifié la cohérence de la distribution des taux de motorisation et des mobilités domicile-travail en fonction du revenu, obtenue avec Phébus, avec celles issues d'autres d'enquêtes nationales (*figures en annexes*). Au final les données apparaissent cohérentes et malgré les différences d'approches méthodologiques, les taux d'efforts estimés sont relativement proches entre l'enquête Phébus et l'EBF 2011 : respectivement 4,1% et 3,9 % pour les taux d'efforts moyens pour l'ensemble des mobilités et 1,7 % et 1,8 % pour les taux d'efforts moyens liés aux mobilités domicile-travail et études.

Les estimations des dépenses énergétiques moyennes annuelles liées aux logements fondées sur les enquêtes Phébus et EBF sont également cohérentes, avec respectivement 1 604 et 1 500 euros/an/ménage. Les dépenses de logements globales, une fois ôtée l'aide au logement, diffèrent un peu plus, avec respectivement 6 482 et 5 676 euros/an/ménage. Au-delà des difficultés méthodologiques, les distributions des taux d'effort restent proches entre les deux enquêtes et montrent qu'avec la méthode d'estimation employée, cet indicateur discrimine bien la population : même si le taux d'effort énergétique cumulé logement - déplacements moyen est bas (6,3% d'après l'EBF), pour certains ménages les dépenses énergétiques cumulées apparaissent très importantes.

L'analyse de la distribution des taux d'effort se heurte cependant à la question des privations. Un ménage avec de fortes dépenses de logement, y compris énergétiques, pourra être amené à réduire sa mobilité, en renonçant par exemple à l'accès à la voiture. Le taux d'effort mesuré, résultant d'un arbitrage préalable, ne dira rien de la situation du ménage si une analyse des niveaux d'accessibilités et des besoins de mobilité n'est pas menée conjointement.

Dans la suite de l'article, l'indicateur de taux d'effort est utilisé pour fixer un seuil au-dessus duquel les ménages sont estimés sensibles à la hausse des prix de l'énergie et des carburants. Le but n'est pas tant d'étudier spécifiquement les situations de vulnérabilité que d'identifier les caractéristiques communes aux ménages susceptibles d'être affectés par une hausse des prix. En reprenant la même logique que celle des récents travaux de l'Insee [11], le seuil peut être fixé à un niveau correspondant au double de la dépense médiane. Compte tenu des différences d'approches entre les enquêtes, seules les dépenses liées aux déplacements domicile-travail et études sont considérées ici. Il n'y a pas de limite sur le niveau de revenus des ménages *a priori*.

Selon l'enquête Phébus, 2,1 % des ménages sont en situation de double vulnérabilité. L'Insee avec une approche similaire estimait qu'en 2008 cette double vulnérabilité touchait 2,6 % des ménages français[7] [11]. L'estimation est plus faible pour l'Enquête budget de famille (1,2 %), mais il faut rappeler que le nombre de ménages jugés en situation de double vulnérabilité étant faible par définition, les échantillons obtenus sont restreints, et donc les estimations plus fragiles (*tableau 1*).

ANALYSE PAR NIVEAUX DE REVENUS

Comme attendu, les ménages des premiers déciles présentent les taux d'effort les plus importants. En effet, la proportion de ménages vulnérables au regard de leur dépense énergétique de logement décroît rapidement avec l'augmentation des revenus.

Cette décroissance n'est pas aussi marquée concernant les dépenses de carburant. De nombreux ménages des premiers déciles sont inactifs et/ou ne sont pas motorisés, et l'indicateur tel qu'il est construit ne les détecte pas comme ménages vulnérables. Inversement, certains ménages aux revenus moyens, voire élevés, ont un taux d'effort budgétaire élevé pour leurs déplacements quotidiens. Il est intéressant de constater que ces mêmes ménages avec d'importants déplacements contraints n'apparaissent pas vulnérables pour leurs dépenses énergétiques liées au logement. Au-dessus du quatrième décile de revenus il n'y a presque plus de ménages en situation de double vulnérabilité énergétique. Les trois premiers déciles de revenus concentrent donc l'essentiel des ménages vulnérables à une hausse des prix de l'énergie.

ANALYSE PAR CATÉGORIES SOCIODÉMOGRAPHIQUES

L'approche par la double vulnérabilité fait émerger une classe de population qui diffère de celle habituellement identifiée par les travaux sur le logement ou la mobilité pris séparément, permettant ainsi d'approfondir l'identification et l'analyse des ménages sensibles à la hausse des prix de l'énergie (*tableau 2*).

[7] Les travaux de l'Insee ne se limitent pas aux déplacements Domicile travail étude mais intègrent d'autres déplacements jugés contraints. Les dépenses de logement et de transport ne sont pas collectées mais estimées par modélisation à partir notamment des données du recensement de la population (RP).

Tableau 1 : proportion comparée des ménages vulnérables énergétique logement et transport

Vulnérabilité énergétique mobilité (uniquement trajets DTE)	Vulnérabilité énergétique Logement	EBF (%)	Phébus (%)
Non	Non	72,7	72,8
Oui	Non	13,2	12,5
Non	Oui	13	12,7
Oui	Oui	1,2	2,1

Notes : un ménage est considéré « vulnérable énergétique » si son taux d'effort énergétique, i.e. le rapport entre la dépense énergétique et le revenu disponible, est supérieur au double de la médiane calculée pour l'ensemble des ménages.
Champ : France métropolitaine.
***Sources :** Insee – Enquête budget des familles 2011 (EBF), SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

Tableau 2 : répartition des ménages vulnérables par statut d'activité

En %

Activité professionnelle de la personne de référence	Vulnérabilité Énergie Logement	Vulnérabilité Énergie Mobilité DTE	Double Vulnérabilité Énergie	Population totale
Occupe un emploi	32,5	88,6	53,2	53,2
Chômeur (inscrit ou non à Pôle Emploi)	9,0	3,4	5,4	5,8
Étudiant(e), élève, formation, en stage non rémunéré	2,6	2,4	1,2	1,6
Retraité(e) (ancien salarié) ou pré-retraité(e)	41,7	2,7	34,3	32,4
Au foyer (y compris congé parental)	5,7	1,7	1,8	2,5
Autre inactif	6,5	0,9	3,1	3,5
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Notes : un ménage est considéré vulnérable énergétique si son taux d'effort énergétique, i.e. le rapport entre la dépense énergétique et le revenu disponible, est supérieur au double de la médiane calculée pour l'ensemble des ménages. Il est doublement vulnérable énergétique s'il est vulnérable énergétique pour le logement et la mobilité.
Champ: France métropolitaine.
***Sources :** SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

Même si le statut d'activité de la personne de référence est corrélé avec la vulnérabilité énergétique dans le domaine du logement ou des déplacements, il semble peu lié avec le fait d'être en situation de double vulnérabilité. En effet, la distribution de la population totale par statut d'activité est sensiblement la même que celle des ménages doublement vulnérables. Alors que les retraités apparaissent les plus exposés à une hausse des prix de l'énergie pour le logement, et les actifs ayant un emploi les plus exposés à une hausse des prix des carburants, il n'y pas de statut d'activité surreprésenté chez les ménages doublement vulnérables. D'autres facteurs sont à étudier pour définir les ménages de cette catégorie particulière.

De la même manière, les caractéristiques des ménages doublement vulnérables ne peuvent être déduites de l'analyse séparée des vulnérabilités liées aux logements et aux transports. En effet, les personnes seules sont *a priori* les plus exposées à la vulnérabilité énergétique dans le logement (30,2 %), et les familles à la vulnérabilité énergétique de carburant. Par contre, les ménages qui présentent le plus de risques d'être doublement vulnérables sont les familles monoparentales (5,7 %, *tableau 3*).

Enfin, ce sont les 18-25 ans qui comptent la proportion de ménages doublement vulnérables la plus importante (8,9 %), alors que les ménages âgés sont les plus exposés pour la question du logement (34,4 %), et les 35-50 ans (tranche d'âge dans laquelle le taux d'actif est le plus important) pour la question des transports (22,1 %). Il est intéressant de noter que même si les ménages doublement vulnérables habitent davantage dans des logements très anciens, datant d'avant 1919 (4,1 %), ce sont bien les habitants des logements construits après 2006 qui comptent la plus grande proportion de ménages vulnérables pour leur mobilité (19,5 %). Les ménages locataires sont davantage en situation de double vulnérabilité énergétique (3,1 %), ainsi que ceux possédant des appartements de plus de 150 m² (3,8 %).

En termes de localisation, l'espace rural compte davantage de ces ménages doublement exposés (3,9 %). Les dépenses énergétiques pour le logement y sont aussi les plus importantes. En termes de taux d'effort pour la mobilité, les taux les plus importants sont observés dans les communes appartenant à des unités urbaines de 5 000 à 10 000 habitants (25,3 %). Enfin, les zones climatiques jouent un rôle sensible sur le risque de double vulnérabilité, puisque la proportion de ménages doublement vulnérables varie du simple ou double selon la zone considérée. Une limite de l'analyse réside dans la non-connaissance fine du lieu d'habitat du ménage enquêté. Il est probable qu'une qualification fine des niveaux d'accessibilité (notamment une qualification de l'offre en transport collectif disponible), des caractéristiques géographiques (zone de montagne par exemple) permettraient de compléter de manière pertinente ces premiers constats.

Ces analyses descriptives permettent de dessiner les principales caractéristiques des ménages doublement vulnérables même si la taille de l'échantillon (5 405 ménages) limite forcément ces premières analyses exploratoires. Le niveau de revenu, l'âge, le type de logement et sa localisation constitueraient des variables prioritaires pour l'élaboration d'un modèle explicatif des différents de niveaux de vulnérabilité.

TRAVAUX FUTURS

Le travail sur l'enquête Phébus confirme l'intérêt d'utiliser une approche systématique fondée sur les notions d'exposition, de sensibilité et de résilience pour les travaux sur la mesure des vulnérabilités énergétiques liées aux questions de mobilité. Il renforce l'intérêt de considérer de manière distincte et conjointe les questions de précarité et de vulnérabilité. En effet, il faut considérer à la fois les ménages vulnérables dépendant de l'automobile et les précaires exclus de l'auto-mobilité par privation. La prise en compte conjointe des enjeux de mobilité et de logement fait émerger une population doublement vulnérable spécifique. Les méthodes de mesure sont encore en construction. Selon les sources et les hypothèses méthodologiques retenues, l'identification des ménages vulnérables diffèrent. Le développement des travaux devrait aboutir à des méthodologies partagées.

Les facteurs explicatifs du risque de vulnérabilité énergétique des ménages pour leur logement ou leur mobilité diffèrent. Pour mieux comprendre qui sont les ménages vulnérables, deux types de travaux restent à mener. Premièrement, une modélisation au niveau du ménage, explicative de la double vulnérabilité énergétique, peut être menée à partir des données Phébus. Les résultats devraient permettre d'identifier les déterminants les plus discriminants. Ce travail trouvera forcément une limite en termes d'analyse territoriale. Ce type d'analyse désagrégée réalisée à un niveau national gagnerait à être mené à un niveau local, en explicitant plus finement l'impact des localisations, notamment sur la dépendance automobile des ménages et leur capacité d'adaptation.

Tableau 3 : part des ménages vulnérables par catégorie sociodémographique

En %

	Vulnérabilité Énergie Logement	Vulnérabilité Énergie Mobilité DTE	Double Vulnérabilité Énergie	Non vulnérabilité énergie	Total
Population totale	18,7	12,8	2,4	66,1	100,0
Type de ménage					
Personne seule	**30,2**	7,8	2,3	59,7	100,0
Famille monoparentale	23,2	18,8	**5,7**	52,3	100,0
Couple sans enfant	14,7	7,7	1,3	76,3	100,0
Couple avec au moins un enfant	8,4	**21,0**	2,5	68,1	100,0
Âge de la personne de référence					
18-25 ans	25,0	19,2	**8,9**	46,9	100,0
25-35 ans	11,5	19,3	2,3	66,9	100,0
35-50 ans	13,4	**22,1**	4,1	60,4	100,0
50-60 ans	17,1	13,9	2,4	66,6	100,0
60-75 ans	21,3	1,7	0,4	76,6	100,0
plus de 75 ans	**34,4**	0,2	0,1	65,3	100,0
Taille d'unité urbaine					
Commune rurale	**27,4**	18,3	**3,9**	50,4	100,0
Commune 2 000 à 4 999 habitants	23,7	13,6	3,0	59,7	100,0
Commune 5 000 à 9 999 habitants	25,0	**25,3**	3,1	46,6	100,0
Commune 10 000 à 19 999 habitants	15,0	17,0	2,1	65,9	100,0
Commune 20 000 à 49 999 habitants	17,9	15,1	2,9	64,1	100,0
Commune 50 000 à 99 999 habitants	16,7	7,1	0,5	75,7	100,0
Commune 100 000 à 199 999 habitants	10,2	4,5	0,6	84,7	100,0
Commune 200 000 à 1 999 999 habitants	15,1	8,8	2,5	73,6	100,0
Commune appartenant à l'unité urbaine de Paris	10,1	7,3	0,7	81,9	100,0
Statut occupation de logement					
Propriétaire, y compris en indivision	17,2	12,8	2,1	67,9	100,0
Locataire, sous-locataire ou colocataire	**19,7**	**13,5**	**3,1**	63,7	100,0
Surface de logement en m²					
Moins de 25	16,1	6,7	1,0	76,2	100,0
25-50	14,5	13,0	3,8	68,7	100,0
50-75	19,9	10,4	1,8	67,9	100,0
75-100	20,1	14,9	2,6	62,4	100,0
100-150	16,5	12,0	1,9	69,6	100,0
plus de 150	**22,7**	**15,4**	**3,8**	58,1	100,0
Année de construction de bâtiment					
Avant 1919	**25,4**	15,5	**4,1**	55,0	100,0
1919 à 1945	22,8	11,3	2,1	63,8	100,0
1946 à 1970	22,7	10,9	2,3	64,1	100,0
1971 à 1990	16,7	10,2	1,7	71,4	100,0
1991 à 2005	10,2	14,7	2,3	72,8	100,0
2006 et après	10,5	**19,5**	2,1	67,9	100,0
Population totale	18,7	12,8	2,4	66,1	100,0
Zone climatique sur 2 positions[8]					
H1a	17,2	12,8	1,9	68,1	100,0
H1b	21,9	12,7	3,1	62,3	100,0
H1c	21,5	13,5	2,2	62,8	100,0
H2a	14,4	12,7	1,3	71,6	100,0
H2b	16,8	**14,8**	3,7	64,7	100,0
H2c	21,7	11,5	**3,8**	63,0	100,0
H2d	**25,5**	8,6	3,4	62,5	100,0
H3	15,8	12,2	1,5	70,5	100,0

Notes : un ménage est considéré vulnérable énergétique si son taux d'effort énergétique, i.e. le rapport entre la dépense énergétique et le revenu disponible, est supérieur au double de la médiane calculée pour l'ensemble des ménages. Il est double vulnérable énergétique s'il est vulnérable énergétique à la fois pour le logement et la mobilité.
Champ : France métropolitaine.
***Sources :** SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

[8] *La carte des zones climatiques françaises est disponible sur le site Internet du ministère chargé de l'environnement. Elle est reproduite en annexe.*

Bibliographie

[1] L'auto-mobilité au tournant du millénaire
Grimal, R.
2015, Thèse Université Paris Est – Marne la Vallée

[2] Définir la vulnérabilité énergétique transport
ONPE – Jouffe Y., Massot M-H.
2015, Rapport final LVMT pour le compte de l'ONPE
http://onpe.org/documents/rapports-de-l-onpe

[3] What is energy for ? : social practice and energy demand
Shove, E., Walker, G.
Theory, Culture and Society,
Vol. 31, n° 5, 09.2014, p. 41-58

[4] Vulnerability
Adger, W.N
Global Environmental Change
N° 16, 2006, p. 268–281

[5] Theory and Practice in Assessing Vulnerability to Climate Change and Facilitating Adaptation
Kelly, P.M., Adger, W.N
Climate Change
N° 47, 2000, p. 325–352

[6] MOR€CO – Mobility and Residential Costs
Büttner, B., Franz, S., Reutter, U., Wulfhorst, G., 2012,
2012, Proceedings REAL CORP. Schwechat,- Vienne, Autriche.

[7] Des stress-tests pour une mobilité durable : une approche par l'accessibilité
Mercier A., Ovtracht N.
2014, Rapport LET pour le compte du Prédit

[8] Vulnérabilité énergétique. Loin des pôles urbains, chauffage et carburant pèsent fortement dans le budget des ménages
Nicolas Cochez, Eric Durieux et David Levy
Le Point sur n° 197, janvier 2015

[9] Les dépenses des ménages franciliens pour le logement et les transports
Polacchini, A., Orfeuil, JP.
Recherche Transport et Securité
N° 63, 1999, p. 31-46

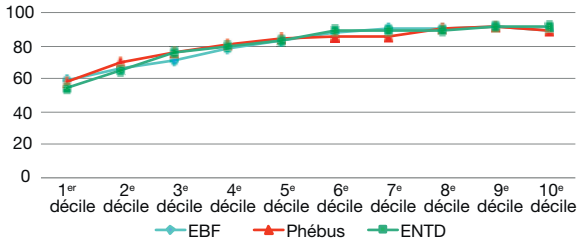
[10] La précarité énergétique pose la question du coût du logement en France
Maresca, B.
Credoc, in *Consommation et modes de vie*
N° 258, 2013

[11] Le coût résidentiel, de quoi parle-t-on ?
Cerema, Collection L'essentiel,
2016, 22 p.

ANNEXE

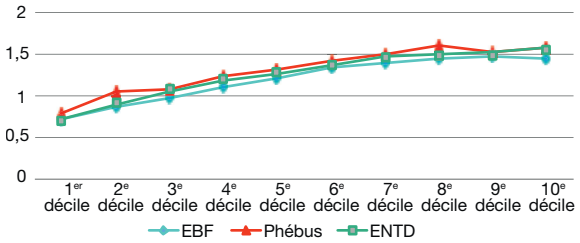
Figure 1 : proportions de ménages motorisés selon les déciles de revenu disponible par unité de consommation

En %



Champ : France métropolitaine.
***Sources :** auteurs à partir des bases Inrets, SOeS - Enquête nationale transports et déplacements 2008 (ENTD) – enquête Phébus, Insee - Enquête budget des familles 2011 (EBF) ; DGFiP*

Figure 2 : nombre moyen de véhicules par ménage, selon les déciles de revenu disponible par unité de consommation



Champ : France métropolitaine.
***Sources :** auteurs à partir des bases Inrets, SOeS - Enquête nationale transports et déplacements 2008 (ENTD) – enquête Phébus, Insee - Enquête budget des familles 2011 (EBF) ; DGFiP*

Tableau 4 : description des mobilités domicile-travail pour un actif occupé en fonction du décile de revenu du ménage par unité de consommation (UC)

	Part des actifs occupés réalisant leurs déplacements domicile-travail en véhicule motorisé (%)		Distances moyennes domicile-travail (km)		Durées moyennes domicile-travail (min)	
Déciles de revenus par UC	ENTD	Phébus	ENTD	Phébus	ENTD	Phébus
1er décile	57,3	56,9	9,8	9,7	15,9	17,3
2e décile	67,6	68,0	11,6	11,6	17,3	19,8
3e décile	67,0	67,8	11,6	12,5	17,7	20,6
4e décile	73,1	73,5	12,8	13,2	18,9	21,7
5e décile	73,5	71,4	11,5	14,6	16,4	22,7
6e décile	78,2	75,6	14,4	11,4	18,8	19,7
7e décile	78,7	70,2	13,8	10,8	18,7	18,9
8e décile	76,7	70,2	13,6	14,1	19,0	22,0
9e décile	76,4	66,4	15,0	16,9	21,5	25,3
10e décile	70,1	60,7	15,5	22,5	21,7	31,1
ENSEMBLE	73,8	68,3	13,5	14,0	19,0	22,2

Note : pour un actif occupé, la distance et la durée domicile-travail sont estimées à partir des codes commune du logement et du lieu de travail.
Lecture : parmi les actifs occupés dont le revenu du ménage par UC appartient au 1er décile, 56,9 % utilisent un véhicule motorisé pour se rendre au travail, selon l'enquête Phébus.
Champ: actifs occupés de France métropolitaine.
***Sources :** Inrets, SOeS - Enquête nationale transports et déplacements 2008 (ENTD) – enquête Phébus, Insee - Enquête budget des familles 2011 (EBF) ; DGFiP*

Situations de précarité énergétique, pratiques de sobriété énergétique : un point sur la situation des ménages

Lucie Brice, Patricia Croutte, Sandra Hoibian,
Pauline Jauneau-Cottet

Plus d'un ménage sur quatre résidant en France métropolitaine est dans une situation de précarité sur le plan énergétique, soit parce que ses dépenses en matière d'énergie représentent plus de 8 % de ses ressources (15,6 % des ménages sont concernés) soit parce qu'il souffre du froid en hiver pour des motifs imputables à une installation défectueuse ou à un motif financier (14,2 % des foyers sont dans ce cas). Plusieurs des facteurs pouvant expliquer ces situations ont été passés en revue, à la fois pour ces ménages et pour l'ensemble de la population, mettant en évidence des publics relativement différents pour ces deux indicateurs. Les cas de taux d'effort énergétique élevé sont surreprésentés chez les personnes âgées, les propriétaires, les habitants de zone rurale, les foyers avec des revenus modestes et un équipement relativement ancien. Les situations de froid ressenti concernent plus souvent des jeunes, locataires de leur logement, avec un équipement limité mais récent. Finalement, ces deux publics ont surtout en commun des revenus modestes et un logement de faible qualité énergétique. Des analyses réalisées « toutes choses égales par ailleurs », montrent que les situations de précarité énergétique sont plutôt liées aux caractéristiques du logement occupé (ancienneté du bâti, taille, chauffage individuel ou collectif...), puis à celle de ses occupants (niveau de vie, situation d'emploi) et, dans une bien moindre mesure, aux comportements écocitoyens – ou de restrictions – de ceux-ci.

En 2013, près d'un tiers de l'énergie consommée en France (30,5 % de l'usage énergétique[9]) est consacrée à satisfaire les besoins résidentiels [1]. Et les dépenses en énergie des ménages vont croissant, notamment pour l'électricité. Tous les ménages ne sont cependant pas logés à la même enseigne ; le poids des dépenses d'énergie du logement est particulièrement lourd pour les ruraux et les plus âgés [2]. Les facteurs explicatifs des dépenses d'énergie sont multiples et n'évoluent pas tous dans le même sens. Le prix de l'énergie varie au cours du temps, la performance énergétique des logements et des véhicules a tendance à s'améliorer et les ménages intègrent dans leurs comportements certaines logiques écologiques. Mais, dans le même temps, les appareils électriques et les véhicules se sont multipliés dans les foyers, les ménages vivent plus loin des villes-centres, dans des logements plus grands [3].

Cette étude ne s'intéresse qu'à une seule forme de précarité énergétique : celle du logement (*encadré 1*).

Elle est réalisée à partir de l'enquête Phébus, en excluant les appartements foyers pour personnes âgées, formule intermédiaire entre le domicile et l'hébergement collectif, ainsi que les logements dont plus du quart de la surface est consacré à une activité professionnelle : soit un échantillon de 5 365 logements, correspondant à 27 millions de logements en extrapolant à l'ensemble des résidences principales de France métropolitaine (soit 99,3 % du parc).

[9] *Corrigé des variations climatiques.*

Encadré 1 : définitions

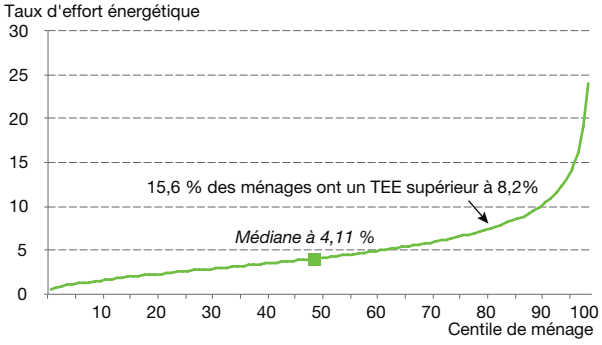
Le terme de précarité énergétique a été défini en Grande-Bretagne au début des années 1990 comme la situation dans laquelle le Taux d'effort énergétique (TEE) d'un ménage (c'est-à-dire la part des revenus consacrée aux dépenses d'énergie du logement) est supérieur à 10 %. En France, la précarité énergétique est formalisée par la loi Grenelle 2 du 12 juillet 2010 comme la situation dans laquelle se trouve « une personne qui 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 ».
Plusieurs approches de la précarité énergétique coexistent, signalons notamment les travaux de l'Observatoire national de la précarité énergétique (ONPE) [4]. Parmi les multiples approches existantes, deux indicateurs seront mobilisés dans cet article, s'appuyant sur les définitions de l'Insee, afin d'approcher ces situations d'inadaptation des ressources ou des conditions d'habitat aux besoins des ménages :
• L'indicateur de précarité énergétique au sens du taux d'effort énergétique (TEE) correspond aux ménages pour qui le taux d'effort énergétique pour le logement est supérieur au double de la médiane des taux d'effort observés en France métropolitaine l'année considérée (soit supérieur à 8,2 %), desquels sont exclus les ménages les plus riches, c'est-à-dire ceux ayant un revenu disponible par unité de consommation supérieur au double de la médiane [2] (aucun ménage n'est concerné dans la base Phébus) : 15,6 % de la population est dans cette situation.
• L'indicateur de froid ressenti correspond aux ménages déclarant souffrir de froid pour des raisons structurelles (système de chauffage insuffisant, mauvaise isolation) et qui est utilisé dans le cadre des enquêtes logement de l'Insee : 14,2 % des ménages sont dans cette situation.
À partir de ces deux indicateurs, sont repérés les ménages concernés par les deux types d'indicateurs, considérés comme sujets à une situation de « précarité énergétique manifeste ». 2,9 % des ménages sont concernés.

15,6 % DES MÉNAGES ONT UN TAUX D'EFFORT ÉNERGÉTIQUE POUR LE LOGEMENT SUPÉRIEUR À DEUX FOIS LE TAUX MÉDIAN

En moyenne, selon l'enquête Phébus, les ménages français dépensent 1 470 € par an en énergie pour le logement, soit environ 17 € par m². Le taux d'effort énergétique médian est de 4,1 % c'est-à-dire que la moitié de la population consacre moins de 4,1 % de son revenu dans des dépenses énergétiques (*graphique 1*), l'autre moitié dépense plus. 15,6 % des ménages français sont précaires au sens du TEE (ceux dont le taux d'effort énergétique – TEE – *encadré 2* est deux fois supérieur au taux médian, soit ici 8,2 %).

Graphique 1 : distribution du taux d'effort énergétique

En %



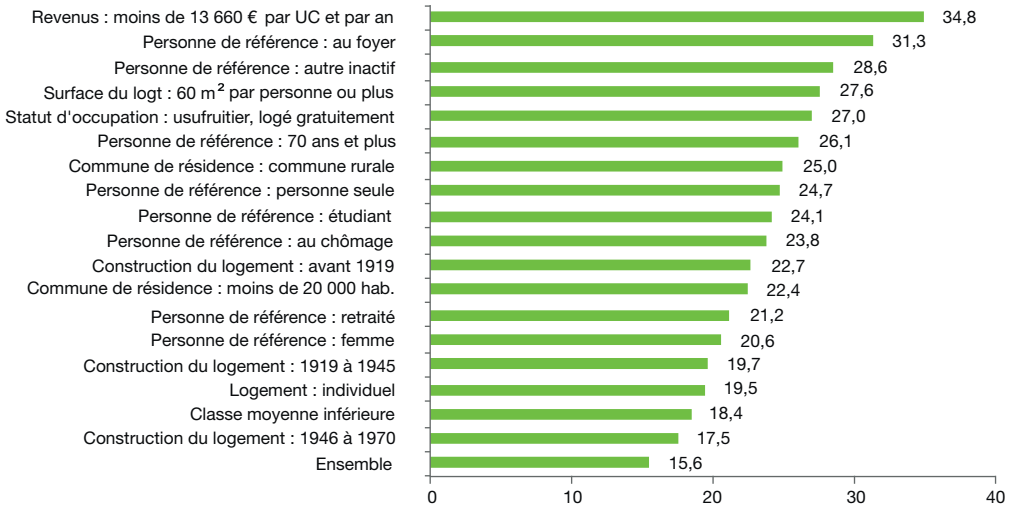
Notes : le taux d'effort énergétique (TEE) d'un ménage est la part de son revenu disponible consacrée aux dépenses d'énergie de son logement.
Le TEE médian est de 4,1 %. 15,6 % des ménages français ont un TEE supérieur au double de ce taux médian.
Champ : ménages de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Le fait d'être en situation de précarité énergétique au sens du TEE dépend surtout de la qualité du logement. Ainsi, plus le logement est ancien, plus les ménages se trouvent en situation de précarité énergétique au sens du TEE : 22,7 % des ménages vivant dans un logement construit avant 1919 ont un taux d'effort supérieur à deux fois le taux médian. Les ménages précaires au sens du TEE sont aussi surreprésentés parmi les ménages vivant dans des zones rurales (25,0 %), en logement individuel (19,5 %) ou disposant d'une surface par personne supérieure à 60 m² (27,6 %).

Certaines populations sont plus souvent sujettes à ce taux d'effort élevé (*graphique 2*). Il s'agit notamment des personnes seules qui, pour un quart d'entre elles (24,7 %), ont un taux d'effort énergétique supérieur au double du taux médian. En effet, la taille d'un logement n'évolue pas proportionnellement au nombre de personnes du ménage (cuisine, salle de bain, salon, étant présents dans tous les logements etc.). Les personnes seules supportent donc mécaniquement des charges énergétiques de logement plus importantes, dans la mesure où elles ne peuvent pas les mutualiser. La situation économique et professionnelle a un impact fort sur la précarité énergétique au sens du TEE. Ainsi plus du tiers (34,8 %) des ménages ayant des bas revenus (soit moins de 13 660 € par an et par unité de consommation) ont un TEE élevé. De même, ne pas être en emploi augmente fortement la probabilité d'avoir un taux élevé, qui passe de 21,2 % pour les ménages retraités à 31,3 % pour les ménages dont la personne de référence est au foyer.

Graphique 2 : ménages exposés à la précarité énergétique au sens du TEE (TEE supérieur à deux fois la médiane)

En %



Notes : le taux d'effort énergétique (TEE) d'un ménage est la part de son revenu disponible consacrée aux dépenses d'énergie de son logement. 24,7 % des personnes seules ont un TEE supérieur au double du taux médian, contre 15,6 % des ménages en moyenne.
Champ : ménages de France métropolitaine.
***Sources :** SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

Encadré 2 : calcul du taux d'effort énergétique

Le taux d'effort énergétique (TEE) d'un ménage est le rapport entre les dépenses en énergie pour un logement et le revenu disponible du ménage.

$$TEE = \frac{\text{Montant des charges individuelles dédiées à l'énergie + Montant des charges collectives dédiées à l'énergie}}{\text{Revenu disponible du ménage}}$$

L'enquête Phébus fournit le montant du revenu disponible du ménage à partir de données communiquées par la Direction générale des finances publiques (DGFiP). C'est donc ce montant qui a été utilisé pour le calcul du taux d'effort énergétique. Le revenu moyen est de 35 000 € par an et par ménage.
Les dépenses d'énergie sont constituées de deux composantes :
- La première composante concerne les charges individuelles du logement. Il s'agit en particulier des dépenses pour le chauffage individuel et les cuisinières (électricité, gaz de ville ou gaz en bouteille, fioul, GPL, charbon, bois, pétrole), ainsi que les autres charges en électricité (appareil électrique, lampe ou eau chaude par exemple). En moyenne, les charges individuelles sont de 1 418 € par an.
- Les charges collectives constituent la seconde composante. Il s'agit alors du chauffage collectif (électricité, gaz de ville ou gaz en bouteille, fioul, GPL, charbon, bois, pétrole) ainsi que de la production d'eau chaude collective. Sur les 7,6 % de ménages concernés ayant renseigné les rubriques, les charges collectives sont en moyenne de 680 € par an.
Les charges énergétiques totales ainsi calculées sont en moyenne de 1 470 € par an et par ménage (elles sont légèrement sous-estimées s'agissant des charges collectives, car une charge collective nulle est imputée aux personnes qui paient mais qui n'ont pas fourni les éléments utiles à leur estimation).
Le TEE moyen des Français est de 5,9 % en moyenne et le niveau médian de 4,1 %.
À noter que les bases de calcul s'appuient sur des dépenses réellement observées et intègrent donc éventuellement le bénéfice de tarification sociale.

14,2 % DES MÉNAGES ONT SOUFFERT DU FROID

21 % des personnes interrogées déclarent avoir souffert du froid au moins 24 heures au cours de l'hiver dernier à leur domicile. Mais si on tient compte des événements exceptionnels (problème de réglage ou de mise en route tardive, hiver particulièrement rigoureux, intempérie ou coupure accidentelle), 14,2 % ont eu froid en raison d'une situation imputable à la précarité énergétique, que ce soit pour cause d'installation défectueuse (mauvaise isolation, installation insuffisante ou en panne durable) ou pour un motif financier (limitation du chauffage voire coupure suite à un impayé).

Les caractéristiques du logement sont ici essentielles : les ménages en logement collectif souffrent deux fois plus souvent du froid que ceux qui résident en habitat individuel (20,0 % *vs* 10,0 %), les ménages occupant un logement de une ou deux pièces plus souvent que ceux occupant un logement de cinq pièces ou plus (21,3 % *vs* 8,5 %).

Le fait de souffrir du froid dans son logement, pour des raisons structurelles ou financières, dépend également de la situation économique et professionnelle et notamment du statut d'occupation. 24,4 % des locataires déclarent ainsi avoir souffert du froid, soit bien plus que les ménages propriétaires de leur logement (7,2 %). Les ménages qui déclarent avoir souffert du froid sont aussi surreprésentées parmi ceux dont la personne de référence a moins de 40 ans (19,7 %) ou est inoccupée, qu'elle soit étudiante (26,0 %), au chômage (23,7 %) ou au foyer (22,8 %). Le niveau de revenus est particulièrement déterminant : 22,7 % des ménages disposant de faibles revenus ont souffert du froid contre 7,8 % des ménages disposant de revenus élevés. Rappelons que, au fur et à mesure du temps, le profil des locataires a eu tendance à se paupériser par rapport à celui des propriétaires, notamment en liaison avec les difficultés financières rencontrées par les jeunes ménages (plus durement touchés par le chômage et la pauvreté) [5].

DES INDICATEURS DE PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE QUI NE SE RECOUPENT QUE TRÈS PARTIELLEMENT

Les indicateurs de précarité énergétique au sens du TEE et de ressenti du froid utilisés révèlent deux profils de populations susceptibles d'être sujettes à la précarité énergétique. Le premier indicateur, basé sur le budget consacré à l'énergie, met en évidence les difficultés des personnes seules, âgées et à faibles revenus qui occupent de grands logements, en

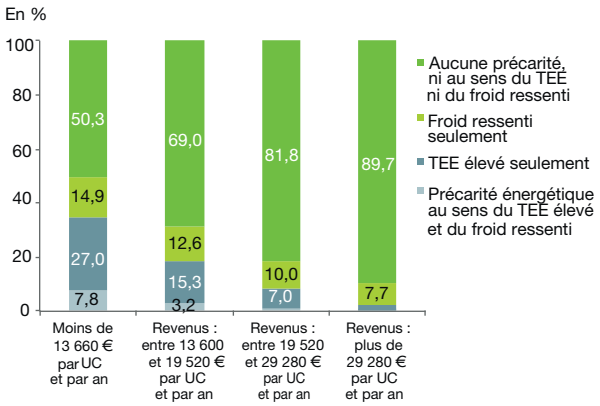
grande partie individuels et en zone rurale. Le second, basé sur les déclarations de froid ressenti des personnes interrogées, montre plus souvent la précarité des jeunes locataires étudiants ou au chômage, à faibles revenus qui occupent de petits logements collectifs et plus urbains.

Le point commun de ces deux groupes semble résider en grande partie dans leur faible niveau de revenu et le caractère relativement plus ancien de leur habitat. Au final, 2,9 % des ménages cumulent ces deux signaux et présentent à la fois un taux d'effort énergétique supérieur à deux fois la médiane et ont ressenti le froid dans leur logement. 73,1 % des ménages sont épargnés de ces situations de grande difficulté.

Les ménages qui cumulent ces deux formes de précarité énergétique sont surreprésentés parmi les locataires (4,8 %) et les logements anciens (4,4 % quand la construction est antérieure à 1919). Les liens avec le niveau de vie des ménages sont indéniables : alors que seuls 50,3 % des bas revenus (disposant de moins de 13 660 € par unité de consommation – UC – et par an) sont à l'abri de toute forme de précarité énergétique, près de neuf ménages sur dix parmi les hauts revenus en sont totalement épargnés (*graphique 3*).

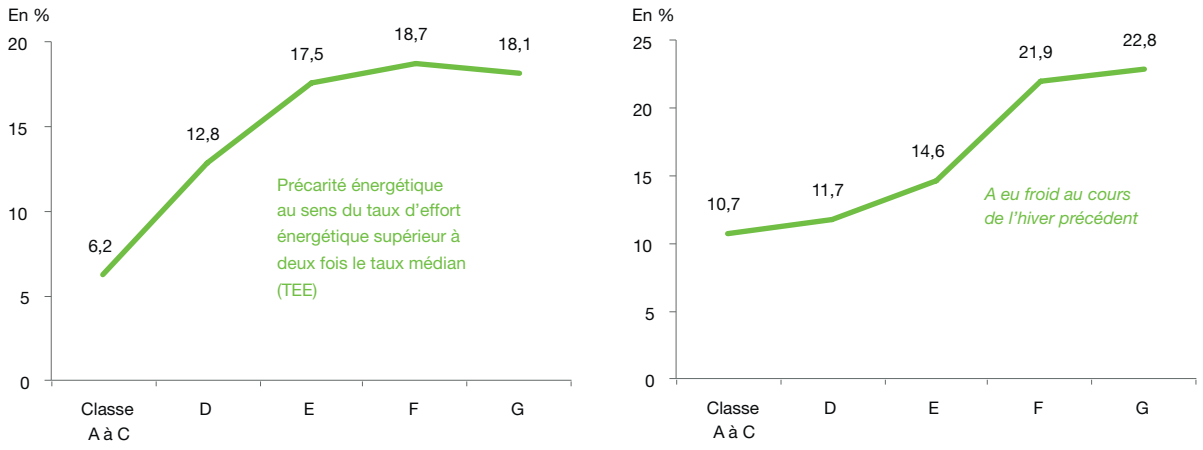
Les deux indicateurs de précarité énergétique sont, par ailleurs, très corrélés à la performance énergétique du logement (*graphiques 4*). Plus la classe de consommation est médiocre, plus les deux indicateurs « froid » et « TEE » sont élevés. Le TEE augmente tout particulièrement entre les classes A-C et D (+ 6,6 points), pour culminer à 18,7 % pour les logements classés F. Le ressenti du froid concerne plus particulièrement les classes F et G : 22,8 % des habitants d'un logement classé G ont ainsi souffert du froid au cours de l'hiver précédent (deux fois plus souvent que les habitants des logements relevant des classes A à C).

Graphique 3 : cumul des formes de précarité énergétique en fonction du niveau de vie



Notes : le taux d'effort énergétique (TEE) d'un ménage est la part de son revenu disponible consacrée aux dépenses d'énergie de son logement.
Par convention, le TEE est élevé lorsqu'il est supérieur à deux fois la médiane (4,1 %).
Champ : ménages de France métropolitaine.
***Sources :** SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

Graphiques 4 : la précarité énergétique corrélée à la performance énergétique du logement



Champ : résidences principales de France métropolitaine.
***Sources :** SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

HORMIS LA BAISSE DU CHAUFFAGE, LES ATTITUDES ET COMPORTEMENTS ÉCOCITOYENS DANS LE LOGEMENT N'ONT QUE PEU D'IMPACT SUR LES INDICATEURS DE PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE

Environ un ménage sur trois a entrepris des travaux afin d'améliorer la qualité énergétique de son habitat, qu'il soit précaire énergétique ou non

Un peu plus de quatre ménages sur dix (41,4 %) ont réalisé des travaux dans le logement entre janvier 2008 et juin 2013[10]. Les travaux réalisés avaient des objectifs divers, mais souvent en lien avec l'amélioration de la qualité énergétique du logement. Au final, un tiers des ménages (32,8 %, soit 79,7 % de ceux ayant réalisé des travaux) ont cherché à améliorer la qualité énergétique de leur habitat par des travaux : la part de ces ménages ayant eu froid dans leur logement ou identifiés comme précaires énergétiquement au sens du TEE, est pourtant la même que sur l'ensemble des ménages.

Les Français n'ont pas pris l'habitude de baisser ou d'éteindre leur chauffage, notamment ceux dont le TEE est élevé, mais ceux qui souffrent du froid le font plus souvent

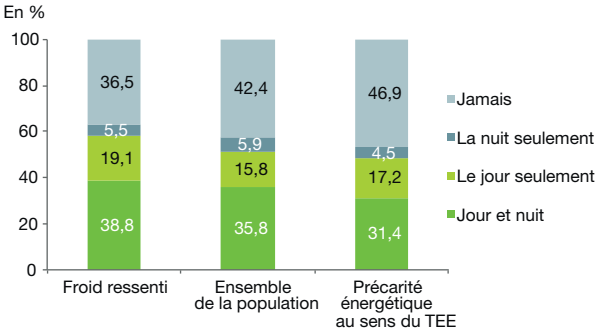
Trois ménages sur quatre, en moyenne, ont la possibilité de régler la température dans le logement. Les ménages en situation de précarité énergétique au sens du TEE ont cette possibilité autant que les autres (73,8 %), mais les ménages ayant souffert du froid peuvent moins souvent le faire (66,8 %).

La capacité à régler la température du logement est très liée au type d'habitat. Les logements équipés d'un chauffage individuel ainsi que les logements les plus récents fournissent plus souvent cette possibilité. Les logements construits après-guerre sont le moins propices à cette intervention individuelle sur la température de chauffage. Les propriétaires, qui habitent très majoritairement en logement individuel, sont plus souvent en capacité de régler la température que les locataires (80,8 % *vs* 66,5 %), qui résident plus souvent en logement collectif. Les hauts revenus, plus souvent propriétaires, ont également plus souvent cette possibilité que les bas revenus (83,7 % *vs* 61,6 %).

À la question de savoir s'ils ont, l'hiver dernier, eu l'habitude de baisser périodiquement la température ou d'éteindre le chauffage de leur logement, 26,8 % des ménages indiquent l'avoir fait à la fois le jour et la nuit ; 11,9 % uniquement en journée et 4,6 % la nuit seulement. Une majorité de ménages ne l'a donc pas fait (56,8 %), dont près de la moitié d'entre eux parce qu'ils ne le peuvent pas (25 %).

Les ménages en situation de précarité énergétique au sens du TEE (ceux qui consacrent à leurs dépenses énergétiques le double du taux médian) sont ceux qui régulent le moins à la baisse leur chauffage (46,9 % ne le font jamais, + 4,5 points par rapport à l'ensemble de la population). Les personnes ayant souffert du froid – plus contraintes financièrement – à l'inverse, ont été plus « interventionnistes » (*graphique 5*) : 38,8 % d'entre elles ont baissé le chauffage le jour et la nuit (+ 3 points) et 19,1 % l'ont baissé dans la journée (+ 3,3 points).

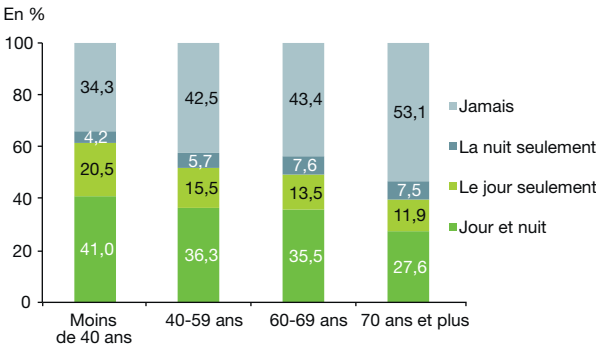
Graphique 5 : les ménages en situation de précarité énergétique au sens du TEE sont ceux qui interviennent le moins sur leur chauffage



Champ : ménages de France métropolitaine ayant la possibilité de régler la température de leur logement.
Sources : *SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

L'âge de la personne de référence influe le plus sur ces pratiques (*graphique 6*) : les plus jeunes sont ceux qui, le plus souvent, baissent ou même éteignent leur chauffage. Ces comportements laissent-ils présager des évolutions comportementales de long terme ? Ou bien sont-ils uniquement dictés par des contraintes budgétaires fortes qui feront place à d'autres considérations au fur et à mesure de l'évolution du cycle de vie (présence d'enfants, temps passé au domicile plus important) et de l'évolution de leurs revenus ? Le type

Graphique 6 : plus la personne de référence est jeune et plus elle intervient pour baisser ou éteindre le chauffage du logement



Champ : ménages de France métropolitaine ayant la possibilité de régler la température de leur logement.
Sources : *SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

[10] *Fin de la collecte du volet Clode de l'enquête Phébus.*

de chauffage a une influence également : 60,8 % de ceux dont le chauffage est collectif ne baissent jamais le chauffage (alors même qu'ils ont la possibilité de régler la température), contre 40,5 % de ceux qui sont équipés d'un chauffage individuel. Au-delà de possibilités réduites de régler son chauffage, la gestion collective induit-elle une forme de déresponsabilisation ?

Des températures déclarées dans le logement bien souvent supérieures aux recommandations de l'Ademe, sauf pour les ménages déclarant souffrir du froid

L'Ademe recommande une température de 19 °C dans les pièces à vivre et de 16 °C dans les chambres [6]. L'enquête établit qu'un ménage sur trois seulement respecte ces consignes (33,9 %). En moyenne, la température annoncée est de 20 °C, soit 1 °C de plus que ces recommandations. Il est à noter que les réponses étant ici déclaratives, elles sont peut-être biaisées par la non désirabilité sociale de la norme de 19 °C.

Lorsque le mode de chauffage est individuel, la proportion de ménages chauffant à la température recommandée (c'est-à-dire 19 °C ou moins) est plus importante (35,8 % *vs* 24,8 % lorsqu'il s'agit d'un chauffage collectif). Il en va également de même des ménages résidant dans des logements anciens, datant d'avant 1919 (39,9 %).

Le fait de ressentir une sensation de froid est, non sans logique, lié à la perception de la température de son logement au cours d'une période de chauffe. Les ménages indiquant souffrir du froid estiment plus souvent que leur logement se situe à une température égale ou inférieure à 19 °C (48,0 %, + 14,1 points par rapport à la moyenne) et moins souvent qu'il se situe au-delà de 20 °C (18,8 %, - 11,6 points).

Le TEE, en revanche, n'est pas corrélé à cette perception de la température dans son logement de manière significative. Plus âgés, habitant des plus grands logements, et des logements plus anciens, les ménages précaires au sens du TEE atteignent des températures proches du reste de la population, mais au prix de dépenses importantes. Le TEE approche donc une partie de la précarité énergétique, mais ne permet pas d'en rendre compte complètement dans la mesure où certains ménages ont des contraintes financières telles qu'ils renoncent en partie à se chauffer. Ces ménages ne sont dès lors appréhendés qu'à l'aune de l'indicateur « froid ».

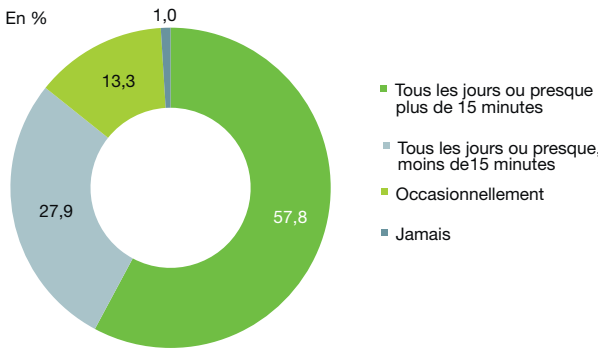
Les différences observées entre les indicateurs « froids » ressenti et « TEE » rappellent s'il est en besoin le caractère imparfait de ces deux indicateurs. D'une part, il apparaît parfois délicat de s'appuyer sur des représentations, certaines personnes pouvant estimer avoir froid à partir de 20 °C, d'autres à 16 °C, ces normes de confort variant selon les époques et les groupes sociaux. D'autre part, le TEE, basé sur la consommation effective, montre aussi plusieurs limites – déjà largement décrites par la littérature et notamment par l'Observatoire national de la précarité énergétique (ONPE) – puisqu'il ne permet pas d'intégrer correctement les besoins réels des ménages et de différencier clairement des pratiques de sobriété de pratiques de restrictions. À titre d'exemple, il ne permet pas de comptabiliser les ménages victimes d'une situation de précarité énergétique telle qu'ils renoncent en partie à se chauffer et ont donc une consommation effective bien inférieure à leurs besoins réels. Ces ménages ne sont dès lors appréhendés qu'à l'aune de l'indicateur « froid ».

L'utilisation d'indicateurs composites, permettant de mesurer l'importance de la part budgétaire du poste « énergie » tout aussi bien que la satisfaction des normes de confort propres aux ménages concernés, apparaîtrait comme une solution plus appropriée pour appréhender la précarité énergétique. En l'absence de telles données, le croisement de l'indicateur TEE, renseignant sur le poids financier de l'énergie, et de l'indicateur « froid », basée sur le ressenti des ménages, est une solution intermédiaire.

Les pratiques d'aération du logement sont, en revanche, adoptées par une majorité de ménages, qu'ils soient précaires énergétiques ou non

Renouveler l'air du logement permet à la fois d'apporter l'oxygène nécessaire et d'éliminer les polluants et les particules. L'aération quotidienne est une pratique largement répandue parmi les Français (*graphique 7*). Les réponses données ici étant déclaratives, elles sont peut-être biaisées par une norme sociale valorisant fortement l'aération du logement.

Graphique 7 : la majorité des logements ont été aérés plus de 15 minutes tous les jours ou presque lors de la dernière période de chauffe, (sur une semaine ordinaire)



Champ : ménages de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Quand il est impossible de régler la température dans son logement, aérer est plus systématique (64,9 %) que quand ce réglage est possible (55,5 %). Deux raisons peuvent être avancées. La première serait d'ordre financier : l'impossibilité de régler la température concernant principalement les chauffages collectifs, le règlement de charges collectives déconnecterait la pratique d'aération du montant de la facture, uniquement basée sur la surface du

logement. La seconde serait la régulation de la température : si la température du logement, non contrôlée, est jugée trop élevée, l'aération peut être utilisée comme mode de régulation de la température de son logement.

L'aération du logement semble également dépendre du climat extérieur : les ménages de la zone climatique H3, la plus clémente, aèrent plus souvent et plus longtemps que les autres (74,7 % le font tous les jours ou presque plus de 15 minutes).

Aérer tous les jours ou presque son logement, que ce soit plus ou moins de 15 minutes, et pouvoir régler la température, rendent vigilant dans plus de la moitié des cas (53,0 %) à éteindre le chauffage ou, tout le moins, à le baisser (8,5 %). 38,4 % laissent le chauffage à la même température, et cela inclut les personnes qui ne peuvent modifier la température du logement.

Les personnes en situation de précarité énergétique, que ce soit au sens du TEE comme du froid ressenti, n'ont pas de pratique particulière en la matière.

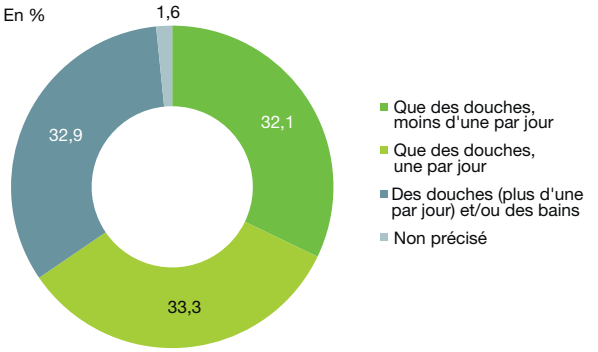
Les Français préfèrent se doucher que se baigner, qu'ils soient précaires énergétiques ou non

En France, chaque personne consomme en moyenne 150 litres d'eau potable par jour. En vérifiant qu'il n'y a pas de fuite dans son installation, en ouvrant et fermant les robinets à bon escient, en choisissant des appareils ménagers sobres, en privilégiant les douches, il est possible d'agir sur sa consommation. En effet, une douche consomme 60 à 80 litres d'eau, contre deux ou trois fois plus pour un bain [6].

Au final, trois ménages sur quatre (74,7 %), ne prennent que des douches alors que 23,7 % prennent aussi bien des bains que des douches. On notera que 1,6 % de l'échantillon ne répond pas à ces questions (*graphique 8*).

La population se scinde en trois groupes de même importance, aux comportements différenciés : les ménages dont les membres ne prennent que des douches et ce moins souvent qu'une fois par jour (32,1 %), ceux dont les membres prennent en moyenne une douche par jour (33,3 %) et ceux dont les membres se douchent plus souvent et/ou prennent des bains (32,9 %). Ces pratiques sont très corrélées à l'âge de la personne de référence : 46,7 % des ménages dont la personne de référence a moins de 40 ans se classent dans la catégorie de ceux qui prennent beaucoup de douches et des bains, tandis que plus la personne de référence est âgée, plus on prend de douches et plus celles-ci sont espacées. Notons en revanche que la précarité énergétique (au sens du TEE élevé comme du froid ressenti) est ici sans lien apparent avec les habitudes d'hygiène corporelle et les dépenses en eau et en énergie qu'elles impliquent.

Graphique 8 : l'hygiène corporelle : un ménage sur trois se plie à la règle de la douche quotidienne



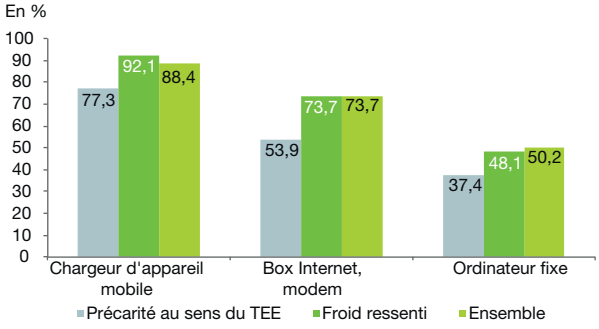
Champ : ménages de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Des taux et âge d'équipement qui semblent plutôt en lien avec la taille du ménage et son âge

L'enquête établit les taux d'équipement de 17 biens durables, qui s'échelonnent de 16,9 % pour le four combiné à 93,1 % pour le lave-linge. Le nombre exact d'appareils dont le ménage est équipé n'est pas connu, seul le fait d'être d'équipé d'au moins un appareil de chaque type est renseigné.

Intéressons-nous à l'équipement en technologies de l'information et de la communication (TIC), à savoir les ordinateurs, les box permettant l'accès à Internet à domicile et les chargeurs d'appareil mobile. Les ménages en situation de précarité énergétique au sens du TEE sont plus âgés et moins bien équipés alors que ceux ayant souffert du froid, plus jeunes et plus urbains, se révèlent autant, voire mieux équipés, que la moyenne de la population (*graphique 9*).

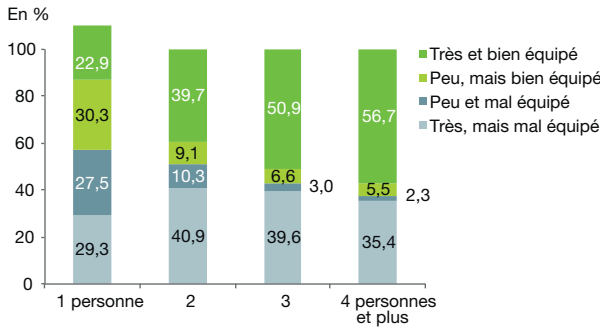
Graphique 9 : les ménages dont le TEE est supérieur à deux fois la médiane sont moins bien équipés en TIC, ceux ayant souffert du froid sont plutôt mieux équipés



Notes : le taux d'effort énergétique (TEE) d'un ménage est la part de son revenu disponible consacrée aux dépenses d'énergie de son logement.
Par convention, le TEE est élevé lorsqu'il est supérieur à deux fois la médiane (4,1 %).
Champ : ménages de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

L'enquête permet, par ailleurs, de savoir si, parmi 14 des 17 biens possédés, certains sont plus ou moins récents (moins de 5 ans) et, pour les plus récents d'entre eux, quelle est leur étiquette énergie. Cette dernière information est trop parcellaire pour être exploitée. Nous avons donc réparti les ménages en quatre groupes, en fonction de l'étendue de leur équipement (moins de 9 équipements ou 9 et plus) et de l'ancienneté de celui-ci (moins du tiers est récent, le tiers ou plus l'est). Plus la taille du ménage est importante et plus l'équipement est complet (*graphique 10*) : seuls 7,8 % des ménages de quatre personnes et plus sont « peu équipées », contre 57,8 % des personnes seules. Les ménages de grande taille disposent, également, d'un équipement plus récent.

Graphique 10 : niveau d'équipement en biens durables en fonction de la taille du ménage



Note : un ménage est dit « très équipé » s'il a 9 équipements ou plus ; il est dit « bien équipé » si plus d'un tiers de son équipement a moins de 5 ans.
Champ : ménages de France métropolitaine.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

Les individus en situation de précarité énergétique, que ce soit au sens du TEE élevé ou du froid ressenti, sont plutôt moins équipés que l'ensemble de la population. Ensuite, les ménages avec un TEE élevé ont plus souvent un équipement ancien tandis que ceux qui ont souffert du froid, plus jeunes, bénéficient d'un équipement plus récent qu'en moyenne.

Au final, chez les ménages précaires au sens du TEE, une surreprésentation des ménages peu et mal équipés est remarquée (20,2 %, soit 7,0 points de plus que dans l'ensemble de la population) tandis que chez les ménages ayant souffert du froid au cours de l'hiver dernier, une surreprésentation des ménages peu mais bien équipés est constatée (18,1 %, soit 6,5 points de plus que dans l'ensemble de la population).

LES MÉNAGES DISENT PRIVILÉGIER LE CONFORT POUR LE CHAUFFAGE ET L'EAU CHAUDE ET LES ÉCONOMIES POUR LES AUTRES USAGES NÉCESSITANT L'ÉLECTRICITÉ ; CEUX QUI SOUFFRENT DU FROID PRIVILÉGIENT LES ÉCONOMIES QUEL QUE SOIT L'USAGE

Pour trois postes de consommation (l'électricité spécifique – pour un usage nécessitant l'électricité, le chauffage et l'eau chaude), les Français ont été interrogés sur ce qu'ils privilégiaient : le confort ou l'économie ? Référence est certes faite ici aux consommations, mais il s'agit bien d'une question d'opinion : ne sont pas mesurés les comportements ou les pratiques éventuellement mises en œuvre, mais le ressenti des personnes. La balance penche plutôt pour l'économie (à 56,7 %) s'agissant des consommations d'électricité (pour l'éclairage, les appareils électroménagers, les médias, etc.), alors que les ménages privilégient plutôt le confort pour le chauffage (54,9 %) et pour l'eau chaude (56,4 %). En considèrant les trois arbitrages possibles, la population se distribue de façon assez homogène : 29,9 % des occupants disent mettre toujours en avant le confort alors qu'une proportion proche (27,6 %) privilégie systématiquement les économies. Entre ces deux extrémités, 21,3 % citent deux fois le confort tandis que 21,2 % le citent une seule fois.

Le niveau de vie du ménage est déterminant pour expliquer comment cet arbitrage se réalise. En effet, 40,7 % des hauts revenus optent dans les trois cas pour le confort, contre 21,7 % seulement des bas revenus. Ces derniers sont 37,2 % à ne jamais citer le confort. Les personnes au chômage (38,8 %) ainsi que les personnes au foyer et les autres inactifs (38,4 %) sont également plus nombreux qu'en moyenne à ne jamais mettre en avant le confort. Et ce sont les personnes qui ont souffert du froid qui, le plus souvent, n'évoquent jamais le confort (39,9 %, + 12,3 points par rapport à l'ensemble de la population).

LES SITUATIONS DE PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE SONT D'ABORD LIÉES AUX CARACTÉRISTIQUES DU LOGEMENT OCCUPÉ, PUIS AUX CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES, ET ENSUITE SEULEMENT AUX COMPORTEMENTS

Les différents facteurs balayés ici ont des influences qu'il est difficile de distinguer simplement par des traitements statistiques simples. Par exemple, dans quelle mesure la situation de précarité énergétique d'un jeune est-elle liée d'abord à son âge, à ses comportements peu économes en matière de douches, à ses revenus financiers contraints, à la qualité de son habitat souvent un peu moins bonne que la moyenne ?

Une analyse, réalisée toutes choses égales par ailleurs, montre que les situations de précarité énergétique, et en particulier celles liées au taux d'effort énergétique, sont d'abord déterminées par les caractéristiques du logement occupé (ancienneté du bâti, chauffage individuel ou collectif, zone climatique, taille...), puis par celles de ses occupants (situation d'emploi dans les deux cas) et enfin, dans une bien moindre mesure, aux comportements écocitoyens – ou de restrictions – de ceux-ci (*tableau 1*).

Tableau 1 : effets marginaux des différents facteurs susceptibles d'influencer les situations de précarité énergétique

	Précarité au sens du TEE élevé	Froid ressenti
Âge *(ref. = moins de 40 ans)*		
40-59 ans	- 0,888	-1,918*
60-69 ans	- 0,549	- 5,416***
70 ans et plus	3,539*	- 6,087***
Situation familiale *(ref. = personne seule)*		
Famille monoparentale	- 6,233***	- 0,209
Couple sans enfant	- 7,684***	- 2,244*
Couple avec enfant	- 12,41***	1,439
Ménage complexe	- 7,063***	- 2,216
Niveau de vie *(ref. = hauts revenus)*		
Bas revenus	41,039***	2,274
Classe moyenne inférieure	17,64***	1,872
Classe moyenne supérieure	6,639***	0,643
Situation par rapport à l'emploi *(ref. = en emploi)*		
Au chômage	5,524***	0,764
Étudiant	11,216***	0,782
Retraité, retiré des affaires	2,048	- 0,669
Au foyer	7,082***	0,552
Autre inactif	6,004***	14,139***
Sexe *(ref. = femme)*		
Homme	0,242	- 3,497***
Ancienneté du bâti *(ref. = 2006 et après)*		
Avant 1919	6,639***	6,506***
1919 à 1945	7,04***	4,2**
1946 à 1970	7,236***	5,457***
1971 à 1990	4,486***	3,564**
1991 à 2005	1,135	- 0,454
Statut d'occupation du logement *(ref. = locataire)*		
Propriétaire	- 2,88***	- 12,518***
Autre	- 2,605	- 5,787**
Taille de l'unité urbaine *(ref. = 4. 20 000 à 50 000 habitants)*		
Commune rurale	5,035***	- 0,838
2 000 à 5 000 habitants	3,36**	- 4,428**
5 000 à 10 000 habitants	3,926**	- 5,333***
10 000 à 20 000 habitants	- 0,218	- 2,846
50 000 à 100 000 habitants	- 1,723	- 0,422
100 000 à 200 000 habitants	- 3,439*	- 0,712
200 000 habitants et plus	- 0,946	- 2,274
Paris et agglomération	0,88	0,797
Taille du logement *(ref. = 5 pièces ou plus)*		
1 ou 2 pièces	- 8,228***	- 0,622
3 pièces	- 3,775***	1,09
4 pièces	- 4,755***	1,417

	Précarité au sens du TEE élevé	Froid ressenti
Surface disponible par personne *(ref. = < 25,5 m²/habitant)*		
27,5 à moins de 40	4,491***	- 0,88
40 à moins de 60	7,513***	0,062
60 et plus	15,029***	- 1,495
Type de chauffage *(ref. = individuel)*		
Collectif	- 5,145***	- 3,158***
Nsp, nr	- 8,411***	3,39
Type d'habitat *(ref. = individuel)*		
Collectif	- 8,811***	0,128
Zone climatique *(ref. = H3)*		
H1	3,746***	1,337
H2	2,038*	- 2,17*
Température déclarée *(ref.= plus de 20 °C)*		
19 °C et moins	- 0,667	9,842***
Entre 19 et 20 °C	- 1,268	4,012***
Nsp, nr	4,114*	6,279***
Aération du logement *(ref. = tous les jours ou presque, moins de 15 minutes)*		
Tous les jours ou presque plus de 15 minutes	0,471	- 1,369*
Occasionnellement	2,45**	0,621
Jamais ou pas de fenêtre donnant sur l'extérieur	13,62***	2,182
Typologie de l'équipement *(ref. = moins de 9/moins du tiers a moins de 5 ans)*		
9 et plus/moins du tiers a moins de 5 ans	3,053***	-1,168
Moins de 9/le tiers ou plus a moins de 5 ans	2,772***	-1,95
9 et plus/le tiers ou plus a moins de 5 ans	0,741	2,046
Réalisation de travaux dans le logement *(ref. = n'a pas réalisé de travaux)*		
A réalisé des travaux d'amélioration énergétique	- 0,775	0,351
A réalisé d'autres travaux	- 0,74	0,938
Pratique d'hygiène corporelle *(ref. = que des douches, 1 par jour)*		
Que des douches, moins 1 par jour	- 1,262	0,054
+ 1 douche par jour + des bains	1,528*	0,295
Nsp, nr	- 5,767***	- 1,599
Baisse de la température du logement *(ref. = nuit et jour)*		
Jour seulement	2,131*	0,67
Nuit seulement	- 1,79	- 0,932
Jamais	0,167	- 0,771
N'a pas le contrôle	- 1,575	2,413**
Préférence économie/confort *(ref. = toujours confort)*		
Jamais confort	- 3,723***	6,539***
1 fois confort	- 3,737***	3,485***
2 fois confort	- 0,93	0,681

*Note : figurent dans ce tableau les seuils de significativité (*** au seuil de 1 %, ** au seuil de 5 % et * au seuil de 10 %) des effets marginaux des différentes variables dans les régressions logistiques expliquant les situations de précarité énergétique. La lecture en est la suivante : toutes choses égales par ailleurs, les habitants d'un logement construit entre 1946 et 1970 présentent un risque plus élevé, de 7,236 points de pourcentage, d'être en situation de précarité énergétique, que les habitants d'un logement construit en 2006 ou après.*
Source : *SOeS, enquête Phébus*

Bibliographie

[1] Les chiffres clés de l'énergie, édition 2015,
Service de l'observation et des statistiques, février 2016
[2] Vulnérabilité énergétique – Loin des pôles urbains, chauffage et carburant pèsent fortement dans le budget,
Nicolas Cauchez, Eric Durieux, David Levy, Insee Première n° 1530, janvier 2015
[3] La facture énergétique des ménages serait 10 % plus faible sans l'étalement urbain des vingt dernières années,
Lucie Calvet, François Marical, Sébastien Merceron et Maël Theulière, Insee Portrait social, édition 2010, p. 167-180
[4] Définir la vulnérabilité énergétique transport,
Observatoire national de la précarité énergétique, juin 2015
[5] Loyers et revenus depuis les années 1970,
Jacques Friggit, Conseil général de l'environnement et du développement durable, juin 2013, http://www.cgedd.fr/loyer-revenu-2013.pdf
[6] Être éco citoyen à la maison, Toutes les solutions pour un logement économe et facile à vivre,
Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, édition octobre 2015

partie 2

Quelle performance thermique des logements et quels comportements des ménages ?

Fabienne Boutière, Christallan Briend, Marie-Hélène Laurent, Dominique Osso, Alain Tripier, Éric Lagandré/ EDF Sereho ANAH
La performance thermique du bâti des logements construits avant la première réglementation thermique

Daniel Lepoittevin/CGDD
Analyse des résidences principales et de leurs occupants, au travers de l'étiquette énergie conventionnelle du diagnostic de performance énergétique (DPE)

Mathias Denjean/CGDD
Comportements et consommations énergétiques

La performance thermique du bâti des logements construits avant la première réglementation thermique

Fabienne Boutière, Christallan Briend, Marie-Hélène Laurent, Dominique Osso, Alain Tripier, Éric Lagandré

Avant la réalisation de l'enquête Performance de l'habitat, équipements, besoins et usages de l'énergie (Phébus), la performance thermique du bâti des logements construits avant la première réglementation thermique (RT 1974) est restée longtemps approximative. En effet, leur construction n'avait été soumise à aucune contrainte réglementaire de performance, contrairement aux logements construits après 1974, dont les RT ont permis d'avoir une estimation, même en l'absence du diagnostic de performance énergétique (DPE).

L'analyse de l'enquête Phébus révèle que la performance thermique de l'enveloppe des logements construits avant 1975, est contrastée mais de qualité médiocre : pour 50 % du parc ancien, elle serait inférieure au seuil de la première RT.

L'analyse par type de paroi permet de dégager les gestes de rénovation à réaliser en priorité. Le premier geste le plus souvent réalisé (83 %) concerne le remplacement des baies, même s'il n'est pas le plus rentable. Le deuxième le plus souvent réalisé (74 %) concerne l'isolation des toitures : les travaux sont de bon niveau car ils permettent aux toits isolés d'atteindre la performance de la RT dans l'existant. Les deux derniers gestes (planchers et murs) sont les moins fréquents (63 % pour chacun des deux gestes), mais seuls les murs isolés ont généralement une performance très en deçà des exigences de la RT dans l'existant.

Atteindre un niveau de performance global correct après rénovation d'un bâti ancien est cependant possible : 20 % des maisons individuelles construites avant 1975 ont une enveloppe dont la performance thermique est équivalente à celle de la RT2000.

Cette étude apporte des enseignements inédits en ce qui concerne l'importance des travaux d'isolation des parois déjà réalisés en maison individuelle. Il convient de conserver une certaine prudence en raison de la taille limitée de l'échantillon des logements construits avant 1975 (1 300 logements), notamment pour l'habitat collectif (425 logements). Un focus dédié à l'habitat collectif pourrait consolider ces premiers résultats lors d'une prochaine enquête Phébus.

L'ENQUÊTE PHÉBUS DONNE UNE IMAGE DE LA PERFORMANCE THERMIQUE DU BÂTI DES LOGEMENTS FRANÇAIS VUE DES DIAGNOSTIQUEURS DE DPE

Pour la première fois en France, une enquête permet la caractérisation physique des différents éléments constituant les bâtis du parc de logements : murs, ouvrants, planchers extérieurs et toits. Les données permettent de reconstituer le niveau d'isolation thermique issu du diagnostic de performance énergétique (DPE), des différents éléments constitutifs du bâti, notamment avec les coefficients de transmission thermique de l'enveloppe (Ubat – *encadré 2*). Cette caractérisation est « vue des diagnostiqueurs » et de la formalisation du DPE [1]. Même si elle est plus souvent réalisée à partir d'informations connues sur les bâtis qu'à partir de mesures physiques, elle n'en constitue pas moins la source actuelle de données permettant de caractériser au plus près la réalité de la performance thermique du bâti des logements français.

LES MURS ET PLANCHERS DES LOGEMENTS CONSTRUITS AVANT 1975 ONT RAREMENT ÉTÉ RÉNOVÉS, CONTRAIREMENT AUX FENÊTRES

En 2012, le parc « ancien » de bâtiments résidentiels (*i.e.* construits avant 1975[11]) représente 60,7 % des logements existants [2]. Construits sans aucune obligation d'isolation thermique avant la première RT de 1974, la performance thermique de leurs parois est restée longtemps approximative. Des travaux de rénovations ultérieurs ont permis l'amélioration de leur performance[12], mais ils concernent rarement les parois opaques (murs, planchers, toits).

En effet, même si les équipements thermiques (chauffage, eau chaude sanitaire) et les baies (*i.e.* les fenêtres) sont régulièrement renouvelés, en raison de leur durée de vie limitée (15 à 25 ans pour les équipements thermiques et près de 30 ans pour les baies [3]), les parois opaques des logements ne sont généralement isolées que pour des considérations d'efficacité énergétique, donc plus rarement.

CLASSEMENT DES LOGEMENTS PAR NIVEAU DE PERFORMANCE THERMIQUE DE LEUR BÂTI

La performance thermique des parois est décrite par leur résistance thermique R (*encadré 1*), à l'exception des fenêtres caractérisées par leur coefficient Uw (*encadré 2*). Trois catégories d'isolation thermique de parois sont distinguées :

- absence d'isolation ;
- isolation partielle : résistance thermique inférieure aux exigences de la RT dans l'existant (RTex) par élément [5] ;
- isolation performante : résistance thermique supérieure à l'exigence de la RTex.

À partir du DPE et de la RTex, les seuils de performance retenus pour chaque paroi dans notre étude sont les suivants [8] :

- murs : absence d'isolation : R < 0,5 m².K/W et seuil RTex : R = 2,3 m².K/W ;
- plancher haut : absence d'isolation : R < 0,5 m².K/W et seuil RTex : R = 4,0 m².K/W ;
- plancher bas : absence d'isolation : R < 0,5 m².K/W et seuil RTex : R = 2,0 m².K/W ;
- baies : absence de double vitrage Uw > 4 W/m².K et seuil RTex : Uw = 2,3 W/m².K.

La performance globale du bâti des logements anciens est calculée à partir du coefficient de transmission thermique de l'enveloppe (Ubat – *encadré 2*), qui appartient à une classe de performance délimitée par les seuils de deux RT successives. Cette seconde classification permet de quantifier de manière simple et à l'aide d'un seul indicateur le besoin de chauffage lié au bâti pour chaque logement, ce que l'approche par paroi ne permet pas. Les seuils de classification des Ubat sont les suivants :

- logement type RT2005 : 0,75 W/m².K ;
- logement type RT2000 : 0,8 W/m².K ;
- logement construit entre 1990 et 2000 : 0,95 W/m².K ;
- logement construit entre 1983 et 1989 : 1,15 W/m².K ;
- logement construit entre 1974 et 1982 : 1,4 W/m².K ;
- logement avec fenêtres en simple vitrage, murs et combles non isolés : 1,8 W/m².K.

[11] Dans cette étude, la définition des logements anciens est différente du sens réglementaire qui ne considère comme anciens que les bâtiments construits avant 1948 [7].

[12] En 2013, 60 % des toitures rénovées sont isolées ainsi que 44 % des façades rénovées et 43 % des travaux « d'agencement intérieur » comportent l'isolation de deux parois [9].

Encadré 1 : coefficients de résistance thermique R et de transmission thermique U

La résistance thermique R, est le rapport entre l'épaisseur de l'isolant (e) et sa conductivité thermique (λ) tel que R = e/λ. Elle s'exprime en m².K/W. Pour être considéré comme isolant, le R d'un matériau doit être supérieur à 0,5 m².K/W. Cet indicateur respecte une logique physique :

- plus l'épaisseur de l'isolant augmente, plus R est élevé ;
- plus le matériau est conducteur (donc perd de la chaleur), plus R est faible.

Par usage, la performance des fenêtres est traduite en termes de transmission thermique (U) qui est l'inverse de la résistance (U = 1/R) et s'exprime donc en W/m².K. En conséquence, plus le U est faible, meilleure est la performance. Le U_w (avec *w* pour *window*) est le coefficient de transmission thermique de la fenêtre dans son ensemble (vitrage + menuiserie), à différencier du coefficient U_g (*g* pour *glass*) qui concerne le vitrage seul ($U_w > U_g$ pour les vitrages les plus récents, l'inverse pour les plus anciens).

Encadré 2 : calcul du coefficient moyen de transmission thermique surfacique et linéique de l'enveloppe d'un bâtiment (Ubat)

Le coefficient Ubat introduit par la RT2000 [6] est le coefficient moyen de transmission thermique surfacique et linéique de l'enveloppe d'un bâtiment séparant l'intérieur de l'extérieur, du sol et des pièces non chauffées. Le coefficient moyen de déperdition d'un bâtiment, Ubat, prend en compte les pertes (ou déperditions) thermiques vers les locaux non chauffés et par les ponts thermiques, mais n'intègre pas les pertes thermiques dues à la ventilation et aux infiltrations d'air. Le coefficient Ubat représente les déperditions moyennes par m² de paroi pour 1 K d'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur (local non chauffé, sous-sol non chauffé, extérieur).
L'Ubat est un indicateur unitaire (par m² de paroi déperditive) et permet de comparer les niveaux d'isolation de deux logements mais pas leurs pertes totales, car elles dépendront (entre autres) aussi de la surface totale déperditive. Les appartements ayant des petites surfaces déperditives comparativement aux maisons, leurs consommations totales de chauffage sont plus faibles mêmes si leurs parois sont moins bien isolées, ce qui explique qu'ils soient moins souvent isolés que les maisons.
Comme pour le calcul du DPE, le calcul de l'Ubat n'est pas censé s'appliquer aux logements d'avant 1948, mais dans l'enquête Phébus, les données nécessaires à son calcul sont recensées, permettant la comparaison avec les logements plus récents sans changer de méthode. Pour le DPE, le calcul du coefficient Ubat est simplifié car les ponts thermiques ponctuels sont négligés. Le coefficient Ubat (en W/m².K) est calculé ainsi :

$$U_{bat} = \frac{(\Sigma U_i * A_i + \Sigma \Psi_j * l_j + \Sigma \chi_k)}{(\Sigma A_i)}$$

(en W/m2.K)

avec :
Ai : aire intérieure de la paroi déperditive i du bâtiment (en m²) ;
Ui : coefficient de transmission thermique de la paroi déperditive i du bâtiment ;
Ψj : coefficient de transmission thermique linéique du pont thermique de la liaison j ;
lj : longueur de la liaison déperditive j du bâtiment (en m) ;
χ : coefficient de transmission thermique ponctuel du pont thermique tridimensionnel k.

Il convient de noter que, pour le bâti « très ancien » (*i.e.* < 1948), le calcul de l'Ubat devient complexe car les performances physiques des parois sont mal connues, conduisant à une surestimation des déperditions. C'est d'ailleurs l'une des raisons pour lesquelles les DPE des logements anciens reposent sur un classement par facture et non selon un calcul thermique de type conventionnel. Parmi les logements construits avant 1975, plus de la moitié ont été construits entre 1948 et 1975, les bâtis « très anciens » sont donc en minorité. Comme les logements plus récents, ils ont néanmoins fait l'objet d'un calcul DPE permettant de comparer leurs performances en respectant l'homogénéité de la méthode employée.

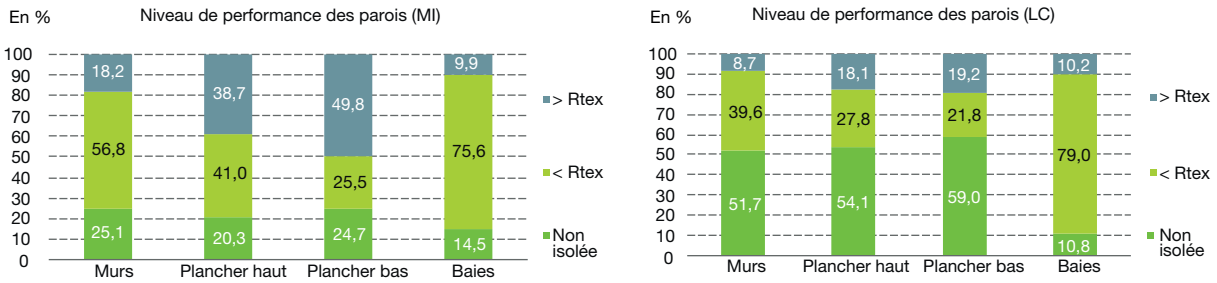
ÉTAT GLOBAL DU PARC DE LOGEMENTS CONSTRUITS AVANT 1975 : DES DIFFÉRENCES SIGNIFICATIVES ENTRE LES APPARTEMENTS ET LES MAISONS INDIVIDUELLES

Peu de logements sont dans leur état d'origine, *i.e.* non isolés à la construction[13], ce qui implique qu'ils ont fait l'objet de rénovations. Néanmoins, selon les parois et le type de bâtiment (individuel, collectif), des différences importantes existent.

Dans leur ensemble, les maisons individuelles (MI) sont mieux isolées que les logements collectifs (LC) car elles ont plus souvent fait l'objet de rénovations. Cette différence se retrouve assez naturellement entre logements occupés par leurs propriétaires (majoritairement des MI – 78 %) et logements en location (majoritairement des LC – 69 %). Ainsi en LC, environ 50 % des toitures ne sont pas isolées contre seulement 20 % en MI. La seule exception concerne les fenêtres pour lesquelles aucune différence n'est constatée entre MI et LC (*graphiques 1*).

[13] Pour les constructions antérieures à 1974, aucune obligation d'isoler n'était imposée. Il en résulte que ces maisons étaient rarement isolées à la construction [10].

Graphiques 1 : performance des parois déperditives des logements construits avant 1975, selon le type de logement



Note : pour le graphique de droite, 39,6 % des murs des logements collectifs sont isolés mais avec un niveau d'isolation inférieur à la réglementation thermique dans l'existant (RTex), 51,7 % n'ont pas d'isolation et 8,7 % ont un niveau d'isolation supérieur ou égal à celui préconisé dans la RTex.
Champ : résidences principales de France métropolitaine, construites avant 1975.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

LES FENÊTRES SONT LES PAROIS LE PLUS SOUVENT RÉNOVÉES…

Le coefficient de transmission thermique Uw des baies pour les logements construits avant 1975 est en valeur médiane de 3 W/m².K (*tableau 1*, *graphique 2*). En pratique, seulement 17 % des logements ont des vitrages non isolés (Uw > 4 W/m².K) et quand il y a eu installation de vitrages isolants, leur coefficient de transmission thermique médian est de 2,98 W/m².K.

Il n'existe pas de différence significative selon le type de logement (individuel ou collectif), le statut d'occupation ou la zone climatique (H1, H2 ou H3). Seule l'énergie de chauffage est corrélée avec la valeur du Uw, mais les écarts restent faibles (de 2,98 à 3,2 W/m².K en valeurs médianes).

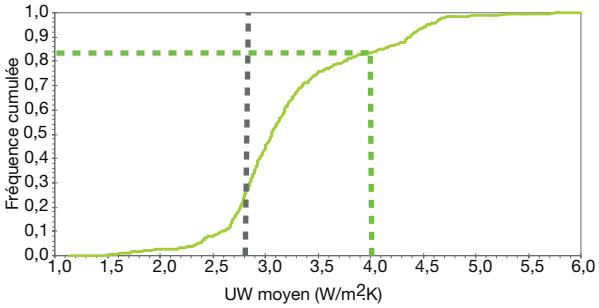
Tableau 1 : coefficient de transmission thermique Uw des baies des logements construits avant 1975

En W/m².K

Effectifs	U_w
1er quartile	2,81
Médiane	3,07
3e quartile	3,49
Moyenne	3,23

Champ : résidences principales de France métropolitaine, construites avant 1975.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Graphique 2 : distribution cumulée du coefficient de transmission thermique U_w, des baies des logements construits avant 1975



Notes : la ligne verticale gris clair en pointillés représente la valeur seuil de performance de la réglementation thermique dans l'existant (RTex). La ligne verticale vert foncé en pointillés représente la valeur seuil pour une fenêtre non isolée (Uw > 4 W/m².K).
84 % des logements ont des baies avec un Uw inférieur à 4 W/m².K.
Champ : résidences principales de France métropolitaine, construites avant 1975.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

… SUIVIES PAR LES TOITURES

La résistance thermique des « planchers hauts » (plafonds et toitures) pour les logements construits avant 1975 est en valeur médiane de 2,9 m².K/W. 26 % des logements concernés ont des « planchers hauts » non isolés (R < 0,5 m².K/W) et quand il y a eu une isolation, la résistance thermique médiane est de 4,15 m².K/W, soit une valeur voisine du seuil RTex. Il ne semble pas exister de différence significative de niveau d'isolation par zone climatique, ni par type d'énergie de chauffage, mais bien par type de logement (MI *vs.* LC – *tableau 2*, *graphiques 3*) et également par type d'occupant (propriétaires ou locataires). Cela s'explique aisément car les propriétaires sont majoritairement en MI (78 %) et les locataires en LC (69 %).

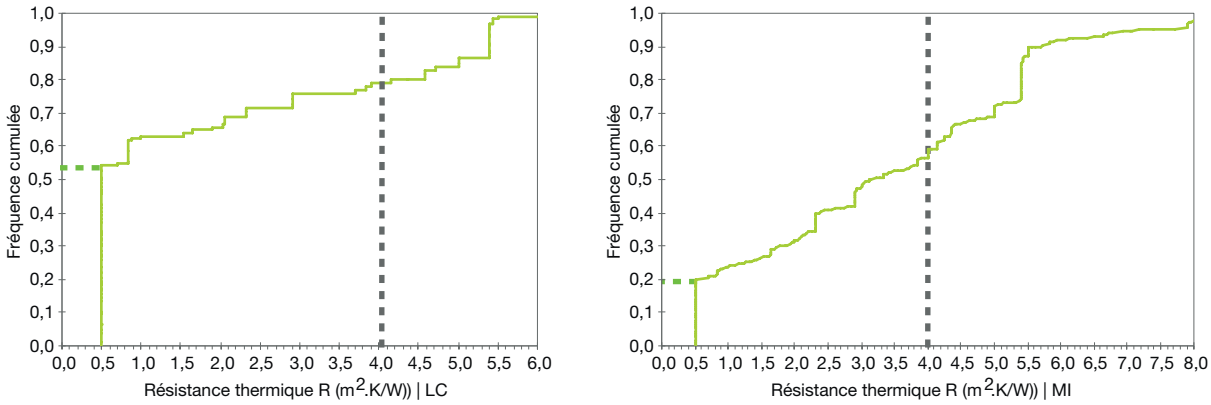
Tableau 2 : résistance thermique R, des planchers hauts déperditifs des logements construits avant 1975, selon le type de logement

En m².K/W

Effectifs	Logement collectif	Maison individuelle
1er quartile	0,50	1,24
Médiane	0,50	3,13
3e quartile	2,90	5,40
Moyenne	1,96	3,39

Champ : résidences principales de France métropolitaine, construites avant 1975.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

Graphiques 3 : distribution cumulée des résistances thermiques des planchers hauts déperditifs des logements construits avant 1975, en fonction du type de logement



Notes : la ligne verticale en pointillés représente la valeur seuil de performance de la réglementation thermique dans l'existant (RTex). La ligne horizontale en pointillés définit la fraction de logements non isolés (avec un R forfaitaire égal à 0,5 m².W/K).
Pour le graphique de gauche, 54 % des logements collectifs comportant un plancher haut ne sont pas isolés.
Champ : résidences principales de France métropolitaine, construites avant 1975.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

LES PLANCHERS SONT LES PAROIS LES MOINS SOUVENT ISOLÉES, MAIS CEUX QUI L'ONT ÉTÉ SONT MAJORITAIREMENT CONFORMES À LA RTEX

La résistance thermique des « planchers bas » pour les logements construits avant 1975 est en valeur médiane de 1,25 m².K/W. 37 % des logements ont des planchers non isolés (R < 0,5 m².K/W), mais quand il y a une isolation, la résistance thermique médiane est de 2,6 m².K/W, valeur au-delà du seuil de la RTex (2 m².K/W).

Il existe une différence significative entre zones thermiques, mais sans relation logique avec la rigueur climatique : les planchers bas de la zone H1 ont une résistance thermique médiane de l'ordre de 0,88 m².K/W contre 2,47 m².K/W pour la zone H2 et 1,7 m².K/W pour la zone H3. De même, les énergies de chauffage sont corrélées avec le niveau d'isolation : on trouve une résistance médiane de 2,45 m².K/W pour les logements recourant à la biomasse, contre 1,82 m².K/W pour l'électricité, 1,25 m².K/W pour le gaz et 0,69 m2.K/W pour les autres énergies. Enfin, il y a une différence significative entre les types de logements (MI, LC – *graphiques 4*, *tableau 3*) de même que pour le statut d'occupation.

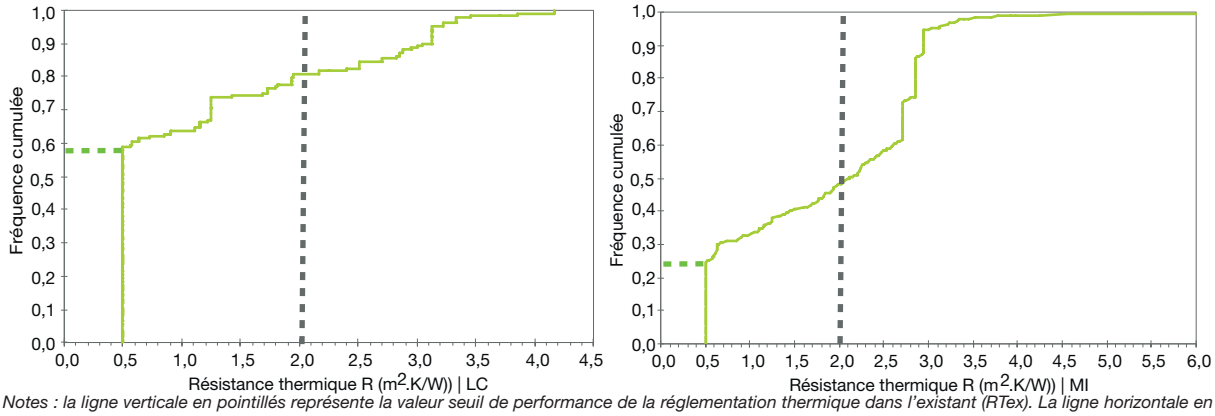
Tableau 3 : résistance thermique R des planchers bas déperditifs des logements construits avant 1975, selon le type de logement

En m².K/W

Effectifs	Ensemble	Logement collectif	Maison individuelle
1er quartile	0,50	0,50	0,53
Médiane	1,25	0,50	2,11
3e quartile	2,70	1,69	2,86
Moyenne	1,62	1,16	1,86

Champ : résidences principales de France métropolitaine, construites avant 1975.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

Graphiques 4 : distribution cumulée des résistances thermiques des planchers bas déperditifs des logements construits avant 1975, en fonction du type de logement



Notes : la ligne verticale en pointillés représente la valeur seuil de performance de la réglementation thermique dans l'existant (RTex). La ligne horizontale en pointillés définit la fraction de logements non isolés.
Pour le graphique de gauche, 59 % des logements collectifs comportant un plancher bas n'est pas isolé (avec un R forfaitaire égal à 0,5 m².W/K).
Champ : résidences principales de France métropolitaine, construites avant 1975.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

LES MURS SONT ÉGALEMENT LES PAROIS LES MOINS SOUVENT ISOLÉES, ET CEUX QUI L'ONT ÉTÉ SONT RAREMENT CONFORMES À LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE DANS L'EXISTANT

La résistance thermique des murs pour les logements construits avant 1975 est en valeur médiane de 0,6 m².K/W. 37 % des logements n'ont aucun mur isolé (R < 0,5 m².K/W), et quand il y a une isolation, la résistance thermique médiane est de 1,14 m².K/W, soit une valeur bien inférieure au seuil RTex (2,3 m².K/W).

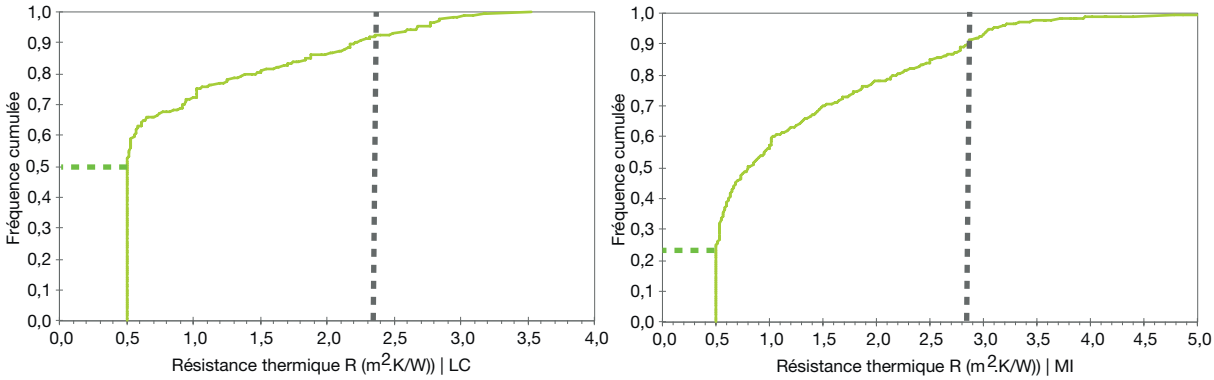
Tableau 4 : résistance thermique R des murs déperditifs des logements construits avant 1975, selon le type de logement

En m².K/W

Effectifs	Ensemble	Logement collectif	Maison individuelle
1er quartile	0,50	0,50	0,50
Médiane	0,61	0,50	0,80
3e quartile	1,50	1,03	1,84
Moyenne	1,11	0,93	1,28

Champ : résidences principales de France métropolitaine, construites avant 1975.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

Graphiques 5 : distribution cumulée des résistances thermiques des murs déperditifs des logements construits avant 1975, en fonction du type de logement



Notes : la ligne verticale en pointillés représente la valeur seuil de performance de la réglementation thermique dans l'existant (RTex), la ligne horizontale en pointillés définit la fraction de logements non isolés.
Pour le graphique de gauche, 52 % des logements collectifs ont des murs non isolés (avec un R forfaitaire égal à 0,5 m².W/K).
Champ : résidences principales de France métropolitaine, construites avant 1975.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

Il existe une différence significative par zone climatique : la résistance thermique médiane en zone H3 correspond à des murs non isolés (R < 0,5 m².K/W) contre un niveau d'isolation de 0,59 m².K/W et 0,67 m².K/W respectivement pour les zones H1 et H2. Il existe également une différence entre les logements chauffés au gaz ou à l'électricité (R = 0,57 m².K/W) et les autres (biomasse, autres) qui sont mieux isolés (R > 0,6 m².K/W). Enfin, il y a bien également une différence significative entre les types de logement MI/LC, différence équivalente à celle que l'on retrouve entre logements occupés par leurs propriétaires ou en location (*tableau 4*, *graphiques 5*).

DES PERFORMANCES GLOBALES VUES DU DPE QUI RESTENT LIMITÉES

La moitié des logements construits avant 1975 a une enveloppe dont la performance thermique globale est inférieure au seuil de la première RT (Ubat = 1,4 W/m².K, *tableau 5*). Le parc est hétérogène avec des MI plus performantes que les LC, qui ont une part plus importante de parois vitrées. Ainsi, 60 % des MI ont un Ubat inférieur à 1,4 W/m².K, contre seulement 30 % pour les LC. Ce qui signifie uniquement que les parois déperditives des LC sont moins performantes thermiquement, et non que leurs déperditions thermiques sont plus élevées, car leur surface déperditive rapportée à leur surface habitable est plus faible.

Cela corrobore l'analyse par parois qui montre que les MI anciennes ont fait l'objet de plus de travaux de rénovation que les LC anciens. Ainsi, 20 % des MI construites avant 1975 ont une enveloppe atteignant la performance exigée par la RT2000.

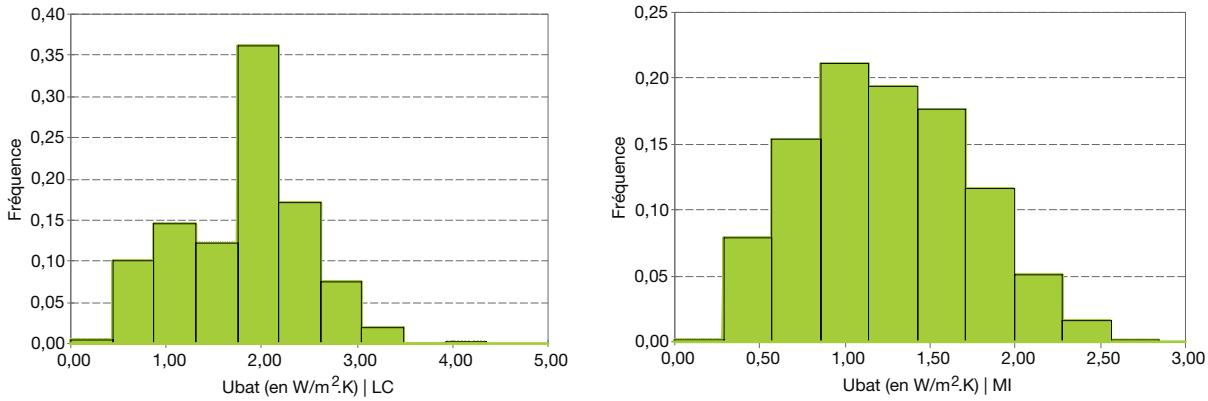
Tableau 5 : répartition des logements construits avant 1975 selon le niveau du coefficient Ubat

Équivalence réglementaire	Répartition des logements (en %)	Seuils d'équivalence retenus selon les réglementations thermiques
RT2005	12	Ubat < 0,75
RT2000	2	0,70 < Ubat < 0,95
RT1989	8	0,8 < Ubat < 0,95
RT1982	10	0,95 < Ubat < 1,15
RT1974	13	1,15 < Ubat < 1,40
Antérieur RT	54	Ubat > 1,40

Champ : résidences principales de France métropolitaine, construites avant 1975.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Le calcul de l'Ubat confirme bien l'existence de différences significatives selon le type de logement (MI/LC) comme exposé précédemment dans l'analyse par paroi (*graphiques 6*). La zone climatique (H1, H2 ou H3) est également un facteur discriminant pour la performance globale.

Graphiques 6 : coefficients de transmission Ubat (en W/m².K) pour les logements construits avant 1975



Note : pour le graphique de gauche, 36 % des logements collectifs ont un Ubat compris entre 1,7 et 2,2 W/m².K.
Champ : résidences principales de France métropolitaine, construites avant 1975.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

L'IMPACT DES CARACTÉRISTIQUES DES OCCUPANTS SUR LA PERFORMANCE DES LOGEMENTS CONSTRUITS AVANT 1975

Au-delà des considérations techniques, les performances thermiques des logements construits avant 1975 et les caractéristiques des ménages qui les occupent peuvent être liées. Le statut d'occupation ne présente cependant un intérêt que pour les logements collectifs, puisque près de 90 % des maisons individuelles d'avant 1975 sont occupées par leur propriétaire.

Pour les appartements anciens (avant 1975), il apparaît clairement que les performances thermiques du parc social sont plus élevées que celles des deux autres statuts d'occupations (locataires en secteur privé et propriétaires), notamment grâce aux baies et aux murs mieux isolés[14] (*graphique 7*).

[14] Seulement 9,9 % de simple vitrage en logement social contre 22,9 % pour le locatif privé et 22,3 % pour les propriétaires occupants. Pour les murs, respectivement 41,7 %, 53,6 % et 58,5 % sont non isolés.

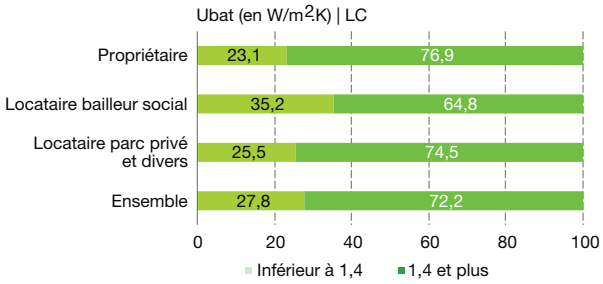
Le revenu[15] est également corrélé avec la performance thermique (Ubat < 1,4 W/m².K) et tout particulièrement pour les MI. En ce qui concerne les LC, l'évolution de la performance est plus complexe en raison de la variété des statuts d'occupation, les deux quartiles extrêmes présentant les logements les plus performants.

Même si l'absence de double vitrage est globalement faible dans les LC anciens, elle est significativement plus forte dans les LC des ménages les plus aisés, 26 % en Q3 et Q4, contre 18,5 % parmi l'ensemble des LC.

Dans les logements collectifs, l'absence d'isolation des planchers touche 60 % des ménages. Cependant, seulement 48 % des ménages les plus modestes (Q1) se trouvent dans ce cas et 30 % d'entre eux profitent de performances thermiques des planchers supérieures à la RTex, contre 8 à 11 % dans les trois autres quartiles de revenus. Ces différences se retrouvent sur les murs, plus souvent isolés (60 %) dans les immeubles collectifs habités par les ménages modestes (Q1). En effet, pour les autres ménages, le pourcentage de murs isolés décroît de 45 % à 35 % en passant de Q2 à Q4.

La meilleure isolation thermique globale chez les moins fortunés (Q1), peut s'expliquer par leur fort taux de présence en logement social, mieux isolé. À l'opposé, l'architecture souvent haussmannienne des logements des ménages les plus fortunés et leur situation dans le cœur de villes importantes pourraient expliquer la moins bonne isolation de leurs murs (Q4).

Graphique 7 : segmentation de la performance (Ubat en W/m².K) en fonction du statut d'occupation en logement collectif

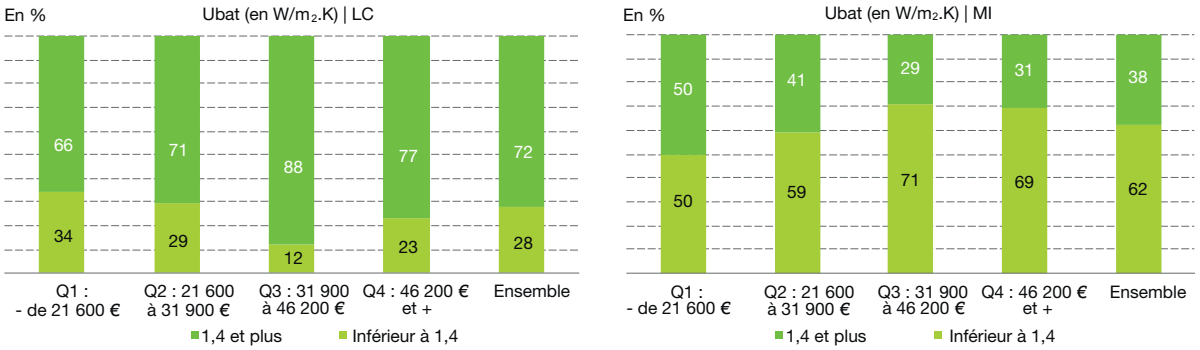


Champ : résidences principales collectives de France métropolitaine, construites avant 1975.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

En revanche pour les MI, les performances thermiques des parois suivent globalement la progression du revenu disponible (*graphiques 8*).

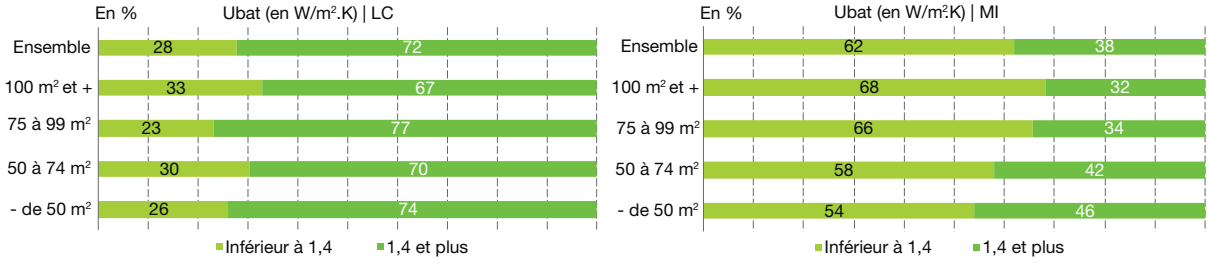
De même, la performance thermique globale des MI croît nettement avec la surface, il en va différemment dans les LC où les grands logements et les logements de 50 à 75 m² sont plus performants que les autres (*graphiques 9*).

Graphiques 8 : segmentation de la performance (Ubat en W/m².K) en fonction du revenu



Champ : résidences principales de France métropolitaine, construites avant 1975.
Source : *SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

Graphiques 9 : segmentation de la performance (Ubat en W/m².K) en fonction de la surface (m²)



Champ : résidences principales de France métropolitaine, construites avant 1975.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

[15] Le revenu disponible a été discrétisé pour tous les logements (y compris ceux construits après 1975) en quatre groupes de même effectif. Sur l'univers des logements d'avant 1975, les quatre classes initialement d'effectif égal se déforment au profit des deux tranches inférieures, en raison d'un très fort déséquilibre dans les logements collectifs : 41 % en Q1, 29 % en Q2, 16 % en Q3 et 14 % en Q4.

Bibliographie

[1] Arrêté du 8 février 2012 relatif au diagnostic performance énergétique des bâtiments,
Journal officiel de la République française, 25 mars 2012, texte n° 6
[2] Le parc des logements en France métropolitaine, en 2012 : plus de la moitié des résidences principales ont une étiquette énergie D ou E,
CGDD, n° 534, juillet 2014, 9 p.
[3] Procédure d'évaluation économique des systèmes énergétiques des bâtiments,
Afnor, NF EN 15459 (2009), 48 p.
[4] L'enquête logement, Insee (2006)
[5] Arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants,
Journal officiel de la République française, 17 mai 2007, texte n° 31
[6] Réglementation thermique 2005,
Medde, CSTB, Ademe, Règles Th-U – Fascicule 1 : coefficient U bât-chapitre I : Introduction aux règles Th-U (2008)
[7] Bâti ancien : quelles exigences ?
Ministère de l'Écologie, du développement durable et de l'énergie (2010), http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/ATHEBA_exigences.pdf, 3 p.
[8] La réglementation thermique pour les bâtiments existants « élément par élément »,
DGUHC/QC, campagne de communication RT existant, (2008), 87 p.
[9] Observatoire permanent de l'amélioration énergétique du logement,
Campagne 2014, résultats 2013, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (2014), 24 p.
[10] Isoler son logement pour réduire les dépenses d'énergie et améliorer le confort d'un logement existant,
Ademe (2015), 19 p.

Analyse des résidences principales et de leurs occupants, au travers de l'étiquette énergie conventionnelle du diagnostic de performance énergétique (DPE)

Daniel Lepoittevin

L'étiquette énergie évalue la quantité d'énergie nécessaire au chauffage du logement et de l'eau chaude sanitaire (ECS), par mètre carré de surface habitable : de A à G, par ordre croissant de consommation. Lorsque le diagnostic de performance énergétique (DPE) est réalisé suivant la méthode conventionnelle, l'étiquette énergie est d'autant meilleure que le logement est bien isolé, privilégie d'autres formes d'énergie que l'électricité pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire et bénéficie d'un climat doux.

Les logements récents, sous l'effet des réglementations thermiques (RT) de plus en plus contraignantes, ont en moyenne de meilleures étiquettes énergie que les plus anciens. La surface du logement influe positivement sur l'étiquette énergie, ce qui peut s'expliquer par le fait que les logements les plus grands ont moins recours à l'électricité. Les habitations à loyer modéré (HLM) ont généralement une bonne étiquette énergie, en raison d'une bonne isolation et d'un faible recours à l'électricité.

En termes de caractéristiques sociodémographiques des occupants, de bonnes étiquettes énergie sont plus fréquentes chez les ménages à revenus élevés, qui occupent des logements généralement grands et récents, et les familles monoparentales, qui habitent relativement souvent dans des HLM, que chez les personnes seules, aux logements naturellement plus petits.

L'étiquette énergie évalue la consommation annuelle d'énergie, nécessaire au chauffage du logement et de l'eau chaude sanitaire (ECS), par mètre carré de surface habitable : de A à G, par ordre croissant de consommation. L'étiquette énergie est déterminée par le diagnostic de performance énergétique (DPE). Dans cet article, elle ne tient pas compte des factures d'énergie, mais uniquement des caractéristiques du logement (*encadré 1*) : on parle alors de DPE conventionnel, de consommation conventionnelle et d'étiquette énergie conventionnelle.

Bien que le DPE réglementaire des logements construits avant 1948 (28,6 % des résidences principales) ou pourvus d'un chauffage sans compteur individuel tienne compte exclusivement des factures (méthode facture), en raison de l'inadaptation de la méthode conventionnelle actuelle à ces logements, la méthode conventionnelle a l'avantage de proposer une méthode de calcul unique, permettant ainsi des comparaisons.

D'après l'étude des logements de l'enquête performance de l'habitat, équipements, besoins et usages de l'énergie (Phébus), pour lesquels une étiquette énergie a pu être calculée (2 351 logements avec un DPE non vierge), 38,5 % des résidences principales en France métropolitaine ont une étiquette A, B, C ou D ; 30,1 % ont l'étiquette E ; 31,4 % ont une étiquette F ou G. L'exploitation de Phébus permet de mettre en évidence certains déterminants de cette étiquette.

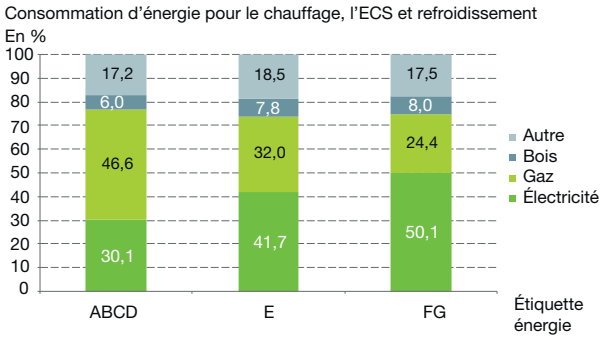
LA CONSOMMATION CONVENTIONNELLE EST EN MOYENNE D'AUTANT PLUS ÉLEVÉE QUE L'ÉLECTRICITÉ EST UTILISÉE POUR LE CHAUFFAGE OU L'EAU CHAUDE SANITAIRE

Le fait que l'étiquette énergie soit mesurée en énergie primaire et non en énergie finale entraîne une sur-représentation des logements ayant recours à l'électricité parmi les logements énergivores (*graphique 1*). En effet, pour 1 kWh d'électricité inscrite au compteur (énergie finale), l'étiquette énergie compte 2,58 kWh d'énergie primaire, 1,58 kWh correspondant à de l'énergie « perdue » (notamment de la chaleur produite par les centrales nucléaires et non valorisée) ; pour les autres énergies, l'énergie primaire est considérée comme étant égale à l'énergie finale.

Encadré 1 : calcul de l'étiquette énergie du DPE par la méthode conventionnelle

L'étiquette énergie est associée à une tranche de consommation, mesurée en kWh d'énergie primaire par mètre carré de surface habitable et par an : $kWh_{ep}/(m^2.an)$. Cette consommation est calculée exclusivement par la méthode conventionnelle dans cet article : seules les caractéristiques du logement sont prises en compte et pas les factures d'énergie.
La consommation ainsi calculée tient principalement compte du chauffage (78 %) et de l'eau chaude sanitaire (22 %) ; le refroidissement (climatisation) et la production d'électricité (consommation négative) sont négligeables :
• 5 % des logements sont concernés par le refroidissement : parmi eux la consommation de refroidissement représente environ 3 % de la consommation globale ;
• 1 % des logements sont concernés par la production d'électricité : parmi eux la production représente environ 25 % de la consommation globale.

Graphique 1 : répartition de la consommation par énergie, selon l'étiquette



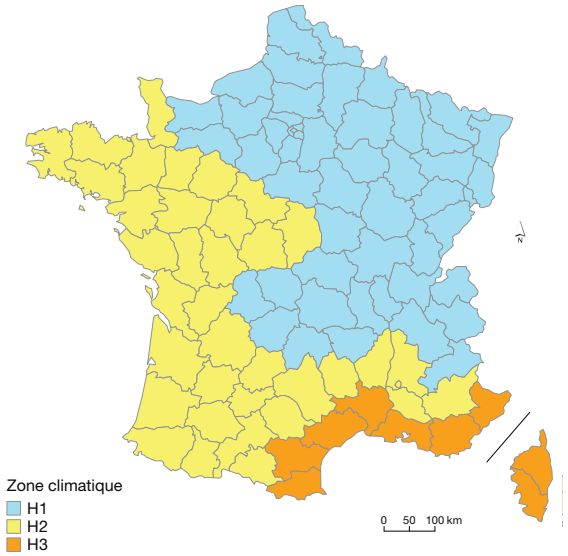
Notes : la consommation est évaluée par la méthode conventionnelle du diagnostic de performance énergétique (DPE) et mesurée en énergie primaire ; le chauffage, l'eau chaude sanitaire (ECS) et le refroidissement sont les seuls usages concernés (production d'électricité négligeable).
Parmi les logements d'étiquette énergie ABCD, 30,1 % de la consommation est électrique.
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Pour la suite, seule la part de l'électricité dans la consommation totale est présentée : les consommations en gaz, bois et autres énergies sont donc implicitement regroupées.

LES LOGEMENTS EN ZONE CHAUDE ONT UNE FAIBLE CONSOMMATION CONVENTIONNELLE EN CHAUFFAGE

Les zones climatiques sont des regroupements de départements (*carte 1*) : 59 % des logements sont situés dans la zone la plus froide H1 ; 29,5 % dans la zone tempérée H2 ; 11,5 % dans la zone la plus chaude H3.

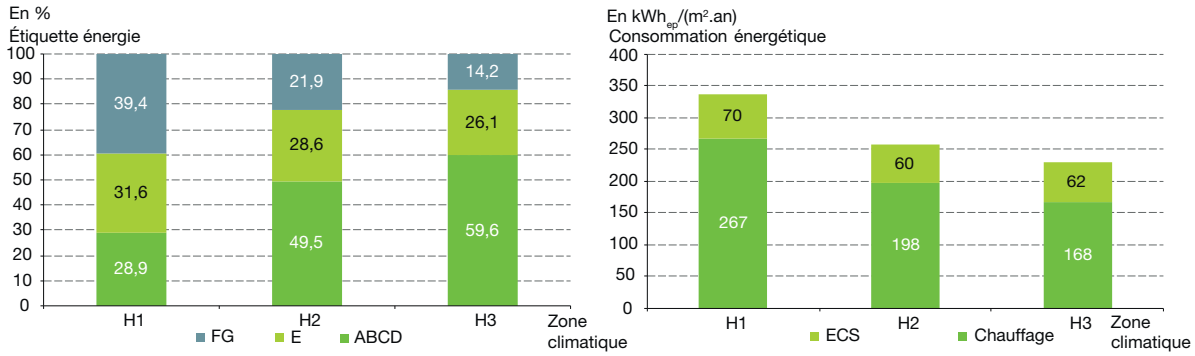
Carte 1 : carte des zones climatiques



Note : une zone climatique est associée à chaque département, mais la zone climatique d'un logement dépend aussi de l'altitude.
***Source :** SOeS*

La zone la plus chaude H3 contient davantage de logements économes en énergie : la consommation moyenne de chauffage (168 $kWh_{ep}/(m^2.an)$) y est bien plus faible que dans la zone la plus froide H1 (267 $kWh_{ep}/(m^2.an)$) – (*graphiques 2*).

Graphiques 2 : répartition des étiquettes et consommation moyenne, selon la zone climatique



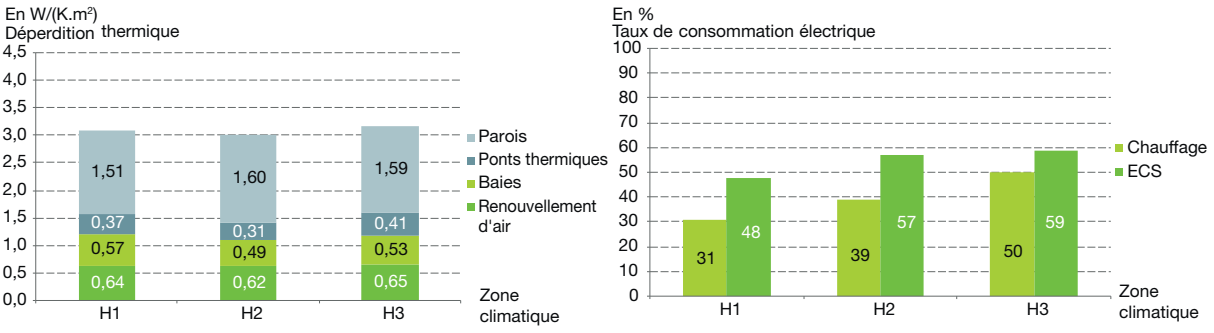
Note : la consommation est évaluée par la méthode conventionnelle du diagnostic de performance énergétique (DPE) et mesurée en énergie primaire ; le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS) sont les seuls usages concernés (refroidissement et production d'électricité négligeables).
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

La déperdition thermique (*encadré 2*) apparaît faiblement liée la zone climatique : les logements des zones H1 et H2 sont à peine mieux isolés que ceux de la zone H3. La part de l'électricité dans la consommation d'énergie est plus faible en zone froide H1 : les logements de cette zone ont de plus gros besoins en chauffage, ce qui peut expliquer qu'ils privilégient d'autres énergies que l'électricité, plus coûteuse (*graphiques 3*).

Encadré 2 : calcul de la déperdition thermique d'un logement, en la rapportant à la surface habitable

La déperdition thermique du logement est normalement mesurée par degré d'écart entre l'intérieur et l'extérieur, soit en W/K ; mais pour l'article, elle est rapportée à la surface habitable, soit en $W/(K.m^2)$, pour pouvoir être comparée à l'étiquette, elle-même rapportée à la surface.

Graphiques 3 : déperdition thermique moyenne et taux de consommation électrique, par zone climatique



Notes : la déperdition thermique est rapportée à la surface habitable, soit en $W/(K.m^2)$; la consommation est évaluée par la méthode conventionnelle du diagnostic de performance énergétique (DPE) et mesurée en énergie primaire ; le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS) sont les seuls usages concernés (refroidissement et production d'électricité négligeables).
Dans la zone H1, 31 % de la consommation de chauffage est électrique.
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

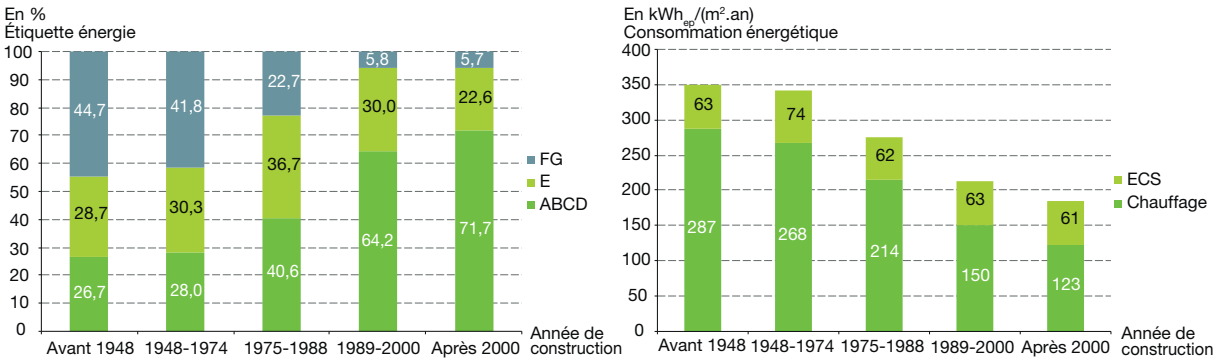
LES LOGEMENTS RÉCENTS ONT UNE FAIBLE CONSOMMATION CONVENTIONNELLE EN CHAUFFAGE

Les réglementations thermiques (RT) successives ont imposé des seuils de consommation maximale de plus en plus faibles dans les bâtiments neufs : RT 1974, RT 1988, RT 2000, RT 2005, RT 2012.

28,6 % des logements ont été construits avant 1948, 31,9 % entre 1948 et 1974, 17,8 % entre 1975 et 1988, 11,2 % entre 1989 et 2000 et 10,5 % après 2000.

Les logements récents ont une meilleure étiquette, car ils consomment moins de chauffage (*graphiques 4*).

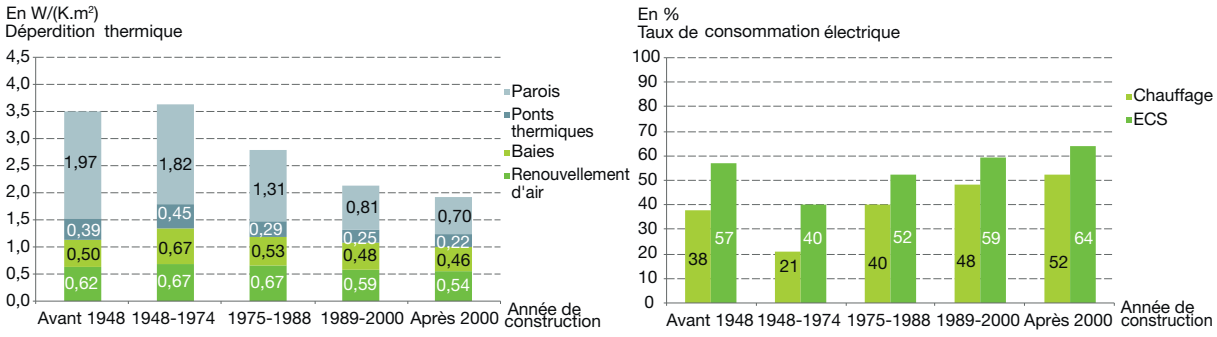
Graphiques 4 : répartition des étiquettes et consommation moyenne, par année de construction



Note : la consommation est évaluée par la méthode conventionnelle du diagnostic de performance énergétique (DPE) et mesurée en énergie primaire ; le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS) sont les seuls usages concernés (refroidissement et production d'électricité négligeables).
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Les logements anciens consomment plus de chauffage, car leur déperdition thermique est plus élevée. Cela peut expliquer qu'ils privilégient d'autres énergies que l'électricité. Il y a néanmoins une rupture entre la période d'avant 1948 et celle d'entre 1948 et 1974 : la déperdition augmente légèrement (de 3,49 à 3,62 W/(K.m²)) et la part de la consommation électrique diminue fortement (de 38 % à 21 %). La rupture de déperdition peut s'expliquer par le fait que la méthode conventionnelle n'est actuellement pas adaptée aux logements construits avant 1948, en raison de leurs caractéristiques thermiques et hydriques spécifiques [2] (*graphiques 5*).

Graphiques 5 : déperdition thermique moyenne et taux de consommation électrique, par année de construction



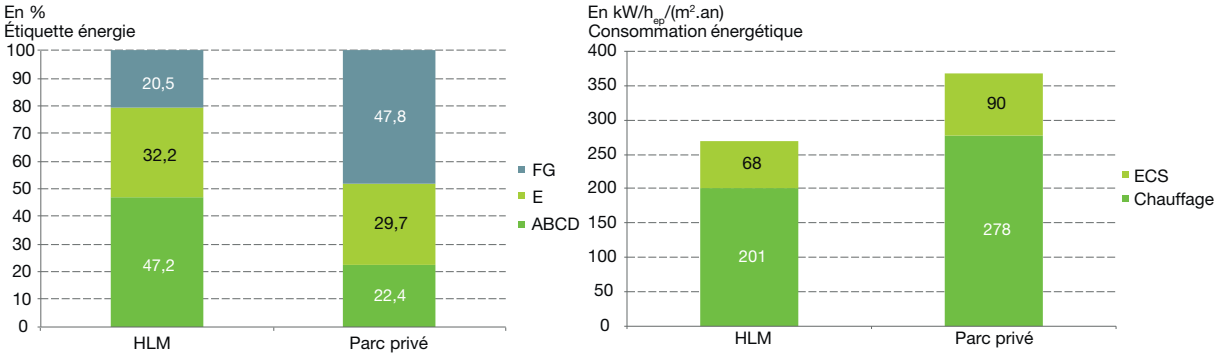
Note : la déperdition thermique est rapportée à la surface habitable, soit en W/(K.m²) ; la consommation est évaluée par la méthode conventionnelle du DPE et mesurée en énergie primaire ; le chauffage et l'ECS sont les seuls usages concernés (refroidissement et production d'électricité négligeables).
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

LES HABITATIONS À LOYER MODÉRÉ ONT UNE FAIBLE CONSOMMATION CONVENTIONNELLE EN CHAUFFAGE ET EN ECS

Une question de l'enquête Phébus permet de savoir si le logement occupé est social ou non, mais elle n'a été posée qu'aux locataires car ce sont *a priori* les principaux concernés. Dans cette partie, le périmètre d'étude est donc restreint aux logements loués. Le statut d'occupation est étudié dans une partie ultérieure.

40 % des logements loués sont des HLM. Ils sont plus économes en énergie, aussi bien pour le chauffage que l'ECS : il semble que les organismes d'HLM, qui ont pour mission d'offrir des logements de qualité à un coût modéré, mènent des efforts pour obtenir une bonne étiquette énergie (*graphiques 6*).

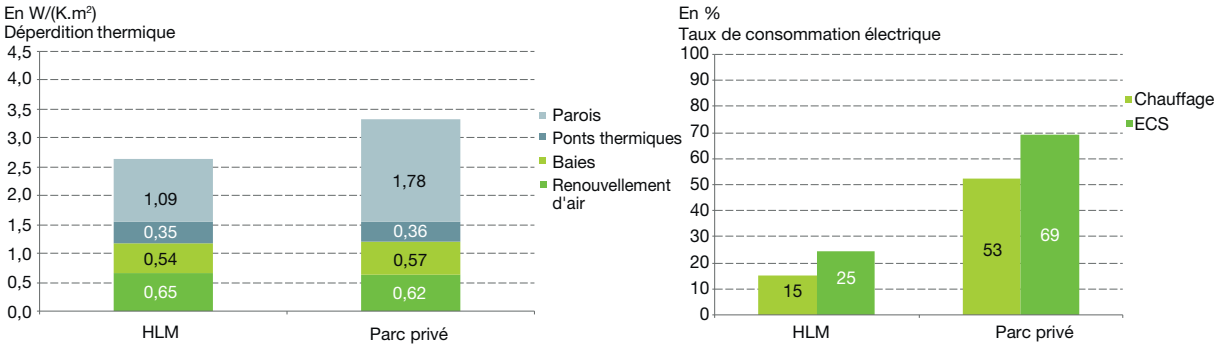
Graphiques 6 : répartition des étiquettes et consommation moyenne des HLM



Note : la consommation est évaluée par la méthode conventionnelle du diagnostic de performance énergétique (DPE) et mesurée en énergie primaire ; le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS) sont les seuls usages concernés (refroidissement et production d'électricité négligeables).
Champ : résidences principales louées en France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

La meilleure étiquette énergie des HLM par rapport au parc privé est liée à une moindre déperdition par les parois et un moindre recours à l'électricité (*graphiques 7*).

Graphiques 7 : déperdition thermique moyenne et taux de consommation électrique des HLM



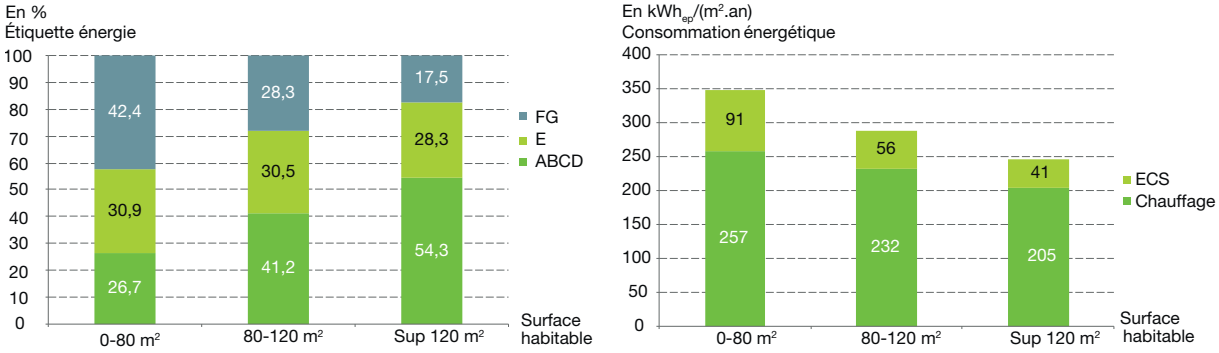
Note : la déperdition thermique est rapportée à la surface habitable, soit en W/(K.m²) ; la consommation est évaluée par la méthode conventionnelle du diagnostic de performance énergétique (DPE) et mesurée en énergie primaire ; le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS) sont les seuls usages concernés (refroidissement et production d'électricité négligeables).
Champ : résidences principales louées en France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

LES LOGEMENTS DE SURFACE IMPORTANTE ONT UNE FAIBLE CONSOMMATION CONVENTIONNELLE (SURFACIQUE) EN CHAUFFAGE ET EN ECS

40,9 % des logements ont une surface habitable inférieure à 80 m², 34,3 % entre 80 m² et 120 m², 24,8 % supérieure à 120 m².

Les logements de surface importante ont une meilleure étiquette, avec une économie d'énergie sur le chauffage et l'ECS (*graphiques 8*).

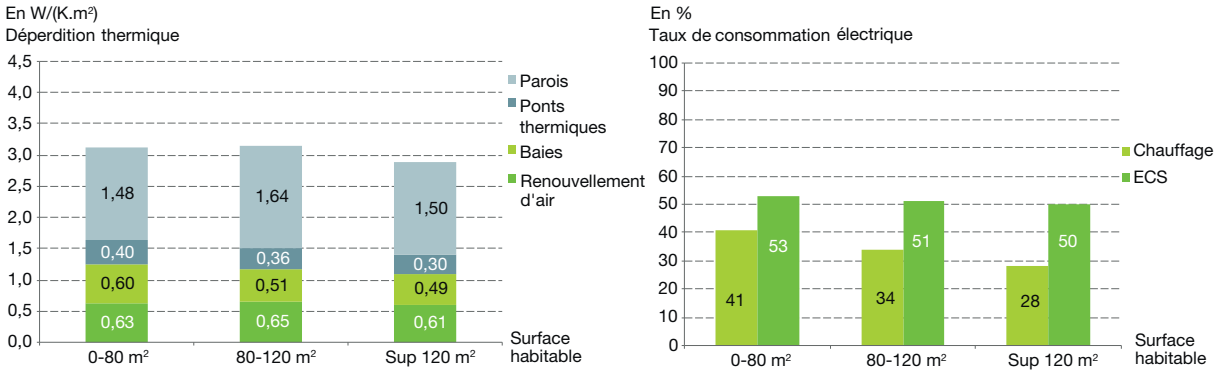
Graphiques 8 : répartition des étiquettes et consommation moyenne, selon la surface habitable



Note : la consommation est évaluée par la méthode conventionnelle du diagnostic de performance énergétique (DPE) et mesurée en énergie primaire ; le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS) sont les seuls usages concernés (refroidissement et production d'électricité négligeables).
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Les logements de surface importante sont ceux qui consomment le plus de chauffage, ce qui peut expliquer qu'ils privilégient d'autres énergies que l'électricité pour le chauffage. En revanche, la stabilité de la part de l'électricité dans la consommation d'ECS (entre 50 % et 53 %) ne permet pas d'expliquer l'économie en ECS des logements de surface importante (*graphiques 9*). Celle-ci s'explique par le calcul du besoin en ECS (Becs), utilisé dans la méthode conventionnelle du DPE (*encadré 3*).

Graphiques 9 : déperdition thermique moyenne et taux de consommation électrique, selon la surface habitable

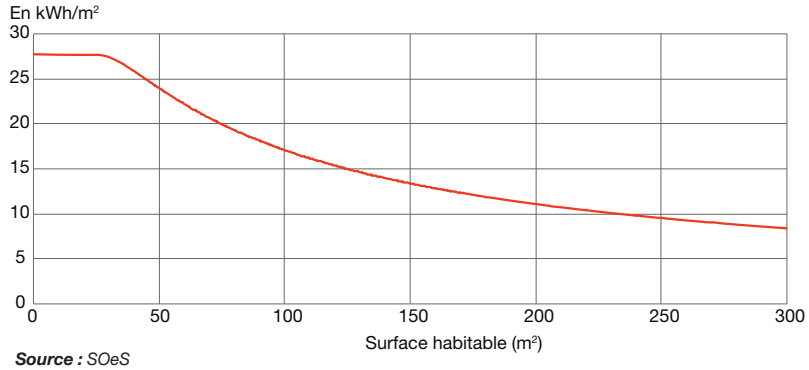


Note : la déperdition thermique est rapportée à la surface habitable, soit en W/(K.m²) ; la consommation est évaluée par la méthode conventionnelle du diagnostic de performance énergétique (DPE) et mesurée en énergie primaire ; le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS) sont les seuls usages concernés (refroidissement et production d'électricité négligeables).
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Encadré 3 : calcul du besoin en ECS (Becs)

Le Becs permet de calculer la consommation en eau chaude sanitaire (ECS) du diagnostic de performance énergétique (DPE), en incluant les pertes de rendement. Les seuls paramètres intervenant dans le calcul du Becs sont la zone climatique et la surface habitable.
Pour la zone climatique H2, le Becs surfacique (rapporté à la surface habitable) est de 28 kWh/m² pour une surface inférieure à 27 m², puis diminue progressivement avec la surface.
Le constat est le même sur les zones climatiques H1 et H3 : le Becs surfacique, associé à un mètre carré de surface habitable supplémentaire, diminue. D'où une économie en ECS sur les logements de surface importante (d'après le calcul du DPE).

Becs surfacique selon la surface habitable



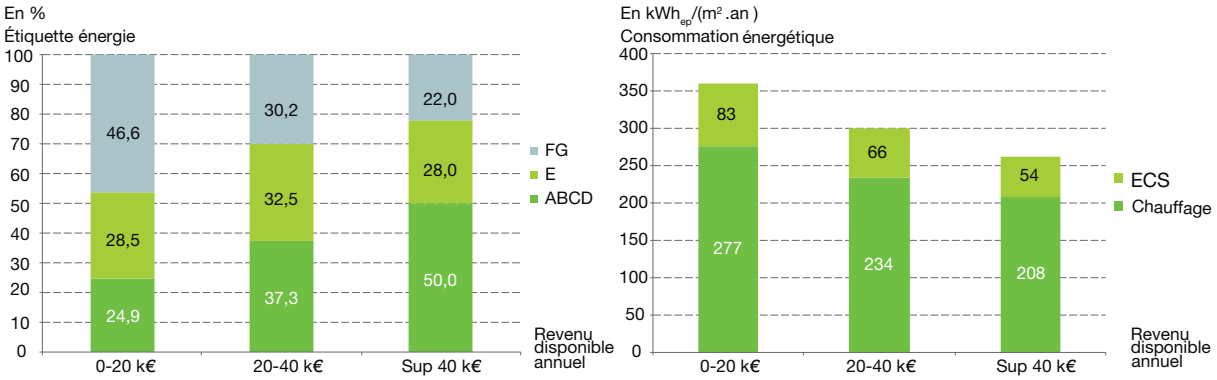
Source : *SOeS*

LES MÉNAGES À REVENU ÉLEVÉ OCCUPENT EN GÉNÉRAL DES LOGEMENTS DE BONNE ÉTIQUETTE ÉNERGIE CONVENTIONNELLE, CAR RÉCENTS ET DE SURFACE IMPORTANTE

38,5 % des ménages ont un revenu disponible annuel inférieur à 20 000 euros ; 30,1 % entre 20 000 et 40 000 euros ; 31,4 % supérieur à 40 000 euros.

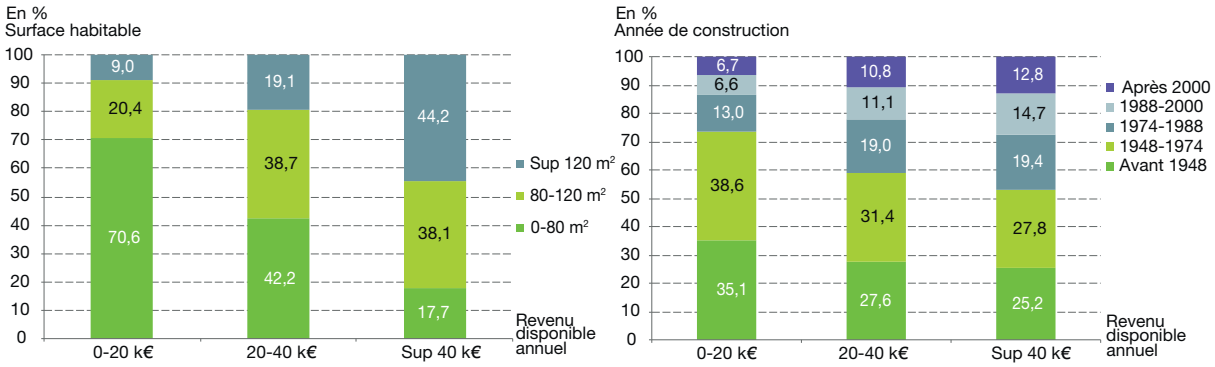
Les ménages à revenu élevé occupent un logement de meilleure étiquette, avec une économie d'énergie sur le chauffage et l'ECS (*graphiques 10*), ce qui s'explique par la surface importante et la récence de leur logement (*graphiques 11*).

Graphiques 10 : répartition des étiquettes et consommation moyenne, selon le revenu disponible annuel



Notes : la consommation est évaluée par la méthode conventionnelle du diagnostic de performance énergétique (DPE) et mesurée en énergie primaire ; le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS) sont les seuls usages concernés (refroidissement et production d'électricité négligeables).
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
Sources : *SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

Graphiques 11 : répartition de la surface et de l'année de construction, selon le revenu disponible annuel



Champ : ensemble des résidences principales de France métropolitaine.
***Sources :** SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

LES MAISONS ONT UNE MEILLEURE ÉTIQUETTE ÉNERGIE CONVENTIONNELLE : L'ABSENCE DE MITOYENNETÉ EST COMPENSÉE PAR UNE SURFACE IMPORTANTE

Le parc des résidences principales en France métropolitaine est constitué de 58,5 % de maisons et 41,5 % d'appartements.

Les maisons ont une étiquette légèrement meilleure que celles des appartements, en raison de leur plus grande surface : 117 m² en moyenne, contre 63 m² pour un appartement. Cependant, pour une surface donnée, les appartements ont une meilleure étiquette, notamment car les appartements voisins isolent du froid. Par exemple, pour les logements de surface habitable comprise entre 80 et 120 m², la part des étiquettes ABCD est plus importante parmi les appartements (59,6 %) que parmi les maisons (34,7 %) - (*tableau 1*).

Tableau 1 : répartition de l'étiquette selon le type de logement, par tranche de surface

	ABCD		E		FG		Total	
Type de logement	**Effectif**	**%**	**Effectif**	**%**	**Effectif**	**%**	**Effectif**	**%**
Maison	48	22,5	62	29,5	98	48,0	208	100
Appartement	137	28,0	129	31,3	168	40,7	434	100
Total	185	26,7	191	30,9	266	42,4	642	100
Maison	267	34,7	244	33,3	228	31,9	739	100
Appartement	113	59,6	42	22,5	26	17,9	181	100
Total	380	41,2	286	30,5	254	28,3	920	100
Maison	427	55,4	214	28,6	115	16,0	756	100
Appartement	13	35,7	7	22,3	13	42,0	33	100
Total	440	54,3	221	28,3	128	17,5	789	100
Maison	742	41,0	520	30,8	441	28,2	1 703	100
Appartement	263	35,0	178	29,1	207	35,9	648	100
Total	1 005	38,5	698	30,1	648	31,4	2 351	100

Notes : les pourcentages sont pondérés par les poids de l'enquête mais pas les effectifs. Les statistiques sur les appartements de plus de 120 m² sont à considérer avec prudence car l'échantillon comprend peu de logements de ce type.
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

LES PROPRIÉTAIRES OCCUPENT DES LOGEMENTS DE BONNE ÉTIQUETTE ÉNERGIE CONVENTIONNELLE ET DE SURFACE IMPORTANTE

Dans cette partie, le périmètre d'étude est restreint aux logements non HLM : une autre partie analyse déjà l'étiquette énergie des HLM. Parmi les logements non HLM, 70,6 % sont propriétaires (usufruitiers inclus) et 29,4 % locataires (logés gratuitement inclus).

Les propriétaires occupent un logement plus économe en énergie : 42,8 % de leurs logements ont une étiquette ABCD, contre 22,4 % pour ceux des locataires non HLM. Cet effet semble s'expliquer en partie, mais pas totalement, par le fait que les logements des propriétaires sont en moyenne plus grands que ceux des locataires (*tableau 2*).

Tableau 2 : répartition de l'étiquette selon le statut d'occupation, par tranche de surface

		ABCD		E		FG		Total	
Surface habitable	**Statut d'occupation**	**Effectif**	**%**	**Effectif**	**%**	**Effectif**	**%**	**Effectif**	**%**
0-80 m²	Propriétaire	78	23,3	88	29,7	136	47,0	302	100
0-80 m²	Locataire	37	18,6	53	30,1	90	51,3	180	100
0-80 m²	Total	115	20,6	141	30,0	226	49,4	482	100
80-120 m²	Propriétaire	297	39,8	240	31,6	211	28,7	748	100
80-120 m²	Locataire	29	31,5	24	27,8	36	40,6	89	100
80-120 m²	Total	326	38,1	264	30,8	247	31,1	837	100
Sup 120 m²	Propriétaire	426	56,8	208	27,6	111	15,6	745	100
Sup 120 m²	Locataire	10	27,0	9	32,5	15	40,5	34	100
Sup 120 m²	Total	436	54,7	217	28,0	126	17,4	779	100
Total	Propriétaire	801	42,8	536	29,7	458	27,5	1 795	100
Total	Locataire	76	22,4	86	29,7	141	47,8	303	100
Total	Total	877	36,8	622	29,7	599	33,5	2 098	100

Notes : les pourcentages sont pondérés par les poids de l'enquête mais pas les effectifs. Les statistiques sur les logements de plus de 80 m² et occupés par des locataires sont à considérer avec prudence car l'échantillon comprend peu de logements de ce type.
Champ : résidences principales non HLM de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

LA COMPOSITION DU MÉNAGE INFLUE SUR LE TYPE DE LOGEMENT OCCUPÉ ET, PAR SUITE, SUR L'ÉTIQUETTE ÉNERGIE CONVENTIONNELLE

29,4 % des ménages sont des couples avec enfant(s) ; 8,8 % des familles monoparentales ; 15,3 % des couples sans enfant, non retraités ; 11,7 % des couples sans enfant, retraités ; 16,9 % des personnes seules non retraitées ; 14,2 % des personnes seules retraitées ; 3,6 % des ménages autres[16].

Les différents types de ménages peuvent s'ordonner par étiquette décroissante comme suit (*graphiques 12, 13 et 14*) :

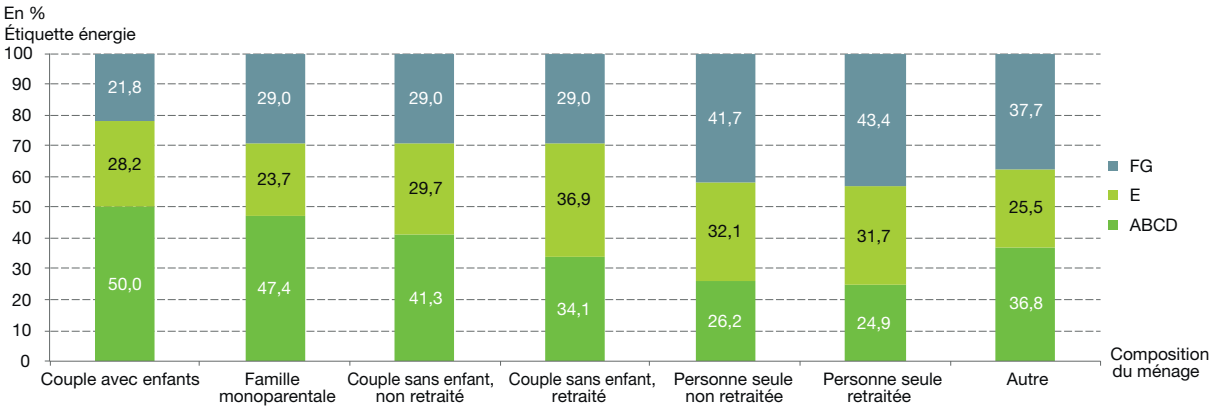
- les couples avec enfants, occupant souvent des logements récents et grands (et donc de bonne étiquette énergie) ;
- les familles monoparentales, dont 33,7 % sont en logement HLM ;
- les couples sans enfant et non retraités, qui occupent des logements légèrement plus grands que la moyenne ;
- les couples sans enfant et retraités, occupant des logements plutôt grands et anciens ;
- les personnes seules et non retraitées, occupant des logements de faible surface en général ;
- les personnes seules et retraitées, occupant plutôt des logements anciens et de faible surface.

Les couples avec enfants occupent des logements récents tandis que les retraités occupent des logements anciens (*graphique 13*).

Les couples (avec ou sans enfants, retraités ou non) occupent des logements de surface importante, tandis que les personnes seules (retraitées ou non) occupent des logements de faible surface (*graphique 14*).

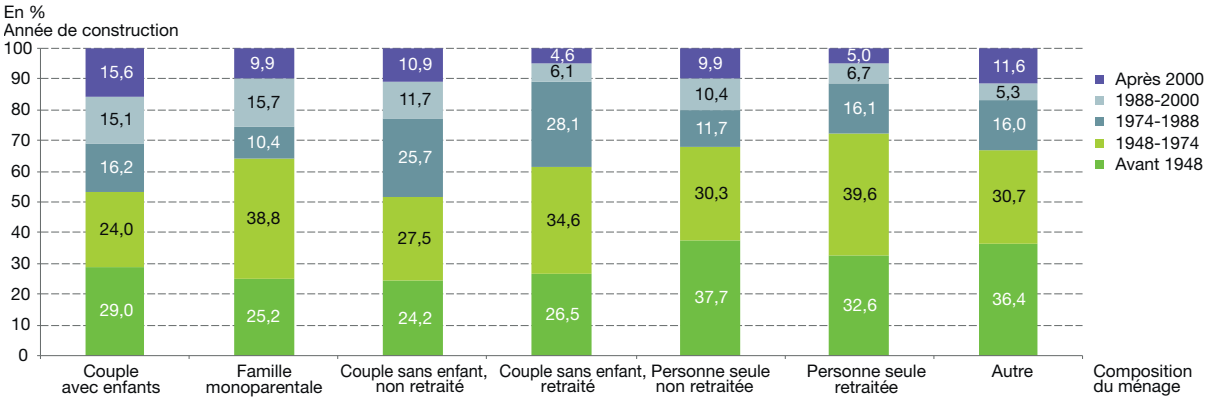
[16] *La composition « ménages autres » regroupe toutes les compositions de ménages les plus faiblement représentées : par exemple des amis, des frères, des cousins…*

Graphique 12 : répartition des étiquettes, selon la composition du ménage



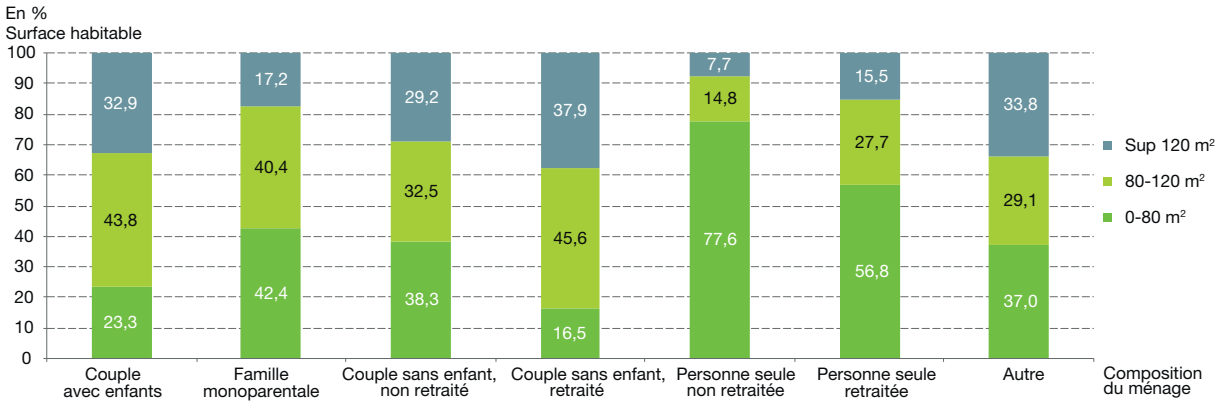
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

Graphique 13 : répartition de l'année de construction, selon la composition du ménage



Champ : résidences principales de France métropolitaine.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

Graphique 14 : répartition de la surface habitable, selon la composition du ménage



Champ : résidences principales de France métropolitaine.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

Bibliographie

[1] Arrêté du 17 octobre 2012 modifiant la méthode de calcul 3CL-DPE,
Journal officiel de la République française du 10 novembre 2012, texte n° 9
[2] Bâti ancien : quelles exigences ?
Fiche Amélioration THermique Bâti Ancien (ATHEBA), juin 2010

Comportements et consommations énergétiques

Mathias Denjean

La consommation d'énergie au sein du logement dépend des caractéristiques du logement et du profil sociodémographique des occupants, qui leur permet ou non d'agir sur leurs consommations d'énergie. Par exemple, les ménages les plus modestes, souvent très présents durant la journée dans leur logement sans possibilité de régulation du chauffage, ont moins de marge de manœuvre que des ménages plus aisés, en moyenne moins présents et mieux équipés. Les comportements économes sont généralement induits par des contraintes budgétaires. Si les ménages sont sensibles au coût environnemental lié à la consommation d'énergie, d'une façon générale, leurs comportements quotidiens visant à diminuer les consommations restent encore minoritaires. Les ménages sont le plus souvent, quand ils le peuvent, à la recherche du confort thermique vécu comme un besoin primaire. Néanmoins, des comportements d'optimisation des consommations conduisent à des réductions significatives d'énergie.

Cette étude est réalisée à partir des factures énergétiques des logements du volet Clode de l'enquête Phébus. Dans le cas où le chauffage est collectif, la consommation en chauffage est plus fréquemment intégrée dans les charges collectives que dans les factures d'énergie. C'est pourquoi le champ de l'étude est limité aux résidences principales de France métropolitaine avec chauffage individuel.

LES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU LOGEMENT ONT UN IMPACT PRÉPONDÉRANT SUR LES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE…

La consommation totale est fortement dépendante des caractéristiques techniques du logement (*tableau 1*). Parmi ces caractéristiques, c'est la surface habitable qui pèse le plus fortement sur le niveau de consommation. Toutes choses égales par ailleurs, un logement de 150 m² ou plus a une consommation[17] près de deux fois plus élevée que celle d'un logement de 70 m² ou moins. La nature du logement joue également sur les consommations d'énergie, le confort thermique est plus difficile à assurer dans une maison que dans un appartement : les maisons consomment près de 35 % d'énergie en plus que les appartements à caractéristiques comparables.

Les consommations d'énergie dépendent également du mode de chauffage. Les logements possédant un chauffage principal au fioul ou au GPL en citerne ont une consommation plus importante que les autres. Ce résultat doit cependant être interprété avec prudence : il ne reflète pas nécessairement des écarts de performance entre les énergies et peut être lié à des caractéristiques inobservées du logement[18].

Au-delà des caractéristiques intrinsèques du logement, son implantation détermine également en partie le niveau de la consommation d'énergie. C'est dans la zone climatique du sud-est que le niveau de consommation est le plus faible : les ménages y consomment 24 % d'énergie en moins que ceux situés dans le nord et l'est de la France. De façon moins évidente, plus la taille de l'unité urbaine augmente et plus les consommations d'énergie sont faibles. Toutes choses égales par ailleurs, le niveau de consommation des résidences principales des unités urbaines de moins de 10 000 habitants est 15 % plus important que celui des résidences principales des unités urbaines de 10 000 à 100 000 habitants, qui est lui-même plus important de 7 % que celui des résidences principales des unités urbaines de 100 000 habitants ou plus : les consommations décroissent avec la densité de population. En effet, outre l'effet « îlot de chaleur » (*i.e.* la température plus élevée en milieu urbain qu'en zone rurale), les logements situés dans ces zones sont souvent plus mitoyens, donc moins exposés aux déperditions thermiques.

… AINSI QUE LES PROFILS SOCIOLOGIQUES DES OCCUPANTS

Les caractéristiques du ménage occupant ont également un impact sur le niveau de consommation d'énergie dans le logement. La consommation est notamment croissante avec le nombre d'occupants du logement. Toutes choses égales par ailleurs, les ménages de 3 personnes (respectivement 2 personnes) ou plus consomment 34 % d'énergie (respectivement 22 %) en plus que les ménages composés d'une seule personne.

[17] La consommation d'énergie mesurée ici est la consommation pour l'ensemble des usages liés au logement (équipements électriques, cuisson, eau chaude sanitaire et chauffage). Elle est mesurée en énergie finale.

[18] Il convient de noter en particulier que l'estimation ne prend pas en compte directement la performance énergétique du logement. En effet, l'étiquette énergie n'est disponible que sur la moitié du champ de l'enquête Phébus et il a été fait le choix dans cet article de travailler sur l'ensemble du champ pour gagner en précision.

Tableau 1 : les déterminants de la consommation d'énergie

	Coefficient	Significativité	Variation (en %)
Caractéristiques du logement			
Appartement	*Réf.*		
Maison individuelle	0,30	***	+ 34,60
70 m² ou moins	*Réf.*	.	
Plus de 70 m² à 100 m²	0,28	***	+ 32,80
Plus de 100 m² à 150 m²	0,47	***	+ 59,40
Plus de 150 m²	0,66	***	+ 94,40
Logement achevé avant 1946	*Réf.*	.	
Logement achevé entre 1946 et 1990	0,06	***	+ 6,40
Logement achevé après 1990	- 0,06	**	- 5,00
Zone climatique H1	*Réf.*	.	
Zone climatique H2	- 0,13	***	- 12,00
Zone climatique H3	- 0,27	***	- 24,00
Unité urbaine de moins de 10 000 habitants	0,15	***	+ 16,00
Unité urbaine de 10 000 habitants à moins de 100 000 habitants	*Réf.*	.	
Unité urbaine de 100 000 habitants ou plus	- 0,07	*	- 7,00
Chauffage principal autre	*Réf.*	.	
Chauffage principal électrique	- 0,30	***	- 26,00
Chauffage principal gaz de réseau	0,15	***	+ 16,30
Chauffage principal fioul ou GPL en citerne	0,32	***	+ 37,70
Ne possède pas de système de régulation de la température	*Réf.*	.	
Possède un système de régulation de la température	- 0,02	n.s.	
Caractéristiques du ménage occupant			
Locataire	*Réf.*	.	
Propriétaire	- 0,01	n.s.	
Ménage d'une personne	*Réf.*	.	
Ménage de deux personnes	0,20	***	+ 22,20
Ménage de trois personnes ou plus	0,29	***	+ 34,00
Revenu dispo/UC - 1er quintile	- 0,06	*	- 6,00
Revenu dispo/UC - 2e quintile	- 0,07	**	- 7,00
Revenu dispo/UC - 3e quintile	*Réf.*	.	
Revenu dispo/UC - 4e quintile	- 0,04	n.s.	
Revenu dispo/UC - 5e quintile	0,02	n.s.	
Personne de référence de moins de 35 ans	- 0,06	n.s.	
Personne de référence de 35 à moins de 65 ans	*Réf.*	.	
Personne de référence de 65 ans ou plus	0,12	***	+ 13,20
CS pers de réf : agriculteur	0,21	**	+ 23,70
CS pers de réf : artisan, commerçant, chef d'entreprise	0,13	***	+ 14,30
CS pers de réf : cadre	0,02	n.s.	
CS pers de réf : profession intermédiaire	*Réf.*	.	
CS pers de réf : employé	0,08	**	+ 8,60
CS pers de réf : ouvrier	0,07	n.s.	
CS pers de réf : retraité ou autre	0,04	n.s.	

Notes : la consommation d'énergie est mesurée en énergie finale et concerne l'ensemble des usages liés au logement (équipements électriques, cuisson, eau chaude sanitaire et chauffage). Ses déterminants sont étudiés à l'aide d'une régression linéaire multiple : toutes choses égales par ailleurs, une résidence principale dont la surface habitable est comprise entre 70 et 100 m² consomme 32,8 % de plus que si elle est inférieure à 70 m² (référence).
**** Significatif à 1 %, ** significatif à 5 %, * significatif à 10 %, n.s. non significatif.*
Champ : ménages de France métropolitaine, vivant dans un logement avec chauffage individuel.
Sources : *SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

Les agriculteurs et les artisans consommeraient davantage que les autres catégories socioprofessionnelles, mais leur niveau de consommation (de 23,7 % plus élevé que les professions intermédiaires) prend probablement en compte des consommations dédiées à leur activité professionnelle. Pour les autres professions, les écarts de consommation ne sont pas significatifs, sauf pour les employés qui consomment davantage que les autres catégories (+ 8,6 %). Au total, la catégorie socioprofessionnelle a un impact modéré sur le niveau de consommation. Par ailleurs, les ménages aux plus faibles revenus, confrontés à une forte contrainte budgétaire, consomment moins que les autres. Dès que cette contrainte est moins prégnante, le revenu n'a plus d'impact sur les consommations d'énergie : les écarts de consommation selon les revenus des ménages les plus aisés (au dessus du niveau médian) ne sont pas significatifs.

Les consommations d'énergie dépendent aussi du cycle de vie. En particulier, le passage à la retraite peut s'accompagner d'une augmentation des consommations d'énergie en raison d'une plus grande présence dans le logement et d'un besoin physiologique en chaleur plus important. Ainsi les ménages dont la personne de référence est âgée de plus de 65 ans, consomment en moyenne 12 % de plus que leurs cadets (ménages dont l'âge de la personne de référence est compris entre 35 et 65 ans).

En revanche, le statut d'occupation (locataire ou propriétaire) n'aurait pas d'impact significatif sur le niveau de consommation d'énergie.

LES COMPORTEMENTS DES MÉNAGES JOUENT AUSSI SUR LES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE…

Les caractéristiques du logement et les profils sociodémographiques des ménages n'expliquent pas complètement les consommations d'énergie. La durée d'occupation du logement et plus généralement les comportements des ménages jouent également.

Inclure, dans l'analyse économétrique, les comportements d'optimisation des consommations et la durée d'occupation du logement éclaire certains canaux par lesquels les caractéristiques du logement et des ménages influencent la consommation d'énergie (*tableau 2)*. La plupart des caractéristiques qui avaient un impact significatif dans la première régression le conservent, mais dans une moindre mesure. Cette réduction s'explique par le lien entre comportements et caractéristiques sociodémographiques. En particulier, l'importante diminution de l'impact de l'âge (- 4 points pour les « 65 ans et plus ») et de la taille du ménage (- 7 points pour les « trois personnes ou plus ») est à mettre en relation avec les comportements d'inoccupation du logement : en moyenne, les logements dans lesquels vivent des ménages de taille plus importante ou d'âge plus élevé sont moins inoccupés que les autres.

Plus généralement, l'inoccupation du logement induit mécaniquement des économies d'énergie notamment pour les consommations hors chauffage (éclairage, loisirs, cuisine, etc.). Ainsi, l'inoccupation du logement plus de 8 h en semaine réduit le niveau de consommation de 10 % et celle du samedi de 14 %, alors que l'inoccupation du logement le dimanche n'a pas d'impact significatif sur la consommation en énergie du logement.

Tableau 2 : impact des comportements sur les consommations d'énergie

	Coefficient	Significativité	Variation (en %)
Caractéristiques du logement			
Appartement	*Réf.*		
Maison individuelle	0,29	***	33,30
70 m² ou moins	*Réf.*		
Plus de 70 m² à 100 m²	0,28	***	32,00
Plus de 100 m² à 150 m²	0,47	***	58,80
Plus de 150 m²	0,65	***	92,00
Logement achevé avant 1946	*Réf.*		
Logement achevé entre 1946 et 1990	0,60	**	5,90
Logement achevé après 1990	- 0,06	***	- 6,00
Zone climatique H1	*Réf.*		
Zone climatique H2	- 0,13	***	- 12,00
Zone climatique H3	- 0,28	***	- 24,00
Unité urbaine de moins de 10 000 habitants	0,14	***	15,00
Unité urbaine de 10 000 habitants à moins de 100 000 habitants	*Réf.*		0,00

	Coefficient	Significativité	Variation (en %)
Caractéristiques du logement			
Unité urbaine de 100 000 habitants ou plus	- 0,06	*	- 6,00
Chauffage principal autre	*Réf.*		
Chauffage principal électrique	- 0,28	***	- 24,00%
Chauffage principal gaz de réseau	0,16	***	17,00
Chauffage principal fioul ou GPL en citerne	0,33	***	39,10
Ne possède pas de système de régulation de la température	*Réf.*		
Possède un système de régulation de la température	0,02	n.s.	
Caractéristiques du ménage occupant			
Locataire	*Réf.*	.	
Propriétaire	0	n.s.	
Ménage d'une personne	*Réf.*	.	
Ménage de deux personnes	0,18	***	19,10
Ménage de trois personnes ou plus	0,4	***	26,80
Revenu dispo/UC - 1er quintile	- 0,08	**	- 8,00
Revenu dispo/UC - 2e quintile	- 0,08	**	- 8,00
Revenu dispo/UC - 3e quintile	*Réf.*	.	
Revenu dispo/UC - 4e quintile	- 0,03	n.s.	
Revenu dispo/UC - 5e quintile	0,03	n.s.	
Personne de référence de moins de 35 ans	- 0,04	n.s.	
Personne de référence de 35 à moins de 65 ans	*Réf.*	.	
Personne de référence de 65 ans ou plus	0,09	**	9,40
CS pers de réf : agriculteur	0.20	**	21,90
CS pers de réf : artisan, commerçant, chef d'entreprise	0,11	**	11,70
CS pers de réf : cadre	0,04	n.s.	
CS pers de réf : profession intermédiaire	*Réf.*	.	
CS pers de réf : employé	0,07	*	7,00
CS pers de réf : ouvrier	0,035	n.s.	
CS pers de réf : retraité ou autre	- 0,01	n.s.	
Comportements d'inoccupation			
Logement inoccupé plus de 8 h par jour en semaine	- 0,10	***	- 10
Logement inoccupé plus de 8 h par jour le samedi	- 0,15	*	- 14
Logement inoccupé plus de 8 h par jour le dimanche	0,04	n.s.	
Comportements d'optimisation de la consommation			
Baisse ou coupe le chauffage dans les pièces de nuit	- 0,02	n.s.	
Baisse ou coupe le chauffage pour aérer le logement	- 0,02	n.s.	
Baisse ou coupe le chauffage en cas d'absence courte	- 0,06	***	- 6
Baisse ou coupe le chauffage en cas d'absence longue	- 0,07	***	- 7
Privilégie l'économie au confort pour les consommations d'électricité	- 0,01	n.s.	
Privilégie l'économie au confort pour les consommations de chauffage	- 0,07	***	- 7
Privilégie l'économie au confort pour les consommations d'eau chaude sanitaire	- 0,02	n.s.	
Température du logement inférieure ou égale à 21 degrés en hiver	- 0,09	***	- 9
Comportements de restriction			
Ménage déclarant se restreindre sur ses consommations de chauffage	0,066	**	+ 6.8

Notes : la consommation d'énergie est mesurée en énergie finale et concerne l'ensemble des usages liés au logement (équipements électriques, cuisson, eau chaude sanitaire et chauffage). Ses déterminants sont étudiés à l'aide d'une régression linéaire multiple : toutes choses égales par ailleurs, une résidence principale dont la surface habitable est comprise entre 70 et 100 m² consomme 32 % de plus que si elle est inférieure à 70 m² (référence).
**** Significatif à 1 %, ** significatif à 5 %, * significatif à 10 %, n.s. non significatif*
Champ : ménages de France métropolitaine, vivant dans un logement avec chauffage individuel.
Sources : *SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

…NOTAMMENT LES COMPORTEMENTS D'OPTIMISATION DE LA CONSOMMATION

En revanche, la réalisation d'économies d'énergie liées au chauffage nécessite des actions spécifiques (baisser ou couper le chauffage durant les absences) dont la mise en œuvre est facilitée par la présence dans le logement d'équipements tels qu'un thermostat programmable qui régule automatiquement la température en fonction des besoins. Au total, baisser ou couper son chauffage lors d'une absence, courte ou longue, entraîne des réductions de consommation de 6 à 7 %.

D'autres comportements sont également porteurs d'économie d'énergie : chauffer son logement à moins de 21 degrés en hiver réduit de 9 % la consommation. Toutefois, couper le chauffage dans les pièces de nuit à certains moments de la journée ou lorsqu'on aère le logement, n'a pas d'impact significatif sur le niveau de consommation du logement.

Toutefois, les ménages déclarant se restreindre sur le chauffage, consomment plus que les autres (+ 6,8 %). Ce résultat paradoxal s'expliquerait par le fait que les ménages se restreignant sur leur consommation habitent peut-être souvent dans des logements peu performants sur le plan énergétique.

LES MÉNAGES MODESTES PRIVILÉGIENT L'ÉCONOMIE AU CONFORT, LES LOCATAIRES SE RESTREIGNENT DAVANTAGE SUR LEUR CONSOMMATION QUE LES PROPRIÉTAIRES

Les ménages qui adoptent des comportements d'optimisation, qui privilégient l'économie au confort ou qui chauffent leur logement à moins de 21°C l'hiver ont plus souvent des équipements leur permettant de réguler la température au sein du logement (*tableau 3*).

Les comportements de consommation d'énergie sont aussi liés au niveau de vie. Par rapport au 3e quintile de niveau de vie, les ménages du 1er quintile, privilégient, toutes choses égales par ailleurs, davantage l'économie au confort (39 % de ménages en plus) pour leurs consommations d'électricité, leurs consommations de chauffage (46 %) et leurs consommations d'ECS (28 %). En revanche, les comportements d'optimisation sont moins développés chez les ménages les plus modestes, notamment le fait de couper le chauffage en cas d'absence longue.

Les propriétaires n'ont pas plus que les locataires, tel ou tel comportement d'optimisation d'énergie, mais ils privilégient nettement moins l'économie au confort pour leurs consommations d'électricité : relativement aux locataires ils sont 35 % de moins, toutes choses égales par ailleurs (notamment le type de logement, collectif ou individuel) à déclarer se restreindre sur le chauffage.

Tableau 3 : les déterminants des comportements de consommation

	Baisse ou coupe le chauffage dans les pièces de nuit	Baisse ou coupe le chauffage pour aérer le logement	Baisse ou coupe le chauffage en cas d'absence courte	Baisse ou coupe le chauffage en cas d'absence longue	Privilégie l'économie au confort pour les cons. d'électricité	Privilégie l'économie au confort pour les cons. de chauffage	Privilégie l'économie au confort pour les cons. d'ECS	Température du logement < 21°C en hiver	Ménages déclarant se restreindre sur le chauffage
Caractéristiques du logement									
Appartement	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*
Maison individuelle	- 32 %	ns	- 27 %	- 27 %	27 %	ns	37 %	ns	ns
70 m² ou moins	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf..*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*
Plus de 70 m² à 100 m²	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Plus de 100 m² à 150 m²	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Plus de 150 m²	ns	- 32 %	ns	ns	ns	ns	- 34 %	ns	ns
Logement achevé avant 1946	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*
Logement achevé entre 1946 et 1990	ns	28 %	ns	- 16 %	ns	ns	ns	ns	ns
Logement achevé après 1990	ns	- 20 %	ns	ns	ns	- 16 %	ns	ns	ns
Zone climatique H1	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*
Zone climatique H2	ns	-24 %	- 18 %	ns	ns	- 14 %	ns	127 %	- 24 %
Zone climatique H3	ns	ns	ns	- 24 %	- 33 %	ns	- 24 %	ns	- 26 %
Unité urbaine : - moins de 10 000 habitants	ns	ns	ns	- 29 %	- 20 %	- 33 %	- 22 %	ns	ns
Unité urbaine : *de 10 000 à 100 000 habitants*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*
Unité urbaine : 100 000 habitants ou plus	ns	- 26 %	39 %	ns	ns	ns	- 21 %	ns	ns

	Baisse ou coupe le chauffage dans les pièces de nuit	Baisse ou coupe le chauffage pour aérer le logement	Baisse ou coupe le chauffage en cas d'absence courte	Baisse ou coupe le chauffage en cas d'absence longue	Privilégie l'économie au confort pour les cons. d'électricité	Privilégie l'économie au confort pour les cons. de chauffage	Privilégie l'économie au confort pour les cons. d'ECS	Température du logement < 21°C en hiver	Ménages déclarant se restreindre sur le chauffage
Caractéristiques du logement									
Chauffage principal autre	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*
Chauffage principal électrique	50 %	48 %	48 %	60 %	- 29 %	ns	ns	94 %	43 %
Chauffage principal gaz de réseau	ns	- 42 %	41 %	51 %	- 22 %	ns	ns	69 %	ns
Chauffage principal fioul ou GPL en citerne	ns	- 30 %	ns	32 %	- 19 %	34 %	ns	126 %	93 %
Pas de système de régulation de la température	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*
Système de régulation de la température	164 %	- 66 %	235 %	185 %	ns	ns	ns	59 %	ns
Caractéristiques du ménage occupant									
Locataire	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*
Propriétaire	ns	ns	ns	ns	ns	- 22 %	- 21 %	31 %	- 35 %
Ménage d'une personne	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*
Ménage de deux personnes	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	- 24 %
Ménage de trois personnes ou plus	ns	26 %	ns	- 40 %	ns	- 16 %	ns	- 39 %	- 35 %
Revenu dispo/UC – 1er quintile	- 23 %	34	ns	- 35 %	39 %	46 %	28 %	ns	52 %
Revenu dispo/UC – 2e quintile	ns	ns	ns	- 29 %	ns	ns	ns	- 41 %	ns
Revenu dispo/UC - 3e quintile	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*
Revenu dispo/UC – 4e quintile	ns	ns	ns	43 %	- 28 %	ns	ns	- 33 %	ns
Revenu dispo/UC – 5e quintile	36 %	ns	31 %	45 %	- 42 %	- 22 %	- 22 %	ns	- 43 %
Personne de référence de moins de 35 ans	ns	ns	30 %	73 %	- 39 %	- 31%	- 58 %	ns	ns
Personne de référence de 35 à moins de 65 ans	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*
Personne de référence de 65 ans ou plus	ns	- 27 %	ns	- 25 %	ns	ns	ns	- 29 %	ns
Agriculteur	ns	ns	- 44 %	- 51 %	ns	ns	ns	ns	- 54 %
Artisan, commerçant, chef d'entreprise	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cadre	ns	ns	ns	50 %	ns	ns	ns	ns	ns
Profession intermédiaire	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*	*Réf.*
Employé	ns	ns	ns	- 39 %	29 %	ns	45 %	ns	49 %
Ouvrier	ns	ns	- 33 %	- 47 %	ns	ns	39 %	ns	ns
Retraité ou autre	ns	ns	- 29 %	ns	ns	ns	50 %	ns	ns
Comportements d'inoccupation du logement									
Inoccupation plus de 8 h par jour en semaine	24 %	ns	35 %	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Inoccupation plus de 8 h par jour le samedi	ns	123 %	138 %	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Inoccupation plus de 8 h par jour le dimanche	ns	ns	- 41 %	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Notes : la consommation d'énergie est mesurée en énergie finale et concerne l'ensemble des usages liés au logement (équipements électriques, cuisson, eau chaude sanitaire et chauffage). Ses déterminants sont étudiés à l'aide d'une régression logistique : toutes choses égales par ailleurs, un propriétaire a une probabilité de se restreindre sur le chauffage de 35 points inférieure à un locataire.
Champ : ménages de France métropolitaine, vivant dans un logement avec chauffage individuel.
***Sources :** SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

LES MÉNAGES MODESTES DÉCLARENT PRIVILÉGIER L'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE MAIS N'OPTIMISENT PAS POUR AUTANT LEUR CONSOMMATION

Les comportements d'économie d'énergie peuvent résulter de la sensibilité des ménages aux problématiques environnementales, de leur contrainte budgétaire ou tout simplement d'une attitude rationnelle face aux consommations d'énergie ou d'autres facteurs encore.

Une analyse des correspondances multiples (ACM – *encadré 1*) permet de mettre en avant l'existence d'une proximité ou, au contraire d'une opposition entre différentes classes de ménages. Contrairement à ce qu'on aurait pu penser, la population ne se scinde pas en deux groupes, ceux qui privilégieraient l'économie et mettraient en œuvre tous les comportements opportuns, qu'on pourrait qualifier d'économes, et les autres.

L'espace des ménages est défini par deux axes (*graphique 1*) :

- la préférence pour le confort ou l'économie d'énergie ;
- l'adoption de comportements ponctuels sur le chauffage visant à économiser l'énergie ou non.

Assez naturellement, moins la contrainte budgétaire est forte et plus on déclare privilégier le confort à l'économie d'énergie (*graphique 1*). Par ailleurs, de manière moins intuitive, les ménages aisés ont plus tendance à optimiser leur consommation.

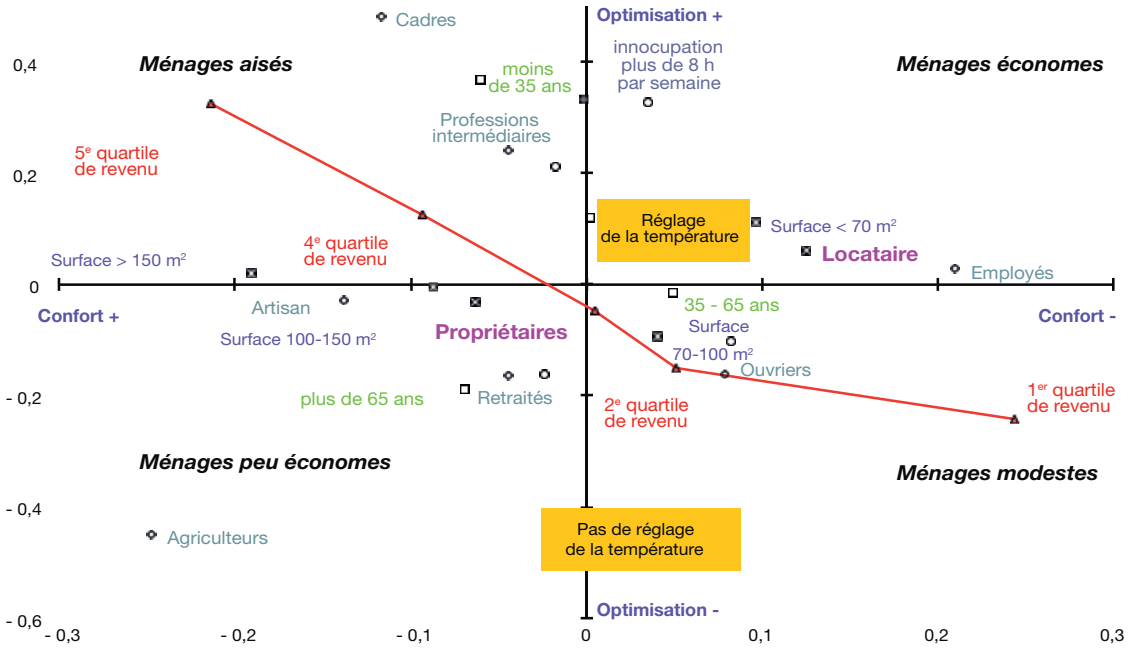
Ainsi, parmi les gens qui ne privilégient pas le confort, deux groupes s'opposent sur le deuxième axe : ceux qui ont des comportements visant à réduire leur consommation et ceux qui n'ont pas ce type de comportements. Parmi ces derniers, on retrouve plutôt les ménages modestes : ouvriers, habitant des logements anciens pas très grands et se chauffant principalement au fioul sont ainsi surreprésentés. Ce constat peut renvoyer à plusieurs réalités. On peut supposer que les ménages les plus modestes, parfois confrontés à des restrictions fortes de leurs consommations, n'auraient pas le loisir d'avoir des comportements d'économie en raison de l'importante vétusté de leur logement. Le fait de couper le chauffage dans un logement très mal isolé peut en effet induire une chute trop forte de la température ou une augmentation trop importante de l'humidité. De même, ces ménages modestes sont plus présents dans leur logement, si bien que les comportements d'optimisation seraient mécaniquement moins mis en œuvre. En revanche, le fait d'être économe semble être moins lié à la contrainte budgétaire qu'au mode de vie : les personnes seules habitent majoritairement de petits logements collectifs et chauffés à l'électricité. Il est en effet plus facile d'être économe quand on vit seul dans un petit logement chauffé par des convecteurs électriques.

À l'opposé de ces deux groupes, on trouve les ménages qui privilégient leur confort ; ils ne constituent pas toutefois un groupe homogène. En effet, les ménages les plus aisés semblent plus enclins à adopter des comportements ponctuels sur leur mode de chauffage visant à réduire leur consommation. Ces ménages les plus aisés, et notamment les plus diplômés, seraient davantage sensibilisés aux questions environnementales mais surtout disposeraient des équipements permettant de réguler facilement la température dans leur logement. Un dernier groupe réunit des ménages privilégiant le confort et n'ayant pas de comportements d'optimisation. Il comprend relativement davantage de ménages séniors et d'agriculteurs que l'ensemble de la population.

Encadré 1 : analyse des correspondances multiples (ACM)

L'ACM est une méthode d'analyse dite factorielle, adaptée à l'analyse de données représentées par des variables qualitatives. Le principe de l'analyse est de faire ressortir les principales liaisons existantes entre un nombre important de variables, en les synthétisant par quelques variables à interpréter, appelées facteurs. Ceux-ci peuvent ensuite être représentés sur un plan.
Dans cette étude, l'analyse a été menée sur 9 variables de comportements de restriction.
Les caractéristiques du logement, du ménage occupant et les comportements d'inoccupation sont ensuite projetés comme variables supplémentaires : on peut ainsi visualiser la proximité entre certaines caractéristiques sociodémographiques et les comportements.

Graphique 1 : on privilégie le confort au fur et à mesure que le niveau de vie augmente



Note : l'ACM oppose 4 classes de ménages, les ménages ayant une préférence pour l'économie d'énergie et optimisant leur consommation d'énergie (ménages économes), ceux ayant une préférence pour le confort et n'optimisant pas leur consommation (ménages peu économes), ceux qui déclarent privilégient l'économie d'énergie mais qui n'optimisent pas l'économie d'énergie pour autant (ménages modestes), ceux qui déclarent privilégier le confort mais qui optimisent tout de même leur consommation (ménages aisés).
Champ : ménages de France métropolitaine, vivant dans un logement avec chauffage et au chaude individuels.
***Sources :** SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

Bibliographie

[1] DENJEAN Mathias, « Consommations énergétiques des ménages en 2012 ».
SOeS, *Chiffres & statistiques* n° 645
[2] FRANÇOIS Dominique, « Le parc des logements en France métropolitaine, en 2012 : plus de la moitié des résidences principales ont une étiquette énergie D ou E ».
SOeS, *Chiffres & statistiques* n° 534 – juillet 2014

partie 3

Influence de la localisation sur la consommation et la précarité énergétique

Willy Thao Khamsing, Bruno Vermont, Bastien Virely/CGDD
Les dépenses énergétiques des ménages : une spécificité périurbaine ?

Dominique Place/CGDD
Vulnérabilité énergétique pour les déplacements contraints : une plus grande dépense en carburant pour les ménages des territoires multipolarisés

Les dépenses énergétiques des ménages : une spécificité périurbaine ?

Willy Thao Khamsing, Bruno Vermont, Bastien Virely

En 2012, un ménage sur cinq vit en zone périurbaine en France métropolitaine. Sur le plan de la consommation énergétique, la situation du périurbain interroge dans la mesure où cet espace se caractérise par des logements plus souvent individuels et plus spacieux en moyenne, et des distances parcourues en véhicule élevées. Le périurbain se caractérise-t-il par une vulnérabilité énergétique plus marquée que dans les autres espaces (pôles urbains, rural) ? L'enquête performance de l'habitat, équipements, besoins et usages de l'énergie (Phébus), riche d'informations sur les consommations énergétiques des logements et les dépenses de carburant des ménages, permet de comparer les niveaux de dépenses entre ces espaces et d'étudier la précarité énergétique, en mettant en regard les revenus et les dépenses énergétiques. Cet article propose une analyse spatiale de la précarité énergétique, sur la base d'une photographie établie en 2012. Il souligne que le niveau de dépenses de carburant et d'énergie dans le logement est particulièrement élevé chez les ménages installés dans les petites communes de l'espace périurbain, qui cumulent un nombre de kilomètres parcourus en voiture et des superficies de logement supérieurs aux autres espaces. Toutefois, l'observation des taux d'effort énergétique semble indiquer que les situations de précarité sont plus limitées dans les espaces périurbains que dans les communes rurales situées hors de l'influence des grands pôles, en raison notamment des revenus plus élevés des ménages du périurbain.

L'ESPACE PÉRIURBAIN : UN ESPACE PLURIEL QUI SE DISTINGUE PAR DE FORTES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES

L'espace périurbain : un espace polarisé par un ou plusieurs pôles urbains sans continuité du bâti

La périurbanisation désigne une forme de croissance urbaine caractérisée par la discontinuité des zones bâties. L'espace périurbain est lié à un ou plusieurs pôles urbains, qui accueillent l'activité professionnelle de ses habitants, mais ne lui est pas contiguë. Il s'est développé avec la viabilisation[19] de parcelles et la construction de lotissements par des promoteurs immobiliers, ainsi que par mitage, c'est-à-dire la construction de maisons individuelles dans des zones peu construites.

En 2008, en France métropolitaine, 14,8 millions de personnes vivaient dans l'espace périurbain tel que défini par l'Insee (*encadré 1*), dont 11,6 millions dans les couronnes des grands pôles urbains et 3,2 millions dans les communes multi-polarisées des grands pôles. L'espace périurbain occupe une superficie de 156 000 km² représentant 38 % du territoire métropolitain et rassemble 23,8 % de sa population [1]. La population des communes périurbaines a augmenté fortement dans les années 1970 [2]. Cette période de périurbanisation est restée intense jusqu'au début des années 1990. Elle se poursuit aujourd'hui à un rythme moins élevé. Au cours de la période 1990-2006, le taux annuel moyen d'évolution de la population est néanmoins resté plus élevé dans les communes périurbaines que dans les banlieues et les villes-centre des pôles urbains, à 1,3 % contre respectivement 0,6 et 0,3 %.

Le choix du périurbain : un prix du logement plus faible que dans les pôles urbains mais des consommations énergétiques plus élevées

La dispersion de l'habitat et l'émergence de quartiers pavillonnaires éloignés des centres des agglomérations et des emplois ont été facilitées par l'augmentation des vitesses de déplacement dans un contexte d'amélioration des infrastructures de transport. Les distances moyennes des déplacements domicile-travail sont passées de 6,0 à 14,7 km entre 1967 et 2008 pour un temps de parcours stable [3]. Elles ont été de plus encouragées par un prix du foncier qui décroît avec la distance au centre de l'agglomération. Cette décroissance des prix s'explique, selon les modèles d'économie urbaine, par un arbitrage sous-jacent entre coûts du logement et coûts des transports associés à la localisation [4]. Plus les ménages s'éloignent du centre de l'agglomération, plus la disponibilité de la surface de foncier pour le logement s'accroît, mais, simultanément, plus les coûts et les temps de transports tendent à augmenter.

[19] *Travaux de raccordement des parcelles aux réseaux routiers, d'énergie et d'eau.*

Empiriquement, on constate que, « en moyenne, à densité de population de l'aire urbaine et à autres caractéristiques du terrain données, un doublement de la distance au centre de l'aire urbaine se traduit par un prix au mètre carré de terrain plus faible de 17 % », [5] tandis que l'éloignement d'un km du centre de l'aire urbaine fait baisser le prix total des logements d'environ 1 % » [6].

Les déplacements des ménages résidant dans le périurbain reposent principalement sur la voiture. 79 % des déplacements y sont réalisés en voiture, contre 43 % à Paris et 58 % dans les villes-centre hors Paris (enquête nationale transports et déplacements – ENTD – 2008, [7]). Le recours à la voiture est plus ou moins fort selon le motif du déplacement. 88 % des déplacements domicile-travail sont réalisés en voiture dans le périurbain. Dans la majorité de cet espace, les ménages ne disposent pas d'alternative à la voiture pour ce motif de déplacement. Par ménage, les distances annuelles moyennes parcourues en voiture sont au total de l'ordre de 25 000 km dans le périurbain, contre 10 000 km dans le pôle urbain de Paris (ENTD 2008, [7]).

Les dépenses en carburant sont par conséquent élevées pour les ménages périurbains. La superficie des logements ainsi que la forte proportion de maisons individuelles dans le périurbain impliquent de plus une consommation d'énergie pour le chauffage accrue [8]. Il s'agit alors d'apprécier les conséquences de ce poids élevé des postes logement et transports sur les niveaux de dépenses et la structure du budget des ménages de l'espace périurbain.

L'espace périurbain : un ensemble hétérogène composé d'unités urbaines et de communes rurales

Dans le périurbain, les nouvelles résidences et installations construites sous l'influence urbaine coexistent avec l'espace préexistant, qui peut être soit un espace rural, soit un espace urbain polarisé par une ville de plus grande taille. L'espace périurbain au sens de l'Insee est majoritairement rural. La moitié de la population de cet espace réside dans des zones de contiguïté de bâti de moins de 2 000 habitants. Les couronnes périurbaines des plus grandes aires urbaines comprennent aussi des unités urbaines relativement peuplées, telles que Meaux par exemple, située dans l'aire urbaine de Paris, et dont l'unité urbaine compte environ 70 000 habitants.

Cette diversité de l'espace périurbain induit des différences de situation des ménages vis-à-vis des besoins et des dépenses énergétiques. La densité de la population entraîne une dépendance plus ou moins forte à l'automobile : les déplacements réalisés pour effectuer des achats par exemple se font rarement à pied dans les zones peu denses, davantage dans les pôles urbains. De même, les superficies de logement apparaissent différenciées selon la localisation urbaine ou rurale des logements.

L'enquête Phébus, riche d'informations précises sur les consommations énergétiques des logements et les dépenses de carburant des ménages, permet de comparer les niveaux de dépenses entre ces espaces. Le constat initial de dépenses énergétiques élevées pour les ménages des espaces périurbains peut donc s'en trouver précisé et approfondi.

Encadré 1 : le zonage retenu : une distinction entre communes rurales et unités urbaines dans l'espace périurbain

Dans sa typologie des communes construite en 2010, l'Insee définit des catégories de communes au sein du zonage en aires urbaines qui visent à obtenir une répartition du territoire selon les aires d'influence des villes [9]. Cette typologie distingue notamment les pôles (petits, moyens ou grands pôles), les couronnes des pôles, les communes multipolarisées et les communes hors de l'influence des pôles. Conformément à cette typologie, le périurbain se compose des « communes des couronnes des grands pôles » (communes hors du pôle urbain dont plus de 40 % de la population résidente ayant un emploi - les actifs occupés résidants - travaille dans le pôle ou dans des communes attirées par celui-ci) et des « communes multi-polarisées des grandes aires urbaines » (communes dont au moins 40 % des actifs occupés résidents travaillent dans plusieurs aires urbaines, sans atteindre ce seuil avec une seule d'entre elles, et qui forment avec elles un ensemble d'un seul tenant). Il s'agit donc de communes reliées aux pôles par les déplacements domicile-travail de ses habitants et séparées de ceux-ci du fait de la non continuité du bâti. Le seuil retenu, 40 %, est arbitraire mais garantit qu'un nombre suffisamment élevé d'actifs occupés travaillent dans l'aire urbaine en dehors de la commune.
À partir de la notion d'unité urbaine, qui désigne un ensemble de communes présentant une zone de bâti continu et qui compte au moins 2 000 habitants, par opposition aux communes rurales, le zonage de l'étude divise l'espace périurbain en deux ensembles : les unités urbaines de l'espace périurbain et les communes rurales de l'espace périurbain.

Catégorie des communes
Dans le zonage en aires urbaines

Grands pôles
Moyens pôles
Petits pôles
} Pôles

Espace périurbain

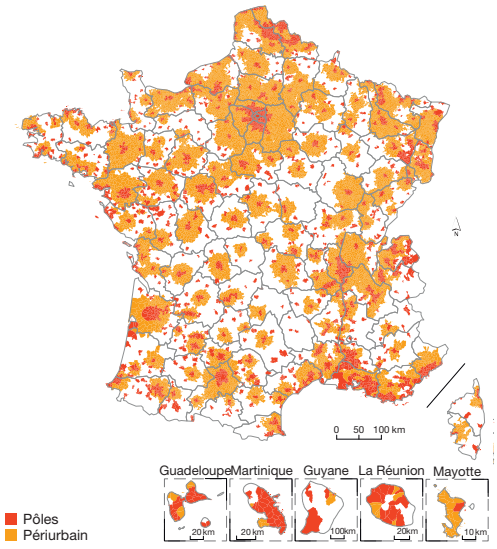
Couronne des grands pôles → Unités urbaines de l'espace périurbain / Communes rurales de l'espace périurbain

Communes multi-polarisées[20] des grands pôles → Unités urbaines de l'espace périurbain / Communes rurales de l'espace périurbain

Couronnes des moyens pôles
Couronnes des petits pôles[21]
Autres communes multipolarisées
Communes hors influence des pôles
} Autres espaces à dominante rurale

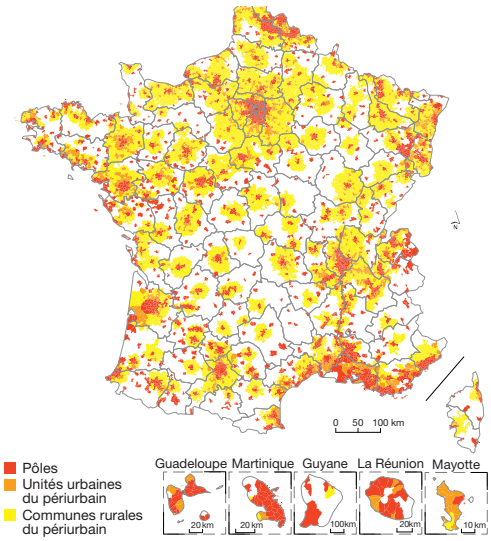
[20] *À la différence de l'étude «Vulnérabilité énergétique pour les déplacements contraints : une plus grande dépense en carburant pour les ménages des territoires multipolarisés » où l'ensemble des communes multipolarisées sont regroupées, les communes multipolarisées sont ici réparties entre l'espace périurbain et les autres espaces à dominante rurale.*
[21] *Ce classement des couronnes des petits et moyens pôles dans les « autres espaces à dominante rurale » constitue une autre différence avec l'étude «Vulnérabilité énergétique pour les déplacements contraints : une plus grande dépense en carburant pour les ménages des territoires multipolarisés », qui regroupe les petits et moyens pôles avec leurs couronnes.*

Le périurbain selon l'Insee



Source : *COG Insee, fond de plan IGN Geofla ®*

Les communes rurales et unités urbaines du périurbain



Source : *COG Insee, fond de plan IGN Geofla ®*

Champ de l'étude

L'étude porte sur l'ensemble des résidences principales, pour lesquelles le montant total des dépenses d'énergie du logement en 2012, est calculable à partir des résultats de l'enquête Phébus (*encadré 2*). Les dépenses totales d'énergie correspondent à la somme des dépenses pour chaque type d'énergie utilisé dans le logement et pour tous les usages (eau chaude sanitaire, chauffage, spécifique). Les dépenses totales de carburants correspondent à la somme des dépenses déclarées pour chaque type de carburant utilisé par le ménage et pour l'ensemble des déplacements effectués par les membres du ménage. Ces dépenses couvrent à la fois les déplacements pour les motifs domicile-travail et domicile-études (déplacements contraints) et les autres déplacements (loisirs, achats, accès aux services, démarches administratives…). De plus, nous considérons les dépenses de l'ensemble des ménages qu'ils comportent des individus actifs ou non[22]. L'échantillon utilisé représente 26,2 millions de ménages soit 97 % de l'échantillon initial de l'enquête Phébus.

Nombre de ménages et d'individus de l'échantillon étudié selon les espaces

En millions, 2012, enquête Phébus

	Ménages		Individus	
	Nombre	%	Nombre	%
Pôles	17,2	65,8	39,2	64,5
Unités urbaines de l'espace périurbain	2,7	10,4	6,7	11
Communes rurales de l'espace périurbain	2,8	10,8	7,1	11,7
Autres espaces à dominante rurale	3,4	13	7,7	12,7

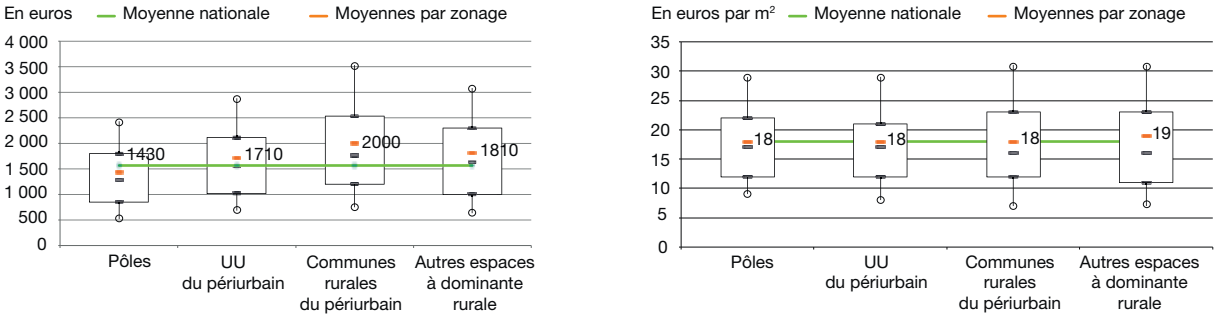
[22] *Le champ retenu pour les dépenses de carburants est ainsi plus large que celui retenu dans l'étude « Vulnérabilité énergétique pour les déplacements contraints : une plus grande dépense en carburant pour les ménages des territoires multipolarisés » centrée sur les déplacements domicile-travail et domicile-études des ménages comportant au moins un actif ou un étudiant.*

LES NIVEAUX DE DÉPENSES ÉNERGÉTIQUES SONT PARTICULIÈREMENT ÉLEVÉS DANS LES COMMUNES RURALES DE L'ESPACE PÉRIURBAIN

Un surcoût de l'énergie domestique dans le rural lié principalement à la surface des logements

En 2012, les ménages ont dépensé en moyenne 1 570 € en énergie pour leur logement, tous types d'énergie et tous usages confondus. Ces dépenses recouvrent toutefois des disparités importantes selon le territoire considéré. Alors que les dépenses énergétiques des ménages des pôles (1 430 € en moyenne, *graphiques 1*) sont inférieures à la moyenne nationale, elles sont sensiblement plus élevées pour les communes rurales du périurbain (2 000 € en moyenne) et les autres espaces à dominante rurale (1 810 € en moyenne). Au-delà de l'opposition entre espace rural et espace urbain, les communes rurales de l'espace périurbain affichent le niveau de dépenses énergétiques pour le logement le plus élevé.

Graphiques 1 : dépenses énergétiques annuelles du logement selon l'espace



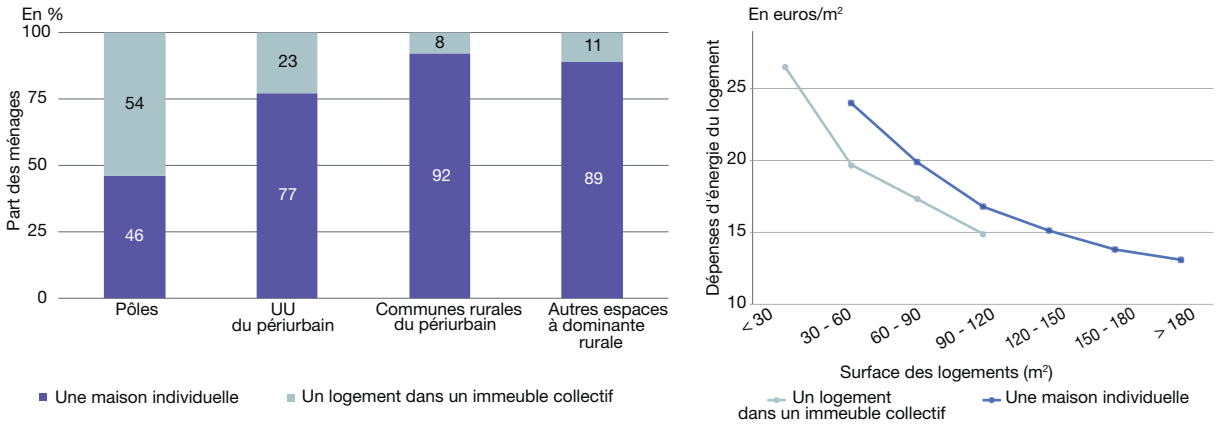
Notes : UU = unité urbaine.
Les graphiques représentent la dispersion des dépenses énergétiques totales et par mètre carré de surface habitable, selon le type d'espace. Pour chacune de ces dispersions, la barre centrale représente la médiane des dépenses, les barres intermédiaires situées en bas et en haut de cette barre centrale représentent respectivement le premier et le troisième quartile, les extrémités haute et basse des dispersions représentent respectivement le premier et le neuvième décile.
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

La dispersion des dépenses d'énergie du logement est plus grande pour les ménages des communes rurales de l'espace périurbain, traduisant notamment une proportion non négligeable de situations où les dépenses énergétiques sont très élevées : 25 % de ces ménages ont des dépenses énergétiques supérieures à 2 530 € par an.

Le niveau élevé des dépenses d'énergie du logement dans les communes rurales du périurbain et leur plus grande dispersion semblent liées en partie à la superficie des logements : ils sont en moyenne plus vastes dans les communes rurales de l'espace périurbain (117 m² en moyenne contre 106 m² dans les autres espaces à dominante rurale et 93 m² en moyenne nationale) avec, en outre, une plus forte proportion de logements de très grande surface (25 % des logements y font plus de 140 m², contre 15 % dans les autres espaces à dominante rurale). Dès lors qu'elles sont rapportées à la surface, les dépenses d'énergie du logement apparaissent en moyenne plus comparables selon les espaces. Leur dispersion augmente toutefois légèrement avec l'éloignement des centres urbains : elle est plus élevée dans les communes rurales périurbaines et dans les autres espaces à dominante rurale (*graphiques 1*).

La composition de l'habitat entre maisons individuelles et logements collectifs, diffère selon le zonage (*graphiques 2*), ce qui n'apparaît pas entraîner de différences notables, entre les espaces, dans les consommations d'énergie du logement par unité de surface. Par exemple, la proportion de ménages habitant dans des maisons individuelles dans l'espace rural (92 % pour les communes rurales de l'espace périurbain et 89 % pour les autres espaces à dominante rurale) est nettement plus élevée que dans les pôles (46 %). Or, du fait de leur moindre mitoyenneté, les maisons individuelles consomment, à surface donnée, davantage d'énergie que les logements collectifs : par exemple, les dépenses d'énergie au m² des maisons individuelles, d'une superficie comprise entre 60 et 90 m², sont en moyenne 15 % plus élevées que celles des logements collectifs de même superficie. Cet effet est toutefois compensé par le fait qu'à type de logement donné, les dépenses énergétiques au mètre carré diminuent lorsque la surface du logement augmente (*graphiques 2*). Bien qu'étant relativement plus nombreuses, les maisons individuelles sont également plus vastes dans l'espace rural, n'entraînant donc pas de consommations d'énergie au m² plus élevées dans ces espaces.

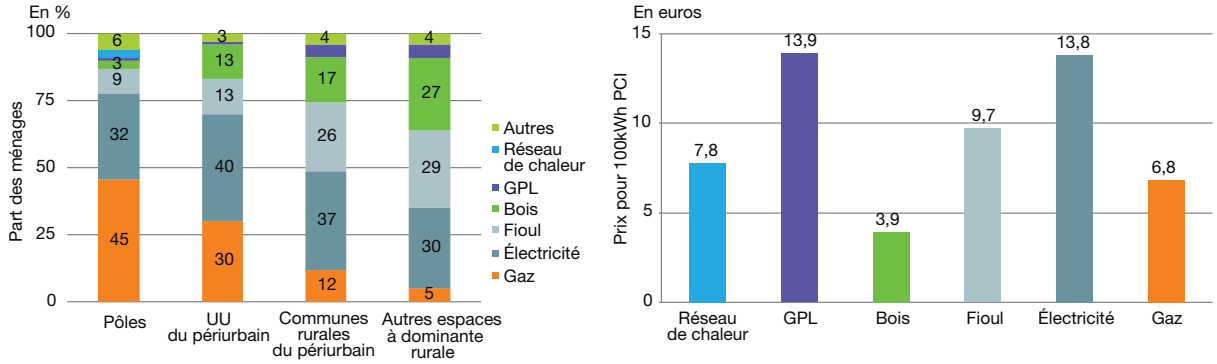
Graphiques 2 : répartition des ménages et dépenses d'énergie selon le type de logement



Note : UU = unité urbaine.
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

Le type d'énergie de chauffage diffère aussi selon le zonage (*graphiques 3*), ce qui ne semble pas non plus introduire des différences significatives de dépenses d'énergie au m² entre les espaces. Par exemple, les énergies de réseaux tels que le gaz de réseau ou les réseaux de chaleur sont rarement accessibles dans les zones à densités moyennes et faibles. Ainsi, près de 63 % des ménages des communes rurales de l'espace périurbain et 60 % des ménages des espaces à dominante rurale déclarent se chauffer au fioul ou à l'électricité, alors qu'ils sont 42 % dans les pôles (*graphiques 3*). Or le fioul et l'électricité sont des énergies relativement chères à l'usage car le prix au kWh de l'électricité et du fioul est nettement plus élevé que celui du gaz. Toutefois, ces espaces se caractérisent également par un recours au bois plus fréquent comme énergie principale de chauffage (16 % des ménages dans les communes rurales de l'espace périurbain et 27,1 % des ménages des espaces à dominante rurale). Le niveau peu élevé du prix du bois compense le prix élevé du fioul et de l'électricité.

Graphiques 3 : répartition des ménages selon leur énergie de chauffage principale et prix de 100 kWh PCI d'énergie en 2012



Notes : UU = unité urbaine.
PCI : pouvoir calorifique inférieur.
L'énergie de chauffage principale correspond à l'énergie utilisée par le système de chauffage principal, c'est-à-dire celui qui chauffe la majeure partie du logement. Dans le cas où plusieurs systèmes de chauffage principaux sont déclarés, un seul d'entre eux est retenu.
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
Source : *SOeS, enquête Phébus - Pegase*

Encadré 2 : imputation du montant des charges collectives de chauffage et d'eau chaude sanitaire (ECS) à partir des informations disponibles dans les charges collectives

Pour les logements utilisant uniquement des équipements individuels pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire, qui représentent 79,5 % des 5 405 logements enquêtés, il est possible d'isoler les montants totaux des dépenses énergétiques des ménages selon le type d'énergie. C'est le champ utilisé dans Denjean, 2015 [10]. Pour les logements utilisant des équipements collectifs pour le chauffage et/ou la production d'eau chaude sanitaire (ECS, 20,5 % des logements), une partie des dépenses énergétiques est incluse dans les charges collectives. L'imputation de ces dépenses pour ces logements dépend des cas de figure suivants :

Cas 1 (408 observations) : le montant de charges collectives détaillant les charges de chauffage et d'ECS provenant d'une régularisation des charges est renseigné.
Le montant annuel des charges de chauffage et d'ECS imputé correspond au montant indiqué sur la régularisation au *prorata* du nombre de mois sur laquelle porte la régularisation de charges.

Cas 2 (403 observations) : le montant total des charges collectives provenant d'une régularisation ou d'une provision sur charges est renseigné mais le détail des charges de chauffage et/ou d'ECS n'est pas disponible.
Le montant total annuel des charges collectives imputé correspond au montant indiqué sur la régularisation ou la provision sur charges au *prorata* du nombre de mois sur lesquels porte la régularisation de charges ou la provision sur charges. On estime ensuite la part des charges de chauffage et d'ECS, pour les observations où l'on dispose du détail des charges (eau froide, eau chaude, chauffage, autres charges). Le montant des charges de chauffage et d'ECS est ensuite imputé en appliquant cette part estimée aux observations pour lesquelles on ne dispose que du montant total des charges.

Cas 3 (139 observations) : le montant total des charges collectives n'est pas renseigné ou la durée sur laquelle la régularisation de charges porte n'est pas renseignée.
Ces observations, qui représentent 3 % de l'échantillon, sont retirées du champ de l'étude.

Dépenses énergétiques selon le type de logement et d'équipements de chauffage et d'eau chaude sanitaire

Type de logement	Équipements de chauffage/ECS	Part de l'échantillon (%)	Dépenses d'énergie moyennes avant imputation (euros)	Charges collectives moyennes imputées (euros)	Dépenses d'énergie moyennes corrigées (euros)	Dépenses d'énergie moyennes par m² corrigées (euros)
Logement dans un immeuble collectif	Chauffage collectif et/ou ECS collective	16,3	572	699	1 272	19,4
	Chauffage et ECS individuels	24,2	1 029	0	1 029	16,7
Maison individuelle	Chauffage collectif et/ou ECS collective	1,5	1 673	85	1 758	15,2
	Chauffage et ECS individuels	57,9	1 870	0	1 870	16,4

Champ : résidences principales de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

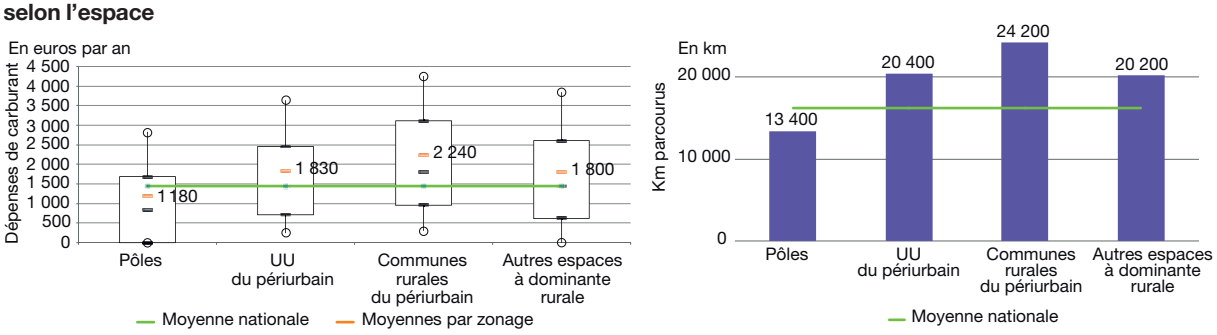
LES DÉPENSES DE CARBURANT SONT ACCRUES PAR L'ÉLOIGNEMENT DES EMPLOIS ET SERVICES ET UNE FORTE PROPORTION DE MÉNAGES MULTI-ACTIFS

En 2012, les dépenses de carburant des ménages se sont élevées à 1 450 € en moyenne. L'espace périurbain correspond au maximum des dépenses (1 830 € en moyenne pour les ménages des unités urbaines de l'espace périurbain et 2 240 € pour ceux des communes rurales de l'espace périurbain). L'écart de dépenses d'énergie entre les ménages des unités urbaines de l'espace périurbain et ceux des communes rurales périurbaines apparaît plus élevé pour le carburant que pour les énergies du logement (*graphiques 1* : 1 700 € en moyenne pour les ménages des unités urbaines de l'espace périurbain et 2 000 € pour ceux des communes rurales de l'espace périurbain).

Les dispersions des dépenses de carburant sont grandes dans l'espace périurbain et rural. Les 10 % des ménages ayant les plus fortes dépenses de carburant dépensent 4 000 euros de plus que les 10 % de ceux ayant les dépenses les plus faibles dans les communes rurales du périurbain. Cet écart ne s'élève qu'à 2 800 euros dans les pôles. Dans les communes rurales de l'espace périurbain, 25 % des ménages ont des dépenses de carburant supérieures à 3 100 € par an, contre de l'ordre de 2 500 € dans les unités urbaines du périurbain ou les autres espaces à dominantes rurales, et 1 700 € dans les pôles (*graphiques 4*).

Les dépenses de carburant sont cohérentes avec les distances parcourues : elles évoluent de façon similaire selon le zonage géographique.

Graphiques 4 : dépenses de carburant et distances annuelles moyennes parcourues par ménage en voiture selon l'espace

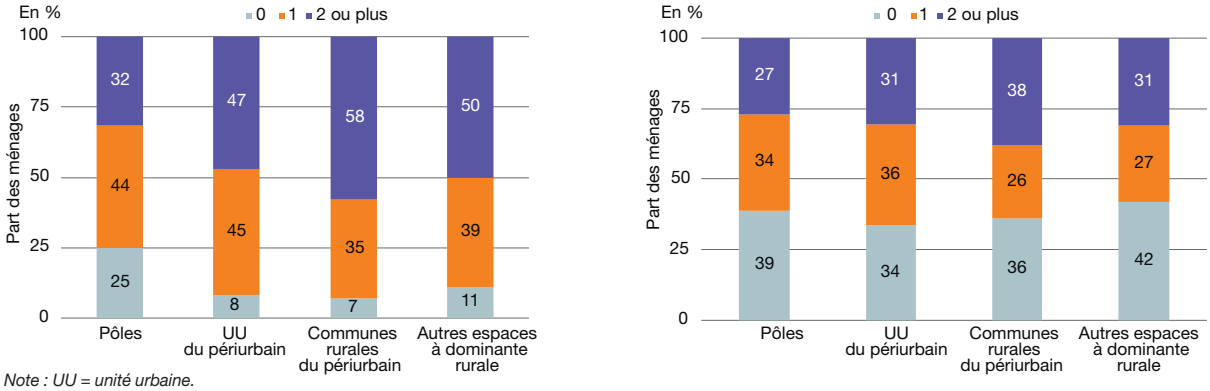


Notes : UU = unité urbaine.
Le graphique de gauche représente la dispersion des dépenses énergétiques totales selon le type d'espace. La barre centrale représente la médiane des dépenses, les barres intermédiaires situées en bas et en haut de cette barre centrale représentent respectivement le premier et le troisième quartile, les extrémités haute et basse des dispersions représentent respectivement le premier et le neuvième décile.
Champ : ménages de France métropolitaine.
***Sources :** SOeS, enquête Phébus, ENTD 2008*

Ces distances sont maximales pour les ménages des communes rurales de l'espace périurbain. La première cause est l'éloignement des services de base ainsi que la concentration des emplois dans les pôles urbains. En effet, contrairement aux ménages ruraux ou à ceux des pôles urbains qui travaillent plus souvent dans leur commune de résidence ou à proximité, les ménages de l'espace périurbain quittent généralement leur commune de résidence pour aller travailler plus loin. Par ailleurs, la part des ménages multi-actifs est plus élevée dans l'espace périurbain : un ménage sur trois compte au moins deux actifs, contre un ménage sur quatre dans les pôles urbains. Ces déplacements domicile-travail plus nombreux augmentent les kilomètres parcourus par les ménages du périurbain relativement aux autres espaces. Au sein du périurbain, les ménages vivant dans les unités urbaines parcourent des distances plus faibles que les ménages des communes rurales de cet espace en raison d'une meilleure accessibilité aux services.

Cet éloignement rend la voiture indispensable à la plupart des déplacements dans des espaces où l'offre de transport collectif, plus difficile à rentabiliser, est moins fournie en comparaison avec les centres urbains. Cela se traduit par un taux d'équipement plus élevé au sein de ces zones d'habitat : en 2012, dans l'espace périurbain, on compte environ 1,6 véhicule motorisé par ménage, contre 1,1 véhicule par ménage dans les pôles. Par ailleurs, dans l'espace périurbain, moins de 10 % des ménages ne disposent d'aucun véhicule motorisé (contre au moins 25 % dans les pôles) et plus de la moitié des ménages disposent d'au moins deux véhicules motorisés, en lien avec la part élevée des ménages multi-actifs (*graphiques 5*).

Graphiques 5 : nombre de véhicules motorisés et nombre d'actifs dans le ménage selon le zonage



Note : UU = unité urbaine.
Champ : ménages de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

LE PÉRIURBAIN : UN ESPACE DE VULNÉRABILITÉ ÉNERGÉTIQUE ?

Les dépenses énergétiques dans les communes rurales du périurbain vont de pair avec des revenus plus élevés et un coût du logement plus faible

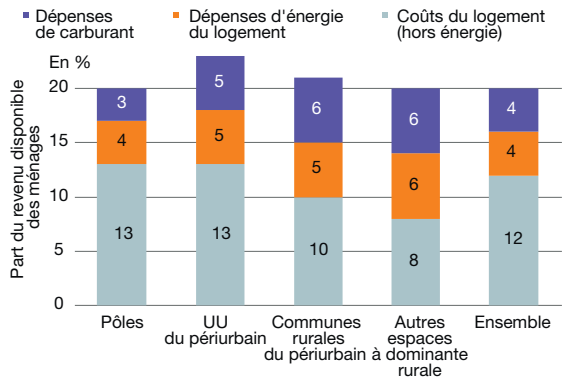
En 2012, le taux d'effort énergétique (TEE, *encadré 3*) des ménages résidant en France métropolitaine s'élevait en moyenne à 4,4 % pour les dépenses en énergie du logement et à 4,1 % pour les dépenses de carburant (*graphique 6*). Alors que l'analyse des dépenses énergétiques montrait des écarts assez nets entre les communes rurales de l'espace périurbain et les autres espaces à dominante rurale, notamment en ce qui concerne les dépenses de carburant, les écarts entre les taux d'effort énergétiques des ménages sont moins marqués selon les espaces. Au sein des communes rurales de l'espace périurbain, le revenu disponible des ménages est en effet plus élevé que dans les autres espaces à dominante rurale (*tableau 1*), ce qui relativise les fortes dépenses énergétiques pour le logement et le carburant.

Malgré des dépenses énergétiques pour le logement plus élevées dans les communes rurales du périurbain, leur part dans le revenu disponible (5,1 % en moyenne) est moins élevée que celle des ménages situés dans les autres espaces à dominante rurale (5,8 % en moyenne) dont les revenus sont plus faibles (*graphique 6*).

De façon analogue, les dépenses de carburant élevées des ménages résidant dans les communes rurales du périurbain pèsent en moyenne autant dans leur revenu disponible que celles des ménages situés dans les autres espaces à dominante rurale (5,8 % des revenus en moyenne). Dans l'ensemble de l'espace périurbain, la part des dépenses de carburant dans le revenu disponible des ménages reste cependant relativement forte car les unités urbaines du périurbain présentent des taux d'effort des dépenses de carburant nettement plus élevés que les pôles (5,1 % contre 3,3 %) malgré des revenus comparables (*tableau 1*).

Sur l'ensemble des dépenses d'énergie (carburants et logements) et des coûts du logement (loyers et remboursements d'emprunts), les ménages du périurbain ne présentent pas des taux d'effort significativement plus élevés que les autres, la part des dépenses énergétiques dans le revenu étant compensée par une part plus faible des coûts du logement. La part de ces dépenses est légèrement plus élevée que la moyenne dans les unités urbaines du périurbain (23 % des revenus, *graphique 6*) et autour de la moyenne dans les communes rurales du périurbain (21 % des revenus, *graphique 6*). Une fois ces dépenses déduites du revenu disponible des ménages, le revenu restant par UC médian des ménages vivant dans le périurbain reste supérieur à celui de l'ensemble des ménages (*tableau 1*).

Graphique 6 : part des dépenses pour le logement et des dépenses de carburant dans le revenu disponible des ménages selon les espaces



Notes : UU = unité urbaine.
En 2012, les coûts du logement (loyers et/ou remboursements d'emprunts) ont représenté 13,3 % du revenu des ménages des unités urbaines du périurbain, les dépenses d'énergie du logement 4,8 % et les dépenses de carburant 5,1 %.
Champ : ménages de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Tableau 1 : indicateurs de revenu des ménages selon les espaces

	Revenu disponible par ménage (en euros)	Revenu disponible par UC médian (RUC, en euros)	Part des ménages modestes (en %)	Revenu restant par UC médian (en euros)
Pôles	35 600	19 800	30	14 900
Unités urbaines de l'espace périurbain	35 600	19 700	29	15 100
Communes rurales de l'espace périurbain	38 900	20 800	25	16 300
Autres espaces à dominante rurale	31 300	18 400	34	14 000
Ensemble	35 400	19 700	30	14 900

Notes : les ménages modestes sont définis ici comme les ménages ayant un revenu disponible par unité de consommation (UC) inférieur au troisième décile de revenu par UC à l'échelle nationale (15 800 euros par UC).
Revenu restant = revenu disponible - coûts du logement (hors énergie) – dépenses d'énergie domestique - dépenses de carburant.
Champ : ménages de France métropolitaine.
***Sources :** SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

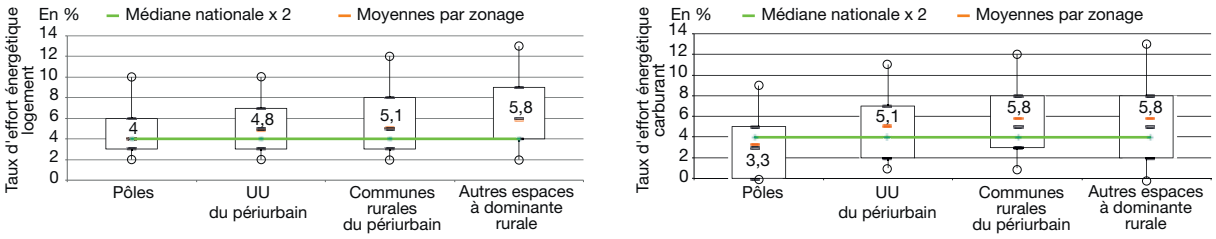
Encadré 3 : les indicateurs de précarité énergétique généralisés au logement et au transport

Le taux d'effort énergétique (TEE) désigne le rapport entre les dépenses d'énergie (logement, carburant) et le revenu disponible des ménages. Un premier indicateur de précarité énergétique consiste à évaluer la proportion de ménages dont les TEE sont supérieurs à un seuil définissant la vulnérabilité énergétique. Ce seuil est fixé au double de la médiane des taux d'effort de l'ensemble des ménages dans les travaux récents sur la précarité énergétique ([11], [12]).
Deux autres indicateurs sont reportés dans l'étude. Le premier, basé sur les travaux et les préconisations de l'observatoire national de la précarité énergétique (ONPE), correspond à l'indicateur TEE restreint aux ménages modestes, c'est-à-dire appartenant aux trois premiers déciles de niveau de vie. Le niveau de vie est défini comme le revenu disponible par unité de consommation (UC). Les ménages modestes correspondent à des ménages de revenu disponible par UC inférieur à 15 800 € annuels en 2012.
Le second indicateur, appelé « Bas revenus, dépenses élevées (BRDE) » est fondé sur les travaux de J.Hills [13] et de l'ONPE [14]. Il fait appel au revenu restant, c'est-à-dire au revenu disponible après déduction des coûts du logement (loyers, remboursements d'emprunts) et des dépenses énergétiques domestiques et de carburant.
Selon cet indicateur, un ménage est considéré comme vulnérable s'il vérifie la double condition :
Son revenu restant, rapporté au nombre d'UC, est inférieur à 60 % de la médiane nationale du revenu disponible restant après déduction des coûts du logement uniquement (soit du « revenu restant » tel que défini augmenté des dépenses énergétiques), rapporté au nombre d'UC (10 200 € par UC) ;
la somme de ses dépenses énergétiques domestiques et de carburant par UC est supérieure à la médiane nationale (1 700 € par UC).
Le fait de retrancher les dépenses d'énergie et de carburant du revenu à comparer au revenu seuil permet d'inclure, dans l'indicateur de précarité, les ménages qui se situent à la marge du revenu seuil et dont les dépenses énergétiques très élevées les font passer sous ce seuil ([14]).

Hors des grands pôles, une part élevée de ménages ont de forts taux d'effort énergétiques

Les distributions des taux d'effort énergétique liés aux dépenses de logement et de carburant observées dans l'enquête permettent de définir des seuils au-delà desquels un ménage est considéré comme vulnérable (*graphiques 7*). Ces seuils sont fixés au double de la médiane des taux d'effort de l'ensemble des ménages (*encadré 3*) : ils s'établissent à 8,8 % du revenu disponible pour les dépenses de logement et 6,6 % pour celles de carburant en 2012. Selon ce critère de vulnérabilité, 3,8 millions de ménages (14,4 % des ménages[23]) seraient en situation de vulnérabilité énergétique pour leur logement et 5,8 millions (22,1 % des ménages) pour leurs déplacements (*tableau 2*). Les autres espaces à dominante rurale présentent une part plus élevée de ménages vulnérables vis-à-vis du logement que l'espace périurbain. Les pôles, qui sont les plus peuplés, regroupent quant à eux le plus grand nombre de ménages vulnérables (2 millions de ménages soit plus de la moitié des ménages vulnérables).

Graphiques 7 : taux d'effort énergétique des ménages pour le logement et le carburant selon les espaces



Notes : UU = unité urbaine.
Compte tenu de la présence de revenus atypiques (négatifs ou nuls et/ou très élevés), le taux d'effort énergétique moyen par zonage n'est pas calculé comme la moyenne des ratios (dépenses/revenus) individuels. Il est obtenu en rapportant les dépenses moyennes au revenu moyen pour la catégorie de ménages étudiée.
Les graphiques représentent la dispersion des taux d'effort énergétique selon le type d'espace. Pour chacune de ces dispersions, la barre centrale représente la médiane des taux d'effort, les barres intermédiaires situées en bas et en haut de cette barre centrale représentent respectivement le premier et le troisième quartile, les extrémités haute et basse des dispersions représentent respectivement le premier et le neuvième décile. Les barres horizontales bleues représentent pour chacun des graphiques le seuil de vulnérabilité énergétique, c'est-à-dire le double de la médiane nationale des taux d'effort énergétique.
Champ : ménages de France métropolitaine.
***Sources :** SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

L'interprétation du seuil du double de la médiane du taux d'effort est différente dans le cas des dépenses de carburant. Dans le cas du logement, les dépenses énergétiques peuvent être considérées comme contraintes puisque les ménages sont obligés de chauffer leur logement. Ce seuil est plus difficile à appréhender dans le cas des dépenses de carburant puisque l'on considère ici l'ensemble des déplacements motorisés des ménages et pas seulement les déplacements contraints (domicile-travail, accès aux services, etc.). Ceci explique pourquoi la part des ménages vulnérables pour leurs déplacements, telle qu'estimée ici, peut apparaître élevée.

Cette part augmente avec l'éloignement des pôles urbains et passe de moins de 16 % des ménages dans les pôles à plus de 30 % des ménages dans les communes rurales. La proportion de ménages vulnérables vis-à-vis des carburants est très haute dans les communes rurales du périurbain. Ces écarts importants entre espaces s'expliquent à la fois par les dépenses de carburant élevées des ménages vivant loin des pôles, mais aussi par la part importante de ménages non motorisés dans les pôles. Ces résultats doivent toutefois être considérés avec prudence compte tenu de la prise en compte de l'ensemble des dépenses de carburant, contraintes ou non, dans l'appréciation de la vulnérabilité : il se pourrait, en effet, que la proportion de dépenses contraintes soit plus élevée dans le périurbain que dans les autres espaces à dominante rurale.

D'autre part, l'indicateur de vulnérabilité reposant sur le TEE a l'avantage d'être facilement calculable mais montre certaines limites pour évaluer la précarité énergétique des ménages. Il donne le poids des dépenses énergétiques dans le revenu disponible des ménages mais ne prend pas réellement en compte le niveau de ce revenu : il peut ainsi conduire à considérer comme vulnérables des ménages à fortes dépenses énergétiques mais disposant de hauts revenus pour les absorber. Il ne tient pas non plus compte de la part des dépenses pré-engagées dans le budget des ménages (loyers, annuité d'emprunt pour le logement notamment).

[23] *Cette part de ménages vulnérables pour le logement est cohérente avec les évaluations de l'ONPE [11] qui l'évalue aussi à 14,4 % des ménages selon ce même indicateur.*

La prise en compte du niveau de vie des ménages atténue les écarts de vulnérabilité énergétique entre les espaces

Tableau 2 : vulnérabilité énergétique des ménages selon les espaces et selon différents indicateurs

	Logements				Déplacements				Logements + déplacements	
Nom de l'indicateur	**TEE LOG**		**TEE LOG 3D**		**TEE MOB**		**TEE MOB 3D**		**BRDE**	
Seuil de dépenses/effort	**TEE > 2x médiane**		**TEE > 2x médiane**		**TEE > 2x médiane**		**TEE > 2x médiane**		**Dépenses d'énergie (logement + carburant) > médiane**	
Seuil de revenu			**RUC < 3e décile**				**RUC < 3e décile**		**Revenu restant par UC < 0.6*médiane du revenu restant augmenté des dépenses énergétiques, par UC**	
	N	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
Pôles	2 000	11,7	1 400	8,1	2 800	16,2	1 300	7,4	1 200	6,9
Unités urbaines de l'espace périurbain urbaines	420	15,6	250	9,1	760	28,0	280	10,4	320	11,7
Communes rurales de l'espace périurbain	550	19,4	330	11,7	1 000	36,0	320	11,4	360	12,7
Autres espaces à dominante rurale	780	22,8	470	13,9	1 200	35,9	500	14,8	500	14,5
Ensemble	3 800	14,4	2 400	9,3	5 800	22,1	2 400	9,1	2 400	9,0

Notes : TEE = taux d'effort énergétique ; N = nombre de ménages (en milliers ; % = part de ménages vulnérables par espace ; RUC = revenu disponible par unité de consommation.
Dans les unités urbaines de l'espace périurbain, selon l'indicateur BRDE, 240 000 ménages sont identifiés comme vulnérables, soit 8,8 % des ménages de cet espace.
Champ : ménages de France métropolitaine.
***Sources :** SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

L'ajout d'un seuil de revenu dans le calcul de l'indicateur TEE (TEE restreint aux ménages modestes, *encadré 3*) fait passer la part de ménages vulnérables à environ 9 % pour le logement et 9 % pour les déplacements, soit environ 2,4 millions de ménages. Les différences entre espaces dans la part des ménages vulnérables sont fortement réduites. La part des ménages vulnérables dans le périurbain est plus élevée que dans les pôles, mais moins élevée que dans les autres espaces à dominante rurale. Ceci résulte en partie de la plus faible proportion de ménages modestes dans le périurbain (*tableau 2*).

L'indicateur dit « bas revenus, dépenses élevées » (BRDE, *encadré 3*) identifie les ménages vulnérables du point de vue de leur situation de pauvreté relative et du niveau élevé des dépenses liées à leur choix résidentiel (consommations d'énergie résidentielle et consommations de carburant). Il identifie une proportion similaire de ménages vulnérables (9 %). La hiérarchie des parts de ménages vulnérables entre les espaces observée par les indicateurs TEE est conservée.

Ainsi, selon la définition retenue, la vulnérabilité énergétique des ménages de l'espace périurbain apparaît plus ou moins marquée. Si la vulnérabilité énergétique est définie à partir du seul critère des taux d'effort énergétique, une proportion élevée des ménages périurbains est identifiée comme vulnérable. Si la vulnérabilité énergétique est restreinte aux ménages modestes ou en situation de pauvreté relative, qui semblent des critères plus appropriés pour la définir, les écarts entre espaces sont réduits. Malgré des dépenses énergétiques globalement plus élevées dans les communes rurales de l'espace périurbain, cet espace occupe une position intermédiaire sur le plan de la vulnérabilité énergétique. En effet, les situations de précarité y sont plus limitées que dans les autres espaces à dominante rurale, en raison des revenus plus élevés des ménages du périurbain.

Bibliographie

[1] Poursuite de la périurbanisation et croissance des grandes aires urbaines,
Jean-Michel Floch, David Lévy, Insee Première, n° 1375, octobre 2011
[2] La croissance périurbaine depuis 45 ans,
Brigitte Baccaïni, François Sémécurbe, Insee Première, n° 1240, juin 2009
[3] La pause méridienne : un facteur clé de l'évolution de la mobilité en France depuis 35 ans,
Jean-Paul Hubert, Joël Meissonnier, Jean-Loup Madre, Sophie Roux,
Économie et statistiques, 2013, p. 35-56
[4] Urban Economic Theory: land use and city site,
Masahisa Fujita, Cambridge University Press, 1989
[5] Le prix des terrains en France : la localisation, encore la localisation, toujours la localisation,
Pierre-Philippes Combes, Gilles Duranton, Laurent Gobillon, Le Point Sur, n° 74, février 2011
[6] Prix des logements : quels facteurs expliquent leur disparité au sein et entre les aires urbaines ?
Bruno Vermont, Études et documents, n° 120, mars 2015
[7] Localisation des ménages et usage de l'automobile,
Camille Bleuze, Lucie Calvet, Marc-Antoine Kleinpeter, Elen Lemaître,
Études et documents, n° 14, décembre 2009
[8] Le budget « énergie du logement » : les déterminants des écarts entre les ménages,
Lucie Calvet, François Marical, Le Point Sur, n° 56, juin 2010
[9] 95 % de la population vit sous l'influence des villes,
Chantal Brutel, Insee Première, n° 1374, octobre 2011
[10] Consommations énergétiques des ménages en 2012,
Mathias Denjean, Le Point Sur, n° 645, juin 2015
[11] Premier rapport de l'Observatoire national de la précarité énergétique,
septembre 2014
[12] Vulnérabilité énergétique, loin des pôles urbains, chauffage et carburant pèsent fortement dans le budget,
Nicolas Cohez, Éric Durieux, David Levy, Insee Première, n° 1530, janvier 2015
[13 Getting the measure of fuel poverty,
John Hills, Final Report of the Fuel Poverty Review, Centre for Analysis of Social Exclusion, Case, report 72, London School of Economics
[14] Indicateurs de la précarité énergétique et caractérisation des ménages,
Fateh Bélaïd, Isolde Devalière, Olivier Teissier, Sokhna-Mélanie Sene, Pietro Florio, CSTB, Observatoire national de la précarité énergétique

Vulnérabilité énergétique pour les déplacements contraints : une plus grande dépense en carburant pour les ménages des territoires multipolarisés

Dominique Place

Loin des grands pôles urbains, la voiture apparaît quasi incontournable aux actifs pour se rendre à leur travail. Ainsi, dans les aires urbaines des petits et moyens pôles, l'espace multipolarisé et les couronnes des grands pôles, plus de 80 % des actifs occupés utilisent majoritairement l'automobile pour leurs déplacements domicile-travail. Ces trajets sont de plus en plus longs et en 2013, la dépense en carburant pour les déplacements contraints représente 2,1 % de leur revenu disponible pour l'ensemble des ménages utilisant la voiture. Pour les ménages des territoires multipolarisés, elle atteint 3 % de leur revenu.

22,5 % des ménages qui utilisent la voiture sont en situation de « vulnérabilité énergétique » pour les déplacements contraints, au sens où la part de leurs revenus consacrée à l'achat des carburants atteint le double de la médiane. Dans les espaces multipolarisés, cette proportion avoisine 37 %. Les raisons de cette vulnérabilité énergétique sont l'importance des distances à parcourir et un faible niveau de vie.

Plusieurs effets viennent accentuer ou diminuer la vulnérabilité énergétique. Les ménages vulnérables ont des véhicules plus vieux, ce qui augmente légèrement leur consommation de carburant. Cependant, comme ils bénéficient de conditions de circulation plus favorables que dans les centres urbains, leur consommation de carburant par kilomètre parcouru est moindre.

De manière générale, les ménages vulnérables s'équipent en véhicules diesel, ce qui permet de limiter la consommation de carburant. Leur impact environnemental est néanmoins considérable, puisqu'ils émettent la moitié des émissions de CO_2 pour les déplacements domicile-travail et domicile-études effectués en voiture.

La mobilité des personnes a connu une évolution divergente entre les grands pôles urbains et le reste du territoire. Dans les grandes agglomérations, elle a baissé tandis qu'elle a augmenté dans les espaces moins denses, parallèlement à l'usage de l'automobile [1]. La généralisation de la voiture a permis le développement de larges espaces périurbains par étalement urbain et multipolarisation [2]. Selon le modèle monocentrique, la ville est organisée autour d'un centre unique, qui concentre les emplois, avec un anneau résidentiel qui s'étend grâce à la hausse des revenus des résidents et à la baisse des coûts des transports. Les ménages font le choix de s'installer plus loin de leurs lieux de travail pour accéder à des logements plus grands et à un meilleur cadre de vie. L'agglomération parisienne, en s'étant développée autour d'un centre extrêmement compact et en repoussant sans cesse ses limites, constitue une référence classique du modèle monocentrique

En s'éloignant de la ville-centre, l'espace périurbain trouve une dynamique propre et fait évoluer la structure des formes urbaines vers un polycentrisme complexe. Dans certains cas, il finit par se déployer à l'échelle d'une région. De nouveaux centres d'emplois apparaissent dans cet espace périurbain qui se densifie, et ils attirent des habitants de l'espace rural. Entre les aires urbaines, une partie de l'ancien espace rural se retrouve sous l'influence des pôles et se développe un espace multipolarisé assurant une sorte de continuité entre les pôles.

Avec l'allongement des distances domicile-travail et domicile-études et les fluctuations des prix des carburants, la question de la précarité énergétique, initialement abordée pour le logement, doit être étendue à ces déplacements contraints faits en voiture. Des études ont montré que la vulnérabilité énergétique pour la mobilité contrainte est plus

forte pour les ménages qui habitent loin des pôles urbains, dans les territoires multipolarisés et dans les communes hors des aires urbaines [3].

Plusieurs approches existent pour caractériser la vulnérabilité ou la précarité énergétique face aux transports [4]. La première, adoptée dans l'étude présente, se base sur les taux d'efforts pour la mobilité contrainte, définis comme le rapport de la dépense en carburants pour les déplacements contraints et le revenu disponible du ménage. La distribution des taux d'effort permet de calculer un seuil de vulnérabilité énergétique qui est égal à deux fois la médiane. D'autres indicateurs se focalisent sur les ménages à bas revenus et à dépense énergétique élevée. Mais seuls les ménages disposant d'un véhicule et s'en servant pour leurs déplacements domicile-travail peuvent être vulnérables face aux transports selon la définition retenue ici[24]. En plus d'exclure les ménages composés uniquement d'inactifs, cela écarte parmi ceux comprenant des actifs, une partie des ménages les moins riches en raison, d'une part, d'un taux de chômage plus élevé et, d'autre part, d'un plus faible équipement automobile. Une analyse de la mobilité contrainte des ménages à bas revenus nécessite ainsi un échantillon plus important que celui de l'enquête Phébus.

En revanche, contrairement aux études basées sur les données du recensement [3], les consommations de carburants sont calculées en fonction des véhicules utilisés et non seulement à partir du parc automobile des habitants de la commune de résidence. Les revenus sont ceux obtenus après appariement avec les sources fiscales. Cela permet un calcul plus précis du taux d'effort au niveau individuel.

LA VOITURE EST LE MODE DE TRANSPORT MAJORITAIRE POUR LES DÉPLACEMENTS DOMICILE-TRAVAIL EN DEHORS DE PARIS ET DE SA BANLIEUE

La prédominance de la voiture particulière comme mode de transport se retrouve dans la mobilité contrainte. Pour se rendre à leur travail, les deux tiers des actifs occupés français, travaillant à l'extérieur de leur domicile, utilisent un véhicule particulier (*tableau 1*). Dans la très grande majorité des cas (65,2 %), ils se servent de leur voiture particulière qu'ils conduisent eux-mêmes. L'ensemble des modes motorisés individuels représentent 71,4 % des déplacements domicile-travail.

L'usage de la voiture dépend fortement du type d'espace habité et de la proximité des pôles d'emploi (*encadré 1*). Mais il reste partout majoritaire sauf dans l'unité urbaine de Paris. Les actifs occupés de celle-ci bénéficient d'un réseau très dense et diversifié de transports collectifs et de moindres distances à parcourir pour se rendre au travail. Près de la moitié d'entre eux prennent le train, le métro ou le bus. À l'inverse, plus de 80 % des habitants des couronnes des grands pôles, des communes multipolarisées et des aires urbaines des petits et moyens pôles utilisent majoritairement une voiture de leur ménage.

En ce qui concerne les étudiants de plus de 18 ans, la majorité se rend sur leurs lieux d'études en transports collectifs (54,8 %). 21,8 % d'entre eux utilisent toutefois leur voiture personnelle et, au total, 30,7 % un mode motorisé individuel.

[24] Le champ des déplacements considérés pour définir les taux d'effort est plus restreint que dans l'article « Les dépenses énergétiques des ménages : une spécificité périurbaine ? » qui, en se basant sur les consommations globales de carburant déclarées par les ménages, prend en compte l'ensemble des déplacements. Le champ de la présente étude est plus proche de celui des travaux faits à partir du « kit CO_2 » [3], la seule différence résidant dans l'absence des déplacements réalisés pour effectuer des achats ou des démarches personnelles.

Tableau 1 : modes de transport principal des trajets domicile-travail et domicile-études selon le type de localisation résidentielle (en %)

	Trajets domicile-travail								Trajets domicile-études
Mode de transport principal	Hors influence des pôles urbains	Petits et moyens pôles et leurs couronnes	Espace multipolarisé	Couronnes des grands pôles	Banlieues des grands pôles hors Île-de-France	Villes-centres des grands pôles sauf Paris	Unité urbaine de Paris	Ensemble	
Voiture du ménage-conducteur	73,9	79,2	82	80	73,4	57,9	33,8	65,2	21,8
Voiture du ménage-passager	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,7	0,9	1,4	4
Total voiture du ménage	74,7	80,3	83,3	81,5	75,1	59,6	34,7	66,6	25,8
Deux roues motorisés	0,9	0,7	0,8	1,2	0,6	1	2,3	1,2	0,6
Autre véhicule	4,1	3,8	4,5	3,3	4,1	3,3	2,8	3,6	4,3
Transports collectifs	2,3	1,6	2,5	5	9,6	12,4	47,7	14,7	54,8
Vélo	2,5	0,9	0,5	1,2	1,7	7,9	2,3	2,9	2,6
Marche	9,9	8,2	3,7	3,5	2,8	11,9	7,3	6,6	10,4
Autre ou non déclaré	5,6	4,6	4,8	4,3	6	3,9	2,9	4,4	1,6

Note : le zonage géographique utilisé est décrit dans l'encadré 1.
Champ : actifs occupés travaillant hors de leur domicile et étudiants de plus de 18 ans résidant en France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Encadré 1 : le zonage géographique utilisé

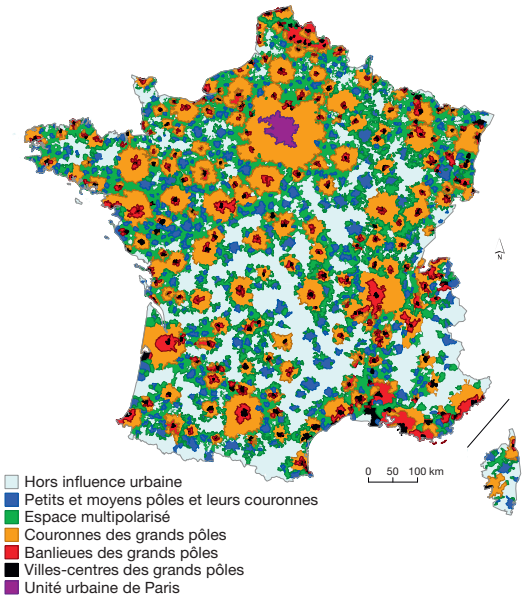
Le zonage en aires urbaines est le zonage naturel pour analyser les déplacements domicile-travail et domicile-études. Il est déterminé d'après les données du recensement établies en 2008. Une aire urbaine est composée d'une unité urbaine (ensemble de la ville-centre et de sa banlieue) et de sa couronne périurbaine (40 % de la population résidente ayant un emploi travaille dans l'unité urbaine).
Une unité urbaine est une commune ou un ensemble de communes comportant une zone bâtie sans rupture importante ayant au moins 2 000 habitants. Si elle offre un nombre important d'emplois, elle est un pôle :
- plus de 10 000 emplois : grand pôle ;
- entre 5 000 et 10 000 emplois : moyen pôle ;
- entre 1 500 et 5 000 emplois : petit pôle.

Parmi les communes n'appartenant pas à une aire urbaine, on distingue :
- les communes multipolarisées : 40 % au moins de la population active résidant dans la commune, travaille dans plusieurs aires urbaines sans qu'aucune de ces aires urbaines n'attire plus de 40 % des emplois de cette commune (sinon, elle ferait partie de la couronne d'une aire urbaine et serait monopolarisée) ;
- les communes hors influence des pôles urbains.

Pour l'étude, le zonage géographique est réparti en 7 espaces, selon que la commune de résidence :
- appartient au pôle urbain de Paris ;
- appartient à la ville-centre d'un grand pôle urbain en dehors de l'Île-de-France ;
- appartient à la banlieue d'un grand pôle urbain en dehors de l'Île-de-France ;
- appartient à la couronne d'un grand pôle (celui de Paris inclus) ;
- appartient à une aire urbaine contenant un petit ou moyen pôle ;
- est multipolarisée ;
- est hors influence des pôles urbains.

L'espace périurbain, habituellement défini comme l'ensemble des couronnes des grands pôles et des communes multipolarisées des grandes aires, n'est pas isolé ici en tant que tel[25].

Les zones géographiques de l'étude



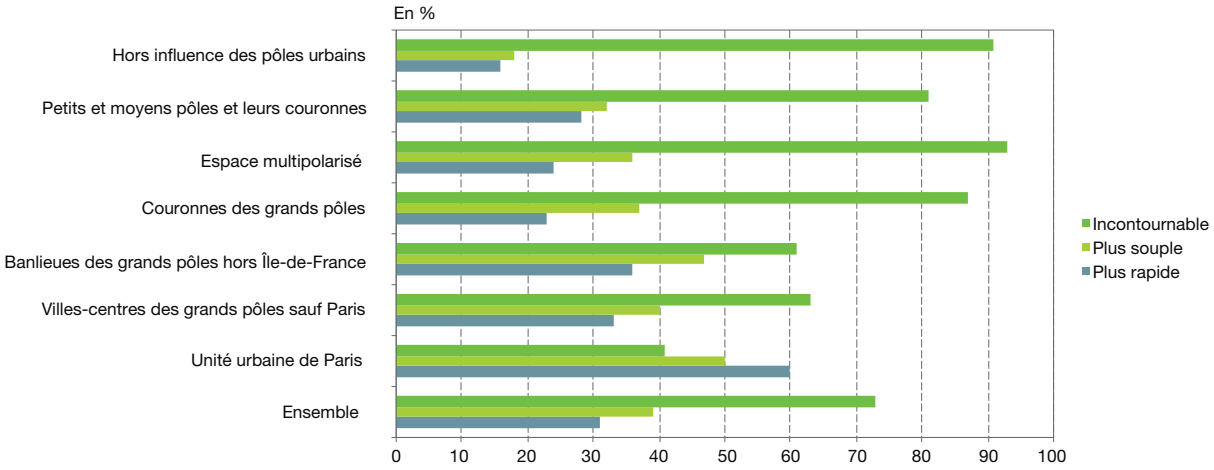
Source : *Insee, fond de carte IGN-Geofla®*

[25] *À la différence de l'article « Les dépenses énergétiques des ménages : une spécificité périurbaine ? ».*

LA VOITURE, JUGÉE INCONTOURNABLE POUR SE RENDRE À SON TRAVAIL

L'utilisation de la voiture pour se rendre à son travail ou sur son lieu d'études apparaît le plus souvent incontournable (*graphique 1*). Les raisons invoquées pour le choix de ce mode dessinent trois zones géographiques. Pour plus de 80 % des habitants des espaces ruraux et périurbains, il n'y a pas de véritable alternative. À cause de l'éloignement et de la dispersion des lieux de travail et d'études, la voiture y est d'abord vécue comme une nécessité. D'autres possibilités de transports peuvent exister mais elles peuvent difficilement tenir la comparaison face aux avantages pratiques de la voiture : souplesse et rapidité. Dans les grands pôles urbains hormis celui de Paris, la voiture y apparaît incontournable pour la majorité de ceux qui l'utilisent, mais sa souplesse et sa rapidité sont davantage mises en avant. Dans l'unité urbaine de Paris, la rapidité de ce mode explique en premier le recours à sa voiture personnelle pour se rendre au travail ou aller étudier. Ces trajets sont probablement réalisables en transports en commun mais au prix d'un allongement de leurs durées, qui sont déjà parmi les plus importantes en France. La souplesse apportée par la voiture permet aussi de faire face à des horaires décalés.

Graphique 1 : raisons du choix de la voiture-conducteur selon le type de localisation résidentielle



Note : plusieurs réponses étaient possibles pour cette question.
Champ : actifs occupés et étudiants en France métropolitaine, dont le mode pour les trajets domicile-travail et domicile-études est la voiture-conducteur.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

LES DÉPENSES EN CARBURANT POUR LES DÉPLACEMENTS CONTRAINTS DÉPENDENT FORTEMENT DU LIEU DE RÉSIDENCE

Les coûts en carburant de la mobilité contrainte (*encadré 2*) sont très variables. Ils dépendent avant tout de la distance domicile-travail et domicile-études et donc du type d'espace du lieu de résidence. Les habitants des espaces multipolarisés ont de loin les coûts les plus élevés avec un coût annuel médian de 910 € (*tableau 2*). Si les dépenses en carburant pour la mobilité contrainte ne représentent en moyenne que 3 % de leurs revenus, pour certains ménages de ces espaces aux revenus faibles ou ayant d'importantes distances à parcourir, elles pèsent considérablement sur leur budget.

À l'inverse, les habitants de Paris et de sa banlieue ont les coûts les plus faibles. Comme ils ont aussi des revenus un peu plus importants que l'ensemble des ménages, leur taux d'effort moyen, rapport entre les dépenses de carburant et le revenu disponible, n'est que de 1,2 %. Par rapport aux habitants des territoires multipolarisés, les ménages qui vivent dans un espace rural, hors influence des pôles urbains, ont moins de dépenses pour leur mobilité contrainte et leur taux d'effort est comparable à celui des habitants des couronnes des grands pôles (2,5 %).

Tableau 2 : coût et taux d'effort en carburant de la mobilité contrainte selon le type de localisation résidentielle

	Coût annuel médian en carburant (€)	Taux d'effort moyen (%)
Hors influence des pôles urbains	650	2,5
Petits et moyens pôles et leurs couronnes	700	2,8
Espace multipolarisé	910	3,0
Couronnes des grands pôles	750	2,5
Banlieues des grands pôles hors Île-de-France	480	1,6
Villes-centres des grands pôles sauf Paris	460	1,8
Unité urbaine de Paris	390	1,2
Ensemble	560	2,1

Champ : ménages avec un déplacement contraint motorisé, en France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Encadré 2 : l'estimation des consommations en carburant pour les déplacements domicile-travail et domicile-études

La méthode utilisée reprend celle du « kit CO_2 », développé par le service de l'observation et des statistiques et l'Institut national de la statistique et des études économiques, qui a permis d'estimer les émissions de CO_2 des déplacements contraints des personnes recensées en 2007 [3]. Le fichier de l'enquête Phébus a d'abord été enrichi avec le distancier Loxane X pour estimer le parcours le plus rapide entre les communes de résidence et celles de travail ou d'études. Pour chaque trajet, le distancier fournit la longueur et la vitesse moyenne des différentes voies.
Les distances et vitesses sont ensuite rapprochées des caractéristiques des véhicules utilisés, qui sont connues de deux manières dans l'enquête :
- par appariement avec le fichier statistique des immatriculations des véhicules sur la base du numéro d'immatriculation demandé aux enquêtés ;
- indirectement auprès des enquêtés lorsqu'ils ne pouvaient pas ou ne voulaient pas donner les numéros d'immatriculation de leurs véhicules. Il leur était demandé la marque, le modèle, le carburant et la puissance fiscale.
Ce second enrichissement a demandé un grand travail d'apurement pour parvenir aux données nécessaires à l'application du modèle Copert 4 d'estimation des émissions de polluants et des consommations de carburant. Celui-ci requiert de répartir les véhicules en différents types définis selon le carburant, l'année de construction et sa cylindrée [5]. Les années sont définies en sept classes selon le renforcement des normes européennes : avant 1976, 1977-1986, 1987-1992, 1993-1995, 1996-2000, 2001-2005, à partir de 2006. Les deux dernières séries de normes, Euro 5 (2010) et Euro 6 (2014), qui concernent les émissions d'oxydes d'azotes et de particules, n'ont pas entraîné de modifications globales pour les consommations de carburant et les émissions de CO_2.
Il restait finalement 10 % des véhicules utilisés sans information autre que le carburant utilisé. Leurs caractéristiques ont été imputées en fonction du carburant, de la zone géographique du ménage, du niveau de vie, de la profession de la personne de référence et de la distance des déplacements contraints.
Pour chaque déplacement domicile-travail ou domicile-études, les équations du modèle Copert 4 ont finalement permis d'obtenir les consommations de carburant en fonction de la classe du véhicule, des distances et des vitesses des trajets. Pour passer à une consommation annuelle, cela a été multiplié par le nombre d'allers-retours dans la semaine qui était demandé à l'enquêté, puis par un nombre moyen de semaines travaillées en distinguant les enseignants et étudiants des autres personnes en emploi.
Pour passer aux montants, les prix utilisés sont les prix moyens par département sur les six mois précédant l'enquête. Sur la France entière, ils s'élevaient à 1,40 € pour le gazole et à 1,58 € pour le sans plomb 95. Entre la réalisation de l'enquête, début 2013, et avril 2016, les prix des carburants ont baissé de 20 % .

DANS LES ESPACES MULTIPOLARISÉS, UN MÉNAGE SUR CINQ EN SITUATION DE VULNÉRABILITÉ ÉNERGÉTIQUE POUR LES DÉPLACEMENTS CONTRAINTS MOTORISÉS

La distribution des taux d'effort permet de définir de manière usuelle les ménages en situation de vulnérabilité pour les déplacements contraints. Ce sont ceux dont le taux d'effort est supérieur à un seuil fixé par convention au double du taux d'effort médian, c'est-à-dire à 3,3 %.

Parmi les ménages avec des déplacements contraints motorisés, un sur cinq est en situation de vulnérabilité pour ce critère à l'échelle nationale (*tableau 3*). En moyenne, ces ménages vulnérables dépensent 1 950 € par an en carburant pour leurs déplacements contraints contre 560 € pour les autres ménages. Cette vulnérabilité énergétique est accentuée dans l'espace multipolarisé à cause des distances plus importantes des trajets et du caractère incontournable de la voiture. Parmi l'ensemble des ménages résidant dans cet espace, presque un ménage sur cinq dépense plus de 3,3 % de son revenu pour sa mobilité contrainte motorisée.

Dans les communes hors influence des pôles urbains et dans les petits et moyens pôles, le niveau de vulnérabilité est également élevé lorsque le ménage a des déplacements contraints motorisés. Cependant, à cause de la présence plus grande de ménages composés d'inactifs, notamment de retraités, la vulnérabilité y apparaît moins importante quand elle est rapportée à l'ensemble des ménages. Cela peut être une traduction des choix de résidence liés au travail. Les jeunes qui ont grandi dans l'espace rural le quittent souvent pour se rapprocher des pôles d'emploi. À l'inverse, pour une partie des ménages qui désirent accéder à la propriété, les logements des grands pôles sont souvent trop chers ou bien de taille insuffisante à leur goût, et une installation dans un espace périurbain leur permet d'accéder à un meilleur cadre de vie. D'après le cas francilien, il semblerait également que le coût du transport n'est pas un facteur très déterminant dans les choix des ménages et que ceux-ci hésitent moins qu'avant à s'installer relativement loin de leur travail [6].

Une analyse « toutes choses égales par ailleurs » permet de confirmer l'importance du type de territoire de résidence pour la vulnérabilité face à la mobilité contrainte. Habiter une commune multipolarisée apparaît parmi les facteurs les plus pénalisants (*tableau 4*). En revanche, les habitants des petits et moyens pôles et de leurs couronnes n'ont pas un risque de vulnérabilité plus grand que les habitants des banlieues des grands pôles, à caractéristiques du ménage identiques. Le plus haut taux de ménages vulnérables que l'on constate dans ces petits et moyens pôles s'explique avant tout par un niveau de vie moindre et non en premier lieu par les distances des trajets domicile-travail.

L'influence du niveau de vie tient à la définition du taux d'effort, puisque le revenu y intervient au dénominateur. La dépense médiane en carburant augmente peu selon le niveau de vie : 460 € pour le premier quintile contre 570 € pour le dernier alors que les revenus varient du simple au triple. Cela conforte l'idée que la contrainte des coûts de transports ne joue pas un rôle fondamental sur le choix de la localisation résidentielle.

Les personnes seules ont une plus forte probabilité de se retrouver en situation de vulnérabilité, toutes choses égales par ailleurs. Leur revenu disponible est plus faible que pour les autres types de ménages sans que cela affecte leur niveau de vie, défini comme le rapport entre le revenu disponible et le nombre d'unités de consommation. De manière mécanique, leur taux d'effort pour la mobilité contrainte est plus élevé pour des distances parcourues équivalentes.

Tableau 3 : proportion de ménages en situation de vulnérabilité pour les déplacements contraints

	Parmi les ménages avec des déplacements contraints motorisés	Parmi l'ensemble des ménages
Hors influence des pôles urbains	31,3	13,2
Petits et moyens pôles et leurs couronnes	27,9	12,8
Espace multipolarisé	36,8	20,3
Couronnes des grands pôles	30,0	16,3
Banlieues des grands pôles hors Île-de-France	14,2	6,7
Villes-centres des grands pôles sauf Paris	17,4	6,5
Unité urbaine de Paris	9,5	2,8
Ensemble	22,5	9,8

Note : par convention, les ménages vulnérables pour les déplacements contraints sont ceux dont le taux d'effort est supérieur au double du taux d'effort médian de la population des ménages avec des déplacements contraints motorisés, c'est-à-dire à 3,3 %.
Champ : ménages de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Tableau 4 : régression logistique sur la probabilité d'être en situation de vulnérabilité pour les déplacements contraints

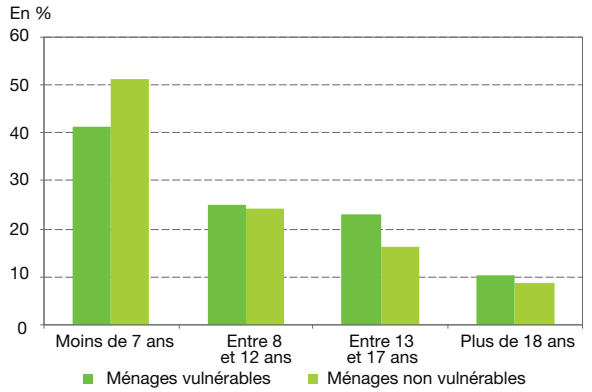
Variable	Variation par rapport à la population de référence (en points)	Seuil de significativité
Quintile du revenu disponible par unité de consommation		
1er : moins de 13 600 €/an	27,1	* * *
2e : entre 13 600 et 17 500 €/an	8,4	* * *
3e : entre 17 500 et 21 700 €/an	-	*Réf.*
4e : entre 21 700 et 28 700 €/an	- 7,8	* * *
5e : plus de 28 700 €/an	- 13,9	* * *
Type de localisation résidentielle		
Hors influence des pôles urbains	9,5	* * *
Petits et moyens pôles et leurs couronnes	ns	ns
Espace multipolarisé	13,6	* * *
Couronnes des grands pôles	7,1	* * *
Banlieues des grands pôles hors Île-de-France	-	*Réf.*
Villes-centres des grands pôles sauf Paris	- 6,4	* * *
Unité urbaine de Paris	- 11,2	* * *
Type de ménage		
Personne seule	23,0	* * *
Famille monoparentale	ns	ns
Couple sans enfant	ns	ns
Couple avec enfant(s)	-	*Réf.*
Autre	- 9,6	* *
Nombre de personnes avec des déplacements contraints motorisés		
1	-	*Réf.*
2 ou plus	17,3	* * *

Note : 26,5 % des ménages se trouvant dans la situation de référence (3e quintile de revenu par UC, résidant dans une banlieue d'un grand pôle, etc.) sont en situation de vulnérabilité pour les déplacements contraints. Toutes choses égales par ailleurs, être dans le 2e quintile de revenu par UC fait augmenter cette proportion de 8,4 points. Elle passe de 26,5 % à 34,9 % (26,5 + 8,4). À l'inverse, résider dans l'unité urbaine de Paris fait baisser cette proportion de 11,2 points, qui passe de 26,5 % à 15,3 % (26,5 - 11,2).
*Seuils de significativité : ** = significatif au seuil de 5 % ; *** = significatif au seuil de 1 % ; ns = non significatif ; réf. = modalité de référence.*
Champ : ménages avec un déplacement contraint en voiture, en France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

LES MÉNAGES VULNÉRABLES POUR LA MOBILITÉ CONTRAINTE ONT DES VÉHICULES PLUS ANCIENS MAIS ILS CONSOMMENT MOINS DE CARBURANT AUX 100 KM

Des études ont montré que les ménages aux revenus les plus faibles achètent davantage leurs véhicules d'occasion à cause de leur prix d'achat moins élevé [7]. Les ménages les plus vulnérables ont ainsi tendance à posséder des véhicules anciens. Un tiers des voitures des ménages vulnérables pour la mobilité contrainte ont plus de 13 ans (*graphique 2*) alors que c'est le cas de seulement un quart des véhicules des ménages non vulnérables. Pour ces derniers, l'âge moyen des véhicules qu'ils utilisent pour leur déplacements domicile-travail et domicile-études est de 8,5 ans contre 9,7 ans pour les ménages vulnérables.

Graphique 2 : répartition des véhicules selon l'âge et la vulnérabilité énergétique



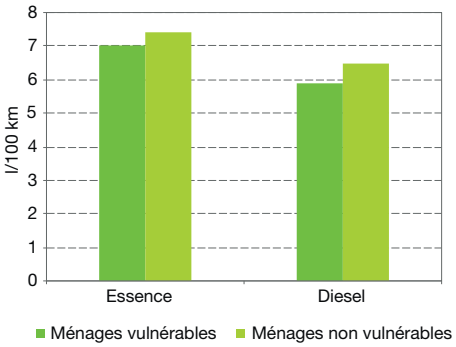
Champ : véhicules utilisés pour les trajets domicile-travail et domicile-études, en France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

L'effet de cet âge plus élevé des véhicules sur les consommations de carburant a pu être mesuré en modifiant les paramètres du modèle Copert 4. Au lieu de prendre l'âge réel des véhicules, on y a fait l'hypothèse qu'ils ont tous moins de 7 ans sans modifier leurs autres caractéristiques. La différence entre la nouvelle estimation de consommation de carburant et l'estimation précédente basée sur les âges effectifs représente le surcoût annuel entraîné par l'utilisation de véhicules anciens. Pour les ménages en situation de vulnérabilité énergétique, il s'élève en moyenne à 170 €, c'est-à-dire 8 % de leur facture énergétique de carburant pour la mobilité contrainte.

En raison de cet âge plus élevé des véhicules, on pourrait penser que la consommation aux 100 km en carburant des ménages vulnérables est plus importante que pour les autres ménages. Or c'est le contraire qui est observé (*graphique 3*). Cela peut paradoxalement s'expliquer par le fait que les ménages vulnérables, surtout ceux des zones peu denses, ont des trajets plus longs, qu'ils peuvent effectuer à des vitesses plus importantes. En effet, selon le modèle utilisé pour l'estimation des consommations de carburant, pour une classe de véhicules donnée, la consommation aux 100 km est minimale pour des vitesses de l'ordre de 50 km/h tandis qu'elle est très élevée pour des vitesses inférieures à 20 km/h.

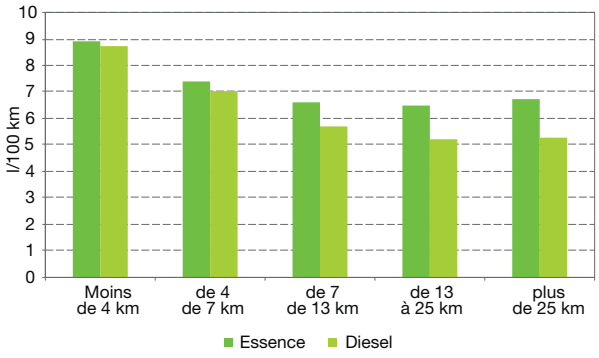
Pour les plus courts trajets, la consommation unitaire approche les 9 l/100 km, que ce soit pour les véhicules essence ou diesel (*graphique 4*). Pour les deux types de motorisation, elle est globalement minimale pour les trajets de 13 à 25 km avec un net avantage pour les voitures diesel.

Graphique 3 : consommation de carburant aux 100 km, selon le carburant et la vulnérabilité énergétique



Champ : véhicules utilisés pour les trajets domicile-travail et domicile-études, en France métropolitaine.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

Graphique 4 : consommation aux 100 km des véhicules selon le carburant et la distance des déplacements contraints



Champ : véhicules utilisés pour les trajets domicile-travail et domicile-études, en France métropolitaine.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

POUR LIMITER LEUR VULNÉRABILITÉ ÉNERGÉTIQUE, LES MÉNAGES PRIVILÉGIENT LES VÉHICULES DIESEL POUR LES DÉPLACEMENTS CONTRAINTS LES PLUS LONGS

Comme les véhicules diesel ont des consommations aux 100 km plus faibles, les ménages les privilégient nettement dans leur achat de voitures quand ils ont des trajets domicile-travail de plus de 13 km. Depuis les années 80, les différents constructeurs automobiles ont largement développé leur gamme de voitures diesel rendant ces modèles aussi performants que les modèles essence pour les utilisations des particuliers. Depuis 2002, le prix du litre de gazole est resté inférieur de 20 centimes à celui du litre d'essence sans plomb 95, ce qui compense largement le prix plus élevé de l'entretien. À ces arguments, il faut ajouter la plus longue durée de vie des moteurs diesel.

Presque 80 % des personnes qui doivent parcourir en voiture plus de 25 km pour leur trajet domicile-travail ou domicile-études (20 % des personnes avec des déplacements contraints), le font avec un véhicule diesel (*tableau 5*). Pour l'ensemble des personnes avec des déplacements contraints motorisés, cette part est de 71 %, ce qui est davantage que la part du diesel dans le parc automobile français (60 %).

Les habitants des espaces multipolarisés sont en toute logique ceux qui utilisent le plus les voitures diesel pour leur déplacements contraints, à 79 % (*graphique 5*). Comme il s'agit surtout de ceux qui réalisent les plus longs trajets, 85 % des distances parcourues pour la mobilité contrainte le sont avec un véhicule diesel. Même dans Paris et sa banlieue, où le taux de diésélisation est le moindre, 71 % des distances des déplacements contraints sont effectuées avec des voitures diesel.

L'économie en carburant entraînée par l'achat d'un véhicule diesel est difficile à évaluer puisqu'il faudrait définir une classe de modèles essence équivalent au modèle diesel possédé. Un critère d'équivalence pourrait être défini par la puissance nette maximale, mais les données de l'enquête sont trop parcellaires sur ce point. En se basant sur la cylindrée, on peut toutefois estimer qu'un diesel permet de réduire sa facture de carburant d'environ 10 %. Pour les ménages des espaces multipolarisés, cette économie serait plus importante, de l'ordre de 14 %.

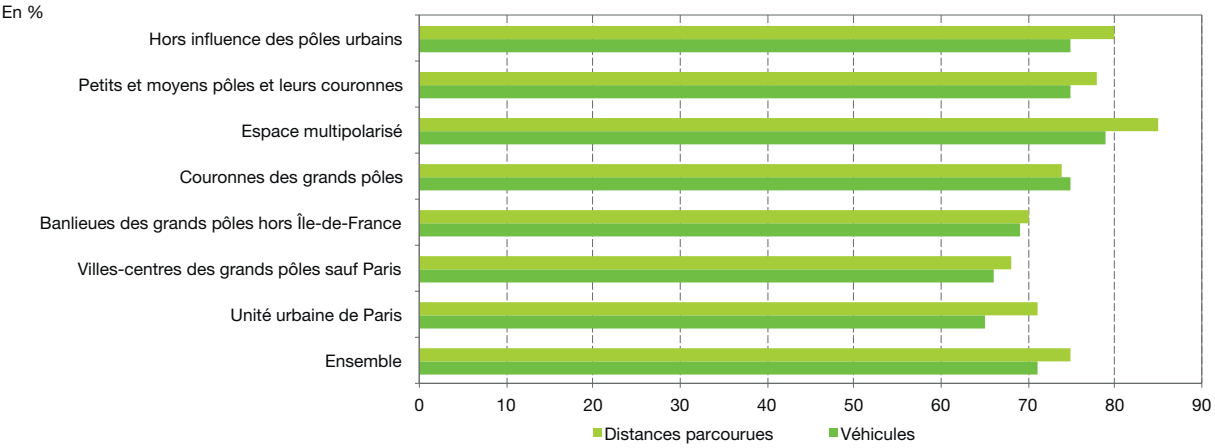
Tableau 5 : part des véhicules diesel selon la distance des déplacements contraints

En %

Distance des déplacements contraints	Part des véhicules diesel
Moins de 4 km	69
De 4 à 7 km	68
De 7 à 13 km	69
De 13 à 25 km	73
Plus de 25 km	78
Ensemble	71

Champ : véhicules utilisés pour les trajets domicile-travail et domicile-études, en France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Graphique 5 : part des voitures diesel et des distances parcourues en voitures diesel pour les déplacements contraints



Note : en France métropolitaine, 71 % des voitures utilisées pour les déplacements contraints sont des véhicules diesel. 75 % des distances parcourues pour les déplacements contraints le sont avec des véhicules diesel.
Champ : véhicules utilisés pour les trajets domicile-travail et domicile-études, en France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

LES MÉNAGES VULNÉRABLES POUR LE CARBURANT ÉMETTENT LA MOITIÉ DU CO_2 POUR LES DÉPLACEMENTS CONTRAINTS

Les émissions de CO_2 des véhicules sont directement reliées à leur consommation en carburant. D'après les données du Citepa [8], la combustion d'un litre d'essence sans plomb produit 2,3 kg de CO_2 et celle d'un litre de gazole 2,6 kg. En conditions réelles de circulation, les émissions unitaires des véhicules pour les déplacements contraints sont au final peu différentes entre les véhicules essence et les diesels[26] : 158 g/km et 148 g/km.

Il a été estimé que les voitures particulières ont émis, en 2013, 56 % des émissions de CO_2 du transport routier, soit 66,5 millions de tonnes [9]. Les déplacements contraints en constituent une large part, un peu plus d'un quart avec 18 millions de tonnes émises. Les habitants des grands pôles urbains émettent en tout 7,5 millions de tonnes pour leur mobilité contrainte, autant que ceux des territoires multipolaires et des couronnes des grands pôles.

Comme les ménages vulnérables pour le carburant sont ceux qui effectuent les trajets les plus longs, leur part dans les émissions de gaz à effet de serre dépasse leur part dans la population avec la moitié des émissions pour les déplacements contraints. En moyenne, un ménage vulnérable émet 3,4 tonnes par an pour ses déplacements contraints alors qu'un ménage non vulnérable n'émet que 970 kg de CO_2.

La réduction de la consommation en carburants pour les ménages vulnérables rejoindrait un objectif environnemental aussi bien qu'un objectif social. Ces ménages ont le plus à gagner à s'équiper en véhicules plus sobres. Cependant, comme ils se tournent davantage vers le marché de l'occasion pour leurs achats de véhicules, ils seront parmi les derniers à pouvoir acquérir de tels véhicules. La baisse du prix du pétrole n'est pas non plus de nature à les inciter à privilégier les modèles les plus économes et elle renforcerait une relative indifférence envers le coût du transport.

[26] Pour une évaluation complète des émissions de CO_2, il faudrait ajouter celles résultant de la production et de l'acheminement des carburants jusqu'aux stations-services.

Bibliographie

[1] L'allongement des déplacements quotidiens contribue à l'émergence d'espaces urbains multipolaires, tandis que la mobilité baisse au centre des grandes agglomérations,
Jean-Paul Hubert et François Delisle, La mobilité des Français, panorama issu de l'enquête nationale transports et déplacements 2008, La revue du CGDD, décembre 2010, p. 49-64

[2] Le nouveau zonage en aires urbaines de 2010 – Poursuite de la périurbanisation et croissance des grandes aires urbaines,
Jean-Michel Floch et David Levy, Insee Première n° 1375, octobre 2011

[3] Vulnérabilité énergétique - Loin des pôles urbains, chauffage et carburant pèsent fortement dans le budget des ménages,
Nicolas Cochez, Eric Durieux et David Levy, Le Point sur n° 197, janvier 2015

[4] Définir la vulnérabilité énergétique transport,
Yves Jouffe et Marie-Hélène Massot, Rapport sur la dimension mobilité et transport de la précarité énergétique, Vol. 1/4, Observatoire national de la précarité énergétique, décembre 2015

[5] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook,
Agence européenne pour l'environnement, 2014

[6] Les ménages arbitrent-ils entre coût du logement et coût du transport : une réponse dans le cas francilien,
Nicolas Coulombel et Fabien Leurent, Économie et statistiques n° 457-458, 2012, p. 57-75

[7] Modèle économétrique sur le choix de véhicules des ménages,
Équipe projet NERA Economic Consulting : Paul Metcalfe, Kenneth Train, Helen Webb, Robin Brejnholt, Études & documents, Commissariat général au développement durable, janvier 2011

[8] Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France,
Citepa, 2015

[9] Les transports en 2014 : 52e rapport de la Commission des comptes des transports de la Nation,
Références, Commissariat général au développement durable, juillet 2015

partie 4

Les travaux de rénovation : quelles aides ? Quel effet rebond ?

Dimitri Fuk Chun Wing/CGDD
La mobilisation par les ménages des outils de financement des opérations de rénovation énergétique

Sabrine Bair, Fateh Belaïd, Olivier Teissier/CSTB
Quels enseignements tirer de l'enquête Phébus sur la question de l'effet rebond ?

La mobilisation par les ménages des outils de financement des opérations de rénovation énergétique

Dimitri Fuk Chun Wing

La rénovation énergétique des logements représente un levier important pour l'atteinte des objectifs énergétiques et environnementaux français. Le plan de rénovation énergétique de l'habitat (PREH) vise la rénovation énergétique de 500 000 logements par an à partir de 2017. Des outils de financement de ces opérations de rénovation énergétique ont été mis en place par les pouvoirs publics, afin d'inciter les ménages à passer à l'acte.

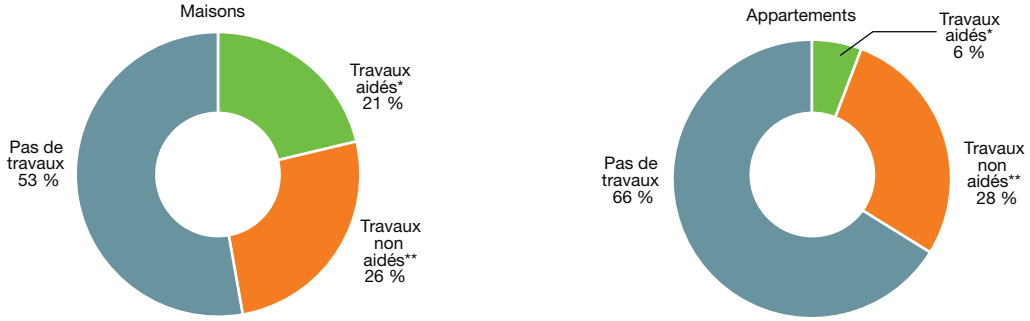
Parmi les enseignements de l'enquête Phébus, il apparaît que les dispositifs les plus utilisés sont le crédit d'impôt développement durable (CIDD, remplacé en septembre 2014 par le crédit d'impôt transition énergétique), la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) à taux réduit et les autres déductions fiscales. Près de la moitié des ménages déclarent que l'existence d'aides a impacté leur décision d'entreprendre des travaux dans le logement qu'ils occupent. Par ailleurs, les travaux aidés sont entrepris par des ménages en moyenne plus aisés. Les travaux visent la plupart du temps à rénover l'enveloppe du bâtiment, un peu moins à renouveler les équipements et concernent peu les énergiesrenouvelables. En moyenne, le montant des travaux réalisés avec une aide est plus important que sans aide. En particulier, les travaux réalisés avec un éco-prêt à taux zéro (éco-PTZ) sont ceux de plus grande ampleur.

INTRODUCTION

Parmi les 27 millions de résidences principales, 11,2 millions ont fait l'objet de travaux (pour l'amélioration de la performance énergétique ou non) entre le 1er janvier 2008 et le 29 juin 2013. La part ayant fait l'objet de travaux est plus importante pour les maisons (47 %) que pour les appartements (34 %) - (*graphiques 1*) : une proportion plus importante de locataires dans les appartements et des freins résultant des modalités de gestion des copropriétés, peuvent l'expliquer. La part des travaux aidés et financés par le ménage occupant[27] est également plus importante dans les maisons que dans les appartements.

[27] *L'enquête Phébus ne permet pas d'identifier les aides perçues par les propriétaires bailleurs.*

Graphiques 1 : part des logements ayant fait l'objet de travaux



** : Travaux aidés financés par le ménage occupant.*
*** : Travaux non aidés ou non financés par le ménage occupant.*
Champ : ensemble des résidences principales de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

La suite de cet article s'intéresse principalement aux maisons individuelles et aux logements collectifs ayant fait l'objet de travaux d'amélioration de la performance énergétique *i.e.* 8,7 millions de logements.

L'objectif est de tirer des enseignements sur la mobilisation par les ménages des aides dédiées à l'amélioration de la performance énergétique de leur habitation[28].

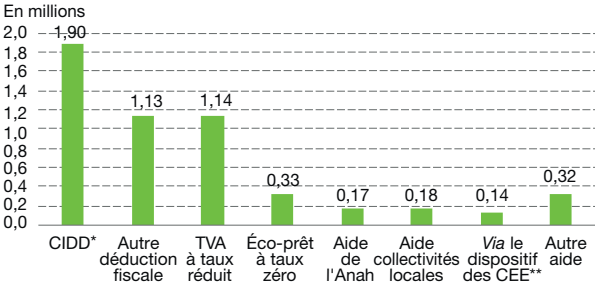
La problématique est donc la suivante : quels volumes et quels types de travaux sont financés par les différentes aides ? Certaines aides bénéficient-elles davantage à certaines catégories de ménages (propriétaires/locataires, classe de revenus…) ? Pour quels types d'opérations, quelles typologies de bâtiments (logements individuels/collectifs, année de construction, zone géographique, énergie de chauffage…) ?

LES DISPOSITIFS LES PLUS UTILISÉS : LE CIDD[29], LES AUTRES DÉDUCTIONS FISCALES ET LA TVA À TAUX RÉDUIT

Le crédit d'impôt développement durable (CIDD) est le dispositif incitatif le plus utilisé par les ménages occupants finançant des travaux d'amélioration de la performance énergétique entre 2008 et 2013 avec 1,9 million de logements, suivi de la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) à taux réduit et des autres déductions fiscales (*graphique 2*).

Les ménages effectuant des travaux ont la possibilité de bénéficier de plusieurs dispositifs incitatifs. De ce fait, le nombre total d'aides perçues excède le nombre de logements aidés, certains logements pouvant bénéficier de plusieurs aides.

Graphique 2 : nombre de logements dont le ménage occupant a financé des travaux d'amélioration de la performance énergétique et a bénéficié d'une aide (2008-2013)



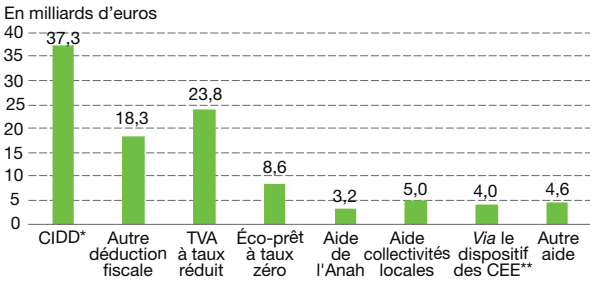
** Crédit d'impôt développement durable.*
*** Certificats d'économies d'énergie.*
Champ : résidences principales de France métropolitaine dont le ménage occupant a bénéficié d'une aide financière, pour la réalisation de travaux d'amélioration de la performance énergétique.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

4,9 millions de logements ont fait l'objet de travaux énergétiques sans aide financière ou non financés par le ménage occupant, soit un effectif plus important que le nombre de logements ayant bénéficié d'une aide.

L'enquête montre que les ménages occupants ont investi 94,5 milliards d'euros dans la rénovation énergétique des logements sur la période 2008-2013, dont 31,4 milliards sans bénéficier d'aucune aide financière.

L'analyse par aide des investissements totaux pour des travaux de rénovation énergétique montre également que les aides associées aux volumes d'investissements les plus élevés sont les déductions fiscales (dont le CIDD) et la TVA à taux réduit (*graphique 3*).

Graphique 3 : montant total des travaux d'amélioration de la performance énergétique financés par le ménage occupant (aides incluses), par aide financière (2008-2013)



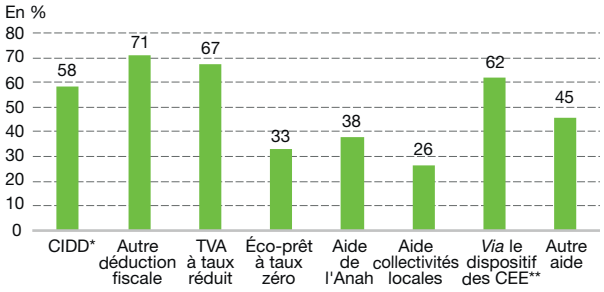
** Crédit d'impôt développement durable.*
*** Certificats d'économies d'énergie.*
Champ : résidences principales de France métropolitaine dont le ménage occupant a bénéficié d'une aide financière, pour la réalisation de travaux d'amélioration de la performance énergétique.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

PRÈS DE LA MOITIÉ DES MÉNAGES DÉCLARENT QUE L'EXISTENCE D'AIDES A IMPACTÉ LEUR DÉCISION D'ENTREPRENDRE DES TRAVAUX DANS LE LOGEMENT QU'ILS OCCUPENT

La part des ménages ayant effectué des travaux dans le logement qu'ils occupent et déclarant que les aides n'ont rien changé dans leur décision d'investissement est plus importante dans le collectif qu'en individuel. Cette part est également plus élevée au sein des ménages ayant bénéficié de déductions fiscales, de la TVA à taux réduit et des certificats d'économies d'énergie (CEE – *graphique 4*). Cette comparaison ne permet toutefois pas de tirer de conclusion quant à l'efficience relative des aides, notamment car celles-ci peuvent représenter des parts très variables du coût des travaux.

[28] *Un guide des aides est disponible à l'adresse suivante : http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-aides-financieres-renovation-habitat-2016.pdf*
[29] *Remplacé en septembre 2014 par le CITE : crédit d'impôt transition énergétique.*

Graphique 4 : part des ménages qui auraient financé des travaux d'amélioration de la performance énergétique dans le logement qu'ils occupent, même s'ils n'avaient pas bénéficié d'aides

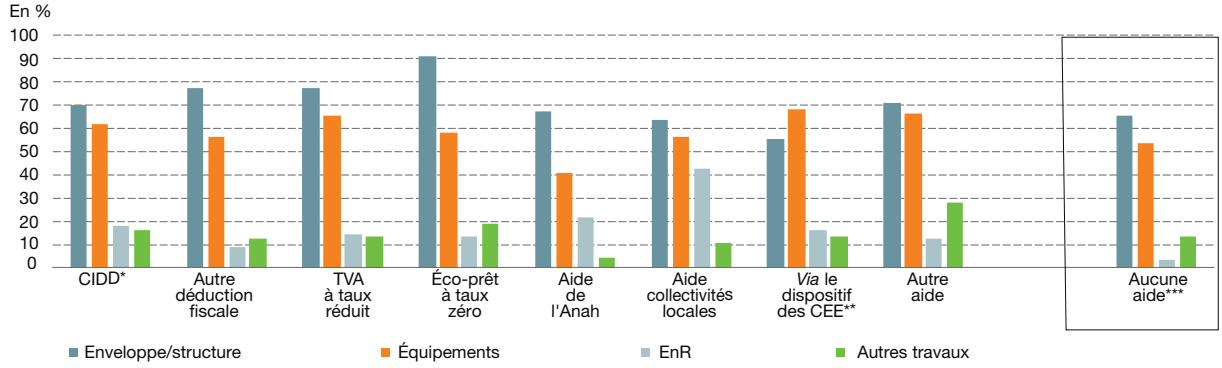


** Crédit d'impôt développement durable.*
*** Certificats d'économies d'énergie.*
Champ : résidences principales de France métropolitaine dont le ménage occupant a bénéficié d'une aide financière, pour la réalisation de travaux d'amélioration de la performance énergétique entre le 1er janvier 2008 et le 29 juin 2013.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

LES TRAVAUX D'AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE AXÉS EN PRIORITÉ SUR L'ISOLATION

Les travaux énergétiques les plus souvent retenus sont dans l'ordre : les travaux sur l'enveloppe ou la structure, puis les changements d'équipements. Parmi les ménages réalisant des travaux aidés dans le logement qu'ils occupent, pour chacune des aides financières, moins de 25 % d'entre eux déclarent qu'une partie de ces travaux portent sur le développement d'énergies renouvelables (EnR), sauf dans le cas des aides des collectivités locales (*graphique 5*).

Graphique 5 : nature des travaux d'amélioration de la performance énergétique financés par le ménage occupant, selon l'aide financière

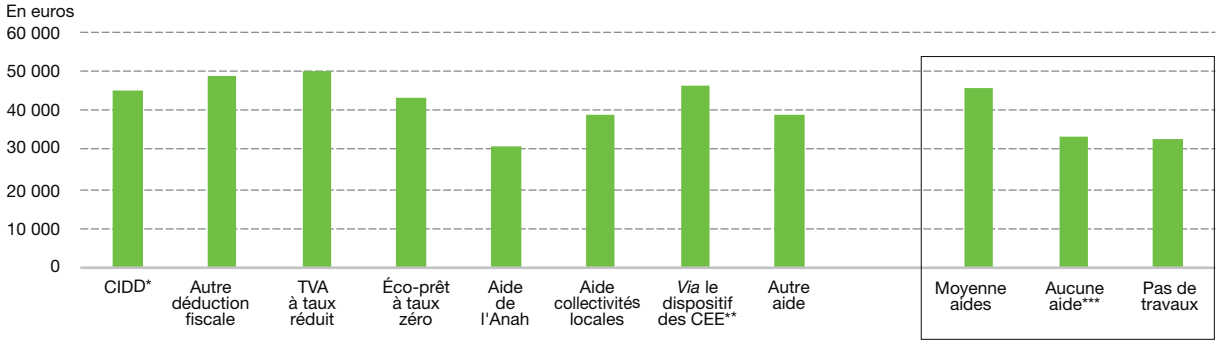


** Crédit d'impôt développement durable.*
*** Certificats d'économies d'énergie.*
**** Aucune aide ou travaux non financés par le ménage occupant.*
Champ : résidences principales de France métropolitaine ayant fait l'objet de travaux d'amélioration de la performance énergétique entre le 1er janvier 2008 et le 29 juin 2013.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

DES TRAVAUX AIDÉS ENTREPRIS PAR DES MÉNAGES EN MOYENNE PLUS AISÉS

Parmi les ménages ayant reçu des aides financières pour réaliser des travaux dans le logement qu'ils occupent, ceux bénéficiant de la TVA à taux réduit, du CIDD, du dispositif des CEE ou d'une autre déduction fiscale, disposent des revenus les plus élevés. Les ménages bénéficiant d'une aide de l'Anah ont les revenus les plus faibles, puisque ce type d'aide est destiné aux ménages modestes. Les revenus moyens des ménages bénéficiant des aides sont plus élevés que ceux des ménages réalisant des travaux sans aucune aide ou non financés par eux ou encore que les revenus des ménages qui ne font pas de travaux (*graphique 6*).

Graphique 6 : revenus moyens disponibles en 2012 selon l'aide financière pour les travaux d'amélioration de la performance énergétique financés par le ménage occupant



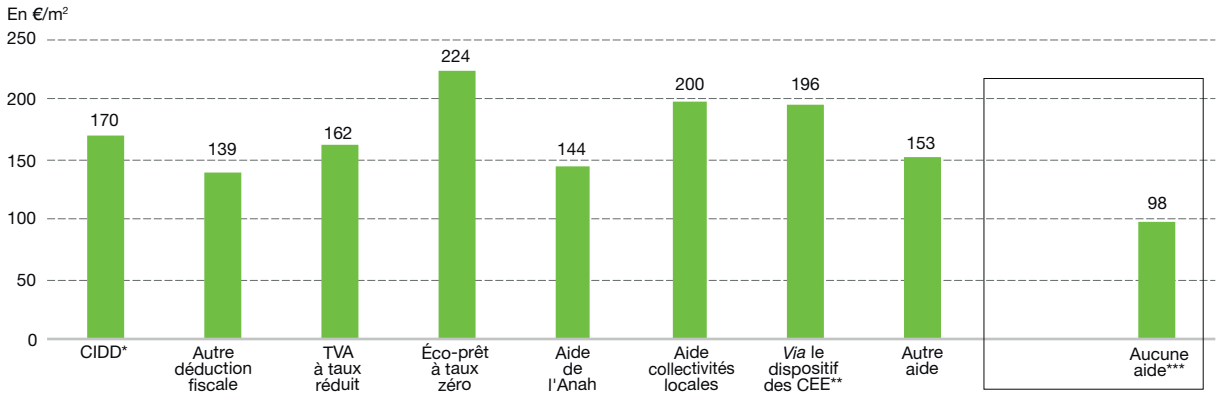
** Crédit d'impôt développement durable.*
*** Certificats d'économies d'énergie.*
**** Aucune aide ou travaux non financés par le ménage occupant.*
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
Source : *SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

LES TRAVAUX ÉNERGÉTIQUES LES PLUS ONÉREUX AVEC UN ÉCO-PTZ

L'ampleur des travaux peut être mesurée par leur montant moyen par mètre carré de surface habitable. Les travaux les plus coûteux sont effectués par des ménages ayant bénéficié de l'éco-PTZ (*graphique 7*). Les bénéficiaires de l'éco-PTZ doivent en effet réaliser soit un bouquet de travaux, soit des travaux permettant d'atteindre une performance énergétique globale minimale du logement.

Par ailleurs, le coût des travaux est plus important lorsque le ménage bénéficie d'une aide financière que dans le cas contraire.

Graphique 7 : montant moyen des travaux d'amélioration de la performance énergétique par mètre carré de surface habitable, financés par le ménage occupant, selon l'aide financière



** Crédit d'impôt développement durable.*
*** Certificats d'économies d'énergie.*
**** Aucune aide ou travaux non financés par le ménage occupant.*
Champ : résidences principales de France métropolitaine ayant fait l'objet de travaux d'amélioration de la performance énergétique entre le 1er juin 2008 et le 29 juin 2013.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

L'ampleur des travaux selon l'aide financière peut être mise en relation avec le niveau de revenu, par exemple en observant le montant moyen des travaux par mètre carré de surface habitable, selon le niveau de revenus (*tableau 1*).

Parmi les ménages ayant bénéficié d'une aide à la rénovation, ce ne sont pas nécessairement les plus aisés qui effectuent les travaux de plus grande ampleur. En revanche, lorsque les travaux de rénovation énergétique n'ont bénéficié d'aucune aide, le revenu disponible a un impact positif sur le niveau des dépenses de rénovation énergétique par mètre carré de surface habitable.

Tableau 1 : montant moyen des travaux d'amélioration de la performance énergétique par mètre carré de surface habitable, financés par le ménage occupant, selon le revenu disponible et le type d'aide financière

En €/m²

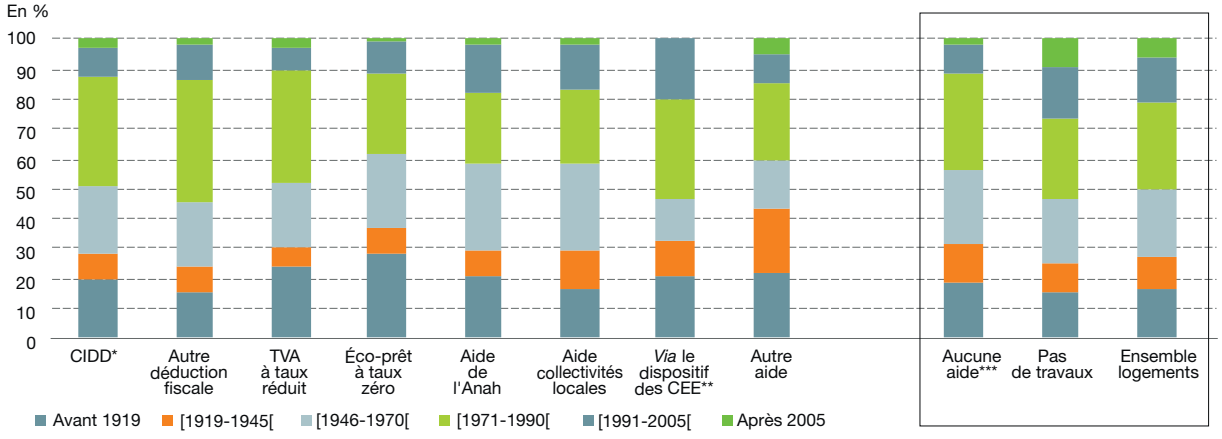
Revenu disponible	CIDD*	Autre déduction fiscale	TVA à taux réduit	Éco-prêt à taux zéro	Aide de l'Anah	Aide collectivités locales	*Via* le dispositif des CEE**	Autre aide	Aucune aide***
Q1 : inférieur à 19 580 €	144	108	152	292	141	154	113	160	68
Q2 : entre 19 580 € et 29 560 €	176	152	124	196	237	164	59	149	85
Q3 : entre 29 560 € et 43 440 €	147	126	146	255	84	329	239	166	105
Q4 : supérieur à 43 440 €	188	149	190	189	125	180	214	143	118

** Crédit d'impôt développement durable.*
*** Certificats d'économies d'énergie.*
**** Aucune aide ou travaux non financés par le ménage occupant.*
Champ : résidences principales de France métropolitaine ayant fait l'objet de travaux d'amélioration de la performance énergétique.
Source : *SOeS, enquête Phébus ; DGFiP*

LES LOGEMENTS FAISANT L'OBJET DE TRAVAUX ÉNERGÉTIQUES CONSTRUITS MAJORITAIREMENT AVANT 1970

27 % des logements n'ayant pas fait l'objet de travaux énergétiques ont été construits après 1990. Plus de 50 % des travaux énergétiques concernent des logements construits avant 1970, soit avant la mise en place de la première réglementation thermique en 1974 (*graphique 8*).

Graphique 8 : répartition des logements par période de construction, selon l'aide financière pour les travaux d'amélioration de la performance énergétique financés par le ménage occupant



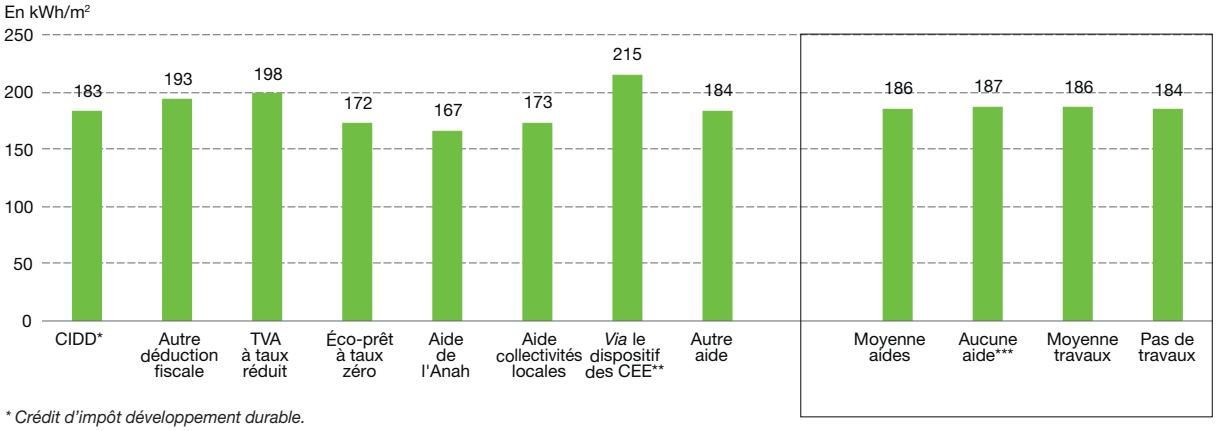
** Crédit d'impôt développement durable.*
*** Certificats d'économies d'énergie.*
**** Aucune aide ou travaux non financés par le ménage occupant.*
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

LES MÉNAGES AYANT RÉALISÉ DES TRAVAUX D'AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE ONT UNE CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE ASSEZ PROCHE DES AUTRES EN MOYENNE

Il est possible de comparer la consommation d'énergie totale des logements (usages spécifiques inclus) ayant fait l'objet de travaux énergétiques aidés, selon le type d'aide financière (*graphique 9*). Dans ce paragraphe le champ d'étude est restreint aux résidences principales qui n'ont que des équipements individuels pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS), et qui représentent 79,5 % des résidences principales. Ainsi, pour ces logements, les dépenses d'énergie sont parfaitement isolables des autres charges de l'occupant.

Les ménages qui n'effectuent pas de travaux ont en moyenne une consommation d'énergie proche de celle des ménages qui en entreprennent. Ce résultat s'explique probablement par le fait que les travaux ciblent en priorité les logements les plus énergivores *ex ante*. L'absence d'information sur la consommation énergétique avant les travaux ne permet pas de quantifier l'impact énergétique de ces travaux. Selon le type d'aide financière perçue, la consommation énergétique varie entre 167 kWh/m² (pour les aides de l'Anah) et 215 kWh/m² (*via* le dispositif des CEE).

Graphique 9 : consommation énergétique moyenne globale en 2012 (toutes énergies confondues), selon l'aide financière pour les travaux d'amélioration de la performance énergétique financés par le ménage occupant



** Crédit d'impôt développement durable.*
*** Certificats d'économies d'énergie.*
**** Aucune aide ou travaux non financés par le ménage occupant.*
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

UNE MEILLEURE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE POUR LES LOGEMENTS AYANT FAIT L'OBJET DE TRAVAUX ET AYANT BÉNÉFICIÉ D'UNE AIDE DE L'ANAH OU D'UNE AIDE DES COLLECTIVITÉS LOCALES

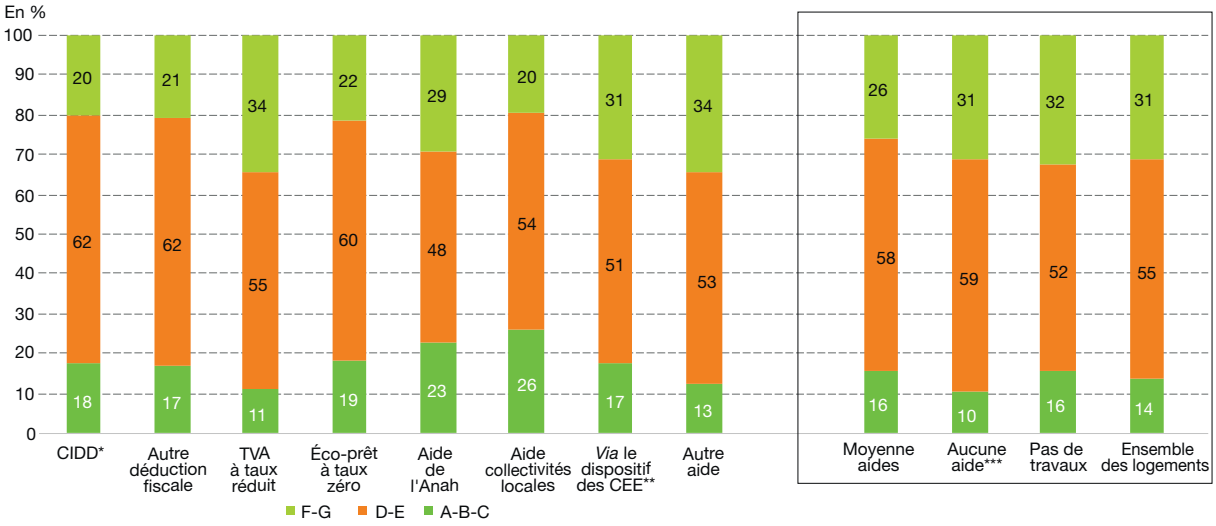
L'analyse porte ici uniquement sur des logements ayant fait l'objet d'un DPE conventionnel, permettant, grâce à une méthode de calcul homogène, d'établir des comparaisons sur l'ensemble du parc de logements.

16 % des logements n'ayant pas fait l'objet de travaux entre 2008 et 2013 ont une étiquette énergétique A, B ou C en 2013 (*graphique 10*).

Les logements ayant bénéficié d'une aide des collectivités locales ou d'une aide de l'Anah ont une part de logements classés A, B ou C supérieure à 20 %. En ce qui concerne les aides de l'Anah, les travaux subventionnés par le programme « Habiter Mieux » de l'Anah doivent en effet garantir une amélioration de la performance énergétique du logement d'au moins 25 %.

À l'inverse, les ménages ayant bénéficié de la TVA à taux réduit ou d'une « autre aide » présentent la part des logements F et G la plus importante, avec 34 %. Comme souligné précédemment, cette information ne permet pas de conclure que ces aides ne seraient pas efficaces pour améliorer la performance énergétique.

Graphique 10 : répartition des étiquettes énergie après travaux d'amélioration de la performance énergétique financés par le ménage occupant, selon l'aide financière



** Crédit d'impôt développement durable.*
*** Certificats d'économies d'énergie.*
**** Aucune aide ou travaux non financés par le ménage occupant.*
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
Source : *SOeS, enquête Phébus*

Quels enseignements tirer de l'enquête Phébus sur la question de l'effet rebond ?

Sabrine Bair, Fateh Belaïd, Olivier Teissier

Les économies d'énergie réalisées suite à l'amélioration de l'efficacité énergétique de l'habitat s'avèrent souvent inférieures à celles espérées par les modèles de calcul thermique. Une des explications de cet écart a pour origine le phénomène que l'on qualifie d'effet rebond : les ménages auraient tendance à augmenter leur confort ou diminuer leurs restrictions dans leur logement rénové, dès lors que le service de chauffage leur coûte moins cher. Les différentes analyses développées dans cet article montrent que l'appréciation de l'effet rebond reste un exercice complexe en l'état des données disponibles. Selon la méthode de comparaison entre les consommations conventionnelles du diagnostic de performance énergétique (DPE) et les consommations facturées, on estimerait l'effet rebond entre 40 % et 60 % de l'économie attendue ; l'analyse de variables qualitatives, comme la température, le situerait à des niveaux nettement plus faibles, de l'ordre de 1 % à 5 %. Plusieurs raisons peuvent expliquer cet écart d'estimation : mauvaise appréciation des comportements, effet d'auto-sélection des ménages par rapport à la performance de leur logement, biais dans l'estimation des consommations conventionnelles, etc. Seules des enquêtes et mesures spécifiques sur des logements avant/après travaux de rénovation permettraient de mieux quantifier l'effet rebond.

L'effet rebond que l'on tente d'appréhender ici est l'effet direct qui se manifeste à la suite d'une rénovation thermique du logement. Il se traduit par une économie d'énergie réelle moindre que celle escomptée, parce que, dans son logement plus performant, le ménage augmente son confort ou diminue ses restrictions. Concrètement, cet effet rebond peut se traduire en termes de comportement par une augmentation de la température de consigne dans l'ensemble du logement ou dans certaines pièces, une baisse moins régulière du chauffage en cas d'absence ou dans les pièces de nuit, une augmentation de la consommation d'eau chaude, etc. Dans la littérature économique, on parle souvent de deux autres formes d'effet rebond qui ne seront pas abordés dans cette étude : un effet indirect et un effet macroéconomique. L'effet indirect correspond à un report de consommation. Dans l'exemple de la rénovation thermique, le ménage reporterait une partie du gain de pouvoir d'achat obtenu par la baisse de la facture énergétique sur la consommation d'autres biens et services dont la production nécessite une consommation d'énergie. L'effet macroéconomique repose sur l'idée que l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel-tertiaire par exemple se traduirait par une augmentation de la productivité de l'économie dans son ensemble et un regain de croissance économique qui tirerait à la hausse la consommation d'énergie nationale.

Idéalement, pour étudier l'effet rebond après des travaux de rénovation énergétique, il faudrait disposer des caractéristiques d'un large échantillon de logements, avant et après travaux. L'enquête performance de l'habitat, équipements, besoins et usages de l'énergie (Phébus) recense les travaux de rénovation, mais ne permet pas de remonter aux caractéristiques des logements avant travaux. On privilégie donc une analyse « en coupe » (*i.e* à partir des consommations observées une année donnée), dans la poursuite de travaux développés ces dernières années par des chercheurs d'EDF et du Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (CIRED)[30]. Ces travaux démontrent notamment que les consommations d'énergie facturées divergent d'autant plus des consommations calculées par des modèles thermiques simplifiés (tels que celui de la méthode conventionnelle du DPE) que les logements sont de mauvaise qualité thermique et que les revenus des ménages sont faibles. Ces résultats ne sont pas propres à la France ; ils se retrouvent dans les pays voisins, notamment Allemagne, Royaume-Uni ou Pays-Bas (cf. (Laurent, *et al.*, 2013)) [8]. Ils laissent donc supposer que si l'on améliore la performance thermique des logements les économies d'énergie ne seront pas à la hauteur des anticipations fondées sur le calcul thermique conventionnel.

[30] *Voir par exemple pour les logements français : (Cayla, 2011) [10], (Allibe, 2013) [9], (Laurent, 2013) [8], (Raynaud, 2014) [11]. Même au niveau international, les études empiriques restent rares en raison de manque d'information sur les consommations des ménages avant et après travaux : (Binswanger, 2001), (Sorrell et Dimitropoulos, 2008), (Sorell, 2009), (Steve et al., 2009).*

L'étude vise à approfondir ces résultats en utilisant Phébus ; l'enquête permet en effet d'accéder à la fois aux consommations conventionnelles du DPE et aux consommations facturées, et à de nombreuses variables sur le comportement des ménages. Plus précisément, la première partie présente les résultats de modèles de consommation d'énergie et montre que l'impact d'une amélioration de l'étiquette énergie du DPE est moindre que ce qui serait théoriquement attendu. La deuxième s'intéresse aux écarts entre les consommations conventionnelles et les consommations facturées ; elle propose une première mesure de l'effet rebond en faisant l'hypothèse que celui-ci serait le principal motif d'écart entre ces deux niveaux de consommations. La troisième tente d'évaluer l'effet rebond sur la base de variables plus qualitatives, comme la température du logement ou les stratégies de baisse de chauffage. La quatrième partie montre qu'une part des écarts entre consommations est certainement liée aux approximations du calcul thermique conventionnel, en particulier pour les logements de mauvaise étiquette énergétique. Le dernier paragraphe propose des pistes pour aller plus loin dans l'étude de l'effet rebond.

Les analyses qui suivent ont été conduites sur le sous-échantillon des logements du volet DPE (environ 2 400 logements). Pour ces logements, on dispose à la fois d'une estimation des consommations conventionnelles du DPE et des factures collectées lors de l'enquête ménage (volet caractéristiques du logement, de ses occupants et dépenses énergétiques - Clode)[31]. Cela permet des comparaisons sur une base homogène. Pour les logements construits avant 1948 et ceux alimentés par un chauffage collectif, la méthode DPE qui s'impose réglementairement est la méthode dite des factures, car la méthode conventionnelle n'est pas nécessairement adaptée aux logements construits avec des matériaux anciens ou non industriels. Sur ce sous-échantillon, comparer la consommation du DPE réglementaire à celle facturée n'aurait donc apporté aucun enseignement sur l'effet rebond. On aurait également pu circonscrire l'analyse au sous-échantillon des logements où le DPE réglementaire est celui qui utilise la méthode conventionnelle, mais on a jugé que les résultats auraient été relativement similaires à ceux de l'échantillon total. Aussi, on a préféré utiliser l'échantillon complet des DPE, calculés sur une base homogène, pour disposer d'une taille d'échantillon plus importante et pour être en mesure de rendre compte de phénomènes sur l'ensemble du parc de logements français.

L'ÉTIQUETTE CONVENTIONNELLE DU DPE APPARAÎT COMME UNE VARIABLE SIGNIFICATIVE POUR EXPLIQUER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DOMESTIQUE DES MÉNAGES MAIS SON EFFET EST TRÈS INFÉRIEUR À CELUI ATTENDU

Des régressions linéaires ont été mises en œuvre pour expliquer la consommation totale d'énergie domestique, exprimée en énergie finale, sur l'ensemble du parc[32], les maisons individuelles et les logements collectifs. Les catégories de variables explicatives sont les suivantes : le climat, les caractéristiques du logement, le prix moyen de l'énergie, les caractéristiques socio-économiques des ménages et les variables déclaratives reflétant les comportements (*tableau 1*).

Les R^2 varient entre 0,5 et 0,7, correspondant à la part de variabilité des consommations que l'on peut expliquer avec les variables sélectionnées. D'un modèle à l'autre, les principaux déterminants restent relativement semblables. Les résultats sont cohérents avec la littérature, en particulier avec les études sur la France, menées à partir de l'Enquête nationale logement (ENL) 2006, de données du Centre d'études et de recherches économiques sur l'énergie (Ceren) ou d'enquêtes *ad hoc* (*encadré 1*).

On note en particulier que l'effet de l'étiquette énergétique du DPE est significatif dans les 3 modèles ; plus l'étiquette du logement est performante, moins le ménage consomme d'énergie. Ainsi, d'après les résultats de la modélisation sur l'ensemble du parc, les logements ayant une étiquette A-B-C consomment environ 13 % de moins[33] par rapport aux logements ayant une étiquette F-G. Il en va de même pour les logements classés en D qui consomment environ 12 % de moins[34] que les logements classés en F-G, toutes choses égales par ailleurs.

[31] Les factures de chauffage pour les logements alimentés par un chauffage collectif sont mal renseignées, aussi certaines analyses pour lesquelles ces factures sont indispensables (intensité d'utilisation entre autres) excluent ces logements.

[32] Pour les logements avec chauffage ou ECS collectif sans compteur individuel, la consommation payée dans les charges collectives est exclue de la consommation totale, qui ne tient compte que des factures d'énergie.

[33] Le logarithme des écarts de consommation entre les étiquettes A-B-C et F-G est égal à - 0,140, donc l'écart de consommation est de exp (- 0,14) ≈ 0,87, c'est-à-dire que les logements d'étiquettes A-B-C consomment environ 13 % de moins que ceux en F-G.

[34] 12 % = 1 - exp (- 0,136).

Tableau 1 : déterminants de la consommation totale d'énergie domestique

			Échantillon global	Maison individuelle (MI)	Logement collectif (LC)
Catégories	**Variables**	**Modalités**	**Valeur estimée**		
Climat	Degrés-jours (LogDJU)		0,387***	0,412***	0,343***
Caractéristiques de l'habitat	Surface (LogSurface)		0,448***	0,380***	0,551
	Type de logement	Collectif *vs.* individuel	- 0,201***	_	_
	Classe énergétique DPE	A-B-C *vs.* F-G	- 0,140***	- 0,168***	- 0,046
		D *vs.* F-G	- 0,136***	- 0,153***	- 0,118**
		E *vs.* F-G	- 0,063***	- 0,056**	- 0,093*
	Type de chauffage	Collectif *vs.* autre (indépendant, bois, etc.)	- 0,861***	_	- 0,516***
		Individuel *vs.* autre	- 0,184***	- 0,221***	_
	Énergie de chauffage principal	Autre *vs.* fioul	- 0,321***	- 0,360***	- 0,300***
		Bois *vs.* fioul	- 0,385***	- 0,390***	0,415
		Élec. *vs.* fioul	- 0,565***	- 0,581***	- 0,543***
		Gaz *vs.* fioul	- 0,156***	- 0,152***	- 0,165*
Prix de l'énergie	Prix « moyen » (LogPrix)		- 0,503***	- 0,455***	- 0,576***
Caractéristiques socio-économiques du ménage	Statut d'occupation	Propriétaire *vs.* Locataire	- 0,090***	- 0,058*	- 0,086*
	Âge de la personne		0,003***	0,004***	
	Revenu (LogRevenu)		0,071***	0,124***	
	Nombre d'habitants		0,092***	0,092***	0,084***
Comportements	Température de chauffe (LogTemch)		0,521***	0,532***	0,412
	Taux d'équipement (LogTauxEquip)		0,145***	0,187***	_
	Temps quotidien d'absence au logement	4-8 h *vs.* Moins de 4 h	- 0,039*	- 0,064**	_
		8 h et +	- 0,108***	- 0,099***	_
Taille de l'échantillon			2 356	1 697	659
R^2			0,7	0,51	0,65

*Notes : la variable à expliquer est la consommation totale d'énergie, somme des énergies facturées (exprimée en kWh d'énergie finale PCI). Elle est en logarithme népérien (Ln), comme un certain nombre de variables explicatives quantitatives. Seules les variables significatives figurent dans le tableau. * signifie qu'elles sont significatives à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %. Les valeurs estimées correspondent à des élasticités dans le cas où la variable est en Log ; sinon il faut en prendre l'exponentielle pour estimer l'impact sur la consommation. Par exemple, dans le modèle pour l'ensemble du parc, l'élasticité de la consommation au prix est de - 0,5, cela signifie que si le prix est 10 % plus élevé toutes choses égales par ailleurs, la consommation sera inférieure de 5 %. Toutes choses égales par ailleurs, un logement collectif consomme 0,82 fois (= exp (- 0,201)) ce que consomme un logement individuel, soit 18 % de moins.*
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Encadré 1 : impact des principales variables explicatives sur la consommation d'énergie domestique, comparaison avec quelques références françaises

Le tableau suivant compare quelques résultats de ces modèles avec ceux d'autres études récentes réalisées sur des données françaises. Les différences peuvent être expliquées par l'année de l'enquête, le champ et la taille de l'échantillon, les techniques de modélisation utilisées et les variables explicatives prises en compte.
L'élasticité de la consommation au nombre de DJU varie entre 0,3 et 0,4, cela signifie qu'une augmentation du nombre de DJU de 10 % (augmentation de la rigueur climatique) se traduit par une augmentation de la consommation d'environ 3 % - 4 %. À titre d'illustration, les régions Pays-de-la-Loire (H2b) et Provence-Alpes-Côte d'Azur (H3) ont un nombre de DJU inférieur de respectivement 10 % et 30 % par rapport à la région Île-de-France (H1a).
L'élasticité de la consommation à la surface varie entre 0,38 et 0,55, c'est-à-dire que, toutes choses égales par ailleurs, un logement d'une surface supérieure de 10 % consomme environ 4 à 5 % en plus. Par ailleurs, les ménages résidant dans des logements collectifs consomment environ 18 % de moins que les ménages en habitat individuel.
Le prix est un facteur déterminant de la consommation d'énergie domestique. L'élasticité est de l'ordre de - 0,45 à - 0,6. Il s'agit d'un prix moyen, calculé comme le ratio entre la dépense totale et la consommation totale ; il dépend principalement de l'énergie de chauffage du logement.

Comparaison des effets des variables avec des études récentes

	Ensemble	Maisons individuelles	Logements collectifs	Références présentant des résultats comparables, base de données entre parenthèses
Climat	0,39	0,41	0,34	Penot 2010 : 0,6 à 0,8, mais pour le chauffage uniquement (Ceren)
Surface	0,45	0,38	0,55	Cavailhès 2011 : 0,5 à 0,6 (ENL), Raynaud 2014 : 0,5 (EDF)
Type de logement (LC/MI)	- 0,18			Cayla 2011 : + 80 % pour MI, mais uniquement chauffage (EDF)
Prix de l'énergie	- 0,5	- 0,46	- 0,58	Risch & Salmon 2013 : - 0,5 en maison, - 0,87 en appartement (ENL)
Température de chauffe	0,52	0,53		Ademe : 1°C en plus => + 5 % à 7 % de consommation, Raynaud 2014 : + 11 % au-dessus de 23 °C, - 11 % en-dessous 19 °C (EDF)
Nombre de personnes	+ 9 %/personne	+ 9 %/personne	+ 8 %/personne	Raynaud 2014 : élasticité 0,2 pour les maisons individuelles (EDF)
Revenu	0,07	0,12		Risch & Salmon 2013 : 0,02 (ENL), Cavailhès 2011 : + 10 % entre D1 et D10 (ENL)
Âge de la personne de référence	+ 3 %/10 ans	+ 4 %/10 ans		Cavailhès 2011 : de l'ordre de +/- 5 % par tranche 10 ans (ENL), Risch & Salmon 2013 : élasticité 0,1 à 0,2 (ENL)

Source : *(Ademe, 2012), (CGDD : Penot, 2010, Cavailhès, 2011), (Risch & Salmon, 2013), (Raynaud, 2014)*

Ces écarts de consommation entre étiquettes semblent à première vue très inférieurs aux écarts de consommation qui figurent sur l'échelle de notation du DPE. D'après l'enquête Phébus, le besoin théorique de chauffage et d'eau chaude sanitaire (ECS) des logements d'étiquette énergie A, B et C est en moyenne de 110 kWh/(m².an), il est de 192 kWh/(m².an) pour les logements d'étiquette D, 279 kWh/(m².an) pour les logements d'étiquette E et 477 kWh/(m².an) pour les logements d'étiquette F et G. Autrement dit, selon les étiquettes DPE et pour les seuls usages thermiques, les logements A-B-C devraient consommer environ 75 % de moins que les F-G, les logements D, 60 % de moins et les E, 40 %. Visiblement, les écarts de consommation modélisés (*tableau 1*) ne sont pas égaux aux écarts attendus d'après les étiquettes énergétiques.

Cependant, la comparaison entre ces deux séries de valeur (consommations facturée et conventionnelle) n'est pas immédiate. D'une part, le DPE est exprimé en énergie primaire tandis que la consommation totale dans le modèle l'est en énergie finale. D'autre part, l'étiquette DPE ne couvre que les besoins de chauffage, d'ECS et de refroidissement, tandis que les modèles présentés *supra* correspondent à l'ensemble des usages énergétiques. L'électricité spécifique et la cuisson sont les deux usages supplémentaires pris en compte dans la modélisation.

Pour assurer la comparabilité des résultats, on convertit la consommation conventionnelle du DPE en énergie finale et on lui ajoute de façon uniforme un talon de consommation de 40 kWh/(m².an) en énergie finale, correspondant à la moyenne du Ceren (2015) pour les usages spécifiques et la cuisson. D'après ce calcul, les logements A-B-C devraient avoir une consommation inférieure de 65 % à celle des F-G[35]. Finalement, compte tenu du poids prépondérant du chauffage, on retrouve des ordres de grandeur proches de ceux esquissés ci-dessus. Les écarts attendus du calcul conventionnel sont donc très nettement supérieurs à ceux calculés à partir du modèle économétrique.

Ces écarts ne proviennent pas non plus de conditions climatiques anormales sur la période enquêtée (2012) par rapport à la référence de calcul du DPE conventionnel. Celui-ci est basé sur un climat « normal », c'est-à-dire correspondant à la moyenne des températures observées entre 1982 et 2011, à l'échelle du département. L'indice de rigueur climatique de 2012 a été de 0,973, cela signifie que l'année 2012 a été légèrement plus clémente que la référence, mais que le besoin de chauffage est en moyenne inférieur de seulement 2 à 3 %.

Cette première comparaison confirme que, dans le modèle économétrique expliquant les consommations facturées, l'impact des étiquettes DPE est très inférieur à ce qu'il devrait être selon le calcul thermique théorique. Le faible impact de l'étiquette DPE serait-il dû pour tout ou partie à un effet rebond ? Les ménages auraient-ils tendance à se contraindre fortement lorsqu'ils sont dans des passoires thermiques (de type F-G) et au contraire à chauffer sans limite lorsqu'ils sont dans des logements performants (de type A-B-C) ?

LA DIVERGENCE ENTRE LES CONSOMMATIONS CONVENTIONNELLE ET FACTURÉE EST D'AUTANT PLUS ÉLEVÉE QUE L'ÉTIQUETTE EST MAUVAISE

Plusieurs travaux récents sur les données françaises[36] montrent que les écarts entre consommations conventionnelles (issues du DPE) et réelle (facturée) croissent avec l'étiquette énergétique DPE. La méthode utilisée consiste à analyser le ratio entre les consommations réelle et conventionnelle, pour le chauffage et l'ECS[37]. Ce ratio est souvent désigné comme un « facteur de service » ou une « intensité d'utilisation ». Autrement dit, si le ratio est de 1, le logement est utilisé selon le scénario conventionnel prévu dans le calcul DPE ; s'il est inférieur, il est utilisé de façon économe (température inférieure, moindre consommation d'ECS, etc.) ; s'il est supérieur, il est utilisé de façon intensive (température supérieure, etc.).

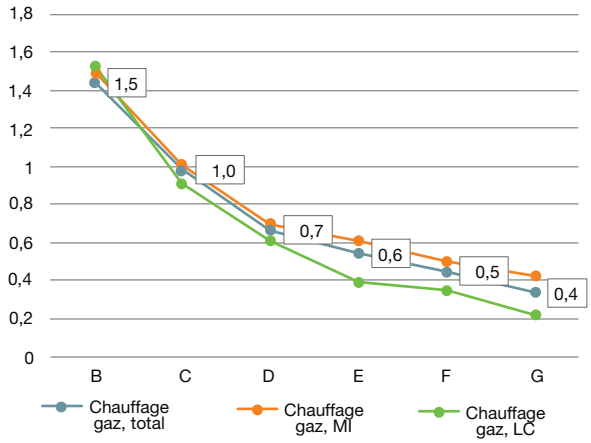
[35] Le calcul détaillé est le suivant : en moyenne, la consommation DPE ramenée en énergie finale et augmentée de 40 kWh/m² est de 410 kWh/(m².an) pour les logements F-G et de 140 pour les logements A-B-C ; l'écart entre les deux est d'environ 65 % de la consommation en F-G.

[36] Voir par exemple Cayla 2011 [10], Allibe 2013 [9], Laurent 2013 [8], Raynaud 2014 [11].

[37] La climatisation n'est pas comptabilisée dans la consommation réelle, mais elle ne représente que 3 % de la consommation conventionnelle des 5 % de résidences principales concernées, soit 0,15 % de la consommation conventionnelle de l'ensemble des résidences principales de France métropolitaine, en moyenne.

Le *graphique 1* illustre ces résultats avec les données Phébus. Il représente ce ratio pour les logements avec chauffage individuel et ECS au gaz, car leur consommation en chauffage et en ECS peut être déduite des factures énergétiques des combustibles[38] (gaz, GPL, fioul, bois) en négligeant l'éventuel chauffage d'appoint électrique.

Graphique 1 : ratio d'intensité d'utilisation du DPE selon l'étiquette, pour les logements avec chauffage individuel et ECS au gaz



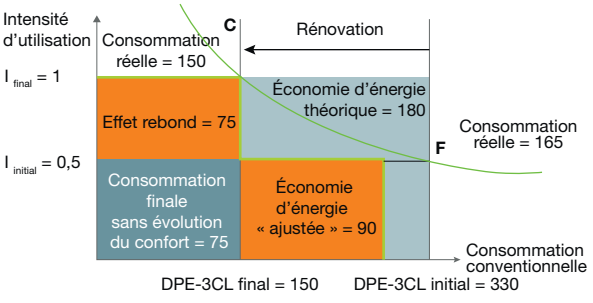
Notes : le graphique présente les moyennes du « ratio d'utilisation du DPE » par étiquette énergétique du DPE. Ce ratio est la consommation de combustibles (gaz, GPL, fioul, bois) ramenée au m² et divisée par la consommation conventionnelle du DPE. Les chauffages collectifs sont exclus car leur consommation est mal renseignée dans la base (pas de facture individuelle). La somme des combustibles est prise en compte pour ne pas omettre les consommations d'un chauffage d'appoint (à l'exception d'éventuels chauffages d'appoint électriques). Ce périmètre correspond à environ 8 millions de logements (760 observations), 5 millions de maisons individuelles et 3 millions de logements collectifs (répartis pour 3 % en étiquette B, 21 % en C, 32 % en D, 27 % en E, 11 % en F et 6 % en G).
Champ : résidences principales dont l'énergie du chauffage principal et de l'eau chaude est le gaz naturel à l'exclusion des chauffages collectifs, France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Les trois courbes sont très proches. Elles illustrent que les écarts se creusent nettement aux deux extrémités de la courbe : vers les étiquettes E, F et G, les consommations réelles sont nettement en-dessous des théoriques DPE ; à l'inverse, en B, elles sont sensiblement au-dessus. Ces constats se retrouvent à l'identique pour le fioul. Pour l'électricité, l'analyse est plus complexe du fait des usages multiples, mais les mêmes tendances peuvent être mises en évidence en intégrant la cuisson et les usages spécifiques au numérateur : le ratio devient alors inférieur ou égal à 1 à partir de l'étiquette E.

Si diverses raisons peuvent expliquer ces écarts et seront évoquées dans la suite, on se concentre ici sur les écarts qui seraient liés aux comportements des ménages et qui renvoient à un possible effet rebond. Reprenant les travaux antérieurs qui se fondent sur la littérature économique classique, on cherche à modéliser les écarts en fonction du coût de chauffage sous contrainte de revenu. Le coût de chauffage se caractérise par le prix des énergies et la performance intrinsèque du logement (DPE conventionnel). De cette manière, on évalue le lien entre l'intensité d'utilisation et le coût du service de chauffage. Dans cette approche, on fait l'hypothèse implicite que toutes les variables comportementales (température de consigne, gestion des réduits, niveau de restriction, etc.) sont expliquées par le coût du service de chauffage et se traduisent par l'évolution du facteur d'utilisation.

Le *graphique 2* illustre comment relier l'intensité d'utilisation à l'effet rebond. On suppose schématiquement qu'une rénovation qui porte sur un logement d'une consommation conventionnelle F en C correspond à un déplacement vers la gauche sur la courbe d'intensité d'utilisation. Les consommations d'énergie sont exprimées en kWh_{EP}/m^2 ; celles présentées pour les points F et C correspondent pour simplifier aux seuils bas de l'étiquette F et haut de C. Les consommations d'énergie réelles correspondent aux aires du graphique, c'est-à-dire le produit de la consommation conventionnelle et de l'intensité d'utilisation. Si le facteur d'intensité d'utilisation était de 1 pour les deux étiquettes F et C, l'économie d'énergie escomptée d'une transition de F en C serait de l'ordre de 180 kWh (= 330-150). En réalité, d'après les données Phébus pour les logements chauffés au gaz, ce facteur vaut en moyenne 0,5 en F, si bien que l'économie d'énergie attendue si ce facteur était maintenu en C serait moitié moindre, de 90 kWh. Comme le facteur d'utilisation en C est de 1, la consommation finale est supérieure et l'économie encore moindre. L'écart observé correspond schématiquement à ce surcroît de consommation finale associé à une augmentation de l'intensité d'utilisation. Dans le cas présenté ici, il vaut environ 75 kWh (= (1-0,5)*150) ; autrement dit, l'effet rebond représenterait au maximum environ 40 % de l'économie d'énergie

Graphique 2 : illustration de l'analyse « en coupe » de l'effet rebond



[38] *La consommation de combustibles peut inclure dans certains cas celle à usage de cuisson, ce qui pourrait entraîner un biais dans l'analyse, toutefois probablement d'ampleur limitée.*
[39] *Dans cette méthode de calcul du surcroît de consommation, on retire l'erreur d'estimation de la consommation initiale en F (« prebound effect »), ce qui implique une économie d'énergie attendue de : 165-75 = 90 kWh_{EP}/m^2 à intensité d'utilisation donnée. Le surcroît de consommation calculé par rapport à cette économie est ensuite rapporté à l'économie théorique (180 kWh_{EP}/m^2), comme c'est usuellement le cas dans la littérature.*

théorique (≈ 75/180)[39]. Ces premiers ordres de grandeur sont affinés dans la suite par la modélisation économétrique, pour avoir des analyses « toutes choses égales par ailleurs ». Évidemment, cette approche « statique » ou « en coupe » est un choix dicté par la disponibilité des données ; elle devra nécessairement être complétée par des analyses de consommations avant et après travaux.

Les principales variables explicatives des modèles expliquant le ratio entre la consommation facturée et la consommation conventionnelle, sont le revenu, la performance énergétique (consommation conventionnelle du DPE) et les indicatrices de type d'énergie[40] ; d'autres variables comme le type de logement, la période de construction et le nombre d'équipements électriques complètent les modèles (*tableau 2*). Plusieurs modèles sont envisagés pour traiter au mieux la question de la comparabilité des périmètres de consommation entre les factures et le DPE conventionnel. Pour les logements ayant le gaz naturel pour le chauffage et l'ECS, on prend la seule facture de gaz naturel ; pour les logements ayant un DPE calculé selon les 2 méthodes (conventionnelle et factures), on fait le ratio des deux consommations ; pour l'ensemble des logements, on prend l'ensemble des consommations exprimées en énergie primaire. Ce dernier modèle doit être interprété avec précaution puisque les consommations d'électricité spécifique et de cuisson figurent au numérateur mais pas au dénominateur.

Les résultats confirment ceux des travaux antérieurs. Les variables économiques sont très significatives, seul le revenu disponible n'est pas toujours significatif.

L'intensité d'utilisation augmente à mesure que la performance énergétique s'améliore, *i.e* que l'étiquette DPE progresse de G vers A. Les modèles permettent de tirer des enseignements sur l'élasticité de l'intensité d'usage, mais également sur l'élasticité de la consommation d'énergie à la performance énergétique et sur l'effet rebond (*encadré 2*). L'analyse des deux périmètres « Chauffage et ECS gaz » et « DPE factures + conventionnel » montre qu'une baisse de la consommation d'énergie annoncée par l'étiquette DPE de 10 % se traduit par une augmentation de l'intensité d'utilisation d'environ 5 % et une baisse de facture de 5 % (pour une baisse de consommation conventionnelle de 50 %, la baisse de facture est de 30 %). Une partie de l'économie d'énergie traduite dans le DPE conventionnel serait donc annulée par l'effet rebond. Celui-ci serait de l'ordre de 40 % (pour des rénovations lourdes, correspondant à de fortes baisses de consommation conventionnelle) à 50 % (pour des travaux légers, correspondant à des baisses limitées). L'analyse détaillée du modèle portant sur l'ensemble du parc donne un effet rebond encore plus important, de l'ordre de 50 % à 60 %.

[40] On utilise pour simplifier les indicatrices de type d'énergie plutôt que le prix car celui-ci n'est pas une variable très facile à utiliser. D'une part, le prix unitaire dépend des contrats et comporte une partie fixe (abonnement) et une partie variable. D'autre part, le prix moyen du kWh utilisé dans la première régression est autant le résultat du prix unitaire de l'énergie majoritaire que de la structure de consommation d'énergie domestique du ménage (chauffage et électricité spécifique).

Tableau 2 : déterminants du ratio « consommation facturée/consommation conventionnelle du DPE »

Modèle Log Ratio	**sur les différents périmètres**		
Variables explicatives	**Chauffage et ECS gaz**	**DPE facture + conventionnel**	**Ensemble (yc électricité spécifique)**
Constante conventionnelle	2,19***	3,15***	4,97***
Log Revenu	0,11***	0,03	0,10***
Log Consommation conventionnelle (DPE - 3CL)	- 0,51***	- 0,48***	- 0,79***
Log Surface	- 0,24***	- 0,16***	- 0,53***
MI *vs* LC	- 0,09*	- 0,21***	- 0,26***
Fioul *vs* Électricité		- 0,22***	- 0,07***
Gaz *vs* Électricité		- 0,16***	0,13***
Autre *vs* Électricité		- 0,19***	- 0,02
Construit avant 1948 *vs* après		- 0,12*	
Log Nombre d'équipements			0,37***
R^2	21 %	21 %	47 %
N	605	606	2 098

*Notes : la variable à expliquer est le ratio d'utilisation du DPE, i.e la consommation facturée divisée par la consommation donnée par le DPE conventionnel. Elle est en logarithme népérien (Ln), comme les variables explicatives quantitatives. Seules les variables significatives figurent dans le tableau. * signifie qu'elles sont significatives à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %. Les « valeurs estimées » correspondent à des élasticités dans le cas où la variable est en Log. Les chauffages collectifs sont exclus de l'analyse. Le modèle « Chauffage et ECS gaz » correspond aux seuls logements avec chauffage et eau chaude au gaz (à l'exclusion du chauffage collectif) ; la consommation de gaz est ainsi directement comparable à la consommation DPE, en négligeant la cuisson au gaz et le chauffage d'appoint. Le modèle « DPE facture + conventionnel » se base sur les logements disposants de deux DPE, l'un établi selon la méthode conventionnelle, l'autre par l'analyse des factures ; le ratio est donc directement comparable également ; le DPE factures a été établi uniquement pour les logements construits avant 1948 et ceux disposant d'un chauffage collectif. Le modèle « Ensemble » correspond à l'ensemble de l'échantillon (hors chauffage collectif), le ratio est la somme des énergies facturées (exprimée en kWh d'énergie primaire) divisée par la surface et la consommation du DPE conventionnel.*
Champ : résidences principales de France métropolitaine, avec chauffage individuel.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

Encadré 2 : estimation de l'intensité d'utilisation à partir des élasticités du modèle, ainsi que de l'effet rebond

On note :

- $E_{facture}$ la consommation facturée ;
- E_{DPE} la consommation conventionnelle issue du DPE ;
- $I = \frac{E_{facture}}{E_{DPE}}$ l'intensité d'utilisation ;
- $n_{DPE} = \frac{1}{E_{DPE}}$ l'efficacité énergétique du logement.

I est modélisée selon l'équation :

$$\ln I = \alpha \ln(E_{DPE}) + \beta \ln(\text{Revenu}) + \Sigma(\text{Autres variables}) + \varepsilon$$

Supposons qu'à l'état initial, le logement ait une étiquette DPE correspondant à une consommation E_{DPE_0} et une facture d'énergie $E_{facture_0}$. Le ratio d'utilisation par le ménage est donné par :

$$I_0 = \frac{E_{facture_0}}{E_{DPE_0}}$$

Supposons que ce ménage réalise des travaux, si bien que le logement a désormais une consommation DPE inférieure de 10 % (son efficacité augmente de 10 %), donnée par $E_{DPE_1}=(1\text{-}10\ \%)*E_{DPE_0}$. D'après le résultat du modèle ci-dessus, le ménage est amené à modifier son ratio d'utilisation de telle sorte que :

$$I_1 = I_0 \left(\frac{E_{DPE_1}}{E_{DPE_0}}\right)^{\alpha} \approx I_0 (1 - \alpha * 10\ \%)$$ [41]

Le coefficient α étant négatif, cela signifie que le ménage augmente son intensité d'utilisation. Si l'on prend le modèle « chauffage et ECS gaz », l'augmentation est de 5 % environ (1 - (- 0,51)*10 %≈1,05). La facture d'énergie quant à elle est donnée par :

$$E_{facture_1} = E_{facture_0} \left(\frac{E_{DPE_1}}{E_{DPE_0}}\right)^{(1+\alpha)} \approx E_{facture_0} (1 - (\alpha + 1) * 10\ \%)$$ [42]

Dans le cas du modèle gaz, cela correspond à une diminution de 5 % par rapport à la facture initiale.
On en déduit que l'effet rebond a fait perdre la moitié de la baisse théorique de consommation d'énergie.
En contrepartie, le ménage gagne en confort et réduit sa contrainte de chauffage. Dans le cas où la consommation de référence du DPE baisse de 50 %, la baisse de facture serait de l'ordre de 30 %.
L'effet rebond serait alors de l'ordre de 40 %.
Le modèle portant sur l'ensemble du parc donne des baisses de consommations facturées plus faibles et donc un effet rebond plus élevé. En effet, le modèle s'applique à l'ensemble des consommations d'énergie, donc le talon de consommation lié aux usages spécifiques et de cuisson n'a pas de raison de varier avec l'amélioration du DPE. Comme la part du chauffage et de l'ECS représente, en énergie primaire, entre 50 % et 60 % de la consommation totale facturée, l'élasticité α proche de - 0,8 pour l'ensemble des consommations a le même effet qu'une élasticité de l'ordre de - 0,4 pour les seules consommations de chauffage et d'ECS. Dans ce cas, l'effet rebond sur la consommation de chauffage et d'ECS serait plutôt de l'ordre de 50 % à 60 %.

[41] L'approximation ne vaut que pour de faibles variations de consommation DPE (correspondant à des rénovations « légères »). Si les variations sont importantes (rénovations « lourdes »), la variation de l'intensité d'utilisation se calcule avec la puissance α et ne peut se linéariser.
[42] L'approximation ne vaut que pour de faibles variations de consommation DPE.

D'après la littérature, ces niveaux d'effet rebond apparaissent comme relativement élevés. Dans une revue ciblée sur les consommations d'énergie domestique, (Sorrell, 2009) [12] conclut que l'effet rebond direct devrait être inférieur à 30 % et que les sources de biais conduisant à le surestimer sont nombreuses. Cela invite à prendre les résultats ci-dessus avec précaution. D'une part, si les variables économiques sont significatives, elles n'expliquent qu'une faible part de la variabilité de l'écart entre les consommations conventionnelle et facturée (le R^2 dépasse à peine 20 % pour les modèles « chauffage et ECS gaz » et « facture + conventionnel »). D'autre part, les résultats reposent sur plusieurs hypothèses que l'on peut questionner.

Une première question porte sur la méthode d'évaluation de l'efficacité énergétique intrinsèque du logement, c'est-à-dire de la consommation conventionnelle. La vocation du DPE est de sensibiliser et d'informer les ménages sur le niveau de consommation de leur logement. Déployé à grande échelle, il se fonde sur une méthode de calcul simple, efficace, peu coûteuse et forcément approchée. Le diagnostic est réalisé sur la base de mesures géométriques du logement et d'un examen visuel pour caractériser les propriétés physiques des composants et équipements. Aussi, les résistances thermiques des parois et le rendement des systèmes ne peuvent être que des approximations, d'autant plus incertaines que le logement est ancien, que les principes constructifs sont mal connus et qu'il a subi des modifications. Des approximations sur la consommation conventionnelle ont été mises en lumière dans tous les pays voisins qui ont déployé des outils similaires au DPE conventionnel (Laurent, *et al.*, 2013) [8]. Les économistes ont qualifié ce biais de mesure de *prebound effect*, pour signifier que l'effet rebond trouvait une partie de son origine dans la surestimation de la consommation initiale.

Un deuxième biais pourrait provenir d'un phénomène que les économistes appellent l'auto-sélection. Dans le cas d'espèce, les ménages aisés ou ceux qui ont un besoin de confort élevé pourraient choisir d'habiter préférentiellement dans des logements très performants et les ménages modestes ou ceux qui n'ont pas besoin de chauffer beaucoup pourraient privilégier des logements moins bien isolés pour peu qu'ils soient moins onéreux. Ce biais est partiellement neutralisé dans la modélisation par la prise en compte de la variable revenu, mais pourrait néanmoins perturber les résultats. La partie suivante approfondit ce point en analysant des variables qui précisent les comportements de chauffage.

L'EFFET REBOND NE SEMBLE TOUTEFOIS EXPLIQUER QU'UNE PARTIE DE L'ÉCART ET SERAIT RELATIVEMENT LIMITÉ

Si l'enquête Phébus ne permet malheureusement pas de connaître les consommations d'énergie avant et après travaux, l'enquête rend compte d'une éventuelle modification de comportement de chauffage pour les ménages qui ont réalisé des travaux (environ 45 % ont réalisé des travaux touchant à l'efficacité énergétique au cours des 5 années précédant l'enquête). 69 % des ménages ne modifient pas leur action sur le chauffage. Les autres ont plutôt tendance à diminuer leur utilisation du chauffage (25 % environ) et une faible part (6 %) déclare avoir augmenté la température de chauffage (*tableau 3*).

Tableau 3 : évolution de l'utilisation du chauffage après la réalisation des travaux

En %

	Oui, j'en ai profité pour augmenter la température de mon logement	Oui, j'ai diminué mon utilisation du chauffage	Non, je n'ai pas changé mon action sur le chauffage	Total
Logements collectifs	1	6,9	26	34,5
	4,5	20,1	75,5	
	24	28	37,7	
Maisons individuelles	4,9	17,8	42,9	65,6
	7,4	27,1	65,5	
	76	72	62,3	
Total	6,4	24,7	68,9	100

Notes : le tableau donne les fréquences des types de comportements parmi les ménages ayant réalisé des travaux. Précisément, la question posée est « Avez-vous modifié l'utilisation du chauffage dans votre logement depuis la réalisation de ces travaux ? ». Parmi les ménages en maison individuelle, 7,4 % ont augmenté leur température de chauffage après travaux.

Champ : ménages de France métropolitaine ayant réalisé des travaux sur la période 2008-2012.

***Source :** SOeS, enquête Phébus*

L'interprétation de ces résultats est délicate compte tenu du fait que la question ne concerne pas vraiment que l'utilisation du chauffage, mais aussi la température[43]. Ils ne plaident toutefois pas pour un effet rebond massif. Seuls 4 % à 7 % des ménages ayant réalisé des travaux augmenteraient leur température de chauffage après les travaux et relâcheraient donc leur contrainte/restriction.

D'autres variables de l'enquête Phébus permettent d'approcher l'effet rebond d'un point de vue plus qualitatif : la température en période de chauffe et la baisse de chauffage dans le logement en cas d'absence (*tableau 4*). Ce sont les deux principaux leviers que les ménages peuvent mettre en œuvre pour limiter leur consommation d'énergie lorsqu'ils sont dans des logements de piètre qualité thermique : adopter une température inférieure ou limiter le chauffage en cas d'absence.

Les résultats doivent être interprétés avec précaution car les variables de température et de baisse de chauffage sont déclaratives et le R^2 est faible. Ils montrent que ces deux variables dépendent de l'étiquette énergétique et confirment que les ménages ont plutôt tendance à augmenter leur confort (température supérieure et moindre contrainte) dans les

Tableau 4 : déterminants de la température du logement et de la probabilité de baisser de chauffage en cas d'absence

	Variables explicatives	Température du logement (°C)	Baisse du chauffage en cas d'absence
	Constante	21,43***	
Variable climatique	H1 *vs* H3	0,4*	
	H2 *vs* H3	- 0,72***	
Variables logement	DPE : A-B *vs* F-G	0,53	0,444**
	DPE : C *vs* F-G	0,55***	0,855
	DPE : D *vs* F-G	0,24*	0,798*
	DPE : E *vs* F-G	0,21*	0,804*
	MI *vs* LC	–	1,560***
	Surface : S < 65 m² *vs* S ≥115 m²	0,01	
	Surface : 65 ≤ S < 88 m² *vs* S ≥115 m²	0,11	
	Surface : 88 ≤ S < 115 m² *vs* S ≥ 115 m²	0,28*	
	Chauffage individuel *vs* collectif	- 0,99***	3,377***
	Chauffage MIX *vs* collectif	- 0,78**	4,467***
	Dépenses énergétiques : Q1 *vs* Q4	- 0,56***	1,440**
	Dépenses énergétiques : Q2 *vs* Q4	- 0,53***	1,120
	Dépenses énergétiques : Q3 *vs* Q4	- 0,41***	1,071
Variable ménage	Homme *vs* femme	- 0,20*	
R^2		7 %	
Nombre d'observations		1 904	1 858

*Notes : dans le premier modèle, la température (exprimée en °C) est modélisée par régression linéaire, les modalités des variables explicatives ont un effet relatif par rapport à la modalité de référence. Par exemple, toutes choses égales par ailleurs, les ménages ont une température de chauffe de 0,4 °C inférieure en zone climatique H1 par rapport à la zone H3. Dans le deuxième modèle, la baisse de chauffage en cas d'absence est modélisée par régression logistique, les coefficients de la modalité de la variable considérée donnent la probabilité relative de baisser le chauffage par rapport à la modalité de référence (rapport de cotes). Par exemple, toutes choses égales par ailleurs, un ménage a 1,56 chances de plus de baisser le chauffage s'il est dans une maison par rapport à un appartement. Seules les variables dont une modalité au moins est significative figurent dans le tableau. * signifie qu'elles sont significatives à 10 %, ** à 5 % et *** à 1 %.*
Champ : résidences principales de France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

[43] Précisément, la question posée est « Avez-vous modifié l'utilisation du chauffage dans votre logement depuis la réalisation de ces travaux ? ». Les réponses proposées dans le questionnaire sont reprises dans le tableau 3.

logements A-B-C par rapport aux logements F-G. Pour la température, les autres variables significatives sont la zone climatique, la surface, le type de chauffage, les dépenses d'énergie, la composition du ménage et le sexe du répondant ; pour la baisse de chauffage, le type de logement et de chauffage, les dépenses d'énergie et le sexe.

À partir de ces résultats, on peut essayer d'estimer à quel niveau d'effet rebond cela conduirait si l'on supposait, de façon théorique, que des ménages faisaient rénover leur logement de F-G vers A-B-C. Si l'on se réfère à ces modèles, les ménages augmenteraient leur température de l'ordre de 0,5 °C à 0,6 °C et diminueraient leur probabilité de baisser le chauffage d'environ 50 % (coefficient 0,44 pour A-B mais non significatif pour C).

Si un ménage fait des travaux de manière à faire passer son logement de F-G à A-B-C, il est donc susceptible d'augmenter sa température de chauffe d'environ 0,5 °C, ce qui représente une augmentation de l'ordre de 2,5 % (la température moyenne déclarée dans Phébus est de 20 °C). Les modèles présentés au début de l'article montrent que l'élasticité de la consommation d'énergie à la température est de l'ordre de 0,5 (*tableau 1*). Dans ce cas, le ménage aura une consommation 1,25 % au-dessus de ce qu'elle aurait été s'il n'avait pas choisi d'augmenter sa température. L'effet rebond est ce surcroît de consommation rapporté à l'économie d'énergie liée aux travaux. Pour le parc des logements chauffés au gaz, si l'on se réfère aux consommations conventionnelles, la différence de consommation entre C et F est en moyenne de 260 kWh/(m².an) et la consommation en C est de l'ordre de 120 kWh/(m².an). L'effet rebond lié à l'augmentation de température serait donc très faible, inférieur à 1 %[44].

L'élasticité de la consommation à la température estimée à 0,5 par le modèle économétrique est nettement inférieure à celle tirée des modèles thermiques qui serait proche de 1,2[45]. Ceci peut s'expliquer par le fait que la température, qui est déclarée, est susceptible d'être mesurée avec des erreurs importantes. Aussi, son impact sur la consommation d'énergie est susceptible d'être sous-estimé (biais d'erreur de mesure). Toutefois, même en privilégiant l'élasticité tirée des modèles thermiques, l'effet rebond dépasse à peine 1 %.

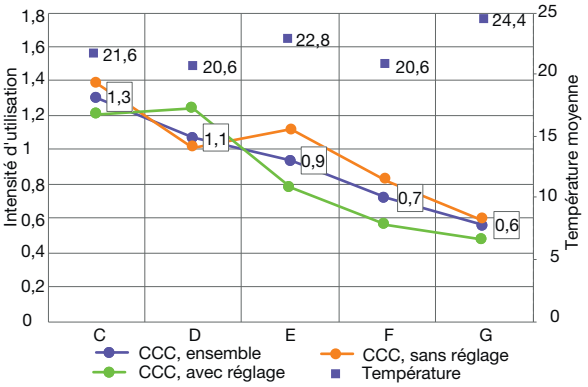
L'impact de la baisse de chauffage en cas d'absence est plus délicat à quantifier car cette variable n'influe pas significativement la consommation (coefficient absent du *tableau 1* car non significatif). La seule variable de comportement qui pourrait s'apparenter à une stratégie de baisse de chauffage est la variable sur le temps d'inoccupation du logement. Le modèle montre que, toutes choses égales par ailleurs, la consommation baisse de 10 % environ lorsque le ménage est absent plus de 8 heures par jour de son logement par rapport à un ménage qui quitte son logement moins de 4 heures par jour (*tableau 1*). Si l'on utilise ce résultat pour quantifier l'effet d'une stratégie de baisse de chauffage, on obtient, dans le même scénario que celui proposé ci-dessus, un effet rebond de l'ordre de 5 %[46]. Cet effet serait un majorant car le passage de F-G à A-B-C diminue la probabilité de baisser le chauffage, mais n'entraîne pas un changement de comportement systématique ; en particulier, certains ménages qui quittent peu leur domicile peuvent difficilement baisser le chauffage pendant leur absence.

UNE PART IMPORTANTE DES ÉCARTS INCOMBE VRAISEMBLABLEMENT À UNE MAUVAISE ESTIMATION DES CARACTÉRISTIQUES DES LOGEMENTS

L'analyse du parc des logements collectifs avec chaudière collective (CCC) est intéressante pour compléter le panorama. Sur ce segment, l'effet rebond est vraisemblablement limité. D'une part, les ménages ont peu voire pas de moyens de régler leur température de chauffage, d'autre part ils n'ont pas d'intérêt économique direct car les efforts qu'un ménage pourrait consentir ne lui reviennent pas directement mais sont dilués dans les charges collectives.

D'un point de vue technique, ce parc a fait l'objet de deux DPE, l'un avec la méthode conventionnelle, l'autre avec la méthode de relevé des factures. La comparaison des consommations facturée et théorique par étiquette du DPE conventionnel est donc immédiate (*graphique 3*).

Graphique 3 : ratio d'intensité d'utilisation du DPE conventionnel et température moyenne selon l'étiquette



Notes : l'intensité d'utilisation est le ratio entre la consommation facturée du DPE à la consommation conventionnelle du DPE. Ce périmètre correspond à environ 2 millions de logements (118 observations), les deux tiers n'ont pas de possibilité de réglage de la température, un tiers l'a. Les étiquettes E, F et G représentent plus de 70 % de ces logements.
Champ : résidences principales avec chauffage collectif, France métropolitaine.
***Source :** SOeS, enquête Phébus*

*[44] L'effet rebond est le surcroît de consommation en C (= 1,25 %*120 kWh/(m².an)) divisé par l'économie d'énergie générée par les travaux (260 kWh/(m².an), soit environ 0,6 %.*
[45] En se basant sur des modèles de type ingénieur, des modèles thermiques, l'(Ademe, 2012) indique dans ses publications que le passage d'une température de 20 °C à 21 °C entraine une augmentation de consommation de l'ordre de 7 %.
*[46] L'effet rebond est le surcroit de consommation liée à une plus grande envie d'occuper le logement devenu plus confortable, en passant d'une absence supérieure à 8 heures à une absence de moins de 4 heures par jour (=10 %*120 kWh/(m².an)) divisé par l'économie d'énergie générée par les travaux (260 kWh/(m².an).*

Les écarts de consommation, s'ils sont moins importants que sur le parc des logements chauffés au gaz avec chaudière individuelle (*graphique 1*), s'accroissent très nettement à mesure que l'étiquette DPE devient mauvaise. D'après les températures moyennes déclarées par les ménages, ces écarts ne semblent pas liés à des pratiques plus restrictives pour les ménages ou les gestionnaires des immeubles de mauvaise qualité thermique.

Ces écarts incombent plutôt aux autres biais identifiés ci-dessus, à savoir le biais de mesure et le biais d'auto-sélection. Le fait que les écarts restent importants en chauffage collectif, sur lequel les ménages ont peu de leviers d'action, suggère que le biais de mesure est le plus important.

QUELQUES PISTES POUR ALLER PLUS LOIN…

Les différentes approches développées ci-dessus montrent que l'appréciation de l'effet rebond après travaux d'amélioration de l'efficacité énergétique du logement reste un exercice complexe en l'état des données disponibles.

Des investigations complémentaires pourraient être menées à partir de l'enquête Phébus pour étudier les éventuels biais identifiés ci-dessus. Une première piste consisterait à établir une procédure économétrique permettant de prendre en compte un éventuel effet d'auto-sélection des ménages par rapport au DPE de leur logement. Une deuxième piste serait d'analyser les biais liés au modèle thermique simplifié du DPE conventionnel, en examinant dans le détail les paramètres ayant la plus forte influence sur le résultat du calcul. Les écarts entre consommations conventionnelle et facturée pourraient être réévalués à la lumière de ces résultats, et partant l'effet rebond.

De façon générale, des enquêtes complémentaires seraient souhaitables pour éclairer cette question. Les enquêtes à l'échelle nationale comme Phébus sont les plus pertinentes pour tirer des conclusions représentatives. Des échantillons de logements en nombre restreint qui seraient suivis longitudinalement, avant et après rénovation, constituent également des terrains d'investigation particulièrement intéressants. La thèse développée par (Raynaud, 2014) [11] sur le suivi d'opérations de maîtrise de l'énergie (MDE) en Alsace-Champagne-Ardenne-Lorraine et en Provence-Alpes-Côte d'Azur est un bon exemple.

Bibliographie

[1] Ademe, Familles à énergie positive - Guide 100 Éco-Gestes – 2012

[2] Modélisation économétrique des consommations de chauffage des logements en France
Lucile Penot-Antoniou, Philippe Têtu
Commissariat général au développement durable,
Études et documents n° 21, mai 2010

[3] La consommation d'énergie des ménages en France
Jean Cavailhès, Daniel Joly, Thierry Brossard, Hervé Cardot, Mohamed Hilal, Pierre Wavresky
Document de travail INRA CESAER Dijon, CNRS ThéMA Besançon
Rapport final pour le CGDD, novembre 2011

[4] What matters in Residential Energy Consumption? Evidence from France
Anna Risch et Claire Salmon
Université Savoie-Mont-Blanc, 2013

[5] Bottom-up statistical analysis of the energy consumption of French single-family dwellings
Maxime Raynaud, Bernard Bourges, Dominique Osso, Bruno Duplessis, Jérôme Adnot
ENSMP | CEES | PARISTECH | MINES-NANTES | DSEE, 2014

[6] Données statistiques du Ceren, année 2015
Août 2015

[7] Le parc des logements en France métropolitaine, en 2012 : plus de la moitié des résidences principales ont une étiquette énergie D ou E
Dominique François
Commissariat général au développement durable, Chiffres & Statistiques
Chiffres & statistiques n° 534, juillet 2014

[8] Back to reality: How domestic energy efficiency policies in four European countries can be improved by using empirical data instead of normative calculation
Marie-Hélène Laurent and Benoît Allibe (FR), Casper Tigchelaar (NL), Tadj Oreszczyn and Ian Hamilton (UK), Ray Galvin (GE)
European Council for an Energy Efficient Economy (ECEEE): Stockholm, Sweden, 2013

[9] Modélisation des consommations d'énergie du secteur résidentiel français à long terme - Amélioration du réalisme comportemental et scenarios volontaristes
Benoit Allibe, octobre 2013

[10] Les ménages sous la contrainte carbone, exercice de modélisation prospective des secteurs résidentiel et transports avec TIMES
Jean-Michel Cayla, mars 2011

[11] Évaluation ex-post de l'efficacité de solutions de rénovation énergétique en résidentiel
Maxime Raynaud, février 2014

[12] Empirical estimates of the direct rebound effect : A review
Steve Sorrell, John Dimitropoulos, Matt Sommerville
Energy policy, 2009

partie 5

Annexes

Présentation des données de l'enquête Phébus

L'enquête Performance de l'Habitat, Équipements, Besoins et USages de l'énergie (Phébus) fournit des données sur les ménages français, leur logement et leur consommation d'énergie (y compris celle liée aux déplacements). C'est la première enquête statistique qui renseigne sur le diagnostic de performance énergétique (DPE) du logement. Les informations collectées ont été enrichies par des données fiscales de la Direction générale des finances publiques (DGFiP) afin de pouvoir être croisées avec le revenu et ainsi d'éclairer le thème de la précarité énergétique.

DÉROULEMENT DE L'ENQUÊTE

L'enquête Phébus a été réalisée en France métropolitaine en 2013. Elle comprend deux volets successifs :
• le premier, intitulé « volet Clode » (caractéristiques du logement, de ses occupants et dépenses énergétiques), est une enquête en face-à-face, faite par un enquêteur ;
• le second volet intitulé, « volet DPE » (diagnostic de performance énergétique), consiste à réaliser un DPE, en faisant appel à des diagnostiqueurs certifiés.

Ces deux volets sont complémentaires : ils permettent de croiser les caractéristiques techniques et thermiques du logement issues du volet DPE avec celles des ménages occupants (composition, revenus, catégorie socioprofessionnelle, consommation d'énergie, comportements etc.) issues du volet Clode.

La collecte s'est déroulée du 8 avril au 29 juin 2013 pour le volet Clode et du 13 mai à fin septembre 2013 pour le volet DPE. Les résultats de l'enquête sont calés sur la structure du parc de résidences principales en France métropolitaine du recensement de la population de 2012.

UN DPE « CONVENTIONNEL » A ÉTÉ RÉALISÉ POUR TOUS LES LOGEMENTS

Deux méthodes permettent de calculer l'étiquette énergie du DPE (*encadré 1*).

L'utilisation de l'une ou l'autre de ces méthodes est définie par la réglementation, mais dans l'enquête Phébus, un DPE a été systématiquement réalisé selon la méthode conventionnelle : dans les cas où le DPE réglementaire s'appuyait sur la méthode facture, le diagnostiqueur a réalisé un second DPE (non réglementaire) avec la méthode conventionnelle.

Pour que le DPE reflète la performance énergétique du logement indépendamment de ses occupants, la méthode conventionnelle devrait idéalement être la méthode réglementaire, mais elle n'est actuellement pas adaptée à tous les logements. Le choix du recours au DPE réglementaire ou au DPE conventionnel dans une étude statistique dépend de l'objectif poursuivi. L'utilisation du DPE conventionnel peut notamment apparaître plus adaptée lorsqu'il s'agit d'étudier dans quelle mesure les comportements réels s'écartent des comportements standards.

PONDÉRATION DES DONNÉES DE L'ENQUÊTE

L'enquête Phébus a porté sur un échantillon de 10 000 logements issu du recensement de population : 5 405 ménages ont répondu au volet Clode parmi lesquels 2 399 ménages ont participé au volet DPE.

Après la réalisation de l'enquête, des repondérations ont été effectuées sur chacun des deux volets pour corriger la non-réponse totale et rendre ainsi la population des répondants représentative de la population française en 2012.

Les effectifs sans pondération sont parfois cités dans la revue, pour mettre en garde contre la fragilité de certaines statistiques (moyenne, taux etc.), lorsque les effectifs sont faibles. En revanche, les autres statistiques sont pondérées, sauf mention contraire.

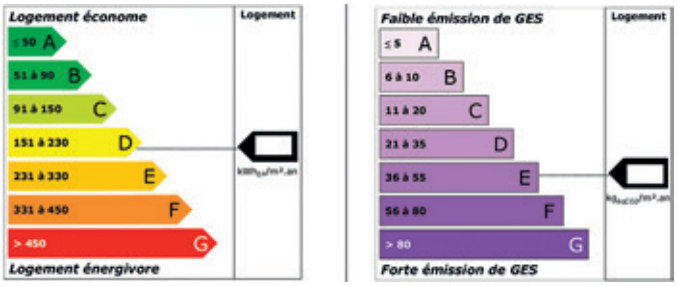
ENRICHISSEMENT DES DONNÉES DE L'ENQUÊTE PAR LES REVENUS FISCAUX

La lutte contre la précarité énergétique a été inscrite dans la législation française en 2010. La précarité énergétique est l'un des principaux thèmes de cette revue. Pour l'étudier, les données de l'enquête Phébus ont été complétées par le revenu disponible des ménages, issu de leurs déclarations de revenus à la Direction générale des finances publiques (DGFiP). Le revenu disponible est le revenu dont dispose effectivement un ménage afin de consommer ou d'épargner : revenu primaire + prestations sociales - impôts - cotisations sociales.

Encadré 1 : le diagnostic de performance énergétique (DPE)

Le diagnostic de performance énergétique (DPE) est un diagnostic réalisé en France sur des biens immobiliers, qui doit être présenté lors de la vente ou de la location d'un logement. Deux étiquettes sont associées au DPE : l'étiquette énergie représentative de la consommation d'énergie, et l'étiquette climat représentative des émissions de gaz à effet de serre (GES). Le DPE indique aussi les caractéristiques du logement nécessaires au calcul des étiquettes, ainsi que des recommandations pour améliorer l'efficacité énergétique du logement.

Étiquettes énergie et climat du DPE



Source : *arrêté du 8 février 2012 modifiant l'arrêté du 15 septembre 2006 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments existants proposés à la vente en France métropolitaines*

L'étiquette énergie est associée à une tranche de consommation d'énergie, mesurée en kWh d'énergie primaire par mètre carré de surface habitable et par an : $kWh_{ep}/(m^2.an)$. L'étiquette climat est associée à une tranche d'émission de GES, mesurée en kg de GES équivalent CO_2, par mètre carré de surface habitable et par an : kg éq$CO_2/(m^2.an)$. L'émission de GES est elle-même déduite de la consommation d'énergie pour chaque énergie, à partir de coefficients de conversion.
L'énergie finale est celle que les utilisateurs finaux consomment et qui est inscrite au compteur. L'énergie primaire tient compte des pertes de transformation (extraction, distribution, stockage etc.) : sa valeur est donc supérieure (ou égale s'il n'y pas de perte) à celle de l'énergie finale. Le DPE fait l'hypothèse que le coefficient de conversion de l'énergie finale en énergie primaire est de 2,58 pour l'électricité et 1 pour les autres énergies. À consommation d'énergie finale équivalente, un logement utilisant l'électricité pour le chauffage et/ou l'eau chaude sanitaire aura ainsi une moins bonne étiquette énergie qu'un logement exploitant une autre énergie.
D'un point de vue réglementaire, la consommation d'énergie est déterminée selon deux méthodes :
• à partir de la consommation réelle déduite des factures (« méthode facture »), pour les logements construits avant 1948 ou avec un chauffage sans compteur individuel ;
• à partir d'une estimation dépendant des caractéristiques du logement (« méthode conventionnelle »), pour les autres logements. Cette méthode fait l'hypothèse d'un comportement standard des occupants du logement.
Pour la méthode facture, il arrive que la performance énergétique du logement soit impossible à évaluer en raison de factures inexploitables ou absentes : le DPE est alors dit vierge.
D'après l'enquête Phébus, les principaux usages de la consommation évaluée par le DPE (en énergie primaire) sont le chauffage (79,4 % en moyenne) et l'eau chaude sanitaire (ECS, 20,2 % en moyenne). Deux autres postes ont une importance moindre :
• 4,7 % des logements sont concernés par le refroidissement (climatisation) : parmi eux, la consommation de refroidissement représente 3,4 % en moyenne ;
• 1 % des logements sont concernés par la production d'électricité (comptabilisée comme une consommation négative) : parmi eux, la production représente 16,8 % en moyenne.

Glossaire

ÉCONOMIE

Unité de consommation (UC)
Échelle d'équivalence visant à représenter la contribution marginale relative de chaque membre du ménage à ses dépenses. Le ratio du revenu au nombre d'unités de consommation permet ainsi de comparer des niveaux de vie. L'échelle actuellement la plus utilisée (dite de l'OCDE) retient la pondération suivante :
• 1 UC pour le premier adulte du ménage ;
• 0,5 UC pour les autres personnes de 14 ans ou plus ;
• 0,3 UC pour les enfants de moins de 14 ans.

Revenu disponible
Le revenu disponible d'un ménage comprend les revenus d'activité (nets des cotisations sociales), les revenus du patrimoine, les transferts en provenance d'autres ménages et les prestations sociales (y compris les pensions de retraite et les indemnités de chômage), nets des impôts directs.

Niveau de vie
Le niveau de vie est égal au revenu disponible du ménage divisé par le nombre d'unités de consommation (UC). Le niveau de vie est donc le même pour tous les individus d'un même ménage.
Les unités de consommation sont généralement calculées selon l'échelle d'équivalence dite de l'OCDE modifiée qui attribue 1 UC au premier adulte du ménage, 0,5 UC aux autres personnes de 14 ans ou plus et 0,3 UC aux enfants de moins de 14 ans.

Effet rebond
Dans le domaine énergétique, l'effet rebond traduit le fait que les baisses de consommation d'énergie suite à des améliorations de l'efficacité énergétique sont plus faibles que prévues en raison de changements de comportement (augmentation de la température de chauffage par exemple). L'effet rebond est généralement exprimé en pourcentage. Ainsi, un effet rebond de 20 % signifie que 20 % du potentiel d'économie d'énergie est « perdu » à cause d'une demande accrue du service rendu par l'utilisation de l'énergie.

Élasticité
L'élasticité mesure la variation d'une grandeur provoquée par la variation d'une autre grandeur. Ainsi, pour un produit donné, lorsque les volumes demandés augmentent de 15 % quand le prix de vente baisse de 10 %, l'élasticité de la demande par rapport au prix de vente est le quotient de la variation de la demande rapporté à la variation de prix de vente, soit - 1,5 = (15 %/- 10 %).

STATISTIQUE

Point (de pourcentage)
Le point de pourcentage est défini comme la différence entre deux pourcentages. Par exemple, la différence entre deux taux d'intérêt de 5,00 % et 5,20 % est de 0,2 point de pourcentage.

Médiane
Si on ordonne une distribution de salaires, de revenus, de chiffre d'affaires, la médiane est la valeur qui partage cette distribution en deux parties égales.
Ainsi, par exemple, pour une distribution de salaires, la médiane est le salaire au-dessous duquel se situent 50 % des salaires.

Quartile
Si on ordonne une distribution de salaires, de revenus, de chiffre d'affaires, les quartiles sont les valeurs qui partagent cette distribution en quatre parties égales.
Ainsi, pour une distribution de salaires :
• le premier quartile (noté généralement Q1) est le salaire au-dessous duquel se situent 25 % des salaires ;
• le deuxième quartile est le salaire au-dessous duquel se situent 50 % des salaires ; c'est la médiane ;
• le troisième quartile (noté généralement Q3) est le salaire au-dessous duquel se situent 75 % des salaires.

Décile
Si on ordonne une distribution de salaires, de revenus, de chiffre d'affaires, les déciles sont les valeurs qui partagent cette distribution en dix parties égales.
Ainsi, pour une distribution de salaires :
• le premier décile (noté généralement D1) est le salaire au-dessous duquel se situent 10 % des salaires ;
• …
• le neuvième décile (noté généralement D9) est le salaire au-dessous duquel se situent 90 % des salaires.

Score
Probabilité d'un événement, évaluée par un modèle statistique.

Significativité
Un résultat est dit statistiquement significatif lorsqu'il est improbable qu'il puisse être obtenu par un simple hasard. Habituellement, on utilise un seuil de significativité de 1 %, 5 %, ou 10 %. Par exemple avec un seuil de 5 %, le résultat observé est jugé statistiquement significatif s'il a moins de 5 % de chances d'être obtenu par hasard.

ÉNERGIE

Degrés-jours de chauffe
Pour chaque jour de la période de chauffe (entre octobre et mai), le nombre de degrés-jours de chauffe est la différence entre la température seuil (par exemple 17 °C) et la température du jour (estimée par exemple avec la moyenne des températures minimale et maximale du jour), si cette dernière est inférieure au seuil (ce qui est généralement le cas en période de chauffe) ; sinon il est nul.
Le nombre de degrés-jours de la période de chauffe est la somme des degrés-jours de chaque jour de la période.

Énergie primaire
Énergie disponible dans la nature avant toute transformation.

Énergie secondaire
Énergie primaire transformée en une autre forme d'énergie (par exemple, électricité produite à partir de la combustion de gaz).

Énergie finale
Énergie livrée à l'utilisateur final.

Pouvoir calorifique supérieur (PCS)
Énergie thermique libérée par la combustion d'un combustible. Cette énergie comprend la chaleur sensible, mais aussi la chaleur latente de vaporisation de l'eau, généralement produite par la combustion. Cette énergie peut être entièrement récupérée si la vapeur d'eau émise est condensée, c'est-à-dire si toute l'eau vaporisée se retrouve finalement sous forme liquide.

Pouvoir calorifique inférieur (PCI)
Énergie thermique libérée par la combustion d'un combustible sous forme de chaleur sensible, à l'exclusion de l'énergie de vaporisation (chaleur latente) de l'eau présente en fin de réaction.

Usage spécifique (de l'électricité)
Usage que seule l'électricité peut assurer actuellement : téléphone, électronique, informatique, médias audiovisuels, éclairage nocturne etc.

ZONAGES

Aire urbaine
Ensemble de communes constitué par un pôle urbain et sa couronne.

Couronne d'un grand pôle
Communes dont au moins 40 % des actifs résidents travaillent dans le grand pôle ou dans les communes attirées par celui-ci.

Commune multipolarisée des grands pôles
Commune dont au moins 40 % des actifs résidents travaillent dans plusieurs aires urbaines sans qu'aucune de ces aires urbaines n'attire plus de 40 % des emplois de cette commune (sinon elle ferait partie de la couronne d'une aire urbaine et serait monopolarisée).

Pôle urbain (ou grand pôle)
Le pôle urbain est une unité urbaine offrant au moins 10 000 emplois et qui n'est pas située dans la couronne d'un autre pôle urbain. On distingue également des moyens pôles, unités urbaines de 5 000 à 10 000 emplois, et des petits pôles, unités urbaines de 1 500 à moins de 5 000 emplois.

Unité urbaine (ou agglomération urbaine)
Commune ou ensemble de communes présentant une zone de bâti continu (pas de coupure de plus de 200 mètres entre deux constructions) qui compte au moins 2 000 habitants.

Ville-centre
Lorsqu'une unité urbaine est constituée de plusieurs communes, toutes les communes qui ont une population supérieure à 50 % de celle de la commune la plus peuplée, ainsi que cette dernière, sont villes-centres.

Banlieue
Lorsqu'une unité urbaine est constituée de plusieurs communes, celles qui ne sont pas villes-centres constituent la banlieue de l'unité urbaine.

Espace périurbain
Ensemble des couronnes des grands pôles et des communes multipolarisées des grands pôles.

Conditions générales d'utilisation
Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille — 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'oeuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 1er juillet 1992 — art. L.122-4 et L.122-5 et Code pénal art. 425).

Dépôt légal : mars 2017
ISSN : en cours
Impression : Bialec, Nancy (France), utilisant du papier issu de forêts durablement gérées.

Directeur de la publication : Sylvain Moreau
Rédactrice en chef : Anne Bottin
Coordination éditoriale : Jennyfer Lavail
Maquettage et réalisation : Chromatiques, Paris

Que sait-on de la performance thermique des logements ? Comment la consommation d'énergie réelle se compare-t-elle avec celle mesurée par les diagnostics de performance énergétique ? Qui sont les ménages en précarité énergétique ? Habitent-ils plus souvent dans des espaces périurbains ? Telles sont quelques questions, auxquelles des analyses exploitant l'enquête « Performances de l'Habitat, Équipements, Besoins et USages » (Phébus) et rassemblées ici visent à apporter des éléments de réponse.

Les ménages et la consommation d'énergie

commissariat général au développement durable

Service de l'observation et des statistiques
Sous-direction des statistiques de l'énergie
Tour Séquoia
92055 La Défense cedex
Mél. : diffusion.soes.cgdd@developpement-durable.gouv.fr

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr