

THÈSE DE DOCTORAT

de l'Université de recherche Paris Sciences et Lettres
PSL Research University

Préparée à l'Ecole des hautes études en sciences
sociales

Essais sur la précarité énergétique :
Mesures multidimensionnelles et impacts de la fiscalité carbone.

Ecole doctorale de l'EHESS – ED 286

Spécialité Sciences Economiques

Soutenue le 17.05.2018
par Audrey BERRY

Dirigée par Céline GUIVARCH
Philippe QUIRION

COMPOSITION DU JURY :

Mme. MONJON Stéphanie
Maître de conférence HDR (Paris-Dauphine)
Rapporteuse

M. FODHA Mouez
Professeur (PSE & Université Paris 1)
Rapporteur

M. LAURENT Eloi
Economiste (OFCE)
Examineur

M. DE PERTHUIS Christian
Professeur associé (Paris-Dauphine)
Examineur

M. GUIVARCH Céline
Directrice de recherche (Ponts ParisTech)
Co-directrice de thèse

M. QUIRION Philippe
Directeur de recherche CNRS (CIRED)
Co-directeur de thèse

© 2018 - *AUDREY BERRY*
SOME RIGHTS RESERVED.



CETTE ŒUVRE EST MISE À DISPOSITION SELON LES TERMES DE LA [LICENCE
CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION - PARTAGE DANS LES MÊMES CONDITIONS
4.0 INTERNATIONAL](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

THIS WORK IS LICENSED UNDER A [CREATIVE COMMONS
ATTRIBUTION-SHAREALIKE 4.0 INTERNATIONAL LICENSE](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

[HTTPS://CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/BY-SA/4.0/](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Remerciements

Après diverses expériences en France et à l'étranger, l'envie de concentrer mon énergie autour d'une problématique pointait le bout de son nez. Ce n'est toutefois pas sans quelques appréhensions que j'ai décidé de consacrer trois années à un projet de doctorat. Tester des pistes, douter, s'égarer mais aussi rebondir, construire petit à petit, avec l'objectif de développer une thèse, ma thèse, furent les motivations à m'engager dans cette aventure.

Je souhaiterais avant tout exprimer ma gratitude à Céline Guivarch, qui m'a soutenue dans la mise en place de ce projet et tout au long de ce parcours. Je lui suis très reconnaissante pour sa disponibilité et ses conseils avisés, mais surtout pour sa capacité à préserver une grande liberté dans les pistes choisies, tout en me guidant dans leur mise en oeuvre. Plus largement, je tiens à remercier mes deux directeurs de thèse, Céline Guivarch et Philippe Quirion, pour leur suivi et leur complémentarité.

Je remercie très sincèrement Nicolas Coulombel et Yves Jouffe de m'avoir initiée dans ce projet à ses débuts, autour d'un premier travail de recherche, et pour les échanges qui se poursuivent. Leurs précieux conseils ont largement contribué à enrichir la suite de cette thèse.

Je suis également très reconnaissante à Mouez Fodha et Stéphanie Monjon d'avoir accepté d'être rapporteurs de ma thèse, ainsi qu'aux autres membres de mon jury, Eloi Laurent et Christian de Perthuis, pour leurs commentaires et suggestions de recherche à poursuivre.

Je remercie chaleureusement mes collègues du CIREN, et plus particulièrement les autres doctorants et stagiaires, qu'ils soient encore au Cired ou qu'ils voguent sur d'autres chemins. La liste serait trop longue ici, mais je suis sûre qu'ils se re-

connaîtront ! Parmi eux, je remercie spécialement mon co-bureau Jules pour sa bonne humeur quotidienne. Je remercie très sincèrement les collègues qui ont pris le temps de m'aider dans mes recherches et pour les opportunités d'enseignement, notamment Vincent, Franck N., Christophe, Laurent, Julien et Alain.

Mes pensées vont ensuite à tous les Messagers du Climat, un grand merci pour cette formidable expérience que nous avons partagé à silloner la France à bord du Train du Climat. Je suis impatiente de vous retrouver pour de prochaines aventures en région.

Je tiens également à remercier Marc Fontanès, les membres de l'ONPE et l'association Wimoov, dont les échanges ont contribué à la réflexion de cette thèse.

Je remercie tout chaleureusement Yoann et Adrien, pour nos discussions passionnées sur les sujets d'écologie et de société, mais surtout, pour leur amitié de longue date, source d'un soutien sans égal.

Je remercie également ma famille, et en particulier ma mère, Liliane, pour sa relecture attentive d'une matière qui lui est pourtant peu familière. Je n'oublie pas ma belle-famille pour ses encouragements sur cette fin de parcours, et en particulier Damien qui a bien voulu prendre le temps de relire attentivement une grande partie de cette thèse.

Pour finir, cette expérience fut l'occasion d'une rencontre. Merci infiniment Flo pour tout ce que tu m'apportes au quotidien et pour ton soutien dans l'aboutissement de ce projet.

Essais sur la précarité énergétique : Mesures multidimensionnelles et Impacts de la fiscalité carbone

RÉSUMÉ

Cette thèse explore deux questions autour de la précarité énergétique en France : Quel(s) indicateur(s) adopter pour quantifier la précarité énergétique et capturer ses multiples dimensions ? Dans quelle mesure la fiscalité écologique pourrait-elle amplifier le phénomène ou, au contraire, constituer une opportunité de le combattre ?

Un premier chapitre introduit les enjeux sociaux et économiques de la précarité énergétique en France, ainsi que les défis que ce phénomène soulève pour les acteurs publics dans le cadre de la transition écologique (chapitre 1). Puis la thèse s'organise en deux grandes parties.

La première partie concerne la quantification de la précarité énergétique. Je commence par rappeler les débats actuels autour de la mesure de la précarité énergétique et par souligner les limites des approches existantes (chapitre 2). Puis, j'explore la dimension transport du phénomène et propose un indice composite qui cible les différents facteurs qui contraignent la mobilité des ménages et leurs possibilités d'adaptation. Cet indice identifie trois niveaux d'exposition à une hausse des prix des carburants : précarité, vulnérabilité et dépendance (chapitre 3). Je poursuis ensuite la réflexion sur la construction d'un indice multidimensionnel de précarité énergétique et je cherche à mettre à jour ses implications politiques. Deux indices sont élaborés : un pour le logement et un pour le transport. Je montre

comment ces nouveaux indices, parce qu'ils s'intéressent au cumul des facteurs qui désavantagent les ménages en matière d'énergie, permettent de limiter les erreurs d'inclusion et d'exclusion reprochées aux approches classiques. Une application dans le contexte français apporte de nouvelles perspectives sur le ciblage des réponses politiques et souligne la nécessité de remédier aux dimensions non monétaires de la précarité énergétique (chapitre 4).

La seconde partie concerne les impacts distributifs de la fiscalité carbone. A partir d'une revue de la littérature, je précise les enjeux méthodologiques et les choix de modélisation pour rendre compte de manière satisfaisante de la distribution des impacts (chapitre 5). Je développe ensuite un modèle de microsimulation spécialement conçu pour évaluer l'impact sur les ménages de la taxe carbone française. Ce modèle simule, pour un échantillon représentatif de la population française, les taxes prélevées sur leur consommation d'énergie dans le logement et le transport. Je l'utilise pour quantifier l'impact de la taxe carbone sur les inégalités et la précarité énergétique. Enfin, j'explore ensuite différents scénarios de redistribution aux ménages avec pour objectif de corriger les iniquités engendrées - en particulier compenser la régressivité de la taxe carbone et combattre la précarité énergétique. J'évalue le coût de ces mesures au regard des recettes de la taxe carbone (chapitre 6).

Essays on fuel poverty: Multidimensional measurement and Impacts of carbon taxation

ABSTRACT

This thesis explores two questions about fuel poverty in France: What indicator(s) should be adopted to quantify fuel poverty and capture its multiple dimensions? To what extent does ecological taxation amplify the phenomenon or, on the contrary, provides an opportunity to fight it?

A first chapter introduces the social and economic issues of fuel poverty in France, as well as the challenges this phenomenon raises for public actors in the context of an ecological transition (chapter 1). Then the thesis is divided into two main parts.

The first part deals with the measurement of fuel poverty. I start by highlighting the current debates on the measurement of fuel poverty and the limitations of existing approaches (chapter 2). Next, I explore the transport dimension of fuel poverty and I propose a composite index of the various factors that constrain household mobility and their possibilities to adapt to higher fuel prices. This index identifies three levels of exposure to rising fuel prices: precariousness, vulnerability and dependence (chapter 3). I then continue studying the design of a multidimensional index of energy poverty and I seek to uncover its political implications. Two indices are developed: one for housing and one for transport. I show how these new indices, through addressing the cumulative factors that disadvantage households in terms of energy, can help limit the inclusion and exclusion errors from which conventional approaches suffer. Quantification in the French context

brings new insights on the targeting of policy responses and emphasizes the need to address the non-monetary dimensions of fuel poverty (chapter 4).

The second part studies the distributive impacts of carbon taxation. Based on a review of literature, I discuss the methodological issues and the modelling choices to represent the distribution of impacts (chapter 5). I then develop a microsimulation model to assess the impact of the French carbon tax on households. This model simulates, for a representative sample of the French population, the taxes levied on their energy consumption in housing and transport. I use this model to quantify the impact of the carbon tax on inequality and fuel poverty. Finally, I explore different scenarios of redistribution of carbon tax revenues to households, with the objective to correct the found inequities - in particular, to compensate for the regressivity of the carbon tax and to reduce fuel poverty. I evaluate the cost of these measures in respect to the amount of carbon tax revenues (chapter 6).

Mots-Clés

Précarité énergétique Services énergétiques Mesure multidimensionnelle
Vulnérabilité Logement et transport Enquête ménage Transition
écologique Microsimulation Fiscalité carbone Impacts distributifs
Compensation monétaire

Keywords

Fuel poverty Energy services Multidimensional measurement
Vulnerability Housing and transport Household survey Ecological
transition Microsimulation Carbon taxation Distributive impacts
Monetary compensation

Contents

REMERCIEMENTS	iii
1 INTRODUCTION	1
1.1 La transition écologique, un défi politique et social	3
1.2 La place de l'énergie dans nos modes de vie	5
1.3 La précarité énergétique : un problème contemporain?	13
1.4 La précarité énergétique : quels coûts pour la société ?	25
1.5 La précarité énergétique : un frein à la transition écologique? . .	34
1.6 Les politiques d'accompagnement des ménages	42
1.7 Plan de la thèse	47
Références	52
2 QUANTIFIER LA PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE	59
2.1 Introduction	59
2.2 Les enjeux de la quantification	60
2.3 Les débats sur les indicateurs de précarité énergétique	64
2.4 Quelles sont les limites des approches existantes?	67
2.5 Comment améliorer la mesure de la précarité énergétique? . . .	73
2.6 Vers une application en France	76
Références	81
3 INVESTIGATING FUEL POVERTY IN THE TRANSPORT SECTOR: TOWARD A COMPOSITE INDICATOR OF VULNERABILITY	85
3.1 Introduction	86

3.2	Measuring fuel poverty in the domestic sector: a review of current indicators	88
3.3	Specificities of the transport sector	92
3.4	Toward a new indicator for the transport sector	96
3.5	Application to the French case	103
3.6	Results and discussion	107
3.7	Conclusion	115
	References	119
3.A	Appendix A - Supplementary data	124
4	MEASURING ENERGY POVERTY: UNCOVERING THE MULTIPLE DIMENSIONS OF ENERGY POVERTY	129
4.1	Introduction	130
4.2	Background	132
4.3	Methodology	136
4.4	Results	147
4.5	Discussion and conclusion	159
	References	162
4.A	Appendix A - Literature review	167
4.B	Appendix B - Methodological insights	169
4.C	Appendix C - Additional results	172
5	EVALUER LES IMPACTS DISTRIBUTIFS DE LA FISCALITÉ ÉCOLOGIQUE	183
5.1	Introduction	183
5.2	Deux enjeux méthodologiques : hétérogénéité et comportement	186
5.3	La microsimulation comme approche méthodologique	193
5.4	Grille d'analyse des études existantes	198
5.5	Les enseignements des études françaises	207
	Références	215
6	COMPENSATING HOUSEHOLDS FROM CARBON TAX REGRESSIVITY AND FUEL POVERTY: A MICROSIMULATION STUDY	221
6.1	Introduction	222
6.2	Methods	224

6.3	Results and discussion	234
6.4	Conclusions and policy implications	247
	References	249
6.A	Appendix A - The French energy tax system	252
6.B	Appendix B - Behavioural responses	255
7	CONCLUSION	259
7.1	Apports de la thèse	260
7.2	Ouverture	276

Liste des articles tirés de la thèse

Chapter 3: Berry, A., Guivarch, C., Jouffe, Y., Coulombel, N. (2015). Comment mesurer la précarité énergétique en matière de transport. *Revue de l'Energie* 203–209. [[lien url](#)]

Chapter 3: Berry, A., Jouffe, Y., Coulombel, N., Guivarch, C. (2016). Investigating fuel poverty in the transport sector: toward a composite indicator of vulnerability. *Energy Research & Social Science* 18, 7–20. [[lien url](#)]

Chapter 4: Berry Audrey (2018). Measuring energy poverty: uncovering the multiple dimensions of energy poverty. *CIREN Working Paper*. [[lien url](#)]

Chapter 6: Berry Audrey (2017), Compensating households from carbon tax regressivity and fuel poverty: a microsimulation study. *Under revision in Energy Policy*. [[lien url](#)]

Liste des conférences où les travaux ont été présentés

- Conférence annuelle de l'AFSE 2017
- Conférence annuelle de la FAERE 2017
- Conférence européenne de l'IAEE 2017 - Prix du second meilleur papier étudiant
- Conférence annuelle de la FSR Climate 2017
- Conférence annuelle de l'ISEFI 2017
- Conférence annuelle de l'AFSE-DG Trésor 2017
- Séminaire de la Chaire Economie du Climat 12/2017
- Séminaire du LVMT 12/2017
- Séminaire annuel de la Chaire MDPP 2016
- Séminaire étudiant de la FAEE 2015 & 2016
- Conférence scientifique internationale CCFC 2015
- Séminaire de l'IMD 2015

List of Figures

1.1	Part des dépenses d'énergie dans le budget des ménages	6
1.2	Évolution du taux d'équipement des ménages pour quelques ap- pareils électriques et électroniques	8
1.3	Évolution du taux de motorisation des ménages et des distances parcourues en véhicules particuliers	8
1.4	Dépenses en énergie du logement selon le niveau de vie (en eu- ros/an)	10
1.5	Dépenses en carburant selon le niveau de vie (en euros/an) . . .	10
1.6	Evolution de l'indice des prix à la consommation des énergies et de l'inflation (1990-2017)	22
1.7	Extraits du portrait photographique	26
1.8	Répartition par source des émissions de GES en France en 2013	37
3.1	Distribution of car fuel spending per income quartile.	93
3.2	Levels of exposition identified with the composite indicator. . .	103
3.3	Households identified as fuel poor by the ratio indicator.	108
3.4	Comparison of households identified as fuel poor by the LIHC and ratio indicators.	111
3.5	Results per factor and per indicator.	112
3.6	Classification of households according to the three levels of ex- position.	116
4.1	Conceptualising energy uses in the capability space (adapted from Day, Walker, and Simcock (2016))	134

4.2	Description of MEPI in housing	142
4.3	Description of MEPI in transport	144
4.4	Incidence et intensity of multidimensional energy poverty for different thresholds	147
4.5	Incidence of multidimensional energy poverty in housing and transport	149
4.6	Overlap between the energy expenditure ratio (EER) and the MEPI	152
4.7	Spearman correlation between the energy expenditure ratio (EER) and indicators of the MEPI.	153
4.8	Income poverty and multidimensional energy poverty in housing and transport	154
4.9	Climatic zones in France as defined by thermal regulation 2012 (RT2012)	155
4.10	Incidence of energy poverty (H) for different sub-populations .	156
4.11	Non censured disadvantage rates for different sub-populations .	158
4.12	Disadvantage rate in housing indicators	173
4.13	Contribution of each indicator to energy poverty in housing . .	174
4.14	Disadvantage rate in transport indicators	175
4.15	Contribution of each indicator to energy poverty in transport . .	176
4.16	Level of MEPI according to households' income deciles in housing and transport	177
4.17	Incidence and intensity of energy poverty according to households' income deciles in housing and transport	178
5.1	Les études micro existantes en France	208
6.1	Carbon tax as a share of households' disposable income, according to income decile (30.50€/tCO ₂).	236
6.2	The impact of the carbon tax on fuel poverty (30.50€/tCO ₂ and 100€/tCO ₂).	239
6.3	Carbon tax as a share of households' disposable income, according to residential location (30.50€/tCO ₂).	240
6.4	Share of carbon tax revenues required to support households for different objectives and designs of cash transfer (30.50€/tCO ₂).	243

6.5 Change in fuel poverty for different designs of cash transfers (30.50€/tCO₂). 246

List of Tables

1.1	Opinion publique en matière d'énergie en France	11
1.2	Définitions de la précarité énergétique selon les acteurs en France, au Royaume-Uni et en Europe	18
2.1	Enquêtes nationales contenant des données sur l'énergie (*France métropolitaine, dernière enquête)	77
3.1	Dimensions and factors included in the composite indicator . .	100
3.2	Overlap between households identified fuel poor with Ratio/IP and/or LIHC (%), ENTND 2008.	110
3.3	Overlap between households identified fuel poor with Compos- ite, Ratio/IP and LIHC (%), ENTND 2008.	113
4.1	Review of existing multidimensional measures of energy poverty	136
4.2	The five dimensions included in the MEPI for housing and trans- port	139
4.3	List and description of quantitative variables used for the MEPI.	144
4.4	List and description of qualitative variables used for the MEPI. .	145
4.5	Contribution of each indicators to energy poverty in housing per households' income decile (D1 to D10)	179
4.6	Contribution of each indicators to energy poverty in transport per households' income decile (D1 to D10)	179
5.1	Grille d'analyse des choix de modélisation qui influencent la car- actère régressif/progressif d'une taxe	200

6.1	Carbon content and carbon tax rate according to the type of energy (*source : Guide des facteurs d'émissions v6.1, Ademe). . .	228
6.2	Transfer multipliers used to evaluate the amount of cash transfer received by each household.	234
6.3	Transfer multipliers for the fifth design of cash transfer, according to households' size and income.	244
6.4	Transfer multipliers for the fifth design of cash transfer, according to households' size and income	245
6.5	Budget implications of a carbon tax and adjusted cash transfers .	247
6.6	Price elasticity of energy demand per decile of living standards .	257

Acronyms

ANAH	Agence NAtionale de l'Habitat
BDF	Budget Des Familles
CESE	Conseil Economique Social et Environnemental
COICOP	Classification Of Individual COnsumption by Purpose
ENL	Enquête Nationale Logement
ENTD	Enquête Nationale Transports et Déplacements
INSEE	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
LOLF	Loi Organique relative aux Lois de Finances
LTECV	Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte
ONPE	Observatoire National de la Précarité Energétique
RT2012	Réglementation Thermique de 2012
SNBC	Stratégie Nationale Bas Carbone
SNTEDD	Stratégie Nationale de Transition Ecologique vers un Développement Durable
TIC	Taxe Intérieure de Consommation
TICC	Taxe Intérieure de Consommation sur le Charbon
TICGN	Taxe Intérieure de Consommation sur le Gaz Naturel
TICPE	Taxe Intérieure de Consommation sur les Produits Energétiques
TVA	Taxe sur la Valeur Ajoutée

1

Introduction

Si de nombreux travaux abordent les questions de pauvreté ou des externalités négatives du changement climatique, cette thèse choisit de s'intéresser à la question de la précarité énergétique. Phénomène encore récent, la précarité énergétique fait référence aux ménages qui ont des difficultés pour satisfaire un ensemble de services énergétiques essentiels, comme se chauffer ou se déplacer. Les motivations à traiter cette question sont doubles. Tout d'abord, la précarité énergétique est un problème spécifique qui diffère de la pauvreté monétaire. De nature multidimensionnelle, elle est associée à des conséquences nocives sur la santé et en terme d'inclusion sociale. En ce sens, la précarité énergétique a un effet indirect sur divers domaines politiques - santé, environnement, productivité - et la combattre pourrait apporter de multiples bénéfices. Deuxièmement, la question n'est pas séparable des enjeux écologiques. Certaines politiques écologiques, parce qu'elles affectent le prix de l'énergie, risquent de fragiliser une partie de la population. Accompagner ces ménages est une exigence de justice sociale et la précarité énergétique soulève alors l'enjeu d'être en mesure de cibler les ménages impactés négativement sans al-

ler à l'encontre des objectifs écologiques. La mise en avant de ces risques a mené les décideurs à inscrire sur les agendas politiques la lutte contre la précarité énergétique. En France, c'est l'un des sept objectifs principaux de la loi de transition énergétique adoptée en 2015, objectif récemment renforcé par le plan climat du gouvernement. Pour atteindre cet objectif, il en découle au moins deux besoins pour les acteurs publics qui forment l'objet d'étude de cette thèse : la conception d'indicateurs pour identifier les populations en situation de précarité énergétique et une réflexion sur les politiques de redistribution pour rendre socialement acceptable la fiscalité écologique.

Ce premier chapitre introductif décrit l'émergence de la précarité énergétique en France et les enjeux que ce phénomène soulève pour les acteurs publics dans le cadre de la transition écologique. Dans ce diagnostic, je prendrai en compte différents aspects du phénomène. Après un court rappel du contexte politique actuel en France (section 1.1) et de la place croissante des services énergétiques dans nos modes de vie (section 1.2), je montrerai en quoi, plus qu'une question de confort, manquer d'énergie peut devenir une forme de précarité (section 1.3). Cela m'amènera à revisiter le concept de la précarité énergétique, à interroger sa définition, ainsi qu'à en révéler ses multiples dimensions. J'examinerai ensuite ses possibles conséquences pour les ménages et les coûts engendrés pour la société, notamment en matière de santé publique et d'inclusion sociale (section 1.4). Puis je rappellerai les défis écologiques actuels et je m'intéresserai aux enjeux sociaux de la fiscalité carbone en France (section 1.5). Je reviendrai alors sur la mise en politique du phénomène de la précarité énergétique en France avant de décrire les différents leviers d'action possibles pour le combattre (section 1.6). Puis je terminerai ce chapitre par la présentation du plan de la suite de la thèse (section 1.7).

L'objectif de ce premier chapitre est finalement d'explorer ce que l'objet précarité énergétique nous apprend sur les freins sociaux à la transition écologique. Du début à la fin, je reviendrai aux mêmes questions fondamentales : la transition écologique est-elle accessible à tous ? En quoi peut-elle fragiliser les ménages ? Comment concilier enjeux sociaux et défis écologiques ? Ce diagnostic m'amènera à dégager les deux grandes questions traitées dans cette thèse : Quel(s) indicateur(s) adopter pour quantifier le phénomène et capturer ses multiples dimensions ? Dans quelle mesure la fiscalité carbone pourrait-elle amplifier le phéno-

mène ou, au contraire, constituer une opportunité de le combattre ?

1.1 LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE, UN DÉFI POLITIQUE ET SOCIAL

Selon les dernières enquêtes d'opinion, le réchauffement climatique est la menace environnementale qui inquiète le plus les français. Près de 50% de la population cite le changement climatique comme un des deux problèmes environnementaux les plus préoccupants¹. L'adhésion de la population autour de la COP21 confirme cette sensibilité. Cependant, l'enjeu climatique reste perçu comme une priorité de second ordre (13%), loin derrière le chômage (60%), le terrorisme (41%) et le pouvoir d'achat (36%), qui impactent directement le quotidien des ménages à court terme². Dans ce contexte, la transition écologique représente un défi. Certaines politiques écologiques, parce qu'elles affectent le prix de l'énergie, risquent de fragiliser une partie de la population et freiner l'adoption de mesures ambitieuses. En particulier, les récentes décisions du gouvernement sur l'accélération de la fiscalité carbone adoptées dans la loi de finance 2018 posent question. La composante carbone est passée de 30,50 euros la tonne de CO₂ en 2017 à 44,60 euros en 2018, et devra atteindre 86,20 euros la tonne en 2022.

Amartya Sen, prix Nobel d'économie en 1998 et dont les travaux portent sur le développement humain, a souligné l'importance de prendre en compte les besoins en énergie des personnes dans les politiques climatiques. « *In thinking about expanding human freedom today and sustaining it in the future, we have to take fuller note of the need for greater energy use for a large number of deprived people in the world* » (Sen, 2014). Ce constat tient aussi pour la France, où de nombreux ménages réduisent leur consommation d'énergie dans le logement et la mobilité pour des raisons de coûts.

Depuis les années 2000, la précarité énergétique s'est imposée comme un sujet de préoccupation en France³ (voir section 4.2.1). En 2010, le gouvernement a adopté une définition juridique de la précarité énergétique : « *Est en situation de*

¹Source : CGDD/SOeS, plateforme Environnement de l'enquête « Camme » réalisée par l'INSEE en novembre 2015.

²Sondage réalisé en 2015 par l'institut BVA pour Place to B

³La France est parmi les premiers pays à s'être intéressée au sujet de la précarité énergétique en Europe, avec le Royaume-Uni et l'Irlande.

*précarité énergétique au titre de la présente loi 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 »*⁴. En 2011, un Observatoire National de la Précarité Energétique (ONPE) a été mis en place avec pour mission d'assurer la mesure du phénomène, le suivi des politiques publiques associées et le partage d'une connaissance fiable du phénomène. Ces avancées ont permis de reconnaître le problème et de le porter sur l'agenda politique, constituant ainsi les premières étapes vers la construction d'une stratégie de lutte contre la précarité énergétique.

En août 2015, la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) fait de la lutte contre la précarité énergétique une des priorités nationales de la politique énergétique de la France⁵. En adoptant cette loi, la France fait écho et renforce les engagements européens du 3^e paquet énergie⁶, qui souligne l'importance de protéger les consommateurs vulnérables, obligent chaque état membre à définir les populations vulnérables dans leur contexte et recommandent la mise en place de mesures de protection. Plus largement, la loi de transition énergétique contribue à l'atteinte des objectifs de développement durable adoptés par l'ensemble des pays membres de l'ONU en septembre 2015, dont le 7^e objectif vise à garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable.

De ce contexte, il ressort que réconcilier la question sociale et les défis écologiques demande une volonté politique forte et la mise en place de dispositifs qui permettent de soutenir les ménages. Premièrement, c'est une question de délai d'action. Pour rester sur le chemin des 2°C, les prochaines années seront déterminantes (Edenhofer et al., 2014). Quand on parle de l'urgence d'agir, on donne parfois l'impression qu'il faudrait d'un seul coup prendre des mesures radicales.

⁴<https://www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2010/7/12/2010-788/jo/texte>

⁵Parmi les sept objectifs communs de la loi de transition énergétique figurent : "Lutter contre la précarité énergétique" et "Garantir la cohésion sociale et territoriale en assurant un droit d'accès de tous les ménages à l'énergie sans coût excessif au regard de leurs ressources". L'article 3 précise également que « La France se fixe comme objectif de rénover énergétiquement 500 000 logements par an à compter de 2017, dont au moins la moitié est occupée par des ménages aux revenus modestes, visant ainsi une baisse de 15% de la précarité énergétique d'ici 2020. » <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2015/8/17/2015-992/jo/texte>

⁶<http://data.europa.eu/eli/dir/2009/72/oj>

De telles mesures pourraient avoir des conséquences négatives sur le court terme. L'urgence est donc de mettre en place des mesures qui nous permettent de nous engager sur une transition ambitieuse. Deuxièmement, c'est aussi une question de curseur. Il s'agit de construire un nouveau modèle de société qui réponde à la fois aux enjeux écologiques - limiter le changement climatique, réduire la pollution et conserver la biodiversité - et aux enjeux sociaux - réduire les inégalités, préserver l'emploi et garantir la protection sociale. Il peut s'agir de mettre en œuvre une réforme fiscale globale orientée vers la transition écologique (Combet et Hourcade, 2017), ou encore de repenser le rôle de la sécurité sociale pour permettre aux ménages de supporter les chocs, comme la hausse des prix du pétrole, en maintenant leur bien-être (Laurent et Philippe Pochet, 2015).

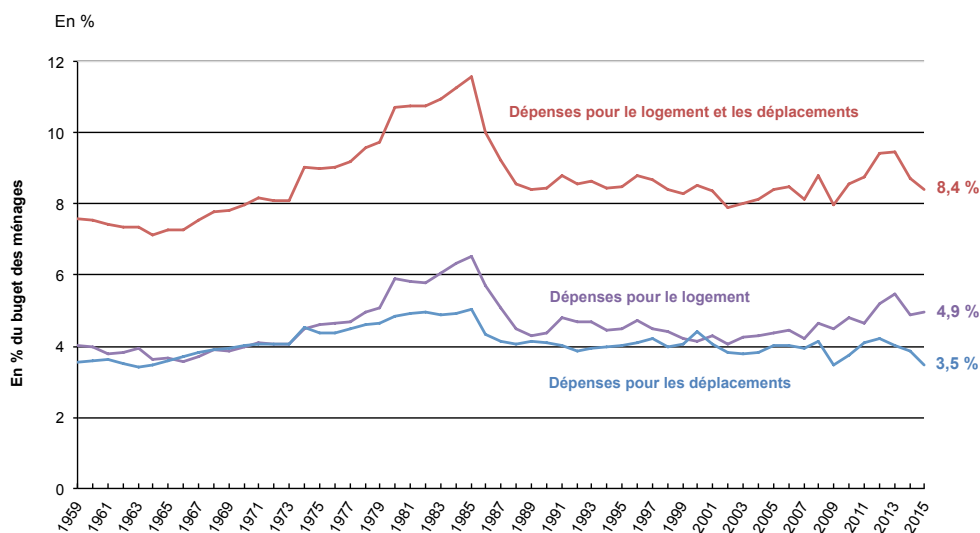
1.2 LA PLACE DE L'ÉNERGIE DANS NOS MODES DE VIE

Parce que l'énergie se situe au cœur des enjeux écologiques, il est important de s'interroger sur sa place dans notre société. L'énergie est avant tout un vecteur qui permet de remplir des besoins en services énergétiques, comme se chauffer, cuisiner ou se déplacer. Raisonner en termes de services énergétiques permet de s'affranchir d'une logique visant à encourager la consommation d'énergie, et de mettre en avant les besoins réels des individus. Différentes options technologiques sont alors possibles pour couvrir ces besoins. Je montrerai qu'au cours du temps les besoins en services énergétiques des ménages ont augmenté, si bien que l'énergie constitue une ressource essentielle au maintien de la qualité de vie.

1.2.1 UNE CROISSANCE DES SERVICES ÉNERGÉTIQUES

L'énergie est un poste important de dépense des ménages. Depuis la fin du second choc pétrolier et jusqu'à récemment, la part budgétaire moyenne consacrée à l'énergie est restée relativement stable autour de 8-9%⁷ (voir figure 1.1). Toutefois cette relative stabilité est le résultat d'évolutions opposées, si bien que nos modes de vie reposent de plus en plus sur l'accès à une énergie abondante et peu chère et aux services qu'elle nous rend.

⁷De même, les parts budgétaires de l'énergie respectivement dans le logement et le transport sont elles aussi restées stables au cours du temps (INSEE, 2010).



Note : le budget des ménages est égal aux dépenses de consommation des ménages diminuées des loyers imputés.
Source : Insee, comptabilité nationale
 Les dépenses d'énergie des ménages dans leur logement et le transport correspondent respectivement aux postes 04.5 et 07.2.2 de la COICOP.
 Le budget des ménages est égal aux dépenses de consommation au sens de la comptabilité nationale diminuées des loyers imputés.

Figure 1.1 – Part des dépenses d'énergie dans le budget des ménages

D'une part, la performance énergétique s'est continuellement améliorée pour l'habitat et les transports, ce qui a contribué à diminuer notre consommation en énergie. Par exemple, les réglementations thermiques (RT), qui encadrent la consommation énergétique maximale des bâtiments neufs en France, se sont durcies au cours du temps⁸. La consommation maximale de la RT 2000 se situait entre 130 et 250kWh/m²/an. La RT 2012, actuellement en vigueur, impose de ne pas dépasser 50kWh/m²/an. Les équipements de chauffage sont aussi plus performants, notamment avec la généralisation des systèmes de chauffage central individuel. Côté transport, les véhicules sont de plus en plus performants. En 2016, un véhicule essence neuf (respectivement diesel) consomme en moyenne 5,1 litres aux 100 km (4,2 litres aux 100 km) alors qu'en 2005, un véhicule neuf consommait en moyenne 6,7 litres aux 100 km (5,6 litres aux 100 km)⁹ (ADEME, 2017a).

A l'opposé, les modes de vie ont évolué vers plus d'usages en services énergétiques. Côté logement, l'espace habitable par personne a augmenté de façon notable, passant de 31m² par personne en 1984 à 40m² par personne en 2006 (+30%),

⁸La première réglementation thermique date de 1974 et fait suite au choc pétrolier de 1973.

⁹La consommation moyenne des véhicules neufs est mesurée sur la base du cycle d'homologation européen et pondérée par le nombre d'immatriculations.

du fait de logements plus grands (+12%) et de taille de ménages plus petits (-15%) (INSEE, 2008). Le taux d'équipements des ménages a également progressé rapidement. Les biens durables se sont progressivement diffusés (micro-ondes, lave-vaisselle, congélateur) et sur la dernière décennie ce sont les biens électroniques (ordinateur, connexion à internet, téléphones portables) qui ont contribué à la plus grande croissance de la consommation d'énergie (voir figure 1.2) (Gleizes et Burricand, 2016). Côté transport, la croissance des loisirs et des trajets longues distances ainsi que l'étalement urbain ont participé à augmenter les distances parcourues. Entre 1990 et 2014, la distance totale parcourue sur les routes a augmenté de 35%, passant de 744 à 1000 milliards de voyageur.km (voir figure 1.3). En 2012, 35% des français vivaient dans des communes peu denses¹⁰. Or, habiter plus loin des centres urbains rend également plus dépendant de l'utilisation de voiture, l'offre de transports alternatifs y étant plus faible, si bien que le nombre de voitures possédées par ménage a augmenté. Le taux de motorisation des ménages est passé de 76% à 83%. Une conséquence est qu'aujourd'hui, tous les individus sont supposés extrêmement mobiles et aptes à se déplacer aisément.

Ainsi, la consommation de services énergétiques par les ménages a progressivement augmenté au cours du temps¹¹. Il en découle une forme de dépendance à une énergie accessible et bon marché dans le quotidien qui accroît notre vulnérabilité face à un choc sur les prix de l'énergie. Toutefois ces évolutions globales cachent une grande disparité de situations. Si depuis la fin des années 80, la part budgétaire moyenne consacrée à l'énergie est restée relativement stable au cours du temps, les inégalités se sont accrues entre les ménages. On observe une plus grande dispersion de la distribution des parts budgétaires dans l'énergie entre les ménages.

¹⁰Les communes peu denses correspondent à celles dont la densité de population est inférieure à 300 habitants par km², soit 90% des communes françaises (INSEE, 2015).

¹¹Notons toutefois qu'à l'échelle nationale, l'intensité énergétique de la France (consommation finale énergétique/PIB) est en baisse continue depuis le milieu des années 1990 (SOeS, 2017).

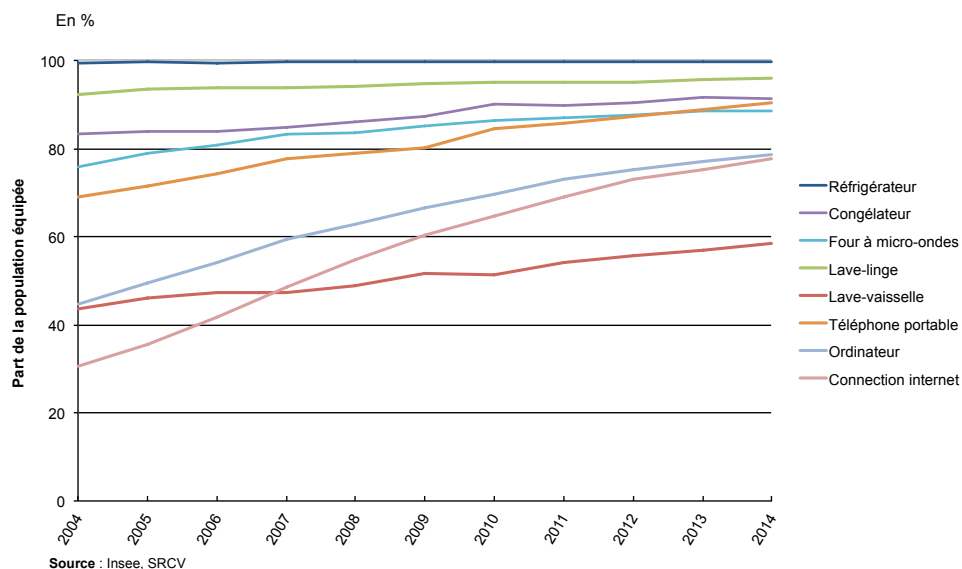


Figure 1.2 – Évolution du taux d'équipement des ménages pour quelques appareils électriques et électroniques

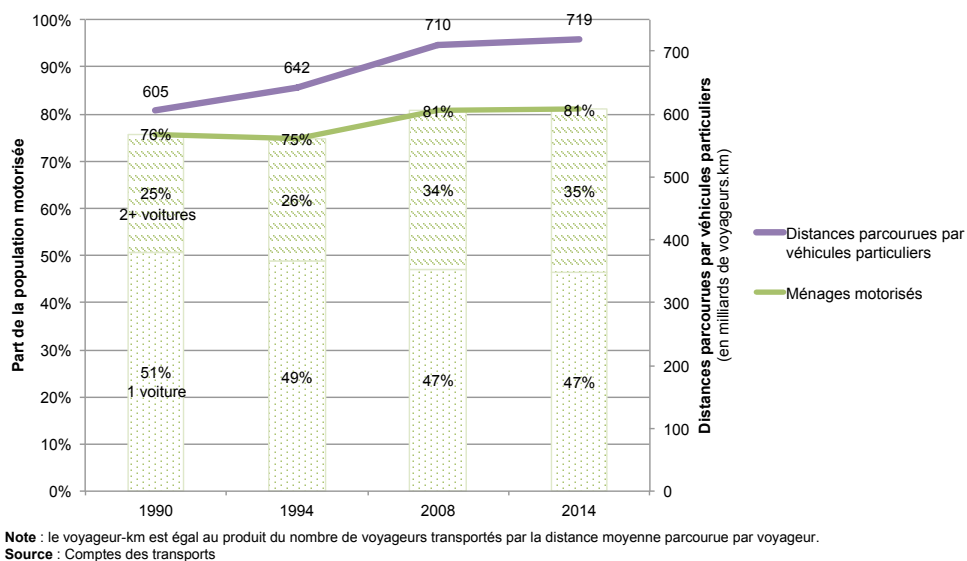


Figure 1.3 – Évolution du taux de motorisation des ménages et des distances parcourues en véhicules particuliers

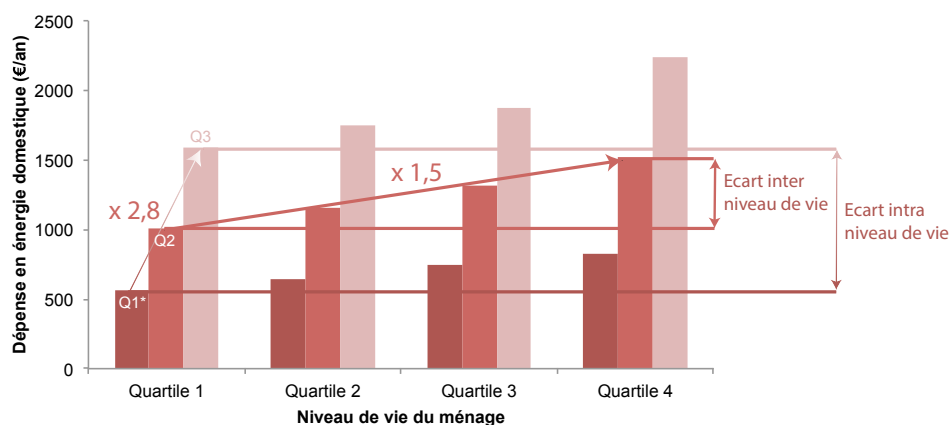
1.2.2 UNE GRANDE DISPARITÉ DES DÉPENSES EN ÉNERGIE

Les dépenses totales en énergie (logement et carburants) s'élèvent en moyenne à 3160 € par an en 2012¹². Ce niveau de dépense varie considérablement selon le niveau de vie du ménage. Les ménages modestes dépensent, en moyenne, moins dans l'énergie que les ménages aisés. Les dépenses totales des 20% les plus pauvres s'élevaient à 2560 € par an contre 3800€ pour les 20% les plus riches. L'écart de dépenses en énergie était alors de 1.5. Pour comparaison l'écart de niveau de vie était de 3.9 en 2012. Il en découle que les dépenses en énergie sont moins inégalement réparties que les revenus.

Pour tenir compte des différences de niveau de vie entre ménages, on raisonne en taux d'effort énergétique, c'est à dire la part du budget consacrée à l'énergie. En 2012, le taux d'effort énergétique moyen était de 10.4%. Les 20% les plus pauvres consacraient 15.7% de leur revenu à l'achat d'énergie contre 6.5% pour les 20% les plus riches, soit 2,4 fois plus. Ainsi les ménages modestes dépensent, en proportion de leur budget, davantage que les ménages aisés. Il en découle que face à une augmentation des prix de l'énergie, c'est le pouvoir d'achat des ménages modestes qui sera le plus impacté - si le niveau de consommation reste le même. De même, une hausse des taxes s'appliquant sur la consommation d'énergie impactera davantage les plus pauvres, toujours en proportion de leurs revenus. C'est par exemple le cas pour les TIC (Taxes Intérieures de Consommation sur les produits énergétiques, l'électricité, le gaz naturel et le charbon) ou la composante carbone (taxe sur le carbone).

Cependant, les différences de niveau de vie n'expliquent pas tout. Au-delà des dépenses moyennes par niveau de vie, on observe une forte hétérogénéité des dépenses en énergie pour des ménages au niveau de vie équivalent, avec de très fortes dépenses chez certains ménages pauvres et de très faibles dépenses chez certains ménages riches (voir figure 1.4 et 1.5). En 2012, 25% des plus pauvres dépensaient plus en énergie que 50% des plus riches, aussi bien dans le logement que dans le transport. En fait on observe beaucoup plus de dispersion dans les dépenses au sein d'un même niveau de vie qu'entre les différents niveaux de vie. Il en découle

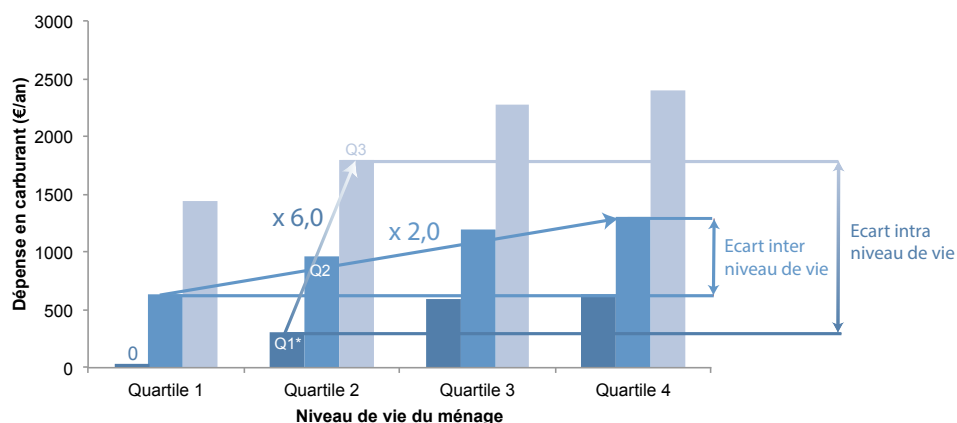
¹²Le poste logement comprend les dépenses en électricité, gaz naturel, fioul domestique, gpl bouteille, gpl citerne, charbon, bois et pétrole lampant. Le poste carburants comprend les dépenses en essence, diesel et gpl. Source : Phébus 2012, calculs de l'auteur.



Source : Phébus 2012, calculs de l'auteur

* Q1/Q2/Q3 sont tels que 25%/50%/75% des valeurs des dépenses en énergie sont inférieures, au sein d'un même niveau de vie.

Figure 1.4 – Dépenses en énergie du logement selon le niveau de vie (en euros/an)



Source : Phébus 2012, calculs de l'auteur

* Q1/Q2/Q3 sont tels que 25%/50%/75% des valeurs des dépenses en énergie sont inférieures, au sein d'un même niveau de vie.

Figure 1.5 – Dépenses en carburant selon le niveau de vie (en euros/an)

qu'il est difficile d'expliquer les dépenses d'énergie, car elles résultent de multiples facteurs techniques (type de logement, date de construction, type de chauffage, taux d'équipement), géographiques (localisation résidentielle, zone climatique) et socio-économiques (type d'emploi, âge de la personne). Par exemple les ménages bi-motorisés ou ceux qui habitent des régions où le climat est froid ont besoin de plus d'énergie dans leur quotidien que les ménages sans voiture habitant le sud de la France. Il est aussi à noter que la variabilité est encore plus grande dans le transport que dans le logement. L'écart de dépenses en énergie entre les 25% les plus

riches et les 25% les plus pauvres est de 1,5 dans le logement alors qu'il est de 2,0 dans le transport. Ces facteurs contribuent à alimenter les différences de vulnérabilité entre les ménages.

1.2.3 L'OPINION PUBLIQUE EN MATIÈRE D'ÉNERGIE

Mieux connaître les préférences des ménages en matière d'énergie nous éclaire sur des aspects cruciaux à garantir dans la société. Les services énergétiques sont essentiels pour un pays, son développement et le bien-être de sa population. Cette section s'intéresse aux risques sur la qualité de vie tels qu'exprimés par les ménages.

Table 1.1 – Opinion publique en matière d'énergie en France

Dimension	Item	Part de la population française qui considère cet item comme :	
		Absolument nécessaire	Au moins nécessaire
Ressources financières	Pouvoir payer ses factures à temps	64%	97%
Conditions de logement	Un logement sans fuites dans le toit ou sans infiltrations (dans les murs, sols, fondations)	69%	97%
	Un logement avec de l'eau chaude courante	74%	98%
	Pouvoir chauffer son logement de manière appropriée	64%	98%
	Un logement bien entretenu et dans un bon état général (sans peinture qui s'écaille ni fissures dans les murs)	42%	89%
	Un logement sans trop de problèmes environnementaux	36%	83%
Biens durables	Réfrigérateur	55%	97%
	Lave-linge	41%	87%
	Une cuisinière assez grande pour tout le monde dans le foyer	37%	88%
	Réparer ou remplacer d'importants équipements électriques (tels qu'un réfrigérateur ou un lave-linge)	48%	93%
	Voiture	30%	74%
Nécessités de base	Avoir accès aux transports publics locaux	37%	91%
Total des items dont le score est >50%		5/12	12/12

Source : Eurobaromètre Spécial n°279 "Pauvreté et Exclusion", 2007

Des enquêtes ont été menées pour examiner ce que la population considère nécessaire pour avoir un niveau de vie décent (Eurobarometer, 2007)¹³. Les mé-

¹³L'enquête européenne « Eurobaromètre Spécial n°279 – Pauvreté et Exclusion » réalisée en 2007 par TNS Opinion et Social a interviewé 26466 citoyens européens dans les 27 pays membres (dont 1031 français) et vise à évaluer l'opinion publique sur la pauvreté et l'exclusion sociale. Les ménages ont été interviewés sur un ensemble d'éléments qui concernent les ressources financières, les besoins en matière de logement, la propriété de biens durables, les nécessités de base et l'intégration sociale. Sur les 74 éléments de l'enquête, 11 éléments sont liés à l'énergie. Le tableau montre qu'ils concernent les ressources financières (1 élément), le logement (4 éléments), les équipements électriques (4 éléments) et la mobilité (2 éléments).

nages ont été interviewés sur un ensemble d'éléments dont certains sont liés à l'énergie. Pour chaque élément, il leur est demandé s'ils le perçoivent comme absolument nécessaire, nécessaire, désirable mais non nécessaire, ou pas du tout nécessaire. Parmi les 11 éléments liés à l'énergie, tous sont perçus au moins nécessaires et cinq sont perçus absolument nécessaires par la majorité des français. La privation dans ces items traduit ainsi la perception d'une qualité de vie non décente, qui renvoie à la pauvreté et l'exclusion sociale. En matière d'énergie, la mise en place de politiques publiques visant à améliorer ou préserver ces items pourrait ainsi contribuer à garantir un accès de tous aux services énergétiques perçus comme essentiels pour mener une vie décente.

En matière de transition écologique, l'adhésion de la population est également un paramètre important¹⁴. Une politique qui impacte trop fortement le pouvoir d'achat ou qui dégrade la qualité de vie risque en effet d'être rejetée. Au contraire, si elle est accompagnée de mesures qui préservent voire améliorent des éléments perçus comme essentiels, alors la transition pourra être reçue positivement par la population. Des efforts de sensibilisation et de pédagogie sur les gains et pertes potentiels pourraient permettre une meilleure compréhension des enjeux de la transition énergétique et faciliter l'adhésion de la population. L'opinion publique pourrait alors influencer les choix politiques et se transformer en opportunité de mettre en place une transition ambitieuse.

Ainsi, cette section retrace comment, au cours du temps, l'énergie a pris une place croissante dans nos modes de vie. Un certain nombre de facteurs techniques, socio-économiques et géographiques contribuent aujourd'hui à alimenter une vulnérabilité croissante face à un choc sur les prix de l'énergie. Je vais maintenant montrer que c'est la combinaison de ces facteurs qui caractérise les situations de précarité énergétique.

¹⁴<http://www.siglab.fr/fr/les-francais-et-la-transition-energetique-une-inquietude-pour-le-present-une-chance-pour-lavenir>
<https://www.equilibredesenergies.org/03-07-2017-les-francais-et-la-transition-energetique-je-t-aime-moi-non-plus>

1.3 LA PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE : UN PROBLÈME CONTEMPORAIN ?

Dans un premier temps, j'ai introduit le concept de précarité énergétique comme des difficultés pour satisfaire un ensemble de services énergétiques essentiels dans le logement et la mobilité. Cependant, il n'existe pas de consensus sur la définition de la "précarité énergétique". Il est difficile de s'accorder sur une définition satisfaisante, en partie parce que l'énergie n'est pas une fin en soi, mais qu'elle est un vecteur nous permettant de remplir des services énergétiques. Il est également difficile de spécifier un critère simple pour déterminer si un niveau de services énergétiques est acceptable ou non. À partir d'une revue de la littérature académique, ainsi que de la base de données Factiva qui répertorie les publications dans la presse, cette section retrace les origines du concept de précarité énergétique, interroge ses contours et sa définition, puis montre en quoi le phénomène diffère de la pauvreté monétaire.

1.3.1 LES ORIGINES DU CONCEPT DE PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE

Différentes définitions de la précarité énergétique sont employées selon les auteurs et les rapports. La table 1.2 récapitule les définitions dominantes utilisées en France, au Royaume-Uni et en Europe.

LE ROYAUME-UNI, PIONNIER

La terminologie de la précarité énergétique - ou "fuel poverty" en anglais - est née au Royaume-Uni dans les années 1970. Suite à la seconde crise pétrolière, une coalition d'associations militantes et de personnalités ont alerté les pouvoirs publics d'un risque croissant de mortalité hivernale consécutive à la hausse des prix de l'énergie et se sont mobilisées pour défendre le "droit à l'énergie" (Lewis, 1982).

Dans la littérature académique, le terme "précarité énergétique" est utilisé pour la première fois en 1983 par Bradshaw et Hutton (1983) pour désigner les ménages qui ont des difficultés à chauffer adéquatement leur logement. En 1991, Boardman (1991) propose une définition plus opérationnelle, qui est depuis devenue une référence et qui est utilisée dans d'autres pays développés. Il s'agit des ménages qui dépensent plus de 10% de leur revenu dans l'énergie. Cette définition de la préca-

rité énergétique est élargie pour inclure d'autres services énergétiques que le chauffage : l'éclairage, la cuisson, et les services rendus par les autres équipements électriques. Par la suite, le gouvernement révisé cette définition et en vient à prendre en compte non plus les dépenses réelles, mais les dépenses requises pour assurer un confort thermique minimal visant à préserver la santé des occupants, ainsi qu'un niveau de dépense minimal pour les autres usages. Cette définition a pour avantage d'inclure les ménages qui se restreignent, dans la mesure où ils ne seraient pas identifiés avec les dépenses réelles.

Toutefois l'indicateur de taux d'effort énergétique présente des failles importantes¹⁵, qui ont pour conséquences de donner une représentation erronée à la fois de l'évolution du phénomène et de l'efficacité des politiques mises en œuvre pour y faire face. Pour faire face à ces critiques, le gouvernement du Royaume-Uni a mis en place un groupe de travail sur la mesure de la précarité énergétique, ce qui l'a mené à redéfinir la précarité énergétique et à adopter un nouvel indicateur officiel (Hills, 2011 ; Hills, 2012 ; Moore, 2012). Depuis 2013, un ménage est dit précaire énergétique s'il a une dépense énergétique théorique¹⁶ supérieure à la médiane nationale ; et si son revenu résiduel, après avoir dépensé ce montant, est inférieur au seuil de pauvreté monétaire. Cet indicateur, appelé LIHC (Low Income High Costs), met l'accent sur les logements les moins efficaces occupés par des ménages aux revenus faibles.

LA FRANCE SUIT DE PRÈS

En France, la terminologie de la précarité énergétique est apparue dans les années 2000. Face à l'augmentation des demandes d'aide au paiement de factures d'énergie, des associations ont souhaité rendre visible les difficultés croissantes d'accès à l'énergie des ménages. Ils pointent l'insuffisance des dispositifs sociaux récemment mis en place pour garantir le droit à l'énergie reconnu par la loi en 2000¹⁷ et appellent à un plan d'action pour traiter durablement la précarité énergétique

¹⁵ Les limites des indicateurs de précarité énergétiques seront discutées dans le chapitre 2.

¹⁶ La dépense énergétique théorique est estimée à partir de l'énergie nécessaire pour fournir un chauffage satisfaisant - selon le type de ménage et le niveau d'occupation - ainsi que qu'un niveau adéquate d'éclairage, d'eau chaude, de cuisson et d'utilisation typique des appareils ménagers (DETR, 2000).

¹⁷ Loi relative à la modernisation et au développement du service public du 10 février 2000.

dans l'habitat (CLER, 2004). Puis des travaux de recherche sur la précarité énergétique ont émergé, comme l'étude du consortium français du projet européen EPEE (2006), le lancement en 2007 du premier programme de recherche et d'expérimentation sur la précarité énergétique¹⁸, ou encore les travaux sociologiques de Devalière (2008) qui sont parmi les premiers à quantifier et caractériser le phénomène dans le contexte français.

C'est depuis les années 2010 que la précarité énergétique s'est imposée comme un sujet de préoccupation majeur. Le nombre d'articles de presse sur la précarité énergétique n'a cessé de grimper depuis 2010, année de l'adoption d'une définition juridique, et ce jusqu'en 2014, année de parution du premier rapport de l'ONPE¹⁹. Le débat est davantage tourné vers les enjeux sociaux de la transition écologique, la précarité énergétique pouvant constituer un frein aux politiques affectant les prix de l'énergie et venant justifier les objectifs de rénovation énergétique des logements les plus inefficaces. Une définition juridique a été adoptée avec la loi Grenelle 2 (2010), qui fait référence en la matière : « *Est en situation de précarité énergétique [...] 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* »²⁰. Chancel et Saujot (2013) en ont proposé une version élargie au secteur du transport - en plus du logement - et qui met en avant les contraintes territoriales et infrastructurelles - en plus des contraintes techniques.

Enfin, d'autres acteurs tels que l'INSEE, la SNTEDD²¹ et l'ONPE ont adopté des définitions opérationnelles qui spécifient un critère statistique pour repérer les situations de précarité énergétique. En effet, la définition juridique française a l'avantage d'être relativement englobante, mais la loi ne préconise pas quels indicateurs utiliser pour quantifier le phénomène. Le taux d'effort énergétique est l'indicateur le plus fréquemment utilisé, notamment parmi les acteurs publics comme

¹⁸Le programme PREBAT 2007 a été lancé par le PUCA, l'ANAH et l'ADEME et vise à soutenir l'innovation dans le domaine de la précarité énergétique, à améliorer la compréhension du sujet et à dégager des moyens d'action concrets de lutte contre le phénomène de la pauvreté énergétique. D'autres programmes PREBAT sur la précarité énergétique ont été lancés en 2011, 2012 et 2013.

¹⁹Requête effectuée sur Factiva avec les mots : "précarité énergétique".

²⁰<https://www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2010/7/12/2010-788/jo/texte>

²¹SNTEDD : Stratégie Nationale de Transition Ecologique vers un Développement Durable

l'INSEE (Devalière, Briant et Arnault, 2011; Cochez, Durieux et Levy, 2015) et la SNTEDD (CGDD, 2017). L'ONPE propose quant à lui de quantifier les situations de précarité énergétique à partir de trois approches. Leur suivi permet alors de considérer différentes facettes du phénomène, des consommations excessives contraintes aux situations de restriction. On retrouve des versions adaptées du taux d'effort énergétique (TEE) et de l'indicateur de bas revenu dépense élevée (BRDE) du Royaume-Uni²², ainsi qu'un indicateur de froid ressenti (ONPE, 2014; ONPE, 2016).

EN EUROPE, LA PRISE DE CONSCIENCE GRANDIT

En dehors de la France et du Royaume-Uni, peu de pays développés ont adopté une définition officielle de la précarité énergétique - on peut aussi citer l'Irlande et la Slovaquie - et il n'existe pas de définition commune à l'échelle européenne²³. Toutefois la prise de conscience sur le sujet grandit en Europe. Le 3^{ème} paquet énergie (2009) souligne l'importance de protéger les consommateurs d'énergie vulnérables, oblige chaque état membre à définir les populations vulnérables dans leur contexte et recommande la mise en place de mesures de protection. En 2013, le Comité économique et social européen dénonce le peu de prise en considération des consommateurs pauvres dans les mesures énergétiques de la Commission Européenne, et adopte un avis avec plusieurs préconisations pour une action concertée européenne²⁴. Depuis, différentes institutions européennes ont fait de la lutte contre la précarité énergétique une de leurs priorités, dont le paquet législatif "Energie propre pour tous les Européens" (2016). Début 2018, pour renforcer ces efforts, la Commission Européenne a lancé un Observatoire Européen de la Pauvreté Énergétique ayant pour objectif d'aider les Etats membres dans leurs efforts de lutte contre la pauvreté énergétique²⁵. Les membres de cet observatoire

²²A noter que les indicateurs du Royaume-Uni ont été adaptés : les dépenses en énergie sont réelles en France alors qu'elles sont modélisées au Royaume-Uni.

²³<http://fuelpoverty.eu/about/>

²⁴<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013IE2517&from=FR>

²⁵Cet observatoire est constitué d'un consortium de 13 organisations, dont des universités, des think tanks et le secteur privé. Il a pour mission de produire des statistiques fiables sur le nombre de ménages en situation de précarité énergétique dans chaque État membre et de contribuer à la diffusion des bonnes pratiques.

proposent une vision plus large du phénomène, qui fait référence à l'incapacité d'atteindre un niveau de services énergétiques domestiques socialement et matériellement nécessaire (Bouzarovski et Petrova, 2015). Cette définition a influencé celles affichées sur les sites de l'EU Fuel Poverty Network²⁶ et de l'Observatoire Européen de la Pauvreté Énergétique²⁷. Enfin, dans la littérature académique, Day, Walker et Simcock (2016) élargissent la perspective en conceptualisant les usages énergétiques sous l'angle des capacités, en s'appuyant sur les travaux d'Amartya Sen. Les auteurs proposent de définir la précarité énergétique comme l'incapacité de réaliser des capacités essentielles résultant directement ou indirectement d'un accès insuffisant à des services énergétiques abordables, fiables et sûrs, en tenant compte des moyens alternatifs raisonnables et disponibles de réaliser ces capacités.

Dans cette thèse, à partir de ces représentations, je propose de définir la précarité énergétique comme concernant les ménages qui font face à des difficultés pour satisfaire un ensemble de services énergétiques essentiels dans le logement ou la mobilité. Cette représentation du phénomène, centrée sur les services énergétiques, permet de s'affranchir d'une quantité minimale d'énergie à garantir tout en permettant des réponses politiques à plusieurs niveaux : fourniture d'énergie, efficacité énergétique, accès aux alternatives, normes de consommation. Cette définition a aussi l'avantage d'englober une diversité de services énergétiques qui peuvent concerner aussi bien le logement que la mobilité. Si la notion de capacité est plus riche, sa définition et son périmètre sont aussi plus difficiles à saisir. Dans un souci de praticité, la définition retenue dans l'essentiel de cette thèse s'appuie sur les services énergétiques. Les chapitres 3 et 4 exploreront quant à eux la précarité énergétique selon l'approche par les capacités.

²⁶ « Fuel poverty, which is also known as energy poverty, occurs when a household is unable to achieve the most basic levels of energy for adequate heating, cooling, cooking, lighting and use of appliances in the home. »

²⁷ « Energy poor households experience inadequate levels of essential energy services, due to a combination of high energy expenditure, low household incomes, inefficient buildings and appliances, and specific household energy needs. »

Table 1.2 – Définitions de la précarité énergétique selon les acteurs en France, au Royaume-Uni et en Europe

Pays	Définition	Source
	Fuel poverty refers to the inability to afford adequate warmth at home.	Bradshaw, 1983
UK	A fuel poor household is unable to obtain an adequate level of energy services, particularly warmth, for 10 per cent of its income	Boardman, 1991
	A fuel poor household is one that cannot afford to keep adequately warm at reasonable cost. The most widely accepted definition of a fuel poor household is one which needs to spend more than 10% of its income on all fuel use and to heat its home to an adequate standard of warmth. This is generally defined as 21°C in the living room and 18°C in the other occupied rooms – the temperatures recommended by the World Health Organisation.	DEFRA, 2001
	A household is said to be in fuel poverty if : they have required fuel costs that are above average (the national median level) and if were they to spend that amount they would be left with a residual income below the official poverty line.	Hills, 2012
Europe	Fuel poverty refers to a household's difficulty, sometimes even inability, to adequately heat its dwelling, at a fair price.	EPEE, 2006
	One possible way to quantify fuel poverty is to count households that spend more than a pre-defined threshold share of their overall consumption expenditure on energy products.	EC, 2010
	Fuel poverty refers to the inability to attain a socially and materially necessitated level of domestic energy services.	Bouzarovski et al., 2015
	Energy poverty can be positioned as an inability to realise essential capabilities as a direct or indirect result of insufficient access to affordable, reliable and safe energy services, and taking into account available reasonable alternative means of realising these capabilities.	Day et al., 2016
France	Une personne est en situation de précarité énergétique lorsqu'elle éprouve dans son logement des difficultés particulières à disposer de la fourniture d'énergie nécessaire à la satisfaction de ses besoins élémentaires en raison de l'inadaptation de ses ressources ou de ses conditions d'habitat.	Loi Grenelle 2, 2010
	La précarité énergétique est une situation de faible revenu disponible, combinée à des dépenses énergie et transport élevées, dues à un certain nombre de contraintes techniques, territoriales ou infrastructurelles.	Chancel et al., 2013 (Iddri)
	Un ménage est dit en situation de précarité énergétique lorsque : 1/ ses dépenses énergétiques sont supérieures à 10% de son revenu*, 2/ ses dépenses d'énergie réelles sont supérieures à la médiane des dépenses d'énergie et, le revenu restant par UC (après dépenses logement) est inférieur à 60% de la médiane, 3/ il déclare une sensation de froid*. * Parmi les ménages ayant un niveau de vie inférieur ou égal au 3 ^e décile.	ONPE, 2014
	Un ménage est dit précaire énergétique si son taux d'effort énergétique est supérieur à un certain seuil, fixé au double de la médiane des taux d'effort nationaux. La notion de précarité énergétique est ici étendue aux déplacements en voiture pour aller au travail, faire des achats ou accéder à certains services.	INSEE, 2015
	Un ménage est en situation de "vulnérabilité énergétique" en raison du poids excessif de ses dépenses énergétiques pour leur logement (chauffage, eau chaude) ou pour leurs déplacements dans leur budget.	SNTEDD, 2016

1.3.2 DE LA PRÉCARITÉ...ÉNERGÉTIQUE

Repartir de la définition de la "précarité" - au sens large - aide à mieux comprendre les contours du concept de précarité énergétique. La "précarité" correspond à une

situation d'insécurité pouvant mener à la pauvreté - autrement dit c'est une pauvreté potentielle²⁸. La pauvreté, telle que définie par l'INSEE, correspond à un « *état de manque en terme de biens (économique et de ressources de santé) ou de position sociale telle que la personne est incapable de vivre de la même façon que la moyenne des autres personnes de la société* ». De la même manière, la précarité énergétique peut être comprise comme une rupture par rapport aux normes de la société dans laquelle on vit - normes de consommation et de confort - qui pourrait se traduire ultimement par des manques ou privations en matière d'énergie²⁹.

Si le terme "précarité énergétique" est relativement récent dans les discours - pour rappel, il apparaît dans les années 1970 au Royaume-Uni et 2000 en France - le phénomène est lui peut-être ancien. Les conditions de vie, notamment en matière d'efficacité énergétique du logement, étaient plus mauvaises dans les années 1970 (période où les premières réglementations thermiques sont apparues) qu'aujourd'hui. Le phénomène est-il vraiment nouveau ? Pourquoi le nomme-t-on aujourd'hui ? D'une part, c'est lorsque les prix de l'énergie ont atteint des records historiques lors des chocs pétroliers de 1979-1981, puis de 2003-2008, que l'impact sur le pouvoir d'achat des ménages et leur capacité à se chauffer adéquatement sont devenus source de préoccupation. Plus récemment, ce sont aussi les politiques de la transition écologique qui aiguissent l'attention sur le sujet, du fait qu'elles pourraient amplifier la croissance des prix de l'énergie. D'autre part, au cours de cette même période, les services énergétiques ont pris une place plus centrale dans nos vies, notamment à travers la généralisation des équipements ménagers, l'émergence des technologies de l'information et de la communication, et la croissance de la mobilité quotidienne (section 1.2). Ces évolutions, parce qu'elles ont augmenté notre dépendance à la consommation d'énergie, ont rendu inaccep-

²⁸Selon la définition de Joseph Wresinski adoptée par le Conseil économique et social français en 1987, la précarité définit la condition qui résulte d'« *absence d'une ou de plusieurs sécurités, notamment celle de l'emploi, permettant aux personnes et aux familles d'assumer leurs obligations professionnelles, familiales et sociales et de jouir des droits fondamentaux. L'insécurité qui en résulte peut être plus ou moins étendue et avoir des conséquences plus ou moins graves et définitives. Elle conduit à la grande pauvreté quand elle affecte plusieurs domaines de l'existence, quand elle devient persistante, quand elle compromet les chances d'assumer à nouveau ses responsabilités et de reconquérir ses droits par soi-même* ».

²⁹La privation matérielle est un concept initialement développé par Townsend (Townsend, 1987) et maintenant utilisé pour mesurer le risque de pauvreté et d'exclusion sociale, notamment en Europe (Guio, Gordon et Marlier, 2012).

tables certaines difficultés en matière d'énergie. La précarité énergétique est ainsi spécifique à une époque et à une société données - par rapport à la moyenne des autres personnes de cette société. Elle devient particulièrement prégnante dans un contexte de transition écologique qui devrait passer par une augmentation des prix de l'énergie, au moins pendant une phase transitoire.

1.3.3 UN PHÉNOMÈNE QUI DIFFÈRE DE LA PAUVRETÉ MONÉTAIRE

Il est tentant de penser que la précarité énergétique est un problème de pauvreté monétaire. Cette confusion se retrouve dans les débats publics, si bien que le revenu est aujourd'hui l'unique critère utilisé pour cibler les outils de lutte contre la précarité énergétique existants en France, comme les aides au paiement de factures ou les subventions à la rénovation énergétique - ces aides sont présentées plus largement dans la section 1.6. Toutefois, si l'énergie - ou plutôt son manque - est devenue source potentielle de pauvreté, la précarité énergétique se distingue de la pauvreté monétaire. Les ressources monétaires en sont une composante importante, mais je vais montrer, à travers des exemples, que ces deux phénomènes ne se recoupent que partiellement.

Tout d'abord, un ménage peut être pauvre sans être précaire énergétique. Prenons l'exemple d'un couple vivant avec un unique SMIC qui réside dans un HLM en centre-ville. Si son logement est bien isolé et qu'il a accès aux transports en commun, alors il n'y a pas de raison que ce ménage soit privé de chauffage et de mobilité. Au contraire, il est possible d'être précaire énergétique sans être pauvre. Par exemple, un ménage percevant des revenus modestes (deux SMIC) qui est locataire d'un logement mal isolé dont le propriétaire refuse de faire des travaux, peut éprouver des difficultés à se chauffer suffisamment. Ce ménage est précaire énergétique mais pas pauvre au sens monétaire : ses revenus sont supérieurs au seuil de pauvreté, mais ils ne lui permettent pas de mener une vie décente. Prenons un autre exemple, celui d'un ménage propriétaire accédant qui voit son système de chauffage central tomber en panne : il voudrait le remplacer par une chaudière performante, mais l'investissement initial est trop coûteux au regard de ses ressources disponibles (après remboursement de l'emprunt en cours). Dans le transport, on peut penser à un ménage périurbain dont l'accès aux transports en commun est li-

mité - voire non disponible - long, peu fréquent et souvent concentré sur des plages horaires réduites - qui peuvent ne pas coïncider avec ses horaires de travail. On peut aussi penser à un ménage propriétaire d'un vieux véhicule diesel. Son véhicule subit une perte de valeur importante sur le marché de l'occasion - par rapport aux modèles plus propres. S'il souhaite effectivement le remplacer par un véhicule plus performant, sans accès à l'emprunt, le montant du reste à payer reste souvent trop élevé pour de nombreux ménages, et ce malgré l'aide apportée par le bonus écologique.

Dans ces exemples de précarité énergétique - parmi d'autres - il est important de remarquer que les ménages concernés n'ont pas toujours la maîtrise de leurs conditions de vie : la décision de rénover un logement revient au propriétaire et non au locataire, l'investissement dans un équipement efficace dépend de l'accès au crédit, etc. Ce manque de maîtrise soulève des interrogations dans le cadre de la transition écologique.

1.3.4 LES DÉTERMINANTS DE LA PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE

En matière d'énergie, les facteurs qui fragilisent les ménages sont bien connus des chercheurs (EPEE, 2006). La précarité énergétique se situe au croisement de trois facteurs : la hausse des prix de l'énergie, les contraintes économiques, et l'inadéquation des conditions de vie en matière d'habitat et de mobilité.

LES PRIX DE L'ÉNERGIE

Depuis les années 1980 jusqu'aux années 2000, les prix de l'énergie ont augmenté moins vite que l'inflation, mais depuis les années 2000, la croissance des prix de l'énergie s'est accélérée. On observe notamment deux pics autour des années 2008 et 2012-2013, qui s'expliquent par l'envolée du prix du pétrole, qui dépassa les 100\$ le baril sur ces périodes. Si les prix de l'énergie sont redescendus à un niveau relativement bas depuis 2015, on peut s'attendre à ce qu'ils augmentent prochainement, avec d'une part les politiques écologiques (hausse de la taxe carbone, rattrapage de la fiscalité du diesel sur l'essence, etc.) et d'autre part de possibles tensions sur le marché du pétrole (tendance à la hausse à long terme avec la raréfaction des ressources, volatilité des prix à court terme qui favorise les basculements).

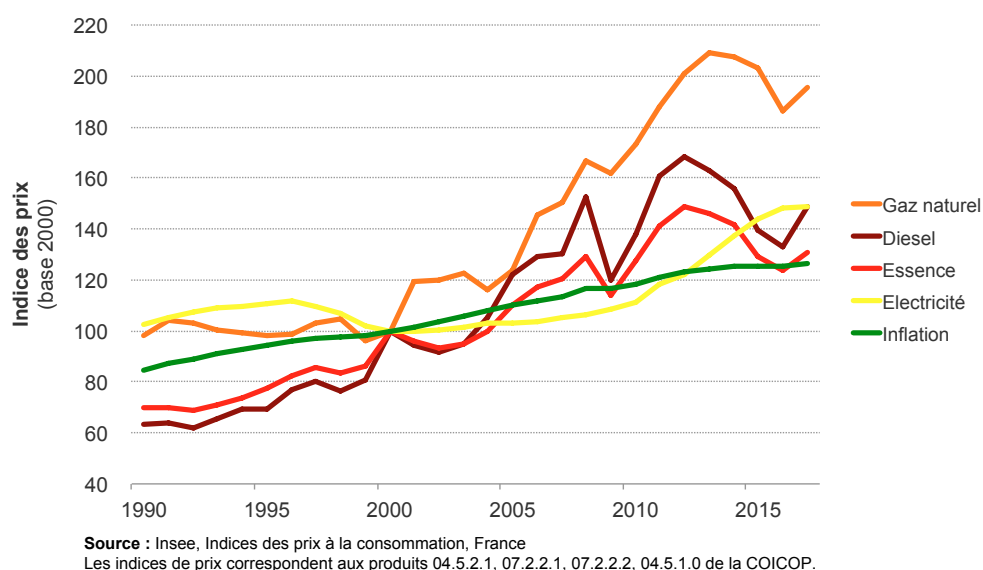


Figure 1.6 – Evolution de l'indice des prix à la consommation des énergies et de l'inflation (1990-2017)

LA SITUATION ÉCONOMIQUE

La pression financière ressentie par les ménages modestes peut amener à des situations de restriction, des retards de paiement ou à des coupures des fournisseurs. Un ménage qui vit dans un logement correctement isolé mais qui manque de ressources monétaires - par exemple parce qu'il traverse une situation instable comme la perte d'emploi, la maladie ou le veuvage - pourrait avoir des difficultés à payer ses factures en énergie, du fait qu'il doit faire face à d'autres défis financiers plus urgents. Si le niveau de vie n'a globalement cessé de progresser sur la période 1970-2000, on observe un repli depuis la crise financière de 2008. Depuis, la pression budgétaire des ménages a augmenté du fait d'une progression de la pauvreté et du chômage ainsi que d'un déclin du pouvoir d'achat. En conséquence, l'écart se creuse entre les plus pauvres et le reste de la population. Entre 2005 et 2015, le nombre de pauvres a augmenté de près d'un million de personnes, pour atteindre 8,9 millions de personnes pauvres en 2015, soit 14,2% de la population française (Observatoire des Inégalités)³⁰. Autre facteur : pour les ménages modestes, les dé-

³⁰La progression a été particulièrement forte entre 2008 et 2012, suite à la crise économique. Si depuis 2012 la pauvreté semble stagner, ce résultat est trompeur. La pauvreté est mesurée relativement au niveau de vie médian - le seuil de pauvreté est fixé à 60% du niveau de vie médian

penses contraintes (logement, énergie, eau, assurance, téléphone, etc.) ont augmenté plus vite que leur revenu sur les vingt dernières années. La principale raison tient à l'augmentation continue de la dépense de logement à un rythme supérieur à celui de l'inflation (+3,4% vs +2,3% par an entre 1979 et 2005), ainsi qu'à celle des prix de l'énergie (voir ci-dessus). En conséquence, le reste à vivre - après dépenses contraintes - décroît. Notons que l'on observe une reprise de l'activité économique depuis 2015, qui pourrait se traduire, à terme, en une amélioration du pouvoir d'achat des ménages.

LES CONDITIONS DE VIE

Les conditions d'habitat et de mobilité déterminent l'intensité d'un service énergétique, et donc in fine le prix à payer pour remplir ce service énergétique. Un ménage qui manque de capacité financière pour investir dans des équipements efficaces, ou qui n'a pas accès à des alternatives moins énergivores, encourt un risque plus élevé de basculer dans la précarité énergétique. Dans cette section, je montre que les conditions d'habitat et de mobilité sont inégalement réparties entre les ménages et les territoires.

Dans le logement, les besoins en énergie seront d'autant plus grands que le logement est mal isolé, que le chauffage est peu performant ou que les équipements domestiques sont énergivores. Par exemple, en France, 30% des logements consomment plus de 330 kWh/m²/an. Pour une même surface habitable et une même température intérieure, ces ménages devraient théoriquement dépenser environ 6 fois plus dans l'énergie par rapport à s'ils habitaient dans un logement répondant aux normes de la RT2012. Le type de chauffage est un autre facteur explicatif de la dépense en énergie. Or les modes de chauffage diffèrent entre zones urbaines (chauffage collectif souvent alimenté au gaz de réseau ou tout électrique) et les zones peu denses (chauffage individuel alimenté au fioul domestique, au bois ou tout électrique). On peut aussi citer la performance énergétique des équipements domestiques. En particulier, le froid alimentaire représente le premier poste de consommation d'électricité des ménages hors chauffage (26%). Or, en 2015, la majorité

(définition officielle en Europe). Or en 2015, le niveau de vie médian est inférieur à son niveau de 2011. Ainsi pour un même revenu, des personnes considérées pauvres en 2011 ne le sont plus en 2015.

des réfrigérateurs vendus étaient classés A ou A+ (ADEME, 2017b). Pourtant, les réfrigérateurs classés A+++ consomment en moyenne 70% d'électricité en moins que les appareils classés A+ dotés des mêmes options³¹. Ce constat se retrouve pour les autres équipements électriques comme le lave-linge, le lave-vaisselle, le sèche-linge, les télévisions, l'éclairage, etc.

Dans le transport, de manière similaire, les besoins en énergie sont d'autant plus grands que les véhicules sont moins performants, que les alternatives à la voiture individuelle font défaut, ou que les distances pour accéder aux services de la vie quotidienne sont grandes. Par exemple, si les véhicules proposés à la vente sont de plus en plus performants, l'âge moyen du véhicule est de 11 ans parmi les ménages modestes. Ces véhicules sont plus polluants - ils répondent aux normes Euro 3 en matière de pollution - et leur consommation énergétique est supérieure à celle des véhicules récents. L'accès aux alternatives à la voiture est inégalement réparti sur le territoire. Les zones peu denses présentent généralement un accès aux transports en commun limité - voire non disponible - et la marche à pied et le vélo sont des options envisageables pour les seuls trajets courts de quelques kilomètres. C'est aussi une question d'accessibilité aux services de la vie quotidienne, qui renvoie aux enjeux de développement des territoires. Par exemple, les zones peu denses sont moins bien desservies en services de santé, alors même que la population y est vieillissante. Pour les actifs, il s'agit d'accéder aux bassins d'emploi, or on observe une dissociation croissante entre le lieu de résidence et le lieu d'emploi parmi les ménages modestes³².

³¹L'impact écologique d'un équipement est d'autant plus faible que son utilisation est économe en énergie et que sa durée de vie est allongée. Il s'agit donc d'investir dès à présent dans les équipements les plus efficaces et de prolonger au maximum leur durée de vie - pour amortir l'énergie consommée lors des phases de fabrication et de transport.

³²En France, la hausse des prix des loyers pousse de nombreux ménages à vivre plus loin des centres villes, où ils peuvent accéder à des logements d'une taille convenable. Cet éloignement peut conduire à une hausse des coûts de transport et une plus forte dépendance à la voiture, ce qui peut peser sur le budget (Coulombel et Leurent, 2012) et devenir un obstacle à l'emploi (LMI, 2016).

1.4 LA PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE : QUELS COÛTS POUR LA SOCIÉTÉ ?

1.4.1 LA PAROLE AUX PRÉCAIRES ÉNERGÉTIQUES

Il est essentiel de voir la précarité énergétique à travers ceux qui la vivent. A partir d'exemples réels issus d'un reportage photographique qui se concentre sur la dimension logement (Maresca et Lacombe, 2016), l'expérience quotidienne des ménages en situation de précarité énergétique montre la nature multidimensionnelle du phénomène. On peut distinguer trois types de manifestation de la précarité énergétique. Les ménages peuvent mettre en œuvre des stratégies d'adaptation pour en limiter l'ampleur, ils peuvent subir des conditions de vie dégradées, et/ou encore être impactés sur leur santé.

Les stratégies d'adaptation. Les ménages ajustent leurs comportements pour pallier au froid. Le portrait photographique montre des ménages qui se replient dans une seule pièce - jusqu'à tous dormir dans le salon - qui cherchent la chaleur ailleurs - en allant au centre commercial, chez d'autres personnes - qui vivent les volets fermés - pour isoler du froid extérieur. En complément, ils sont nombreux à enfiler plusieurs couches de vêtements. On trouve des ménages qui n'utilisent qu'un unique chauffage d'appoint qu'ils déplacent au besoin pour chauffer différentes pièces. Faire sécher son linge peut devenir un défi, certains l'étalent au sol la nuit, quand d'autres l'emmènent chez des amis. (Devalière, 2009)

Les conditions de vie dégradées. La précarité énergétique est souvent associée à des conditions de vie dégradées, autrement dit des privations matérielles. On peut citer l'absence d'un chauffage central fonctionnel (ou tout électrique performant), la présence d'humidité et de moisissures (sur les murs, les fenêtres, le mobilier), les installations de chauffage défectueuses (panne, mauvais réglage), la faible isolation du logement, l'absence d'aération, etc.

Les conséquences sur la santé. Chez les ménages qui s'imposent des restrictions sur le chauffage, on observe fréquemment des problèmes de santé : aggravation de l'asthme, allergies dues aux moisissures, débuts de pneumonie,

rhumes à répétition. Les enfants aussi sont affectés, notamment par l'asthme et les allergies (voir section 1.4.2).

Fatima, 60 ans, mariée, mère au foyer, 4 enfants dont deux handicapés, propriétaire d'un pavillon à Nanterre (Hauts-de-Seine)

« Les convecteurs électriques sont d'origine, ils ont 34 ans... des "grille-pains" dont on ne se sert plus. J'utilise un poêle à pétrole que je déplace de la cuisine au salon. En haut, on utilise un chauffage d'appoint sur le palier pour toutes les chambres. La nuit, j'éteins tout les chauffages jusqu'au petit-déjeuner et fais sécher mon linge par terre. Nous n'avons pas les moyens d'installer le chauffage au gaz, pas de loisir et encore moins de repos. Manger avec une veste n'est pas agréable. On peut se priver d'un beefsteak mais pas de chauffage. »



© Stéphanie Lacombe

Source : Maresca & Lacombe (2016)

Romane, 22 ans, mariée, 1 enfant et enceinte du second, en recherche d'emploi, locataire en immeuble Mèze (Hérault).

« Nous sommes arrivés dans cet appartement il y a 6 mois. Depuis ma fille est malade, bronchites, bronchiolites, début de pneumonie. Sa chambre est froide, je mets le thermostat à 25° pour atteindre les 17°, son matelas est noir de moisissure et les murs sont tachés, il n'y a ni ventilation ni aération. Notre médecin traitant connaît la situation de cet immeuble et nous conseille de déménager. Le propriétaire n'est pas tenu de faire les travaux bien que notre logement soit classé indécemment, c'est affligeant. En attendant de trouver une solution, nous dormons tous les trois dans le salon. »



© Stéphanie Lacombe

Figure 1.7 – Extraits du portrait photographique

Dans le transport, les enjeux de la précarité énergétique se présentent différemment. La voiture n'est qu'un mode de déplacement parmi d'autres, si bien que ne pas l'utiliser n'est pas un problème si l'on a accès à des alternatives - alors que ne pas se chauffer l'hiver est un problème. Toutefois les enjeux de la précarité énergétique dans le transport n'en sont pas moins importants que dans le logement, mais ils sont plus délicats à identifier : ils dépendent de nombreux facteurs propres à chaque ménage, tels que l'accès à des alternatives à la voiture individuelle et l'adéquation de ces alternatives aux besoins particuliers de mobilité du ménage - comme le lieu et les horaires de travail (Mattioli, Lucas et Marsden, 2017).

Les conséquences de la précarité énergétique dans la mobilité renvoient aux enjeux d'inclusion sociale, tels que l'accès à l'emploi, à la santé et autres motifs de déplacements quotidiens. Une étude préliminaire menée en 2016 par l'association Wimoov apporte un éclairage de terrain du phénomène (Wimoov et Domo-

france, 2016). Les résultats d'entretiens qualitatifs montrent quatre constats. Premièrement, la problématique budgétaire, bien qu'existante, est très souvent ignorée des ménages. Ils connaissent mal les frais mensuels liés à l'utilisation de la voiture. Deuxièmement, les ménages souhaitent avant tout amortir l'investissement du véhicule par une forte utilisation. Les autres modes de transport sont rarement considérés une fois un véhicule acquis. Troisièmement, l'utilisation de la voiture comme mode de déplacement principal découle à la fois d'une méconnaissance des alternatives potentiellement pertinentes et d'une reproduction sociale. Quatrièmement, le changement de pratiques de mobilité est une démarche qui soulève de nombreuses interrogations et inquiétudes chez les ménages interrogés. Les critères de confort et de sécurité, ainsi que de temps, sont mis en avant comme frein au changement. Au final, il ressort de cette étude que la dépense en carburant est souvent perçue comme incompressible au regard des besoins de déplacement de ces ménages.

1.4.2 UN PROBLÈME DE SANTÉ PUBLIQUE

Cette section a pour objectif de décrire les impacts de la précarité énergétique sur la santé des ménages. Si les liens entre précarité énergétique et santé sont difficiles à démontrer, un certain nombre d'études existent, notamment sur les effets du mal logement sur la santé. Comment le fait de vivre dans un logement mal isolé aggrave-t-il l'état de santé ? Quel est l'impact de la privation de chauffage sur la santé ? Et de la privation de fraîcheur ? L'état de la connaissance est présenté sur les impacts de l'exposition au froid, de l'exposition au chaud, ainsi que sur les autres impacts indirects sur la santé des ménages.

EXPOSITION AU FROID

L'exposition au froid a des conséquences négatives sur la santé, qui se traduisent principalement en pathologies cardiovasculaires et respiratoires. Les mécanismes physiologiques sont bien connus. D'une part, une baisse de la température intérieure est associée avec une augmentation de la pression sanguine et du rythme cardiaque, ce qui augmente les risques d'accident cardio-vasculaire et de crise cardiaque. D'autre part, le froid est associé avec une augmentation de la broncho-

constriction et de la production de mucus, ce qui augmente le risque de développement d'infections broncho-pulmonaires et de crises d'asthme. Les populations les plus vulnérables sont celles qui passent le plus de temps dans leur logement (elles sont plus exposées) et ayant un système immunitaire moins résistant au froid (elles sont plus sensibles). Les personnes âgées sont particulièrement affectées, du fait de pathologies préexistantes fréquentes, de la plus faible résistance au froid et d'un temps plus important passé au domicile. La précarité énergétique affecte également la santé des enfants, en particulier les problèmes respiratoires comme l'asthme. Enfin, elle risque d'exacerber les problèmes de santé des personnes souffrant de maladies chroniques. Deux types d'études s'intéressent au lien entre santé et précarité énergétique : celles qui évaluent l'impact du froid intérieur sur la mortalité ou sur la morbidité.

MORTALITÉ

En France, on observe environ 23 000 décès supplémentaires entre décembre à mars, soit une augmentation de la mortalité de 13,5% l'hiver par rapport au reste de l'année (Healy, 2003). Cet excès de mortalité, appelé surmortalité hivernale, est du même ordre de grandeur que d'autres causes de décès évitables : 73 000 décès liés au tabac, 50 000 décès liés à l'alcool, 48 000 décès liés à la pollution atmosphérique. Le froid intérieur est l'un des principaux facteurs contribuant à la surmortalité hivernale, il en explique environ un tiers (Braubach, 2011). Des études montrent que le risque de mortalité est d'autant plus faible que l'efficacité énergétique des logements est plus élevée, que ce soit entre pays (Healy, 2003) ou au sein d'un même pays (FOE, 2011). Avec une surmortalité hivernale de 13,5%, la France se situe dans la moyenne européenne. Un objectif souhaitable serait d'atteindre les taux observés les plus bas, qui se situent autour de 10% dans les pays scandinaves. Si leur climat est plus froid, leur parc de logement est de meilleure qualité sur le plan énergétique.

MORBIDITÉ

Le froid intérieur augmente l'incidence de pathologies mineures telles que le rhume et a pour effet d'exacerber des problèmes de santé chroniques, un simple rhume

pouvant par exemple se transformer en infection pulmonaire. Deux types d'études existent : celles qui comparent des groupes de ménages exposés et non exposés, celles qui comparent les mêmes ménages avant et après des travaux de rénovation énergétique du logement. En France, le sujet est encore émergent. Toutefois de premières études ont été menées localement (Ledésert, 2014). Elles montrent que le mauvais confort thermique est associé à un mauvais état de santé et à plusieurs pathologies : les bronchites chroniques, l'arthrose, l'anxiété et la dépression, les migraines. Plus récemment, une étude montre qu'après des travaux de rénovation, on observe une amélioration de l'état de santé - essentiellement en terme de santé perçue - ainsi qu'une diminution de la consommation de psychotropes et de visites chez le médecin (Ledésert, Gazaix et Buresi, 2016). Des effets bénéfiques s'observent également chez les enfants.

EXPOSITION À LA CHALEUR EXCESSIVE

Si les risques associés à l'exposition au froid suscitent de l'intérêt, les impacts sur la santé de l'exposition à la chaleur sont encore peu abordés en matière de précarité énergétique. Pourtant la chaleur constitue également un risque pour une partie de la population. Premièrement on observe une relation en U entre le taux de mortalité et la température, ce qui signifie qu'à partir d'un certain seuil, la température augmente le risque de décès (Braubach, 2011 ; Iñiguez et al., 2010). Une forte température altère la capacité de thermorégulation de l'organisme humain et peut provoquer un état d'hyperthermie. Deuxièmement, cette problématique est en fait bien connue dans le cas particulier de l'exposition à une chaleur extrême : les vagues de chaleur. Par exemple on estime que la canicule de l'été 2003 fut à l'origine de 70 000 morts excédentaires en Europe, dont environ 20 000 en France (Robine et al., 2008). De plus, parmi ces décès, de fortes corrélations ont été trouvées avec les conditions de vie, la pauvreté, l'isolement et la mauvaise santé (Poumadere et al., 2005). Enfin, ce risque pourrait fortement augmenter dans l'avenir du fait du réchauffement climatique. Une étude récente estime qu'actuellement 30% de la population mondiale est exposée au moins 20 jours par an à des conditions de chaleur potentiellement mortelles (Mora et al., 2017). A partir de 2050, l'augmentation de surmortalité estivale pourrait plus que compenser la réduction

de surmortalité hivernale (Ballester et al., 2011). Les politiques de prévention et l'utilisation de systèmes de climatisation pourraient limiter les impacts négatifs de la chaleur sur la santé.

LES AUTRES EFFETS DE LA PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE SUR LA SANTÉ

Les ménages en situation de précarité énergétique adoptent des comportements à risques qui peuvent indirectement avoir un impact négatif sur leur santé. Certains ménages utilisent des chauffages d'appoint, dont le combustible (fioul, bois, gaz) est source d'émissions polluantes (risque d'intoxication au monoxyde de carbone). D'autres ménages bouchent les orifices d'aération, ce qui entraîne une mauvaise qualité de l'air intérieur par accumulation de polluants et excès d'humidité (moisissures et acariens). D'autres ménages ne chauffent qu'une seule pièce, ce qui entraîne une promiscuité favorable à la propagation de germes pathogènes et susceptible d'altérer les relations entre individus (conséquence sur la santé mentale). Certains ménages font face à des difficultés pour réfrigérer et cuire leurs aliments, favorisant les risques d'intoxication alimentaire. Le froid augmente également le risque d'accidents domestiques (chutes de personnes âgées). Enfin, la précarité énergétique peut avoir un impact sur la santé mentale (anxiété et dépression).

ELÉMENTS D'ANALYSE COUT-BÉNÉFICE

La précarité énergétique représente un coût pour le système de santé. Elle augmente la demande en soins de santé l'hiver, et elle induit une augmentation de la mortalité hivernale/estivale évitable. Si les situations de précarité énergétique regroupent plusieurs réalités, la faible performance énergétique du logement en est une cause majeure. Un logement inefficace sur le plan énergétique est plus coûteux et plus difficile à chauffer. C'est pourquoi la rénovation énergétique des logements peut se traduire en bénéfices sanitaires. Cela peut permettre de réaliser des économies en dépenses de santé pour les ménages et pour l'Etat, et ainsi contribuer à baisser la pression financière exercée sur la sécurité sociale.

S'il est difficile de démontrer et de caractériser les effets de la précarité énergétique sur la santé, plusieurs analyses se sont intéressées à évaluer les coûts et les bénéfices de politiques de rénovation des logements. La plupart évaluent les

coûts attribués au mal-logement, ce qui comprend des facteurs liés à la précarité énergétique mais aussi des problèmes de surpeuplement, d'insalubrité, etc. Par exemple, une étude récente d'Eurofound a chiffré les coûts médicaux directs et indirects attribuables à six caractéristiques du mal-logement (Ahrendt et al., 2016). En France, les coûts médicaux directs sont évalués à 930 millions d'euros par an. Il s'agit essentiellement du coût des soins de santé. Les coûts indirects pour la société sont estimés à près de 20 milliards d'euros par an (presque 20 fois plus). Il s'agit des coûts liés à la perte de vies humaines et à la perte de productivité, cette dernière étant due aux accidents ou encore à l'absentéisme au travail et à la baisse d'apprentissage des enfants. Ainsi sur le seul plan sanitaire, le retour sur investissement est estimé à seulement 2,2 ans. Cette durée est encore plus courte si l'on ajoute les bénéfices environnementaux.

D'autres études s'intéressent au coût de la mauvaise qualité de l'air intérieur. A nouveau, ces études comprennent des facteurs liés à la précarité énergétique, comme l'humidité et les moisissures, ainsi que des substances nocives telles que les perturbateurs endocriniens, les nanomatériaux, etc. Les moisissures sont présentes dans un tiers des logements français selon l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI). En 2014, l'ANSES et l'OQAI ont estimé le coût induit par une mauvaise qualité de l'air intérieur en France à près de 20 milliards d'euros par an. L'aération et les systèmes de ventilation sont primordiaux pour garantir une bonne qualité de l'air dans les logements. Moins nombreuses, des études s'intéressent plus spécifiquement au coût de la précarité énergétique. Au Royaume-Uni, des travaux de recherche ont cherché à évaluer le coût de la précarité énergétique pour le système de santé publique et ont montré qu'un euro investi dans la rénovation thermique permettait d'économiser 0,42 € sur le système de santé publique (Liddell, 2008). Ce gain correspond à la surmortalité hivernale évitée, il ne reflète pas les pathologies chroniques et hivernales. S'il n'existe pas de travaux scientifiques équivalents en France, on peut citer une étude récente réalisée par un bureau d'étude pour l'initiative Rénovons et qui estime que la rénovation énergétique d'un logement assurerait à l'Etat 1,06€ de bénéfice net pour chaque euro investi, dont une partie due aux économies sur la santé - liées à une plus faible occurrence de pathologies chroniques et hivernales (Rénovons, 2017).

1.4.3 LES ENJEUX D'INCLUSION SOCIALE

Cette section a pour objectif de décrire les impacts de la précarité énergétique sur l'inclusion sociale. L'évolution de notre société implique plus de mobilité et une plus grande dépendance à la voiture. Le droit à la mobilité est aujourd'hui défendu par de nombreux acteurs du fait que la mobilité apparaît comme "le droit des droits", en ce qu'elle permet l'accès aux autres droits : « *Pouvoir se déplacer dans nos sociétés urbanisées est devenu indispensable. Les droits au travail, au logement, à l'éducation, aux loisirs, à la santé, etc., passent ainsi par une sorte de droit générique qui commande tous les autres : le droit à la mobilité* » (Ascher, 2004). Lorsque les ménages sont confrontés à des dépenses de mobilité trop élevées par rapport à leur budget, ils peuvent éprouver des difficultés à se déplacer soit parce qu'ils sont contraints de subir des trajets pénibles ou de limiter leurs déplacements. Ces difficultés de mobilité entrent alors en contradiction avec le droit à la mobilité : elles contribuent à une perte progressive d'intégration sociale (loisirs, visites aux proches), professionnelle (démarches administratives, emploi) et sanitaire (hôpitaux, centres de soins). Il s'agit avant tout de garantir un droit à l'accès aux aménités de la vie quotidienne. Ceci soulève des préoccupations majeures, en particulier face au vieillissement de la population et face au risque d'un progressif enclavement des territoires peu denses.

ACCÈS À L'EMPLOI

Les difficultés de mobilité peuvent constituer un frein pour l'accès à l'emploi. Six à huit millions de personnes en âge de travailler sont potentiellement concernées par des difficultés de mobilité ayant un impact sur leur intégration sociale et professionnelle, dont 4,7 millions vivant en-dessous du seuil de pauvreté, selon une étude réalisée par le bureau d'étude Auxilia (2013). Ne pas avoir accès aux transports, pour les plus pauvres, peut en effet conduire à refuser des offres d'emploi ou à ne pas regarder les offres trop loin.

Les freins peuvent être matériels. Ne pas posséder le permis de conduire ou une voiture implique généralement un périmètre de recherche d'emploi plus restreint autour du lieu de domicile. Or on observe un taux de chômage plus élevé chez ces ménages (Orfeuil, 2015). Toutefois, si avoir une voiture permet une meilleure

intégration au marché de l'emploi, elle ne garantit pas un meilleur niveau de vie du fait de son coût : un aller-retour en voiture de 20km coûte environ un quart du Smic en carburant.

Les freins peuvent également être géographique. C'est l'hypothèse du "mauvais appariement spatial" ou "spatial mismatch" en anglais. Selon cette hypothèse, les ménages pauvres pourraient être confrontés à de plus fortes barrières à l'emploi du fait d'une plus grande distance aux emplois (Gobillon, Selod et Zenou, 2007 ; Thisse, Wasmer et Zenou, 2003). D'une part, l'efficacité de leur recherche d'emploi serait diminuée du fait d'une moindre connaissance des opportunités les plus éloignées (Wasmer et Zenou, 2002). D'autre part, les individus pourraient refuser des emplois éloignés s'ils impliquent des temps de transport domicile-travail trop longs et donc des coûts de transport trop élevés par rapport au salaire proposé. De manière similaire, ils pourraient être réticents à accepter un emploi qui implique le déménagement vers une zone où les loyers sont plus élevés. Si de nombreuses études valident empiriquement l'hypothèse du spatial mismatch aux Etats-Unis, la question reste peu étudiée dans le contexte français.

VIEILLISSEMENT DE LA POPULATION

Si les personnes âgées se déplacent moins que le reste de la population du fait de l'arrêt des déplacements domicile-travail, la tendance est à une hausse de leur mobilité pour les autres motifs. Pascal Pochet (2003) met en évidence que les personnes âgées sont de plus en plus motorisées et qu'elles utilisent de plus en plus la voiture en France. Pour autant, parmi la population âgée de plus de 60 ans, une personne sur trois serait touchée par un problème d'immobilité - elle ne sort pas de chez elle pendant plus de 24h (Auxilia, 2014). Le défi du vieillissement de la population et l'inégalité d'accès aux services numériques viennent alourdir ce constat. Les personnes de plus de 60 ans représentent un quart de la population française en 2014, elles seront 32% en 2060 selon l'INED. Celles de plus de 75 ans devraient passer de 5% à 16%.

Les habitants des territoires peu denses, qui représentent 34% de la population française, ont des activités comparables à celles des habitants des villes, toutefois leur mobilité a plusieurs spécificités. Les services y sont plus éloignés. Les distances de déplacement y sont plus élevées en raison de l'éloignement des bassins d'emploi et des aménités (santé, formation, courses, administratif, etc.) (INSEE, 2016). Les transports collectifs y sont aussi moins disponibles. L'organisation des réseaux de transports collectifs classiques y est peu développée et moins performante du fait d'une plus grande dispersion entre les lieux de vie et les destinations. Par exemple, 80% des ménages ne disposent pas d'une ligne de transport en commun à moins de 1km. En conséquence, la population y est en majorité captive de l'automobile pour ses déplacements quotidiens. Notons également que, dans certaines villes, les ménages modestes accédants à la propriété sont repoussés hors des centre-villes : ils recherchent les logements les moins onéreux. Si le taux d'effort logement est globalement peu sensible à la localisation résidentielle, le taux d'effort transport augmente à mesure que l'on s'éloigne des centre-villes (Coulombel et Leurent, 2012). En conséquence, le taux d'effort résidentiel (logement + transport) augmente également, passant du tiers à la moitié des ressources disponibles parmi les accédants (Orfeuil, 2004).

1.5 LA PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE : UN FREIN À LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ?

Si les enjeux de la précarité énergétique ne sont pas nouveaux, ils prennent une importance accrue dans le cadre de la transition écologique pour deux raisons. Certaines politiques écologiques risquent d'exacerber le phénomène, parce qu'elles affectent le prix de l'énergie - comme une taxe sur le carbone. Au contraire, d'autres politiques se renforcent mutuellement, parce qu'elles partagent les mêmes objectifs - comme la rénovation énergétique des logements, l'amélioration de l'efficacité énergétique des équipements ou encore la sobriété énergétique.

Cette section a pour objectif de rappeler les défis écologiques liés à la consommation d'énergie. Celle-ci, parce qu'elle est essentiellement d'origine fossile, est

source d'externalités négatives, en particulier sur le climat³³. Je décrirai quelle part des émissions de gaz à effet de serre françaises provient de la consommation d'énergie directe des ménages dans le logement et la mobilité, ainsi que les objectifs français en matière de lutte contre le changement climatique. Puis je présenterai les enjeux sociaux associés à la mise en place de politiques énergie-climat, en particulier les implications en matière d'équité.

1.5.1 LE DÉFI CLIMATIQUE

La consommation d'énergies fossiles est à l'origine d'une grande quantité d'émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère depuis l'ère industrielle. Ces émissions émises par l'homme sont dites anthropiques, elles s'ajoutent aux émissions de gaz à effet de serre naturelles déjà présentes dans notre atmosphère. Elles s'accumulent dans l'atmosphère ce qui a pour effet d'amplifier l'effet de serre. La concentration variait typiquement entre 200 ppm et 300 ppm avant 1800. Depuis, elle a augmenté drastiquement pour dépasser les 400 ppm en 2015. En conséquence, la température de notre planète se réchauffe. En 2016, la température globale moyenne a augmenté d'environ 1°C par rapport à la moyenne depuis 1880.

Les effets des changements climatiques se font déjà ressentir avec une augmentation de l'intensité des phénomènes extrêmes (vagues de chaleur, inondations, sécheresses, etc.), la montée des eaux et la fonte des glaciers, le réchauffement et l'acidification des océans, ainsi que des impacts sur les écosystèmes, la biodiversité et les services qu'ils nous rendent. Dans le cadre de l'accord de Paris, 195 pays se sont engagés à limiter le réchauffement en dessous de 2°C. Pour atténuer le changement climatique, il est nécessaire de réduire les émissions de gaz à effet de serre provenant des activités humaines. Ces émissions proviennent en majeure partie de l'utilisation d'énergies fossiles - le reste provient en majeure partie de l'agriculture. Pour respecter nos engagements, on estime que 80% des réserves fossiles doivent rester enfouies dans le sol.

Dans le cadre de la loi de transition énergétique (2015), la France s'est engagée à réduire de 40% ses émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2030 (par rapport à 1990) et le plan climat fixe le cap de la neutralité carbone à l'horizon 2050. La

³³Les enjeux de pollution de l'air constituent un autre défi écologique majeur associé à la consommation d'énergie, mais ils ne sont pas traités dans cette thèse.

France s'est également engagée à réduire de 50% la consommation énergétique finale en 2050 (par rapport à la référence 2012) en visant un objectif intermédiaire de 20% en 2030. Pour mettre en œuvre une économie bas-carbone, la France développe une Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) qui fixe un budget carbone - une quantité maximale d'émissions de gaz à effet de serre sur une période - et une trajectoire de baisse des émissions - déclinée par secteurs d'activité dont le transport et le logement.

En France, le logement et la mobilité sont deux secteurs prioritaires pour atteindre ces objectifs. Aujourd'hui, les secteurs du logement et du transport sont responsables de presque 50% des émissions de gaz à effet de serre en France³⁴ (SOeS, 2015). Le secteur du transport est le premier poste d'émissions en France avec 27,6% en 2013. Il représentait 22,0% en 1990 et 25,4% en 2000. La contribution du transport aux émissions françaises est donc croissante. Au sein du transport, le transport routier est très nettement le plus gros contributeur avec 94,3% des émissions du secteur du transport. Concrètement, le transport routier a produit 125 millions de tonnes équivalent CO₂ en 2013, dont 58% proviennent des véhicules particuliers - soit 15,1% des émissions de gaz à effet de serre totales de la France. Le secteur du résidentiel/tertiaire est le second poste d'émissions avec 20,1% des émissions en 2013. La part du résidentiel/tertiaire est également croissante - elle représentait 16,2% des émissions en 1990. Le volet résidentiel est responsable de 63% des émissions des bâtiments - soit 62 millions de tonnes équivalent CO₂ en 2013 ou encore 12,7% des émissions de gaz à effet de serre totales de la France.

Dans le secteur des transports, la SNBC vise une baisse de 65% des émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2050 (par rapport à 1990) et de 22% d'ici à 2028. Dans le secteur du résidentiel/tertiaire, elle vise une baisse de 85% des émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2050 et de 50% d'ici à 2028 (MTES, 2015). Or sur la période 1990-2013, les émissions du transport et des bâtiments ont augmenté de 12% et 11% respectivement³⁵. La France s'est dotée d'objectifs climatiques ambi-

³⁴ Il s'agit des émissions territoriales, c'est-à-dire émises sur le territoire français, et non des émissions liées à la consommation, qui incluent quant à elles les émissions des biens importés et excluent celles des biens exportés. Les négociations climatiques portent sur les émissions territoriales.

³⁵ Ces croissances des émissions du transport et du logement ont néanmoins été compensées

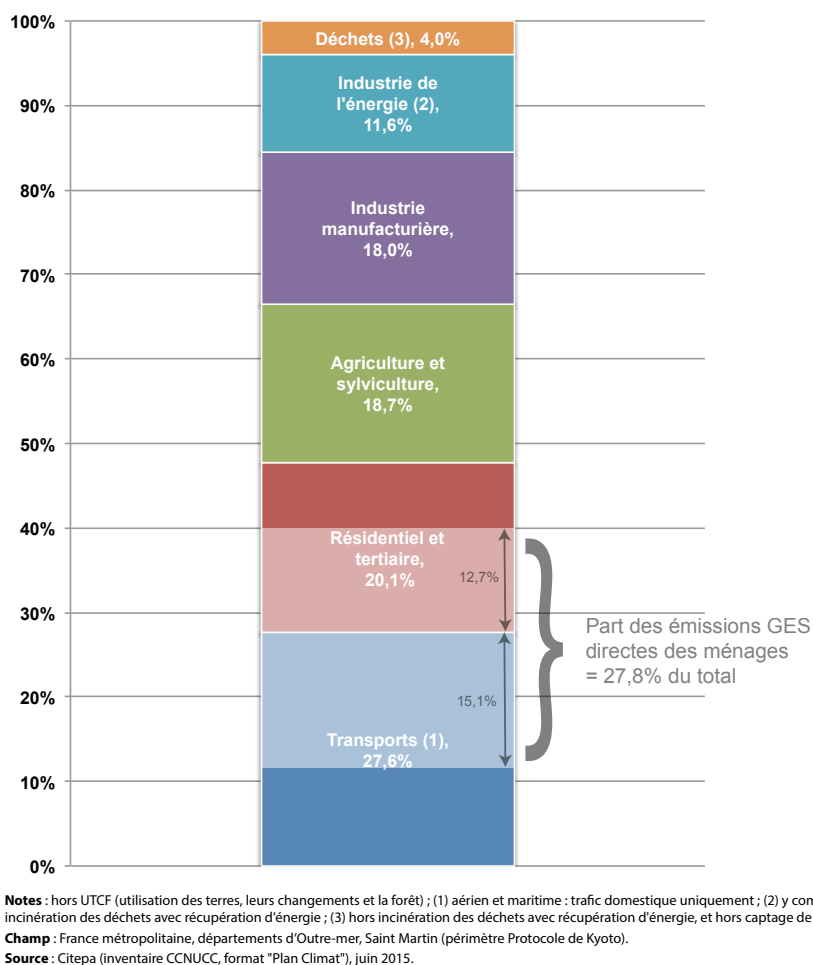


Figure 1.8 – Répartition par source des émissions de GES en France en 2013

teux qui appellent à la mise en œuvre de mesures fortes. La rénovation et la mobilité sont deux chantiers prioritaires. Dans l'actualisation de son scénario énergie-climat 2035-2050, l'ADEME appelle à accélérer les mesures pour être en mesure de se placer sur une trajectoire compatible avec les objectifs de long terme. Pour cela, différents leviers d'action pourront être mobilisés.

Dans le transport, on peut citer le report modal vers des transports non-carbonés,

par une réduction des émissions dans les autres secteurs, si bien que les émissions totales de la France ont globalement baissé de 11% sur la période 1990-2013. Les émissions du transport et du résidentiel/tertiaire ont essentiellement augmenté jusqu'en 2004. Depuis 2008, elles ont commencé à baisser et stagnent.

l'augmentation du taux d'occupation des véhicules, l'électrification des véhicules, l'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules, l'intensité carbone des carburants, et des solutions de maîtrise de la demande de mobilité (développement du télétravail, accès aux services à distance, repenser l'urbanisme, favoriser les filières courtes, etc.).

Dans le logement, on peut citer la rénovation énergétique des logements (lever les barrières à l'investissement, développer des plateformes territoriales de la rénovation énergétique), l'adoption de comportements vertueux, le renforcement des exigences réglementaires (considérer tout le cycle de vie de la construction, exiger une performance énergétique minimale pour la mise en location) et la maîtrise des consommations d'électricité spécifique (éco-conception des équipements électriques, mise à disposition de l'information sur les consommations...).

1.5.2 LES ENJEUX SOCIAUX DE LA FISCALITÉ CARBONE

Les enjeux écologiques appellent à la mise en place de politiques ambitieuses et rapides. En matière de climat, la France s'est dotée d'objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre ambitieux et d'actions fortes dans sa loi de transition énergétique (2015), objectifs dont l'ambition a été relevée dans le plan climat (2017). On peut s'interroger sur les implications en termes d'équité.

Il existe aujourd'hui un large consensus parmi les économistes sur la nécessité de donner un prix au carbone (Gollier et Tirole, 2015; Cramton, Ockenfels et Stoft, 2015). Que ce soit via un marché de quotas ou une taxe, ces instruments seraient les plus efficaces pour réduire les coûts d'une politique climatique. En France, une taxe sur les émissions de CO₂ a été introduite en 2014. Officiellement appelée "composante carbone", elle est directement intégrée dans les taxes existantes sur les consommations d'énergie. Son montant est proportionnel aux émissions de CO₂ dans le but d'internaliser les externalités climatiques résultant de la consommation d'énergie. Concrètement elle donne un signal prix aux consommateurs. En France, la taxe carbone affecte toutes les énergies consommées par les ménages - dont le gaz de réseau, le fioul domestique, l'essence et le diesel - sauf l'électricité, celle-ci étant déjà couverte par le marché carbone européen. Son montant

augmente progressivement avec le temps - de 7€/tCO₂ en 2014 à 30,50€/tCO₂ en 2017 - et la loi sur la transition énergétique prévoit 100€/tCO₂ d'ici 2030 pour respecter nos engagements climatiques. Plus récemment, les objectifs ont été relevés. La loi de finance 2018 acte une accélération de la trajectoire carbone, qui est passée à 44,60€/tCO₂ en 2018 - à la place des 39€/tCO₂ qui étaient programmés. Cela pose la question des enjeux distributifs et de l'impact sur les personnes précaires. A terme, la taxe carbone devrait entraîner une baisse de la facture énergétique pour les ménages, mais durant la transition vers une société bas carbone, sa conséquence directe est d'augmenter les coûts pour se déplacer et se chauffer (CGDD, 2016). Elle pourrait générer trois types d'impacts sociaux : perte de pouvoir d'achat des ménages - du fait de l'augmentation des prix des énergies -, aggravation des inégalités économiques - si elle pèse plus fortement sur le budget des plus modestes -, et exacerbation de certains risques sociaux - notamment en matière de précarité énergétique.

En France, la récente accélération de la trajectoire carbone réveille les enjeux d'acceptabilité de la taxe carbone. Ces enjeux avaient mené à de multiples échecs par le passé, dont la taxe carbone de 2009 et son chèque vert (Combet, Gherzi et al., 2010 ; Missemmer et Swaton, 2017). Si une taxe sur les émissions de CO₂ a effectivement été mise en place en 2014 en France, elle ne répond pas mieux aux préoccupations qui avaient mené aux précédents échecs. Le succès de sa mise en place est avant tout dû à la baisse concomitante du coût de l'énergie depuis 2014 ainsi qu'à une faible médiatisation. Toutefois la montée en puissance du montant de la taxe ravive des interrogations quant à son acceptabilité future. Pour construire une fiscalité environnementale efficace et acceptable, il serait souhaitable de respecter trois grands principes : « *l'affirmation du principe pollueur-payeur, la fixation de taux de taxe en rapport avec le niveau des dommages environnementaux et la redistribution intégrale des recettes fiscales ainsi obtenues* » (Chiroleu-Assouline, 2015). Sur ces points, la taxe carbone actuelle peut être améliorée.

Premièrement, elle est encore très peu connue du grand public. Or, par rapport à un changement de prix moyen, les changements de prix induits par des taxes peuvent induire des réponses comportementales plus importantes (Davis et Kilian, 2011). De tels changements sont persistants dans le temps de sorte que les ménages peuvent anticiper. De plus, ils sont souvent accompagnés par une cou-

verture médiatique qui peut générer un effet propre. Les expériences étrangères, notamment en Suède et en Colombie-Britannique, montrent que les émetteurs de CO₂ ajustent leurs comportements lorsqu'ils anticipent une hausse durable du prix du carbone (Murray et Rivers, 2015 ; Andersson, 2017). En France, la taxe carbone n'a pas été pleinement assumée politiquement jusqu'ici et elle passe inaperçue pour les citoyens. Elle n'apparaît pas sur les factures d'énergie car elle est intégrée aux TIC³⁶ et le gouvernement communique peu dessus. Dans ce contexte, il est difficile d'attendre qu'elle incite les citoyens français à modifier leurs comportements sans exposer explicitement ses objectifs.

Deuxièmement, elle est présentée comme un outil pour verdir la fiscalité, ainsi elle traduit une logique de rendement fiscal plus qu'un véritable outil incitatif pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Son objectif premier devrait être de modifier les comportements énergétiques vers plus de sobriété carbone, c'est-à-dire en favorisant les économies d'énergie et les énergies les moins émettrices, au contraire d'autres taxes, comme la TVA ou les TIC, qui sont des taxes de rendement ayant pour objectif d'alimenter le budget de l'Etat. En France, l'un des grands principes budgétaires des finances publiques est le principe d'universalité budgétaire, qui se traduit dans la règle de non-affectation des recettes. Apparu sous la Restauration, ce principe implique que l'ensemble des recettes de l'Etat soient rassemblées en une masse commune sur laquelle doit s'imputer l'ensemble des dépenses. Autrement dit, il interdit l'utilisation d'une recette particulière pour le financement d'une dépense particulière. Ce principe permet notamment plus d'optimalité dans la gestion du budget de l'Etat. Ce principe, qui s'applique aux taxes de rendement, peut néanmoins être questionné dans le cas d'une taxe incitative, comme une taxe carbone. Pour une meilleure acceptabilité politique, affecter intégralement les recettes, plutôt que de les confondre dans la masse budgétaire globale, permettrait au contribuable de percevoir explicitement l'intérêt de la taxe carbone qu'il paie.

Le troisième point, qui fait suite à l'argument précédent, est qu'aucun dispositif de recyclage des recettes de la taxe carbone n'a été proposé jusqu'ici. Parmi les économistes, différentes options de recyclage sont débattues : investir dans la transition écologique afin de favoriser l'innovation verte et d'accélérer la transition ; réduire d'autres impôts, comme les taxes sur le travail ou le capital, afin de relan-

³⁶Pour rappel, les TIC font références aux taxes existantes sur la consommation d'énergie.

cer l'activité économique et de bénéficier d'un double-dividende (Goulder, 1995 ; Bovenberg, 1999) ; redistribuer aux acteurs affectés par la taxe, afin de préserver la compétitivité des entreprises et de ne pas creuser les inégalités ; réduire le déficit public. Si le choix de l'affectation des recettes dépend des priorités en terme d'efficacité économique et d'équité, il est essentiel d'afficher de manière transparente les choix retenus. En France, il est difficile de tracer précisément l'utilisation des recettes de la taxe carbone. D'une part, la taxe carbone est intégrée dans des taxes existantes sur la consommation d'énergie (TICPE, TICGN et TICC³⁷), si bien que ce sont ces taxes que l'on peut tracer, et non la composante carbone elle-même. D'autre part, ces trois TIC alimentent en majeure partie le budget général de l'Etat, par conséquent elles ne peuvent être fléchées vers une utilisation spécifique. En 2014, 2015 et 2016, les TIC ont été intégralement affectées au budget général de l'Etat (hors exceptions pour d'autres motifs). Malgré la règle de non-affectation, le gouvernement annonçait en 2016 que les 3/4 des recettes de la composante carbone étaient reversés aux entreprises via le Crédit d'Impôt pour la Compétitivité et l'Emploi (CICE) et 1/4 était reversé aux ménages via les taux réduits de TVA applicables aux travaux de rénovation énergétique des logements et en faveur du logement social et du logement intermédiaire³⁸. Depuis 2017, une partie des recettes des TIC est directement affectée au financement du développement des énergies renouvelables, via la création d'un Compte d'Affectation Spéciale Transition Energétique. En particulier, la loi de finance 2017 affectait à ce compte 39,72% du produit de la TICPE et 9,09% du produit de la TICC³⁹. Le reste restait affecté au budget général. La loi de finance 2018 affecte à ce compte un montant des recettes en valeur, et non plus en pourcentage - afin de pallier aux éventuels aléas de prévisions de rendement de ces taxes. Le montant de TICPE affecté est augmenté de 184 millions d'euros - ce qui représente 5,5% de la hausse de la TICPE en 2018 - pour atteindre 7,166 milliards d'€ et celui de TICC reste stable à 1 million d'€⁴⁰.

Si l'on considère que la taxe carbone est avant tout une taxe corrective des ex-

³⁷TICPE : Taxe Intérieure de Consommation sur les Produits Energétiques
TICGN : Taxe Intérieure de Consommation sur le Gaz Naturel
TICC : Taxe Intérieure de Consommation sur le Charbon

³⁸<http://www.senat.fr/rap/a15-230/a15-2305.html>

³⁹En 2017, les montants qui ont été affectés à ce compte sont évalués à 6,983 milliards d'€, dont 6,982 milliards d'€ de la TICPE et 1 million d'€ de la TICC.

⁴⁰<http://www.senat.fr/rap/a17-113-1/a17-113-16.html>

ternalités environnementales, et non de rendement, il serait souhaitable que les recettes qu'elle génère soient redistribuées, au moins en partie, aux ménages pour préserver leur pouvoir d'achat. Ce principe de compensation était recommandé par le Comité de la Fiscalité Ecologique à la création de la composante carbone et figure explicitement dans deux lois : la loi Grenelle I (2009) et la loi de transition énergétique (2015) ⁴¹. Si la question n'est pas forcément d'éliminer toutes les inégalités d'impacts, en revanche certaines pourraient ne pas être conformes aux principes de justice sociale. En particulier, il serait souhaitable de réduire les inégalités d'impact qui affectent le plus la lutte contre la précarité énergétique, car elles génèrent des difficultés à satisfaire des besoins en services énergétiques essentiels. Le soutien public à une meilleure redistribution pourrait être facteur de protection sociale. C'est également important pour garantir l'acceptabilité sociale d'une taxe carbone ambitieuse. Plus les impacts renforcent les inégalités, moins les personnes affectées seront en mesure d'approuver la mise en place d'une mesure ambitieuse.

1.6 LES POLITIQUES D'ACCOMPAGNEMENT DES MÉNAGES

Rendre la transition écologique accessible appelle à la mise en place de politiques d'accompagnement. En particulier, certaines politiques écologiques - comme la taxe carbone - vont probablement amener à des augmentations du prix de l'énergie, ce qui risque d'exacerber le phénomène de la précarité énergétique. Au contraire, d'autres politiques pourraient se renforcer mutuellement, parce qu'elles partagent les mêmes objectifs - comme la rénovation énergétique des logements, l'amélioration de l'efficacité énergétique des équipements ou encore la sobriété énergétique. Comment le problème de la précarité énergétique est-il abordé par l'Etat ? De quels outils dispose la France pour lutter contre la précarité énergétique ? Quelles sont les perspectives dans le cadre de la transition écologique ?

⁴¹La loi Grenelle I appelait l'État à étudier la création d'une contribution climat énergie et précisait que cette contribution serait « *strictement compensée par une baisse des prélèvements obligatoires de façon à préserver le pouvoir d'achat des ménages et la compétitivité des entreprises* ». La loi de transition énergétique prévoit, quant à elle, que « *l'élargissement progressif de la part carbone [soit] compensé, à due concurrence, par un allègement de la fiscalité pesant sur d'autres produits, travaux ou revenus* ».

1.6.1 LE CADRE LÉGAL

En France, la précarité énergétique s'est imposée comme un sujet de préoccupation majeur depuis les années 2000. Par rapport au Royaume-Uni, où la question de la précarité énergétique avait émergé du fait de ses implications sanitaires, le débat est davantage tourné vers les enjeux sociaux de la transition écologique.

En juillet 2010, une définition juridique de la précarité énergétique a été adoptée par l'Article 3 bis A de la loi Grenelle 2 (voir section 1.3). Le gouvernement a ensuite mis en place un observatoire national de la précarité énergétique (ONPE) ayant pour mission d'assurer la mesure du phénomène et le suivi des politiques publiques associées. L'ONPE deviendra opérationnel en 2012 et présentera son premier rapport en 2014. L'adoption d'une définition officielle et d'un organisme chargé d'évaluer le phénomène ont permis de reconnaître le problème et de le porter à l'agenda politique, constituant ainsi les premières étapes vers la construction d'une stratégie de lutte contre la précarité énergétique.

En février 2013, dans le cadre d'un avis sur l'efficacité énergétique, le Conseil Economique Social et Environnemental (CESE) émet plusieurs préconisations en faveur d'un renforcement des mesures d'aide aux ménages en situation de précarité énergétique (CESE, 2013).

En août 2015, la loi de transition énergétique pour la croissance verte fait de la lutte contre la précarité énergétique une des priorités nationales de la politique énergétique de la France. Parmi les sept objectifs communs figurent : "Lutter contre la précarité énergétique" et "Affirmer un droit à l'accès de tous à l'énergie sans coût excessif au regard des ressources des ménages". L'article 3 précise que « La France se fixe comme objectif de rénover énergétiquement 500 000 logements par an à compter de 2017, dont au moins la moitié est occupée par des ménages aux revenus modestes, visant ainsi une baisse de 15% de la précarité énergétique d'ici 2020 ». Pour mettre en œuvre la loi de transition énergétique, la France a également adopté une stratégie nationale de transition écologique vers un développement durable 2015-2020 (SNTEDD). Celle-ci identifie quatre enjeux écologiques majeurs et fixe le cap en matière de développement durable. Un tableau de bord de 72 indicateurs a été établi pour rendre compte de son impact, dont des indicateurs d'impacts sociaux et de vulnérabilité énergétique. Enfin, la stratégie nationale bas

carbone (SNBC) préconise de renforcer la lutte contre la précarité énergétique, notamment pour compenser les impacts de la fiscalité écologique, avec pour priorité la mise en œuvre d'instruments de réduction structurelle de consommation.

1.6.2 LES OUTILS DE LUTTE CONTRE LA PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE

Lutter contre la précarité énergétique nécessite de mettre en place des politiques publiques ciblées sur les facteurs qui fragilisent les ménages - revenu disponible, prix de l'énergie, conditions de vie (section 1.3.4). Les leviers d'actions sont de deux ordres : les aides curatives et les aides préventives⁴².

Les aides curatives. Les aides curatives visent à aider les ménages aux revenus modestes à payer leurs factures d'énergie. L'objectif est d'apporter une aide d'urgence pour protéger les ménages d'un prix trop élevé de l'énergie - parce qu'ils n'ont pas les moyens d'amortir les chocs de prix sur l'énergie, ni de changer rapidement leurs pratiques. L'aide peut prendre la forme d'une réduction sur la facture d'énergie ou d'un transfert monétaire. Les aides curatives relèvent d'une approche de court terme.

Les aides préventives. Les aides préventives visent à traiter les causes en agissant sur les conditions d'habitat et de mobilité. L'objectif est de réaliser des économies d'énergie structurelles et de développer les capacités d'adaptation des ménages. Il peut s'agir d'une aide à la rénovation énergétique du logement, au changement de chauffage, au remplacement du véhicule, à adapter ses pratiques de mobilité, etc. Ces aides se situent à l'intersection entre politique sociale et écologique. Parce qu'elles aident les ménages à réduire leurs consommations d'énergie (en volume), elles permettent de réduire leur facture énergétique (en euros) en même temps que leur impact écologique (en gaz à effet de serre et polluants). En ce sens, elles relèvent d'une approche de moyen et long terme.

La loi de transition énergétique prévoit plusieurs mesures pour accompagner les ménages modestes. Comme aide curative nationale, on trouve le chèque énergie.

⁴²Un recensement des outils existants de lutte contre la précarité énergétique peut être trouvé dans une publication récente du RAC, CLER et FNE (2017).

Il s'agit d'une aide au paiement de facture pour les ménages sous conditions de ressources. Le chèque énergie a été expérimenté en 2016 et 2017 dans quatre départements français avant d'être généralisé à toute la France en 2018. Venu remplacer les tarifs sociaux de l'énergie⁴³, il apporte quatre évolutions majeures. Tout d'abord, le chèque énergie concerne toutes les énergies domestiques : gaz et électricité (tout comme les tarifs sociaux), mais aussi fioul domestique, GPL, bois, biomasse, réseaux de chaleur. Ainsi, il ne favorise pas certaines sources d'énergie au détriment d'autres (ce rôle est laissé à la fiscalité écologique). Toutefois les carburants pour le transport en restent exclus. Deuxièmement, il est envoyé une fois par an au domicile des bénéficiaires éligibles, sans qu'aucune démarche administrative ne soit nécessaire, ce qui devrait augmenter le nombre d'ayants droit réellement bénéficiaires (les tarifs sociaux souffraient d'un taux de non recours important d'environ 1 ménage sur 4, notamment du fait de difficultés techniques). Troisièmement, le chèque énergie peut être utilisé de deux façons : pour le paiement des factures d'énergie du logement (tout comme les tarifs sociaux), mais aussi pour le paiement de travaux de rénovation énergétique du logement. Quatrièmement, le montant du chèque énergie varie en fonction du niveau de revenu et de la composition du ménage (et non plus en fonction du niveau de consommation énergétique). En 2018, il est compris entre 48€ et 227€, pour un montant moyen de 150€ par ménage. D'autres aides curatives existent en France, distribuées par d'autres acteurs, comme les fonds de solidarité pour le logement (FSL) dans chaque département, qui fournissent une aide financière pour les personnes qui rencontrent des difficultés pour assurer leurs dépenses de logement. Enfin, depuis 2008, des mesures réglementaires ont été mises en place pour protéger les ménages contre les interruptions de fourniture de gaz et d'électricité en période hivernale.

En addition des aides curatives, il existe plusieurs aides préventives. Sur le plan national, on trouve le programme Habiter Mieux porté par l'Agence nationale de l'habitat (Anah). Depuis 2014 ce programme accorde, sous conditions de revenus, des aides financières pour des bouquets de travaux de rénovation énergétique. Si l'on peut apprécier qu'il ait permis la rénovation d'environ 50 000 logements par an

⁴³ En France, des tarifs sociaux de l'énergie avait été mis en place en 2004 pour l'électricité (TPN) et en 2008 pour le gaz naturel (TSS). Ils correspondaient à une déduction forfaitaire sur les factures d'électricité et de gaz respectivement.

entre 2014 et 2017, il n'atteint pas les objectifs fixés par le gouvernement à 70 000 en 2016 et 100 000 en 2017. Il existe également un crédit d'impôt transition énergétique (CITE), un éco-prêt à taux zéro et des subventions accordées par les collectivités locales. Enfin plusieurs programmes d'accompagnement des ménages modestes ont été initiés dans le cadre des Certificats d'Economies d'Energie (CEE) Précarité Energétique, comme les programmes « Toits d'abord », « Pacte énergie solidarité » ou « SLIME » (Services Locaux d'Intervention pour la Maîtrise de l'Énergie). Dans le transport, on peut citer la prime à la casse qui encourage le remplacement d'un vieux véhicule polluant par une voiture à faible émission carbone (moins de 130 gCO₂/km en 2018). En 2018, cette prime a été élargie à l'achat d'un véhicule d'occasion et le versement est doublé pour les personnes non imposables. En complément, des programmes CEE Précarité Energétique ont été initiés dans la mobilité, comme le programme de l'association Wimoov qui propose un accompagnement personnalisé aux ménages modestes. Il peut s'agir de formations pédagogiques (apprendre à utiliser les transports en commun de sa ville), de solutions financières (financement du permis de conduire) ou encore de solutions matérielles (location d'un vélo ou scooter électrique).

Si les mesures semblent nombreuses, des analyses mettent en avant qu'elles sont néanmoins disparates et interrogent leur capacité à atteindre leur objectif de lutte contre la précarité énergétique. Un rapport de l'ONPE évalue que la réduction de facture énergétique qui permettrait aux ménages de sortir de la précarité énergétique varie en moyenne entre 526€ et 735€ selon la méthode utilisée⁴⁴ (Bernard et Teissier, 2016). Or le chèque énergie a une valeur moyenne de 150€ par ménage en 2018. Dans quelle mesure l'aide proposée permettra-t-elle de soulager les ménages concernés ? Côté rénovation énergétique des logements, des associations soulèvent que la dynamique peine à se lancer. Actuellement, 288 000 rénovations dites performantes de logements privés ont lieu chaque année, dont 54 000 concernent des logements classés F et G - logements les plus inefficaces (OPEN, 2016). Au rythme actuel, il faudrait 140 ans pour rénover l'ensemble des logement

⁴⁴Ces montants correspondent à la différence entre la valeur d'un indicateur parmi les ménages identifiés et le seuil d'identification. Pour le taux d'effort énergétique, la différence entre le taux d'effort moyen des ménages précaires énergétiques et le seuil de 10%. Pour le BRDE, la différence entre la dépense en énergie moyenne des ménages précaires énergétiques et le seuil fixé à la médiane nationale (par m² ou UC).

classés F et G. Une étude de l'Initiative Rénovons estime nécessaire une accélération progressive de 500 000 à 1 000 000 de rénovations performantes par an d'ici 2021 pour atteindre l'objectif fixé par la LTECV - éliminer d'ici 2025 les passoires énergétiques (Rénovons, 2017). On peut également citer un récent rapport d'associations écologistes, qui pointe sur l'insuffisance des efforts actuels et plaide pour accroître l'ambition des politiques de lutte contre la précarité énergétique (RAC, CLER et FNE, 2017).

On peut aussi s'interroger sur l'accès aux politiques d'aides : dans quelles mesures sont-elles accessibles aux ménages qui en auraient le plus besoin ? Par exemple, les ménages aux bas revenus sont les plus susceptibles de connaître la précarité énergétique, mais ils n'ont pas les moyens financiers pour entreprendre des travaux de rénovation de leur logement ou pour investir dans des équipements performants sur le plan énergétique. Les ménages vulnérables sont ceux qui passent le plus de temps dans leur logement et/ou sont les plus sensibles aux conséquences sur la santé de la précarité énergétique, mais ils sont aussi les plus dérangés par des travaux dans leur logement et sont les moins susceptibles de l'accepter. Il peut s'agir des personnes âgées, des handicapés, des ménages avec enfants en bas âge ou encore des personnes souffrant de maladies chroniques. Dans le transport, les alternatives à la voiture leur sont aussi plus difficilement accessibles - freins physiques et psychologiques - et méconnues - inégalité d'accès à l'information. Enfin, on peut aussi citer les ménages locataires, qui sont peu susceptibles de bénéficier d'une rénovation énergétique car le coût est porté par le propriétaire, et non par le bénéficiaire principal.

1.7 PLAN DE LA THÈSE

L'objectif de ce premier chapitre est d'explorer ce que l'objet précarité énergétique nous apprend sur les freins sociaux à la transition écologique. J'ai montré que l'énergie est une ressource centrale de la société (section 1.2) qui rend des services essentiels. En manquer peut devenir source de précarité (section 1.3) et avoir des conséquences sur le bien-être humain (section 1.4). Toutefois, cette même énergie fait face à des défis écologiques d'ampleur qui appellent à des politiques ambitieuses (section 1.5) et soulèvent la question de l'accompagnement des ménages

(section 1.6). De ce diagnostic, nous pouvons retenir que la précarité énergétique correspond aux ménages qui ont des difficultés pour satisfaire un ensemble de services énergétiques essentiels, comme se chauffer ou se déplacer. Elle constitue un enjeu majeur de la politique énergétique française pour au moins deux raisons. D'une part, elle menace le bien-être d'une partie de la population et, d'autre part, elle pourrait constituer un frein à l'adoption de politiques écologiques ambitieuses.

L'objectif, pour l'Etat, est donc de réduire les impacts écologiques de la consommation d'énergie tout en préservant l'accès de tous à des services énergétiques abordables. Cela appelle à développer un ou plusieurs indicateur(s) pour quantifier le phénomène de la précarité énergétique. C'est un objet d'étude complexe parce que la précarité énergétique est un phénomène multiforme (section 1.3) mais néanmoins essentiel car cela renvoie à la question des politiques publiques (section 1.6). Disposer d'indicateurs de précarité énergétique permettrait de repérer les ménages concernés, de cibler les politiques d'aide et de mesurer les progrès réalisés. Aujourd'hui, l'adéquation des politiques de soutien et de leur ciblage avec la situation des ménages reste peu analysée. C'est l'objet de la première partie de cette thèse. Ensuite, je m'intéresserai aux impacts distributifs de la fiscalité carbone mise en place en 2014 en France. Aucun dispositif de redistribution aux ménages des recettes n'a été proposé jusqu'ici - le chèque énergie prévu en 2018 vient remplacer les tarifs sociaux de l'énergie et non compenser les ménages des impacts de la taxe carbone (section 1.5). Si la question de la solidarité de la transition écologique est une question centrale, elle est encore peu regardée. C'est l'objet de la deuxième partie de cette thèse.

Ainsi cette thèse, qui articule les enjeux de la précarité dans le cadre de la transition écologique, pose une double question : Quel(s) indicateur(s) adopter pour quantifier le phénomène et capturer ses multiples dimensions ? Dans quelle mesure la fiscalité carbone pourrait-elle amplifier le phénomène ou, au contraire, constituer une opportunité de le combattre ?

La suite de cette thèse s'organise en deux parties. La partie 1 s'intéresse à la question de la mesure. Au sein de cette partie, le chapitre 2 introduit les débats actuels sur la quantification de la précarité énergétique. Je discute les limites des approches existantes et propose deux pistes d'améliorations qui sont traitées dans les deux chapitres suivants. En particulier, nous verrons que si la diversité des si-

tuations de précarité énergétique constitue un challenge pour mesurer la précarité énergétique, elle motive l'adoption d'approches multidimensionnelles, mieux à même de diagnostiquer l'ampleur du phénomène et d'identifier les ménages les plus désavantagés en matière d'énergie. Le chapitre 3 se concentre sur le secteur du transport encore peu étudié à ce jour – contrairement à la précarité énergétique dans le logement. Je montre les limites de la transposition des indicateurs existants dans le logement pour diagnostiquer la précarité énergétique en matière de mobilité. Ces indicateurs ne tiennent pas compte de trois spécificités du secteur des transports : (1) la diversité des besoins de déplacements, (2) des formes différentes de restriction et (3) l'inégale capacité à s'adapter. Puis je montre l'importance de considérer d'autres dimensions du phénomène – au-delà des aspects budgétaires - en particulier les conditions de mobilité des ménages, afin de refléter les différents facteurs qui contraignent la mobilité des ménages et leurs possibilités d'adaptation. Dans le chapitre 4, la thèse développe une nouvelle mesure de la précarité énergétique pour le logement et le transport en France. Cet Indice de Précarité Énergétique Multidimensionnelle (IPEM) se caractérise par le fait qu'il capture la multiplicité des facteurs qui désavantagent les ménages à un moment donné. En fournissant de l'information sur la distribution jointe des désavantages en matière d'énergie, il offre une image plus globale du phénomène et plus robuste de la situation des ménages - par rapport à un indicateur unidimensionnel. Il peut être décomposé par dimension pour identifier quels facteurs contribuent le plus au phénomène : la dépense en énergie, les conditions de logement/mobilité, les équipements, le niveau de vie, les restrictions. Puis je montre que les ménages identifiés ne se recoupent que partiellement avec ceux identifiés par les indicateurs de taux d'effort énergétique et de pauvreté monétaire. La quantification de l'IPEM dans le contexte français apporte de nouvelles perspectives sur le ciblage des réponses politiques et souligne l'importance de remédier aux dimensions non monétaires de la précarité énergétique.

La partie 2 s'intéresse aux impacts distributifs dans la fiscalité carbone introduite en 2014 en France. Il s'agit de quantifier l'impact sur le budget des ménages de la taxe carbone et de dimensionner des compensations monétaires pour soutenir les ménages le temps de la transition. Le chapitre 5 introduit les enjeux méthodologiques pour les analyses distributives. Je présente les apports de la modélisation par

microsimulation pour analyser les impacts distributifs. Puis, à partir d'une revue de la littérature existante, je décris l'influence des choix de modélisation pour rendre compte de manière satisfaisante de la distribution des impacts. Dans le chapitre 6, je prends pour cas d'étude la taxe carbone introduite en 2014 en France. Taxer le carbone a pour effet de renchérir le coût des énergies fossiles, comme le gaz et le pétrole, que les ménages utilisent pour se chauffer et pour se déplacer. J'analyse son interaction avec la précarité énergétique, puis j'évalue différents scénarios de redistribution aux ménages des recettes de la taxe carbone. Pour cela, je développe un modèle de microsimulation des énergies du logement et du transport en France qui s'appuie sur un échantillon représentatif de la population française (enquête Phébus 2012) et qui simule, pour chaque ménage, les taxes prélevées sur sa consommation d'énergie. Sans une forme d'accompagnement, la taxe carbone s'avère régressive et a pour effet d'augmenter la précarité énergétique. Puis j'évalue différents scénarios de redistribution et montre qu'il est possible de compenser les ménages, et cela en ne recyclant qu'une partie des recettes générées par la taxe.

Enfin, je souhaite apporter quelques dernières précisions sur le contexte de la thèse avant de passer au cœur des travaux. Cette thèse présente une structure hybride entre une collection d'articles et une monographie. Trois chapitres sont rédigés en anglais sous le format d'article. Il s'agit des chapitres 3, 4 et 6 de la partie sur les impacts distributifs de la taxe carbone. En addition, les chapitres 2 et 5 apportent respectivement des éclairages supplémentaires motivant les analyses réalisées dans cette thèse et justifiant les choix méthodologiques retenus pour chacune des deux parties. Ils sont rédigés en français, comme cette introduction et la conclusion générale de la thèse. Il est également à noter que l'emploi du "je" et du "nous" change selon les chapitres. Au moment de la rédaction de cette thèse, le chapitre 3 a donné lieu à une publication académique dans la revue *Energy Research and Social Science* en 2016. Le chapitre 5 est quant à lui publié sous forme de Policy Paper FAERE et en cours de révision dans une revue à comité de lecture. Cet article a reçu en 2017 le prix du second meilleur papier étudiant de l'IAEE (International Association of Energy Economics). Au cours de cette thèse, j'ai eu l'occasion de présenter ces deux articles dans de multiples conférences et séminaires aussi bien en France qu'à l'international : conférence annuelle de l'AFSE, conférence annuelle de la FAERE, conférence européenne de l'IAEE, conférence

annuelle de la FSR Climate, conférence ISEFI, conférence de l'AFSE-DG Trésor, conférence scientifique internationale CCFC, séminaire de la Chaire Economie du Climat, séminaire du LVMT, séminaire étudiant de la FAEE, séminaire annuel de la Chaire MDPP, séminaire de l'IMD. Enfin, l'ensemble des travaux de cette thèse a été nourri par ma participation à deux écoles d'été : l'école d'été d'OPHI (Oxford Poverty and Human development Initiative) sur les mesures de pauvreté multidimensionnelle (Maroc, 2017) et l'école d'été de Lille sur les méthodes quantitatives des sciences sociales (France, 2016).

RÉFÉRENCES

- ADEME (2017a). *Évolution du marché, caractéristiques environnementales et techniques des Véhicules particuliers neufs vendus en France*. fr. Faits & Chiffres. ISBN : 979-10-297-0157-3.
- (2017b). *Ventes d'électroménager par classe énergétique*. Rapp. tech. ADEME.
- Ahrendt, Daphne et al. (2016). *Inadequate housing in Europe : Costs and consequences*. en. Publications Office of the European Union. ISBN : 978-92-897-1478-5.
- Andersson, Julius (2017). "Cars, carbon taxes and CO2 emissions". In : *London : Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment*.
- Ascher, François (2004). "Les sens du mouvement. Modernité et mobilités dans les sociétés urbaines contemporaines". In : *Les sens du mouvement. Modernité et mobilités dans les sociétés urbaines contemporaines*. Belin, p. 20–34.
- Auxilia (2013). *Mobilité, insertion et accès à l'emploi - Constats et perspectives*. Rapp. tech.
- (2014). *Mobilité des seniors en France*. Rapp. tech.
- Ballester, Joan et al. (2011). "Long-term projections and acclimatization scenarios of temperature-related mortality in Europe". en. In : *Nature Communications 2*, ncomms1360. ISSN : 2041-1723. DOI : [10.1038/ncomms1360](https://doi.org/10.1038/ncomms1360).
- Bernard, Charles-André et Olivier Teissier (2016). *Analyse de la précarité énergétique à la lumière de l'Enquête Nationale Logement (ENL) 2013*. Rapp. tech.
- Boardman, Brenda (1991). *Fuel poverty : from cold homes to affordable warmth*. John Wiley & Sons Ltd. ISBN : 1-85293-139-6.
- Bouzarovski, Stefan et Saska Petrova (2015). "A global perspective on domestic energy deprivation : Overcoming the energy poverty–fuel poverty binary". In : *Energy Research & Social Science 10*, p. 31–40. ISSN : 2214-6296. DOI : [10.1016/j.erss.2015.06.007](https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.06.007).
- Bovenberg, A. Lans (1999). "Green tax reforms and the double dividend : an updated reader's guide". In : *International Tax and Public Finance 6.3*, p. 421–443.
- Bradshaw, Jonathan et Sandra Hutton (1983). "Social policy options and fuel poverty". In : *Journal of Economic Psychology 3.3*, p. 249–266. ISSN : 0167-4870. DOI : [10.1016/0167-4870\(83\)90005-3](https://doi.org/10.1016/0167-4870(83)90005-3).

- Braubach, Matthias (2011). “Environmental burden of disease associated with inadequate housing : A method guide to the quantification of health effects of selected housing risks in the WHO European Region”. In : *World Health Organization*.
- CESE (2013). “Efficacité énergétique : un gisement d’économies, un objectif prioritaire”. fr. In : Les avis du Conseil économique, social et environnemental. ISSN : 0767-4538.
- CGDD (2016). “L’impact, pour les ménages, d’une composante carbone dans le prix des énergies fossiles.” fr. In : *Point sur n°225*.
- (2017). “Les indicateurs de la stratégie nationale de transition écologique vers un développement durable - État des lieux 2016”. In : *Document de travail n°34*.
- Chancel, Lucas et Mathieu Saujot (2013). “Inégalités, vulnérabilités et transition énergétique”. In : *Policy Briefs IDDRI N°02/2013*.
- Chiroleu-Assouline, Mireille (2015). “La fiscalité environnementale en France peut-elle devenir réellement écologique ?” fr. In : *Revue de l’OFCE* 139, p. 129–165. ISSN : 1265-9576.
- CLER (2004). *Habitat, Précarité sociale et énergie, Un Manifeste pour agir*.
- Cochez, Nicolas, Eric Durieux et David Levy (2015). “Vulnérabilité énergétique. Loin des pôles urbains, chauffage et carburant pèsent fortement dans le budget”. In : *INSEE première* 1530.
- Combet, Emmanuel, Frédéric Gherzi et al. (2010). “La fiscalité carbone au risque des enjeux d’équité”. In : *Revue française d’économie* 25.2, p. 59–91.
- Combet, Emmanuel et Jean-Charles Hourcade (2017). *Fiscalité carbone et finance climat : Un contrat social pour notre temps*. fr. Les petits matins. ISBN : 978-2-36383-163-7.
- Coulombel, Nicolas et Fabien Leurent (2012). “Les ménages arbitrent-ils entre coût du logement et coût du transport ? Une réponse dans le cas francilien”. fr. In : *Economie et statistique* 457.1, p. 57–75. DOI : [10.3406/estat.2012.9964](https://doi.org/10.3406/estat.2012.9964).
- Cramton, Peter, Axel Ockenfels et Steven Stoff (2015). “An International Carbon-Price Commitment Promotes Cooperation”. In : *Economics of Energy & Environmental Policy* 4.2. ISSN : 21605882. DOI : [10.5547/2160-5890.4.2.aock](https://doi.org/10.5547/2160-5890.4.2.aock).
- Davis, Lucas W. et Lutz Kilian (2011). “Estimating the effect of a gasoline tax on carbon emissions”. In : *Journal of Applied Econometrics* 26.7, p. 1187–1214.

- Day, Rosie, Gordon Walker et Neil Simcock (2016). “Conceptualising energy use and energy poverty using a capabilities framework”. In : *Energy Policy* 93, p. 255–264.
- DETR (2000). *English House Condition Survey 1996 : Energy Report*. Rapp. tech. London : DETR, p. 119–144.
- Devalière, Isolde (2008). “Au-delà des impayés d’énergie, comment appréhender la précarité énergétique ?” fr. In : *Espace populations sociétés. Space populations societies* 2008/1, p. 191–201. ISSN : 0755-7809. DOI : [10.4000/eps.3322](https://doi.org/10.4000/eps.3322).
- (2009). “De l’inconfort thermique à la précarité énergétique, profils et pratiques des ménages pauvres”. In : *Informations sociales* 5, p. 90–98.
- Devalière, Isolde, Pierrette Briant et Séverine Arnault (2011). “La précarité énergétique : avoir froid ou dépenser trop pour se chauffer”. In : *INSEE première* 1351.
- Edenhofer, O. et al. (2014). “Climate Change 2014 : Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”. In : *Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA*.
- EPEE (2006). *Diagnosis of causes and consequences of fuel poverty in Belgium, France, Italy, Spain and United Kingdom*. Rapp. tech. EIE/06/158/SI.2.447367. EPEE.
- Eurobarometer (2007). *Special Eurobarometer 279 / Wave 67.1 : Poverty and Exclusion*. Rapp. tech. Brussels : TNS Opinion & Social.
- FOE (2011). *The Health Impacts of Cold Homes and Fuel Poverty*. Friends of the earth et the Marmot review team. ISBN : 978-1-85750-343-2.
- Gleizes, François et Carine Burricand (2016). “De plus en plus de foyers équipés de biens électroniques-Équipement des ménages 1996 - 2014”. In : *Insee Résultats* 188.
- Gobillon, Laurent, Harris Selod et Yves Zenou (2007). “The Mechanisms of Spatial Mismatch”. en. In : *Urban Studies* 44.12, p. 2401–2427. ISSN : 0042-0980. DOI : [10.1080/00420980701540937](https://doi.org/10.1080/00420980701540937).
- Gollier, Christian et Jean Tirole (2015). “Negotiating effective institutions against climate change”. In : *Economics of Energy & Environmental Policy* 4.2. ISSN : 21605882. DOI : [10.5547/2160-5890.4.2.cgol](https://doi.org/10.5547/2160-5890.4.2.cgol).

- Goulder, Lawrence H. (1995). "Environmental taxation and the double dividend : a reader's guide". In : *International tax and public finance* 2.2, p. 157–183.
- Guio, Anne-Catherine, David Gordon et Eric Marlier (2012). "Measuring material deprivation in the EU : Indicators for the whole population and child-specific indicators". In : *Publications Office of the European Union : Luxembourg, EU*.
- Healy, J. D. (2003). "Excess winter mortality in Europe : a cross country analysis identifying key risk factors". eng. In : *Journal of Epidemiology and Community Health* 57.10, p. 784–789. ISSN : 0143-005X.
- Hills, John (2011). *Fuel poverty : the problem and its measurement*. Rapp. tech. 39270. London School of Economics et Political Science, LSE Library.
- (2012). *Getting the measure of fuel poverty : final report of the Fuel Poverty Review*. en. Monograph.
- Iñiguez, Carmen et al. (2010). "Relation between Temperature and Mortality in Thirteen Spanish Cities". en. In : *International Journal of Environmental Research and Public Health* 7.8, p. 3196–3210. DOI : [10.3390/ijerph7083196](https://doi.org/10.3390/ijerph7083196).
- INSEE (2008). "Les logements en 2006". In : *Insee Première* - 1202.
- (2010). "Les dépenses d'énergie des ménages depuis 20 ans". In : *Insee Première* n°1315.
- (2015). "Les zonages d'étude de l'Insee". In : *Méthodes*.
- (2016). "L'accès aux services, une question de densité des territoires". In : *Insee Première* - 1579.
- Laurent, Éloi et Philippe Pochet (2015). *Pour une transition sociale-écologique : quelle solidarité face aux défis environnementaux ?* fr. Les petits matins. ISBN : 978-2-36383-189-7.
- Ledésert, Bernard (2014). "Quand le logement rend malade". fr. In : *Informations sociales* 184, p. 32–37. ISSN : 0046-9459.
- Ledésert, Bernard, Laura Gazaix et Sandrine Buresi (2016). *Évolution de la consommation de soins à la suite de travaux de réhabilitation de logements*. Rapp. tech.
- Lewis, Paul (1982). *Fuel poverty can be stopped*. National Right to Fuel Campaign.
- Liddell, Christine (2008). *Estimating the health impacts of Northern Ireland's Warm Homes Scheme 2000-2008*. Rapp. tech. University of Ulster, p. 20.
- Maresca, Bruno et Stéphanie Lacombe (2016). *Froid dans le dos : un regard photographique sur la précarité énergétique*. fr.

- Mattioli, Giulio, Karen Lucas et Greg Marsden (2017). “Transport poverty and fuel poverty in the UK : From analogy to comparison”. In : *Transport Policy* 59, p. 93–105. ISSN : 0967-070X. DOI : [10.1016/j.tranpol.2017.07.007](https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.07.007).
- Missemer, Antoine et Sophie Swaton (2017). “Précarité énergétique et fiscalité écologique, retour sur l’expérience avortée du chèque vert français”. fr. In : *Natures Sciences Sociétés*. ISSN : 1240-1307, 1765-2979. DOI : [10.1051/nss/2017052](https://doi.org/10.1051/nss/2017052).
- Moore, Richard (2012). “Definitions of fuel poverty : Implications for policy”. In : *Energy Policy*. Special Section : Fuel Poverty Comes of Age : Commemorating 21 Years of Research and Policy 49, p. 19–26. ISSN : 0301-4215. DOI : [10.1016/j.enpol.2012.01.057](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.01.057).
- Mora, Camilo et al. (2017). “Global risk of deadly heat”. en. In : *Nature Climate Change* 7.7, nclimate3322. ISSN : 1758-6798. DOI : [10.1038/nclimate3322](https://doi.org/10.1038/nclimate3322).
- MTES (2015). *La Stratégie Nationale Bas Carbone*. Rapp. tech.
- Murray, Brian et Nicholas Rivers (2015). “British Columbia’s revenue-neutral carbon tax : A review of the latest “grand experiment” in environmental policy”. In : *Energy Policy* 86, p. 674–683. ISSN : 0301-4215. DOI : [10.1016/j.enpol.2015.08.011](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.08.011).
- ONPE (2014). *Premier rapport annuel de l’ONPE. Définitions, indicateurs, premiers résultats et recommandations*. fr. Rapp. tech.
- (2016). *Chiffres-Clés de la précarité énergétique*. fr. Rapp. tech.
- OPEN (2016). *Observatoire permanent de l’amélioration énergétique du logement. Campagne 2015*.
- Orfeuil, Jean-Pierre (2004). “Accessibilité, mobilité, inégalités : regards sur la question en France aujourd’hui”. In : *Transports, pauvretés, exclusions : pouvoir bouger pour s’en sortir, Paris, Éditions de l’Aube*.
- (2015). “Vers des transports amoureux du climat ?” fr. In : *Revue Projet* 344, p. 27–36. ISSN : 0033-0884. DOI : [10.3917/pro.344.0027](https://doi.org/10.3917/pro.344.0027).
- Pochet, Pascal (2003). “Mobilité et accès à la voiture chez les personnes âgées : Évolutions actuelles et enjeux”. In : *Recherche - Transports - Sécurité* 79-80, p. 93–106. ISSN : 0761-8980. DOI : [10.1016/S0761-8980\(03\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0761-8980(03)00009-8).
- Poumadere, Marc et al. (2005). “The 2003 heat wave in France : dangerous climate change here and now”. In : *Risk analysis* 25.6, p. 1483–1494.

- RAC, CLER et FNE (2017). *Améliorer l'efficacité des outils de lutte contre la précarité énergétique*.
- Rénovons, Initiative (2017). *Coûts et bénéfices d'un plan de rénovation des passoires énergétiques à horizon 2025*.
- Robine, Jean-Marie et al. (2008). "Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003". In : *Comptes rendus biologies* 331.2, p. 171–178.
- Sen, Amartya (2014). *Global Warming Is Just One of Many Environmental Threats That Demand Our Attention*.
- SOeS (2015). *Les émissions de gaz à effet de serre par secteur en France*.
- (2017). "Chiffres clés de l'énergie - Édition 2016". In : *Datalab*.
- Thisse, Jacques-François, Etienne Wasmer et Yves Zenou (2003). "Ségrégation urbaine, logement et marchés du travail". fre. In : *Revue française d'économie* 17.4, p. 85–129. DOI : [10.3406/rfec.2003.1473](https://doi.org/10.3406/rfec.2003.1473).
- Townsend, Peter (1987). "Deprivation". en. In : *Journal of Social Policy* 16.2, p. 125–146. ISSN : 1469-7823, 0047-2794. DOI : [10.1017/S0047279400020341](https://doi.org/10.1017/S0047279400020341).
- Wasmer, Etienne et Yves Zenou (2002). "Does City Structure Affect Job Search and Welfare?" In : *Journal of Urban Economics* 51.3, p. 515–541. ISSN : 0094-1190. DOI : [10.1006/juec.2001.2256](https://doi.org/10.1006/juec.2001.2256).
- Wimoov et Domofrance (2016). *Projet vulnérabilité énergétique - Mobilité*. Rapp. tech.

2

Quantifier la précarité énergétique

2.1 INTRODUCTION

Aujourd'hui 20% des ménages français sont en situation de précarité énergétique selon l'ONPE. Un tel chiffre, de par son importance, soulève des interrogations. Comment est mesurée la précarité énergétique en France ? Qui sont les ménages identifiés ? A quelles situations renvoie ce chiffre ? Les situations décrites par les acteurs de terrains ne sont pas toujours prises en compte par ce chiffre. Le véritable chiffre est-il encore plus important ? Ou bien est-ce l'indicateur qui est mauvais ? Ces interrogations me mèneront à revisiter la mesure de la précarité énergétique. Ce chapitre s'articule autour de deux questions : De manière générale, comment rendre visible un phénomène économique et social ? En matière de précarité énergétique, quelles sont les approches existantes, leurs limites et les améliorations possibles ?

Quantifier la précarité énergétique soulève des enjeux méthodologiques propres à la conception de tout indicateur. Dans un premier temps, je reviens sur la place

des indicateurs dans les politiques publiques en France, et j'introduis deux enjeux auxquels se confrontent les scientifiques lorsqu'ils cherchent à quantifier un phénomène économique et social : l'illusoire neutralité d'une mesure et la performativité des indicateurs. Cet examen me permet de décrire les grandes étapes de conception d'un indicateur, du choix des conventions à l'implémentation de la mesure, et de présenter les principes sur lesquels s'appuient les indicateurs usuels, tels que le PIB ou le bien-être. Dans un second temps, j'introduis les débats actuels sur la quantification du phénomène de la précarité énergétique. J'identifie les limites des approches existantes dominantes - l'approche budgétaire et l'approche déclarative. Puis je propose des pistes d'améliorations possibles, qui répondent à deux lacunes des débats actuels : représenter la nature multidimensionnelle de la précarité énergétique et traiter la composante mobilité de la précarité énergétique. Cet examen me permet de situer les indicateurs qui seront développés dans les deux chapitres suivants par rapport à l'existant.

2.2 LES ENJEUX DE LA QUANTIFICATION

2.2.1 LES INDICATEURS DANS LES POLITIQUES PUBLIQUES

Depuis les années 2000, on observe une multiplication du développement d'indicateurs dans les politiques publiques du fait d'une croissance des pratiques évaluatives de l'action publique¹. C'est particulièrement le cas en France où l'Etat central cumule les rôles de contrôle et d'expertise. Sur ce point, l'adoption de la Loi Organique relative aux Lois de Finances (LOLF) en 2001 marque un tournant en introduisant une gestion de l'État orientée vers la performance (Eyraud, Miri et Perez, 2011). Dès lors, la quantification de l'action publique et de ses résultats se généralise. Des indicateurs de performance des politiques publiques sont définis pour chaque programme de la LOLF. Toutefois, les indicateurs sont trop nombreux (proche du millier) et souvent éloignés des objectifs associés, si bien qu'il est difficile de les interpréter. De plus, en pratique, ces indicateurs ne sont pas suivis par les acteurs publics pour mesurer le niveau de réalisation des objectifs fixés et

¹ Avant cela, les indicateurs étaient essentiellement utilisés pour permettre une rationalisation des choix budgétaires.

suivre l'évolution vers des cibles quantitatives à atteindre à moyen terme (Laurent, 2018). Enfin, on peut regretter que ces indicateurs n'aient pas pour rôle de contribuer au débat budgétaire.

Le débat budgétaire reste largement fondé sur les indicateurs classiques relatifs au PIB et au marché du travail. Les critiques de ces indicateurs sont pourtant nombreuses. Ils reflètent mal le progrès et les grands enjeux auxquels font face nos sociétés contemporaines, tels que la montée des inégalités ou la crise écologique. Depuis les années 2000, les indicateurs classiques alimentent régulièrement les discussions, par exemple sur les notions de richesse (Stiglitz, Sen et Fitoussi, 2009), de chômage (controverse 2007 en France) et de pauvreté (adoption de 3 indicateurs dans la stratégie "Europe 2020"). Pour faire face à ces limites et améliorer la mesure de la situation d'un pays, de nombreux indicateurs alternatifs ont été proposés par divers acteurs, comme des indicateurs de bien-être et de soutenabilité. En France, la loi Sas (2015) vise justement à élargir la gamme des indicateurs utilisés dans la définition des politiques publiques. Chaque année, le gouvernement doit rendre un rapport au Parlement présentant « *l'évolution [...] de nouveaux indicateurs de richesse, tels que des indicateurs d'inégalités, de qualité de vie et de développement durable, ainsi qu'une évaluation qualitative ou quantitative de l'impact des principales réformes [...], notamment dans le cadre des lois de finances, au regard de ces indicateurs et de l'évolution du produit intérieur brut* ». Des rapports ont été publiés en 2015 et 2016. Toutefois, ce travail n'a pas été reconduit en 2017, mais surtout, dans leur statut actuel, ces indicateurs alternatifs sont encore peu opérationnels et manquent d'ancrage dans les politiques publiques (Laurent, 2018). Enfin, on peut regretter que le processus de sélection des indicateurs ne s'appuie sur une réelle concertation publique.

2.2.2 L'ILLUSOIRE NEUTRALITÉ D'UNE MESURE

De manière générale, les motivations à quantifier peuvent être multiples. Il peut s'agir de décrire des situations économiques et sociales, de dénoncer des injustices sociales ou de justifier des actions politiques. Les indicateurs peuvent permettre de révéler un phénomène et de suivre son évolution, ou encore d'évaluer l'action publique. Si les motivations à quantifier sont généralement partagées entre les dif-

férents acteurs, la question de "comment quantifier" est, elle, beaucoup plus épineuse. Parce qu'un indicateur repose sur des conventions implicites, il est souvent source de controverses. Quantifier n'est pas un acte neutre. Cela implique d'objectiver un phénomène économique et social. Pour cela, il est nécessaire d'en définir les contours et de s'accorder sur une manière de le représenter. L'acte de quantifier peut en fait être décomposé en deux opérations : convenir et mesurer (Desrosières, 2014). Convenir suppose en premier lieu d'élaborer et d'explicitier les conventions sur lesquelles repose l'indicateur. Il s'agit en quelque sorte de coder la "réalité" afin de la mettre en nombre. Mesurer vient ensuite, il s'agit de mettre en œuvre ces conventions à partir des données qui sont à la disposition des acteurs. Il en découle que l'acte de quantifier réduit un fait social - tel que la pauvreté, le chômage ou encore la précarité énergétique - en une ou quelques variables.

On comprend aisément que la première étape - convenir - est cruciale, pourtant elle est souvent peu explicitée au public. Surtout, une fois qu'un indicateur est adopté, tout se passe comme si les conventions sur lesquelles il est construit ne posaient plus question, comme si l'indicateur, du fait qu'il ait été adopté, acquiesçait une certaine neutralité dans les débats publics. Or les indicateurs reposent généralement sur des visions du monde qui ne font pas consensus. Cette première étape est souvent le fruit d'un groupe d'experts qui débattent des différentes positions avec l'objectif de s'accorder sur les aspects à retenir. En pratique, ce processus de sélection peut largement être amélioré. Les économistes y ont généralement une place prégnante alors que les autres disciplines - sociologie, science politique, philosophie - sont généralement laissées à distance. Jany-Catrice et Méda (2013) montrent que cela a conduit à deux conséquences. Premièrement, on observe une tendance à l'extension de la monétarisation à d'autres champs d'activités reconnues comme productrices d'une certaine forme de bien-être ainsi qu'aux externalités. On peut penser à la construction d'indicateurs de PIB ajustés ou encore à la monétarisation des dommages environnementaux. Pourtant, cette valorisation par la monétarisation ne fait pas consensus ni parmi les économistes, ni dans les autres disciplines. Deuxièmement, des indicateurs subjectifs du bien-être ou de la qualité de vie ont fait leur apparition. Ces indicateurs permettent d'objectiver des aspects relevant de dimensions subjectives de la vie humaine et sont au fondement de l'économie du bonheur (Easterlin, Deaton). Leur utilisation permet de relati-

viser l'usage de la croissance et la focalisation sur le revenu. Toutefois, parce qu'ils reposent sur l'agrégation des satisfactions individuelles, ils relèvent de l'approche utilitariste, largement remise en cause par d'autres écoles de pensées.

Ainsi, les choix sur lesquels sont fondés les indicateurs ne sont pas neutres et soutiennent une certaine vision du monde. Lorsqu'un indicateur est adopté par les acteurs publics, il serait souhaitable qu'il repose sur des conventions partagées et légitimes. Nous venons de voir que le processus de conception/révision des indicateurs utilisés dans la définition des politiques publiques fait l'objet de nombreuses critiques. Parce que les choix retenus ne sont pas neutres, il apparaît essentiel d'élargir les espaces de délibération et de sélection des indicateurs afin de considérer la diversité des positions, que ce soit en termes de disciplines ou d'écoles de pensées, ou encore d'associer les citoyens à leur élaboration. Par exemple, en France, le collectif FAIR (Forum pour d'Autres Indicateurs de Richesse), créé en 2008 au moment de la Commission Stiglitz, regroupe des acteurs de la société civile qui défendent l'élaboration d'indicateurs offrant une vision renouvelée de la richesse et du développement humain durable. De manière générale, la délibération citoyenne fait sens non seulement parce qu'il s'agit de questions de société qui les concernent, mais aussi parce que cela permet une meilleure appropriation des indicateurs par l'ensemble de la société. Ces éléments sont essentiels pour ancrer les indicateurs retenus dans les politiques publiques et révéler leur pouvoir performatif.

2.2.3 LA PERFORMATIVITÉ DES INDICATEURS

Les acteurs publics ont besoin de savoir ce qui se cache derrière un phénomène et de le caractériser. En ce sens, la définition d'indicateurs vient guider les politiques publiques. Les acteurs publics attendent des indicateurs qu'ils leur permettent de prioriser les actions, de les dimensionner ou encore de les cibler. Par exemple, en matière de pauvreté, plus un ciblage est précis pour atteindre les populations ou les territoires les plus pauvres, moins l'action est coûteuse et plus elle est efficace pour atteindre l'objectif souhaité - réduire la pauvreté. Les indicateurs permettent également d'évaluer l'efficacité des politiques publiques. C'est pourquoi, dans la conception d'un indicateur, il est essentiel de poser la question de son lien avec

l'action publique. Différents indicateurs peuvent appeler à différentes réponses politiques, que ce soit en termes de ciblage ou de nature de la politique. Par exemple, la pauvreté selon l'indicateur de pauvreté monétaire relatif (avoir un revenu inférieur à 60% du revenu médian national) appelle à plus de redistribution entre les citoyens, quand la pauvreté selon un indicateur de reste-à-vivre (avoir un revenu restant après dépenses contraintes inférieur à un certain montant) appelle à garantir un revenu minimum universel. Les indicateurs ont un caractère performatif au sens où les actions qui apportent les meilleures performances au regard des indicateurs retenus seront favorisées au détriment de celles qui apportent des résultats mal mesurés par ces indicateurs.

Certes, idéalement, un indicateur devrait décrire le plus précisément possible le phénomène qu'il prétend observer et ses composantes. Mais il y parvient rarement car la réalité est souvent trop diverse et complexe pour être réduite en quelques variables. En conséquence, l'indicateur ne décrit pas exactement le phénomène, mais qu'une partie. Il apparaît alors essentiel de s'appuyer sur les politiques publiques pour construire les indicateurs. L'objectif est de pointer une certaine réalité du phénomène sur laquelle la politique publique veut agir. L'indicateur deviendra pertinent s'il est relatif à une logique d'action souhaitée. L'action publique pourra alors prendre appui sur cet indicateur. « *What we measure shapes what we collectively strive to pursue* » (Stiglitz, Sen et Fitoussi, 2009). Cette citation issue du rapport Stiglitz illustre combien les indicateurs ne sont pas seulement des outils de représentation d'un phénomène mais qu'ils constituent des outils de régulation possédant une réelle capacité performative (Desrosières, 2013). Ainsi la conception d'indicateurs soulève la double question de la définition du phénomène économique et social tel que proposé par cet indicateur et des politiques publiques possibles avec cet indicateur.

2.3 LES DÉBATS SUR LES INDICATEURS DE PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE

Rendre visible un phénomène économique et social n'est pas chose aisée. Après avoir discuté du rôle des indicateurs dans les politiques publiques, cette section revisite la quantification du phénomène de la précarité énergétique. J'introduis les débats actuels sur les indicateurs de précarité énergétique, avant de discuter les li-

mites des approches existantes et de proposer des pistes d'améliorations possibles.

La mesure de la précarité énergétique fait l'objet de nombreux débats. Les controverses portent en majeure partie sur les indicateurs budgétaires. L'indicateur le plus couramment utilisé consiste à mesurer la précarité énergétique en fonction du taux d'effort énergétique. Le seuil de 10% est souvent utilisé. Ce seuil correspondait au double du ratio médian national lors de l'adoption officielle de cette mesure au Royaume-Uni, pionnier dans ce domaine, dans les années 1990 (Boardman, 1991). Depuis lors, ce seuil a été adopté par d'autres pays, y compris par certains acteurs en France, malgré l'absence de justification rationnelle de ce choix. Si l'indicateur de taux d'effort énergétique est le plus utilisé, il est aussi très largement critiqué. Il présente des failles importantes liées aux aspects techniques de son calcul (voir section suivante). Des alternatives au taux d'effort énergétique ont été proposées, essentiellement budgétaires. En particulier, en 2012, un nouvel indicateur a été officiellement adopté au Royaume-Uni, appelé LIHC pour Low Income High Cost (Hills, 2012). Cet indicateur est composé de deux dimensions, toutes deux budgétaires. Il identifie les ménages ayant une dépense énergétique théorique² supérieure à la médiane nationale et un revenu résiduel après dépense énergétique inférieur au seuil de pauvreté. La dépense énergétique théorique est ici ajustée à la composition du ménage. En France, une version adaptée du LIHC est calculée par l'ONPE, qui se base sur les dépenses réelles plutôt que sur les dépenses théoriques. Cet indicateur est appelé BRDE pour Bas Revenu Dépenses Elevées.

Dans la littérature académique, de nombreux travaux ont discuté les avantages et inconvénients de ces variantes : considérer la dépense en énergie réelle ou requise, le périmètre de la dépense en énergie (chauffage seulement ou autres usages), l'ajustement des dépenses en énergie selon la composition du ménage, ou encore le périmètre du revenu retenu (revenu disponible, ajout de prestations sociales, retrait de la dépense de loyer) (Hills, 2011 ; Hills, 2012 ; Boardman, 2013 ; Moore, 2012 ; ONPE, 2014). Ces aspects seront discutés plus largement dans la section 2.4. On peut en retenir qu'il ne semble pas émerger de consensus, chaque version apportant ses propres limites. D'autres travaux ont cherché à mesurer l'impact de

²Plutôt que la dépense énergétique réelle, la dépense énergétique théorique est estimée à partir de l'énergie nécessaire pour fournir un chauffage satisfaisant - selon le type de ménage et le niveau d'occupation - ainsi que qu'un niveau adéquate d'éclairage, d'eau chaude, de cuisson et d'utilisation typique des appareils ménagers (DETR, 2000).

ces différents indicateurs budgétaires sur l'ampleur et la composition de la précarité énergétique. Sur données françaises, Legendre et Ricci (2015) montrent que le recoupement est faible entre les différents indicateurs budgétaires. Presque la moitié des ménages identifiés par le taux d'effort énergétique ne sont pas identifiés par l'indicateur BRDE. Imbert, Nogues et Sevenet (2016) calculent ces mêmes indicateurs - TEE et le BRDE - mais avec des dépenses modélisées, et non réelles. Les conclusions sont les mêmes, les différences sont importantes avec seulement 35% des ménages précaires énergétiques identifiés par les deux indicateurs à la fois. Plus important encore, ce faible recoupement a des conséquences sur les caractéristiques des ménages identifiés d'un indicateur à l'autre. Chaque indicateur fait alors émerger des profils-types différents de ménages en précarité énergétique. Par exemple, Belaïd (2018) trouve que le taux d'effort énergétique identifie en majorité des propriétaires âgés en milieu rural alors que le bas revenu dépenses élevées identifie des locataires âgés de moins de 50 ans en milieu urbain. Ces différences sont problématiques pour les acteurs publics. D'une part, aucun indicateur ne semble faire consensus. D'autre part, l'ampleur du phénomène et les populations identifiées ne sont pas les mêmes d'un indicateur à l'autre. Si chaque indicateur recouvre des enjeux politiques spécifiques, quel indicateur adopter et quel ciblage des mesures de lutte contre la précarité énergétique retenir en priorité ?

Ces controverses portent sur le(s) indicateur(s) budgétaire(s) à adopter, mais elles questionnent peu la représentation du phénomène. Pourtant on peut s'interroger sur la fiabilité d'adopter une approche budgétaire pour quantifier la précarité énergétique. Dans la littérature académique, au-delà de l'approche budgétaire, d'autres approches ont été proposées pour quantifier la précarité énergétique, notamment les approches déclaratives, qu'elles soient subjectives (Devalière, Briant et Arnault, 2011 ; Hills, 2011 ; Waddams Price, Brazier et Wang, 2012 ; ONPE, 2014) ou consensuelles (Healy et Clinch, 2002 ; Thomson et Snell, 2013). L'approche subjective porte essentiellement sur la capacité à payer les factures d'énergie et le ressenti de froid dans le logement, ou encore la capacité à payer le carburant et la réduction de déplacements dans la mobilité. L'approche consensuelle s'intéresse aux biens et services qui sont jugés nécessaires, non seulement par les experts, mais par la société plus largement. On retrouve les privations subjectives citées ci-dessus mais aussi des privations objectives comme la présence de moi-

sisures sur les murs et l'absence de chauffage central dans le logement, ou encore l'âge du véhicule et l'accès aux transports en commun dans la mobilité. En addition, on peut aussi citer des tentatives pour quantifier la précarité énergétique par une approche directe, qui consiste à mesurer directement la température chez les ménages. Toutefois cette approche fait face à de nombreuses contraintes techniques qui expliquent son faible succès ; de plus elle ne concerne qu'un service énergétique : se chauffer. Si les approches déclaratives - subjectives et consensuelles - ont été largement débattues dans les travaux sur la pauvreté, elles sont beaucoup plus récentes sur la thématique de la précarité énergétique. En France, l'ONPE a adopté un indicateur subjectif de froid déclaré dans son panier de trois indicateurs. A l'échelle européenne, on peut citer les travaux de Thomson, Bouzarovski et Snell (2017) qui évaluent de manière critique les options statistiques disponibles pour le suivi de la précarité énergétique en Europe - ces réflexions ont été menées dans le cadre de la création de l'observatoire de la pauvreté énergétique en Europe - ainsi que les travaux de Tirado Herrero (2017) qui discute les limites de chaque approche et plaide en faveur d'une approche basée sur de multiples indicateurs pour quantifier la précarité énergétique.

2.4 QUELLES SONT LES LIMITES DES APPROCHES EXISTANTES ?

Les mesures de précarité énergétique peuvent être regroupées au sein de deux grandes approches. La première définit la précarité énergétique selon l'approche budgétaire et s'intéresse à la dépense en énergie. La seconde définit la précarité énergétique selon l'approche déclarative et s'intéresse aux privations subjectives et/ou objectives. On observe des variations au sein de ces deux familles et certains recoupements, mais les principales limites d'applicabilité sont entre ces deux approches. Par simplicité, les illustrations portent majoritairement sur la précarité énergétique dans le logement, toutefois cette analyse s'applique aussi à la précarité énergétique dans la mobilité.

2.4.1 APPROCHE BUDGÉTAIRE

L'approche la plus commune s'intéresse à la dépense en énergie des ménages, parmi laquelle l'indicateur de taux d'effort énergétique est le plus utilisé. L'hypothèse der-

rière l'approche budgétaire est que la dépense en énergie reflète la capacité d'un ménage à satisfaire des services énergétiques à un niveau acceptable. Cela ne permet pas de regarder si les ménages ont réellement satisfait ces services, mais cela reflète seulement s'ils ont la capacité à payer pour un niveau de consommation jugé nécessaire. Plusieurs variations existent. La dépense peut être réelle ou modélisée. La dépense peut être rapportée à différentes variables : au revenu - pour la comparer à un taux d'effort maximum jugé abordable -, à la surface du logement - pour la comparer à une efficacité énergétique maximum correspondant à des conditions de logement jugées décentes -, à la taille du ménage - pour la comparer à un niveau de dépense maximal par individu lui permettant de satisfaire ses besoins en énergie. Enfin la dépense en énergie est le plus souvent croisée avec une mesure du niveau de vie pour se concentrer sur les ménages les plus contraints par leurs ressources économiques. L'approche budgétaire est globalement appréciée pour son objectivité et sa nature facilement quantifiable. Cependant, plusieurs travaux ont souligné les limites des approches budgétaires pour quantifier la précarité énergétique. Elles partagent quatre problèmes présentés ci-dessous. Il en découle que, même si l'on pouvait les mesurer plus finement, les dépenses en énergie ne pourraient être utilisées que comme un indicateur imparfait de précarité énergétique.

ESTIMER LA DÉPENSE EN ÉNERGIE

Il est difficile de faire une évaluation correcte de la dépense en énergie du ménage, qu'elle soit réelle ou modélisée. Premièrement, plusieurs périmètres sont utilisés en termes d'énergies incluses dans l'analyse. La plupart des études considèrent toutes les énergies, mais d'autres considèrent seulement certaines énergies telles que l'électricité et le gaz. Pour les ménages vivant dans des logements collectifs, une partie de la dépense en énergie peut être incluse dans les charges, que ce soit pour le chauffage et/ou l'eau chaude collective. Or le montant correspondant est non disponible ou mal connu des ménages si bien qu'il est soit exclu de l'analyse, soit modélisé grossièrement. Deuxièmement, lorsque l'on s'intéresse à la dépense réelle, des problèmes sont rencontrés avec les données des enquêtes. Les dépenses en énergie correspondent à des données redressées. Certains ménages présentent des factures plus ou moins exploitables, d'autres ménages n'ont pas de factures et

déclarent des montants. De plus, les montants couvrent différentes périodes et nécessitent d'être estimés sur l'année. Ainsi les données d'enquêtes, en termes de consommation d'énergie et/ou de dépense en énergie, sont redressées ce qui introduit des limites dans l'analyse. Troisièmement, si la dépense en énergie est modélisée, alors c'est la modélisation qui introduit des limites. Cela suppose de déterminer une consommation d'énergie standard, définie comme la quantité nécessaire pour satisfaire un ensemble de services énergétiques essentiels (Rao et Baer, 2012). Or les besoins en énergie diffèrent dans la population. Même en tenant compte des variables les plus significatives – caractéristiques du logement, socio-économiques et géographiques - il reste beaucoup de variation entre les dépenses en énergie des ménages. Cette variation est contextuelle à chaque ménage et dépend de préférences individuelles, si bien qu'elle est difficilement modélisable.

ESTIMER LE REVENU DISPONIBLE

De manière similaire, il est difficile de faire une évaluation correcte du revenu. Des problèmes sont rencontrés avec les données des enquêtes : les revenus fournis par les enquêtes peuvent correspondre à différents périmètres (revenu des salaires, revenu disponible, etc.) et les ménages peuvent délibérément déclarer un montant incorrect de revenu (parce qu'ils veulent en cacher une partie, parce qu'ils ne le connaissent pas, etc.). Le périmètre du revenu retenu diffère selon les études. Il peut s'agir du revenu brut ou net des impôts. Différentes prestations sociales peuvent être incluses. Certaines études déduisent du revenu les dépenses de logement et/ou les dépenses d'énergie, d'autres non. Enfin le revenu peut être ajusté pour refléter la taille du ménage (en appliquant une échelle d'équivalence). La comparaison entre les résultats provenant de différentes enquêtes montre des écarts non négligeables. Par exemple, l'ONPE a mesuré la précarité énergétique selon le taux d'effort énergétique - en utilisant la dépense réelle et le revenu disponible - et trouve un taux de précaires énergétiques de 10,04% à partir de l'enquête ENL 2013 (Bernard et Teissier, 2016). Avec la même approche, un taux de 7,05% est trouvé à partir de l'enquête Phébus 2012 (Ambrosio et al., 2015). L'année d'intervalle entre les deux enquêtes ne peut expliquer l'ampleur de la différence observée. Cette différence entre les deux estimations est problématique. Si le choix de la source de

données influence le taux de précarité énergétique, il est difficile de dire quelle source est la plus fiable.

PROXY POUR REMPLIR DES SERVICES ÉNERGÉTIQUES

Le troisième problème avec l'approche budgétaire est qu'elle suppose une association entre un niveau de dépense en énergie et la capacité à satisfaire un niveau de services énergétiques acceptable. Ainsi, elle fait l'hypothèse qu'une mesure correcte de la dépense en énergie donne une évaluation correcte de la satisfaction des ménages. Cette hypothèse est discutable pour plusieurs raisons. Premièrement, les dépenses en énergie sont variées dans la population, et ce aussi bien entre différents groupes de population qu'à l'intérieur de groupes partageant des caractéristiques similaires. Deuxièmement, des ménages qui partagent un même niveau de dépense n'ont pas tous la même capacité à transformer cette énergie en service énergétique. Par exemple, deux personnes peuvent chauffer leur logement de la même manière. Mais si l'un est retraité et l'autre travaille, ou bien si l'un est malade et l'autre en bonne santé, alors les besoins en chauffage dans le logement varieront fortement. Celui passant plus de temps dans le logement et celui étant malade pourraient être notablement plus exposés au froid. S'il est possible d'ajuster dans une certaine mesure le niveau de dépense en énergie pour tenir compte de ces différences, ces deux limites montrent qu'il est difficile de normaliser les dépenses en énergie des ménages. Ainsi, la question est de savoir où fixer un seuil qui traduise une difficulté avérée, pour les ménages, à satisfaire leurs besoins en énergie. Cela mène au quatrième problème.

FIXER LE SEUIL DE PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE

Il est difficile de fixer un seuil de précarité énergétique. Aujourd'hui, il n'y a pas de consensus sur l'adoption d'un seuil relatif ou absolu. Avec un seuil absolu, un ménage est identifié s'il dépense plus d'un montant M fixe dans l'énergie. Avec un seuil relatif, ce montant M correspond généralement à un % de la valeur médiane ou moyenne nationale. Par exemple, pour le taux d'effort énergétique, un seuil absolu - correspondant au seuil historique de 10% - est souvent adopté ou bien un seuil relatif - correspondant à deux fois la médiane nationale. Pour la dépense rap-

portée à la surface, la valeur médiane est souvent adoptée, ou bien un seuil absolu correspondant à un logement inefficace sur le plan énergétique. Par définition un seuil absolu ne change pas avec le prix de l'énergie, ainsi il rend possible l'éradication de la précarité énergétique. Par contre, le nombre de ménages identifiés est très sensible aux changements dans les revenus et dans le prix de l'énergie. Au contraire, un seuil relatif change avec le prix de l'énergie. Il a l'avantage de capturer plus précisément les progrès ou difficultés relatifs au cours du temps. Par contre un seuil relatif rend difficile voire impossible l'éradication de la précarité énergétique. Par exemple, pour l'indicateur LIHC, le seuil de la dépense rapportée à la surface correspond à la valeur médiane, si bien que par définition, il restera toujours une moitié des ménages au-dessus de la valeur médiane. Deuxièmement, quel que soit le seuil retenu, il y a un risque non négligeable d'erreurs d'inclusion et d'exclusion. Certains ménages sous-consomment par contrainte budgétaire, d'autres ménages surconsomment par choix. La comparaison entre les ménages identifiés par l'approche budgétaire et ceux qui déclarent ne pas avoir la capacité à remplir leurs besoins en énergie est instructive. Par exemple, Waddams Price, Brazier et Wang (2012) ont montré que parmi les ménages qui déclarent avoir des difficultés à payer un niveau d'énergie suffisant, moins de la moitié avaient un taux d'effort énergétique supérieur à 10%.

2.4.2 APPROCHE DÉCLARATIVE

Les indicateurs déclaratifs, qu'ils soient subjectifs ou objectifs, forment une autre source de données exploitables et apportent un nouvel éclairage sur la précarité énergétique. Avec l'approche subjective, la précarité énergétique est mesurée sur ce que les ménages ressentent, ce qui permet d'évaluer la satisfaction d'un ménage quel que soit le niveau - réel ou modélisé - de la dépense en énergie. Avec l'approche objective, elle est mesurée sur les biens et services à disposition des ménages, ce qui permet d'évaluer la qualité de vie du ménage. Enfin, notons que l'approche consensuelle, qui s'intéresse aux biens et services jugés nécessaires par la société, combine généralement un ensemble d'indicateurs déclaratifs, qu'ils soient subjectifs ou objectifs. En ce sens, elle appartient à la famille des approches déclaratives. Contrairement aux indicateurs budgétaires, les données déclaratives ont une valeur intrin-

sèque – pouvoir se chauffer ou se déplacer adéquatement sont la réalisation elle-même, vivre dans un logement inefficace ou posséder un vieux véhicule sont des facteurs désavantageux. Ainsi une approche déclarative évite certains problèmes de l'approche budgétaire et enrichit la connaissance du sujet. Cependant, il existe également des arguments contre l'adoption de données déclaratives.

CHOIX OU CONTRAINTE ?

L'hypothèse de base est que les ménages qui déclarent une privation - ne pas pouvoir se chauffer ou se déplacer adéquatement - le sont parce qu'ils sont contraints dans leurs ressources. Or ils peuvent être identifiés privés pour d'autres raisons. Pour dépasser cette limite, des études ont isolé les privations dont la cause est le manque de ressource. Ainsi les ménages sont identifiés précaires énergétiques s'ils ne peuvent pas remplir un service énergétique parce qu'ils n'ont pas les ressources suffisantes. Cependant, cette deuxième donnée n'est pas toujours disponible dans les enquêtes, auquel cas l'approche subjective/consensuelle risque de repérer des ménages aisés à tort. De plus, les ménages peuvent se priver parce qu'ils préfèrent consommer d'autres biens et services, jugés plus importants pour eux sous une même contrainte de ressources. Les biens et services jugés les plus nécessaires diffèrent entre les ménages. Ainsi une mesure subjective/consensuelle peut refléter des préférences plutôt que des contraintes. Cette objection tient aussi pour l'approche budgétaire. Le faible niveau de dépense en énergie peut également refléter une préférence plutôt qu'un manque de ressources. Il est possible que certains ménages choisissent de consommer plus ou moins d'énergie, selon qu'ils préfèrent les activités à la maison ou à l'extérieur (regarder des films sur grand écran à la maison plutôt que d'aller au cinéma, jouer aux jeux vidéos, avoir une piscine chez eux, etc.). Or l'objectif n'est pas de repérer les préférences des ménages, dont une surconsommation ou une absence de consommation peut être librement choisie, mais bien de repérer les situations de contrainte, où la surconsommation ou la privation est subie.

BIAIS DES RÉPONSES

Une approche subjective/consensuelle introduit des risques de biais de déclaration. D'une part, les réponses peuvent être biaisées vers le bas, si les ménages sont réticents à dire qu'ils ont des difficultés et ne souhaitent pas être stigmatisés (Dubois, 2012). D'autre part, les réponses peuvent être biaisées vers le haut, si les ménages pensent que l'enquête est utilisée pour dimensionner des politiques publiques. Enfin il existe une limite propre aux indicateurs subjectifs. Ils mesurent ce que les ménages ressentent, et non ce qu'ils vivent réellement (Ringén, 1988). Ainsi ils reposent sur des sentiments et non pas forcément sur des faits concrets. Or les ménages adaptent leurs jugements aux possibilités qui leurs sont offertes. Ce biais, appelé biais des préférences adaptatives, s'explique par le fait que les ménages ajustent leur jugement afin de rendre plus supportable leur situation. Autrement dit, ils apprennent à supporter leur situation si bien qu'ils finissent par la négliger et à adapter à la baisse leurs aspirations. Par exemple, on trouve que « *la faible mobilité observée chez les personnes âgées peut les conduire à avoir des aspirations faibles en matière d'équipement automobile* » (Fleurbaey et al., 1998). Ainsi la privation subjective n'est pas relative à la population prise dans son ensemble - qui reflèterait une privation par rapport à un standard dans la société - mais elle est déterminée par l'appartenance à certains groupes sociodémographiques particuliers, comme l'âge, l'origine ou le niveau d'éducation. Parce qu'elle dépend du point de référence, une mesure subjective risque d'exclure des ménages qui pourtant sont dans des situations déjà désavantagées. C'est pourquoi de nombreux chercheurs recommandent de se focaliser sur les privations objectives.

2.5 COMMENT AMÉLIORER LA MESURE DE LA PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE ?

Pour les acteurs publics, un indicateur de précarité énergétique doit permettre de relier le vécu des ménages en situation de précarité énergétique avec les politiques qui cherchent à améliorer ce vécu. Pour cela la construction de l'indicateur fait face à un compromis entre sa pertinence - un bon indicateur devrait considérer la complexité des situations - et sa simplicité - il doit également être facilement utilisable,

ce qui demande de synthétiser et simplifier l'information. Des choix normatifs sont inévitables dans la conception d'un indicateur, mais les choix retenus ne sont pas nécessairement arbitraires.

En France, les débats sur la mesure de la précarité énergétique ont deux lacunes, ils oublient 1) les approches multidimensionnelles et 2) la composante mobilité. Ces deux lacunes seront présentées ci-dessous, puis j'apporterai des éléments de réponse dans les chapitres 3 et 4.

2.5.1 D'UNE APPROCHE UNIDIMENSIONNELLE À UNE APPROCHE MULTIDIMENSIONNELLE

La diversité constitue un défi pour quantifier la précarité énergétique. Les ménages sont très divers de par leur caractéristiques socio-économiques (âge, catégorie socio-professionnelle, localisation résidentielle, handicap, composition du ménage, etc.) mais aussi en termes de goûts, de préférences ou de valeurs. Quantifier la précarité énergétique, c'est chercher : d'une part, à fournir une description légitime et précise des conditions de vie que les ménages expérimentent ; d'autre part, à révéler quand les ménages vivent dans des conditions insupportables qui appellent au changement.

Les débats sur la façon de quantifier la précarité énergétique résultent de la difficulté d'identifier un indicateur unidimensionnel capable de capturer tous les ménages qui ont des difficultés pour satisfaire un ensemble de services énergétiques essentiels dans le logement ou la mobilité. La précarité énergétique étant un phénomène multidimensionnel, les approches unidimensionnelles ne capturent chacune qu'une image partielle du phénomène. Elles apportent toutefois des informations essentielles et complémentaires. Ainsi, si une approche unidimensionnelle n'est pas appropriée comme unique mesure de la précarité énergétique, une autre approche consiste à combiner les différentes facettes du phénomène au sein d'une même mesure. Pour construire un tel indice, il s'agit d'identifier les différentes dimensions du phénomène et de capturer si le ménage est désavantagé ou non dans ces dimensions. En s'intéressant au cumul des désavantages, on réduit alors le risque d'erreurs d'inclusion et d'exclusion. Concrètement, plus un ménage est identifié dans différentes dimensions, plus il y a de chances qu'il soit dans une

situation problématique. Ainsi une approche multidimensionnelle permet d'offrir une image plus globale et plus robuste de la situation d'un ménage.

2.5.2 LA COMPOSANTE MOBILITÉ DE LA PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE

Les débats actuels sur la mesure de la précarité énergétique souffrent d'une seconde lacune : ils oublient la composante mobilité. La précarité énergétique est le plus souvent évaluée uniquement sur l'énergie domestique, laissant de côté la dimension transport, même si une hausse des prix des carburants pourrait fragiliser une partie de la population. Pourtant, son analyse dans le secteur des transports revêt également une importance particulière.

En France, de nombreux ménages n'ont pas d'alternative adéquate à l'utilisation de la voiture individuelle dans leur vie quotidienne : se déplacer, faire des courses, consulter un médecin, rendre visite à la famille et aux amis, etc. Cette dépendance à l'égard de l'automobile augmente leur exposition à la hausse des prix des carburants et pourrait se traduire in fine par des problèmes de mobilité et d'accessibilité. Cela devient une préoccupation majeure en matière d'accès à l'emploi, ainsi que face au vieillissement de la population, dont la demande de mobilité tend à augmenter ces dernières années et dont l'accès aux soins devient central. C'est aussi problématique dans un contexte d'isolement progressif des territoires peu denses, où les services sont éloignés et les transports publics peu performants. Dans un article récent, Mattioli, Karen Lucas et Marsden (2017) comparent les concepts de précarité énergétique dans le logement et le transport. Ils soulignent que la précarité énergétique dans le secteur des transports repose sur un éventail plus large de facteurs, qui vont au-delà de la question du coût des carburants. L'une des conséquences est que son évaluation nécessite de capturer ses multiples facettes. Dans cette optique, une mesure multidimensionnelle semble particulièrement adaptée - cet argument venant confirmer et renforcer ce qui vient d'être montré pour les indicateurs de précarité énergétique dans le logement. Une autre motivation pour évaluer la précarité énergétique dans les deux secteurs est de déterminer dans quelle mesure les ménages touchés dans un secteur sont les mêmes que ceux touchés dans l'autre. Les ménages peuvent être doublement pénalisés s'ils cumulent de mauvaises conditions de logement et de mobilité. Par conséquent, le poids budgétaire

des dépenses énergétiques pourrait entraîner des arbitrages entre différentes pratiques (Jouffe et Massot, 2013).

Aujourd'hui, de nombreux travaux s'intéressent aux dépenses en carburant des ménages et aux difficultés de mobilité, mais ils sont menés séparément des travaux sur la précarité énergétique dans le logement. On peut citer K. Lucas et al. (2016) qui s'intéressent à la pauvreté en matière de transport et ses conséquences sociales ainsi que Nicolas, Vanco et Verry (2012) qui évaluent la vulnérabilité des ménages en situation de dépendance automobile dans quatre grandes agglomérations françaises. Pourtant, la préoccupation croissante de l'impact sur les ménages d'une augmentation des prix de l'énergie suggère une convergence entre les deux secteurs. Des pistes de réflexion ont été initiées. En particulier, le récent article de Mattioli, Karen Lucas et Marsden (2017) examine les similarités et les différences entre les concepts de précarité énergétique dans le logement et de pauvreté dans le transport, en termes de conséquences, de causes, de définition et de mesure, ainsi que d'interventions publiques. En France, des premiers travaux ont exploré la vulnérabilité énergétique liée à la mobilité (Saujot, 2012 ; Saujot, Feraudy et Demailly, 2017 ; Jouffe et Massot, 2013 ; Cochez, Durieux et Levy, 2015 ; Mayer et al., 2014 ; CGDD, 2017). L'ONPE a également mené des travaux préliminaires lors de son premier mandat (Yves Jouffe, 2015). Toutefois le sujet reste secondaire, et si la mesure de la composante mobilité devait devenir l'un des objectifs de son deuxième mandat débuté fin 2016, cela n'a finalement pas été retenu faute de financement. Ainsi, beaucoup reste à faire pour améliorer la connaissance de la composante mobilité et proposer une mesure de la précarité énergétique dans les deux dimensions du logement et de la mobilité.

2.6 VERS UNE APPLICATION EN FRANCE

2.6.1 QUELLES SONT LES DONNÉES DISPONIBLES EN FRANCE ?

Pour mesurer la précarité énergétique dans le logement et le transport à l'échelle nationale, différentes sources de données qui renseignent sur les comportements énergétiques des ménages ont été identifiées (voir table 2.1). L'enquête Budget des Familles (BDF) renseigne sur les dépenses et les revenus des ménages. Elle permet

de reconstruire le budget des ménages à partir de 900 postes de consommation compatibles avec la nomenclature COICOP³. Les informations sont essentiellement monétaires. L'Enquête Nationale Logement (ENL) renseigne sur le parc de logements et les conditions d'occupation des ménages. Elle permet d'étudier les dépenses liées au logement, la qualité de l'habitat, les équipements de chauffage, le type d'énergie, et contient également des questions subjectives. L'Enquête Nationale Transport et Déplacement (ENTD) renseigne sur la mobilité des ménages. Elle contient des informations détaillées sur les déplacements – motif, distance, durée, mode de transport utilisé – ainsi que sur l'accès aux transports collectifs, les véhicules dont disposent les ménages et leurs usages. Enfin l'enquête Phébus renseigne sur la performance énergétique des logements et sur les comportements des ménages en matière d'énergie dans le logement et le transport. Elle aborde les caractéristiques du logement, les modes de chauffage, les pratiques, les consommations d'énergie et des questions subjectives.

Base de données	Années disponibles (>1980)	Taille de l'échantillon* (nb ménages)	Données logement	Données transport	Données non monétaires
Budget des Familles (INSEE)	1984, 1989, 1995, 2001, 2006, 2011	10 342	Oui	Oui	Non
Enquête Nationale Logement (INSEE)	1984, 1988, 1992, 1996, 2001, 2006, 2013	27 000	Oui	Non	Oui
Enquête Phébus (SOeS)	2012	5 405	Oui	Oui	Oui
ENTD (INSEE et SOeS)	1982, 1994, 2008	10 700	Non	Oui	Oui

Table 2.1 – Enquêtes nationales contenant des données sur l'énergie
(*France métropolitaine, dernière enquête)

Le chapitre 3, qui concerne la composante mobilité, s'appuie sur l'ENTD. L'objectif est d'étudier finement la mobilité contrainte, en particulier les déplacements domicile-travail-étude. Par rapport à Phébus et BdF, l'ENTD contient des informations précieuses sur la mobilité des ménages, telles que la distance domicile-travail ou la durée des trajets, qui offrent des éclairages instructifs sur des facettes

³La nomenclature COICOP désigne la classification des fonctions de consommation des ménages mise au point par les Nations unies pour décomposer les dépenses de consommation des ménages par unités de besoin. En France, elle est utilisée pour l'enquête Budget des familles, les comptes nationaux et les indices de prix à la consommation.

de la précarité énergétique en matière de mobilité.

Le chapitre 4 s'appuie sur l'enquête Phébus. Ce choix tient compte de certaines limites, mais cette source de données reste préférable pour l'objet de l'étude : développer une mesure multidimensionnelle de la précarité énergétique dans le logement et le transport.

- Les données sont récentes : en particulier par rapport à l'ENTD 2008 dans le transport.
- Les informations ne sont pas que budgétaires : l'enquête contient des variables sur les conditions de logement, sur la mobilité, sur les pratiques des ménages et sur les restrictions (contrairement à BdF).
- Les dimensions logement et transport sont présentes dans la même enquête : les informations sont connues à l'échelle de chaque ménage (contrairement à un appariement entre l'ENL et l'ENTD).

Cependant ce choix introduit deux limites principales.

- L'échantillon est plus faible dans Phébus que dans les autres enquêtes, ce qui limite les possibilités pour étudier finement certaines catégories de ménages minoritaires.
- Les données ne sont disponibles que sur une année si bien que cette enquête ne permet pas d'étudier l'évolution au cours du temps.

2.6.2 CONTRIBUTIONS DES CHAPITRES 3 ET 4

Dans ce chapitre, j'ai montré pourquoi la précarité énergétique devrait être mesurée comme un concept multidimensionnel plutôt que de s'appuyer sur une approche unidimensionnelle - qu'elle soit budgétaire ou déclarative. J'ai également mis en avant le besoin d'élargir l'analyse au transport, dont la forte dépendance à la voiture fragilise au quotidien une partie de la population.

Dans le chapitre 3, je commencerai par explorer la dimension transport de la précarité énergétique, encore peu étudiée au moment de la thèse. Je partirai des indicateurs existants du logement et je montrerai que leur simple transposition

au domaine du transport n'est pas satisfaisante. Afin de mieux identifier les ménages exposés à une hausse des prix des carburants, je proposerai un indice multidimensionnel qui cible les facteurs de vulnérabilité des ménages. Cet indice ne se concentre pas uniquement sur les aspects budgétaires, mais reflète également les conditions de mobilité et les possibilités d'adaptation. Dans le chapitre 4, je poursuivrai la réflexion sur les mesures multidimensionnelles de précarité énergétique, puis je m'intéresserai aux implications politiques. Le travail est élargi aux deux secteurs du logement et du transport. Je proposerai la construction d'un indice de précarité énergétique multidimensionnel (IPEM) qui capture les multiples facteurs désavantageant les ménages en matière d'énergie. Cet indice diffère légèrement du précédent sur le plan conceptuel. Dans le chapitre 3, les situations de précarité et de vulnérabilité sont analysées distinctement et se recoupent partiellement. Le terme précarité correspond à des difficultés avérées, quand le terme vulnérabilité correspond aux ménages qui présentent des facteurs de risques - indépendamment du fait que ces ménages éprouvent des difficultés ou non. Dans le chapitre 4, le concept de précarité énergétique est englobant : il inclut les ménages qui font face à des difficultés avérées et ceux qui risquent de basculer dans la précarité énergétique du fait de situations désavantageuses. La précarité énergétique peut ici être différenciée selon l'intensité de la situation vécue par les ménages. Elle sera d'autant plus intense que le nombre de désavantages cumulés par un ménage est grand.

Ces deux indices diffèrent également légèrement sur le plan méthodologique. Dans le chapitre 3, l'identification d'un ménage dépend des combinaisons spécifiques de facteurs dans lesquels il est désavantagé. Le chapitre 4 s'intéresse lui au cumul de facteurs à un moment donné - et non plus à des combinaisons spécifiques. L'identification d'un ménage dépend du nombre pondéré de facteurs dans lesquels il est désavantagé. La première méthode se veut plus discriminante : elle permet de différencier les ménages impactés aujourd'hui de ceux qui pourraient l'être face à une augmentation des prix de l'énergie. Cependant, elle est aussi moins robuste : elle se focalise sur des facteurs particuliers, qui, pris individuellement, font face aux limites soulignées dans ce chapitre. La deuxième méthode est, elle, plus robuste du fait qu'elle se focalise sur le cumul de désavantages, c'est-à-dire sur le fait que les ménages soient pénalisés dans de multiples facteurs à la fois. Ainsi,

elle permet de limiter d'autant les erreurs d'inclusion et d'exclusion de chaque facteur pris individuellement.

RÉFÉRENCES

- Ambrosio, Giulia et al. (2015). *Analyse de la précarité énergétique à la lumière de l'enquête PHEBUS*. Rapp. tech. CSTB.
- Belaïd, Fateh (2018). "Exposure and risk to fuel poverty in France : Examining the extent of the fuel precariousness and its salient determinants". In : *Energy Policy* 114, p. 189–200. ISSN : 0301-4215. DOI : [10.1016/j.enpol.2017.12.005](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.12.005).
- Bernard, Charles-André et Olivier Teissier (2016). *Analyse de la précarité énergétique à la lumière de l'Enquête Nationale Logement (ENL) 2013*. Rapp. tech.
- Boardman, Brenda (1991). *Fuel poverty : from cold homes to affordable warmth*. John Wiley & Sons Ltd. ISBN : 1-85293-139-6.
- (2013). *Fixing Fuel Poverty : Challenges and Solutions*. en. Routledge. ISBN : 1-136-54573-5.
- CGDD (2017). "Les indicateurs de la stratégie nationale de transition écologique vers un développement durable - État des lieux 2016". In : *Document de travail* n°34.
- Cochez, Nicolas, Eric Durieux et David Levy (2015). "Vulnérabilité énergétique. Loin des pôles urbains, chauffage et carburant pèsent fortement dans le budget". In : *INSEE première* 1530.
- Desrosières, Alain (2013). *Gouverner par les nombres : L'argument statistique II*. Presses des Mines via OpenEdition.
- (2014). *Prouver et gouverner : une analyse politique des statistiques publiques*. La découverte.
- DETR (2000). *English House Condition Survey 1996 : Energy Report*. Rapp. tech. London : DETR, p. 119–144.
- Devalière, Isolde, Pierrette Briant et Séverine Arnault (2011). "La précarité énergétique : avoir froid ou dépenser trop pour se chauffer". In : *INSEE première* 1351.
- Dubois, Ute (2012). "From targeting to implementation : The role of identification of fuel poor households". In : *Energy Policy* 49, p. 107–115.
- Eyraud, Corine, Mustapha El Miri et Patrick Perez (2011). "Les enjeux de quantification dans la LOLF. Le cas de l'enseignement supérieur, French higher education. Performance indicators : Construction process and social uses". fr.

- In : *Revue Française de Socio-Économie* 7, p. 147–168. ISSN : 1966-6608. DOI : [10.3917/rfse.007.0147](https://doi.org/10.3917/rfse.007.0147).
- Fleurbaey, Marc et al. (1998). “Mesurer la pauvreté ?” fr. In : *Economie et statistique* 308.1, p. 23–33. DOI : [10.3406/estat.1998.2588](https://doi.org/10.3406/estat.1998.2588).
- Healy, John D. et J. Peter Clinch (2002). “Fuel Poverty in Europe : A Cross Country Analysis Using A New Composite Measurement”. In : *Environmental Studies Research Series Working Papers*.
- Hills, John (2011). *Fuel poverty : the problem and its measurement*. Rapp. tech. 39270. London School of Economics et Political Science, LSE Library.
- (2012). *Getting the measure of fuel poverty : final report of the Fuel Poverty Review*. en. Monograph.
- Imbert, Ines, Patrice Nogues et Marie Sevenet (2016). “Same but different : On the applicability of fuel poverty indicators across countries : Insights from France”. In : *Energy Research & Social Science* 15, p. 75–85. ISSN : 2214-6296. DOI : [10.1016/j.erss.2016.03.002](https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.03.002).
- Jany-Catrice, Florence et Dominique Méda (2013). “Les nouvelles mesures des performances économiques et du progrès social. Le risque de l’économicisme, The New Measures of Economic Performance and Social Progress. The Risks of Economicism”. fr. In : *Revue du MAUSS* 41, p. 371–397. ISSN : 1247-4819. DOI : [10.3917/rdm.041.0371](https://doi.org/10.3917/rdm.041.0371).
- Jouffe, Y et Marie-Hélène Massot (2013). “Vulnérabilités sociales dans la transition énergétique au croisement de l’habitat et de la mobilité quotidienne”. In : *1er Congrès interdisciplinaire du Développement Durable*. Namur, Belgium.
- Jouffe, Yves (2015). *Définir la vulnérabilité énergétique transport*. Rapp. tech. ONPE.
- Laurent, Éloi (2018). “Refonder le débat budgétaire à l’aide d’indicateurs alternatifs”. fr. In : *Revue Projet* 362, p. 59–65. ISSN : 0033-0884. DOI : [10.3917/pro.362.0059](https://doi.org/10.3917/pro.362.0059).
- Legendre, Bérangère et Olivia Ricci (2015). “Measuring fuel poverty in France : Which households are the most fuel vulnerable ?” In : *Energy Economics* 49, p. 620–628.
- Lucas, K. et al. (2016). “Transport poverty and its adverse social consequences”. In : *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Transport* 169.6, p. 353–365. ISSN : 0965-092X.

- Mattioli, Giulio, Karen Lucas et Greg Marsden (2017). “Transport poverty and fuel poverty in the UK : From analogy to comparison”. In : *Transport Policy* 59, p. 93–105. ISSN : 0967-070X. DOI : [10.1016/j.tranpol.2017.07.007](https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.07.007).
- Mayer, Ines et al. (2014). “The Two Faces of Energy Poverty : A Case Study of Households’ Energy Burden in the Residential and Mobility Sectors at the City Level”. In : *Transportation Research Procedia*. Sustainable Mobility in Metropolitan Regions. mobil.TUM 2014. International Scientific Conference on Mobility and Transport. Conference Proceedings. 4, p. 228–240. ISSN : 2352-1465. DOI : [10.1016/j.trpro.2014.11.018](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.11.018).
- Moore, Richard (2012). “Definitions of fuel poverty : Implications for policy”. In : *Energy Policy*. Special Section : Fuel Poverty Comes of Age : Commemorating 21 Years of Research and Policy 49, p. 19–26. ISSN : 0301-4215. DOI : [10.1016/j.enpol.2012.01.057](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.01.057).
- Nicolas, Jean-Pierre, Florian Vanco et Damien Verry (2012). “Mobilité quotidienne et vulnérabilité des ménages”. In : *Revue d’Économie Régionale & Urbaine* 1, p. 19–44.
- ONPE (2014). *Premier rapport annuel de l’ONPE. Définitions, indicateurs, premiers résultats et recommandations*. fr. Rapp. tech.
- Rao, Narasimha D. et Paul Baer (2012). ““Decent Living” Emissions : A Conceptual Framework”. en. In : *Sustainability* 4.4, p. 656–681. DOI : [10.3390/su4040656](https://doi.org/10.3390/su4040656).
- Ringén, Stein (1988). “Direct and Indirect Measures of Poverty”. In : *Journal of Social Policy* 17.3, p. 351–365. ISSN : 1469-7823, 0047-2794. DOI : [10.1017/S0047279400016858](https://doi.org/10.1017/S0047279400016858).
- Saujot, Mathieu (2012). “La mobilité, l’autre vulnérabilité énergétique”. In : *Iddri Policy Brief*.
- Saujot, Mathieu, Tatiana de Feraudy et Damien Demailly (2017). “Lutter contre la vulnérabilité liée à la mobilité en France”. In :
- Stiglitz, Joseph, Amartya Sen et Jean-Paul Fitoussi (2009). *Rapport de la Commission sur la mesure des performances économiques et du progrès social*. fr. Rapport public.
- Thomson, Harriet, Stefan Bouzarovski et Carolyn Snell (2017). “Rethinking the measurement of energy poverty in Europe : A critical analysis of indicators

and data”. en. In : *Indoor and Built Environment*, p. 1420326X17699260. ISSN : 1420-326X. DOI : [10.1177/1420326X17699260](https://doi.org/10.1177/1420326X17699260).

Thomson, Harriet et Carolyn Snell (2013). “Quantifying the prevalence of fuel poverty across the European Union”. In : *Energy Policy*. Special Section : Transition Pathways to a Low Carbon Economy 52, p. 563–572. ISSN : 0301-4215. DOI : [10.1016/j.enpol.2012.10.009](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.009).

Tirado Herrero, Sergio (2017). “Energy poverty indicators : A critical review of methods”. In : *Indoor and Built Environment*.

Waddams Price, Catherine, Karl Brazier et Wenjia Wang (2012). “Objective and subjective measures of fuel poverty”. In : *Energy Policy*. Special Section : Fuel Poverty Comes of Age : Commemorating 21 Years of Research and Policy 49, p. 33–39. ISSN : 0301-4215. DOI : [10.1016/j.enpol.2011.11.095](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.11.095).

3

Investigating fuel poverty in the transport sector: toward a composite indicator of vulnerability

Abstract. This paper investigates the issue of fuel poverty and of its measurement in the transport sector. We seek to identify households who run the risk of facing difficulties if fuel prices increase. We show that fuel poverty indicators from the domestic sector are not satisfactory in this regard. They fail to take into account three specificities of the transport sector: (1) the diversity of travel needs, (2) restriction behaviours, and (3) variable capacities to adapt. We propose a composite indicator that targets factors of vulnerabilities. In contrast to the previous indicators, it does not solely focus on budgetary aspects but also reflects conditions of mobility. Three levels of exposition to rising fuel prices are considered, depending on the combinations of factors. We test this indicator on French data and find that 7.8% of French households are identified fuel poor, a further 7.4% fuel vulnerable

and a further 3.7% fuel dependent.

3.1 INTRODUCTION

Because of climate change policies or depleting fossil fuels, fuel prices are expected to rise and an increasing number of households could face difficulties to afford their energy bills, adequately warm their home and achieve their travel needs. The United Nations has identified the provision of sustainable energy for all as one of the main priority in the “Sustainable Development Goals” that will guide national and global policies to 2030 (*Proposal for Sustainable Development Goals* . 2014). Similarly, (Benjamin K. Sovacool and Dworkin, 2015) refer to the concept of energy justice and define it as « a global energy system that fairly disseminates both the benefits and costs of energy services ». This concept is gaining attention and emphasizes the need to implement energy policies that tackle climate change while improving rather than worsening socioeconomic and spatial inequalities. Therefore addressing the issue of fuel poverty, and the vulnerability of households to higher energy prices, is a requisite to pursue on the pathway of deep-decarbonisation of the society.

Attention has been focused on fuel poverty in the domestic sector so far. Traveling by car is another essential energy service for part of the population, (Benjamin K. Sovacool, Cooper, et al., 2012; Heindl and Löschel, 2015). High fuel prices can induce restriction behaviours - households do not meet their travel needs - and it may become a barrier to access employment, and cause social and economic exclusion (Orfeuil, 2004). Therefore fuel poverty policies are necessary to accompany fuel prices rises.

The success of fuel poverty policies depends on the capacity to target the most vulnerable population (Dubois and Meier, 2014). If inadequately targeted, they may miss their intended purpose (Guyet, 2014). Indicators of fuel poverty are thus needed to guide the targeting of policies and measure their impacts.

In this paper, we focus on the evaluation of fuel poverty in the transport sector. We investigate which indicator(s) are most suitable to measure households' exposition to rising fuel prices in the transport sector. We show that transposition of current fuel poverty indicators used in the domestic sector is not satisfactory,

and that it calls for the development of a multidimensional indicator, which combines information on the financial resources, fuel consumption and conditions of mobility.

Existing indicators mainly focus on income and fuel spending – assessing the ability to afford one’s fuel bills (Nicolas, Vanco, and Verry, 2012). Although budgetary constraints are important, they only provide a partial picture of fuel poverty. In line with Sen’s poverty approach seen as capability deprivation - lacking the opportunity to achieve some minimally acceptable basic functionings (Sen, 1992) – we interpret fuel poverty in the transport sector as lacking the opportunity to adequately achieve one’s travel needs. Travel needs vary from one household to another depending on a variety of geographic, technical and socio-economic characteristics. This variation raises concerns about the adequacy of conditions of mobility in regard with travel needs, as well as with households’ capacity to adapt their practices in face of rising fuel prices. We show that existing indicators fail to account for the diversity of travel needs and capacity to adapt, and we develop a novel indicator to do so.

The construction of our indicator, and its comparison with existing indicators, is illustrated with an application to the French case study based on the national travel database ENT-D 2008 - Enquête Nationale Transport et Déplacement.

The rest of this paper is structured as follows. Section 2 reviews indicators of fuel poverty in the domestic sector. Section 3 describes specificities of the transport sector that have to be considered for evaluating fuel poverty in the transport sector. Section 4 describes the methodology to build indicators measuring fuel poverty in the transport sector. Section 5 presents the survey data for the application to the French case study. Section 6 presents the results and discusses the different indicators. Section 7 concludes.

3.2 MEASURING FUEL POVERTY IN THE DOMESTIC SECTOR: A REVIEW OF CURRENT INDICATORS

3.2.1 DEFINITION AND MEASUREMENT ISSUES

A household is said to be in fuel poverty when its members are unable to afford to keep adequately warm at reasonable cost. This original British definition generalizes to the situation of a household whose members are unable to afford an adequate amount of energy services to satisfy their basic needs, as mentioned in the legal French definition¹. This definition may include other domestic uses than ambient heat and hot water, as the rising uses of home appliances. Tackling vital warmth and socially constrained uses together raises justice issues. Concepts of energy justice emerge to elaborate relevant public policies related to energy services (Benjamin K. Sovacool and Dworkin, 2015). Transportation is sometimes included within the scope of energy justice, especially through the global South oriented concept of energy poverty (B. K. Sovacool et al., 2015). While warmth needs may rely on physiological parameters through some socio-cultural dimensions (Subrémon, 2011), transport belongs to the energy needs that are mainly constrained by social arrangements. This specificity of transportation and others that will be detailed below, call for a “vulnerability” approach towards planning policies, more than a “poverty” approach that targets households already facing difficulties within the vicious circle of poverty (Bouzarovski and Petrova, 2015). A wider scope of fuel poverty implies its very reconceptualization towards a possible change of policy approach.

A common agreement has emerged to identify low income, poor energy performance, and high fuel costs as the key drivers of fuel poverty (Palmer, MacInnes, and Kenway, 2008). Location is also identified as a key defining feature (Thomson and Snell, 2013; Roberts, Vera-Toscano, and Phimister, 2015). However these definitions relate to the domestic energy. Similarly we propose to define fuel poverty in the transport sector as involving the following three drivers: low income, high fuel costs and poor conditions of mobility. Conditions of mobility refer to the ac-

¹See the Loi Besson du 31 mai 1990 : <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006075926&dateTexte=vig>

cessibility to jobs and services, to the existence of other modes of transport – than private vehicle - to reach them, and to the energy performance of the vehicle, be it cars or two-wheelers. From this definition, fuel poverty shows different dimensions - namely economic, technical and geographic - and reflects different situations. The particular situation of each household depends on its lifestyle, its budget and its preferences, as well as on external factors. To illustrate, some households may face difficulties to meet their travel needs because of budgetary constraints, while others because of an inappropriate spatial matching associated with long travel time, high fuel spending or physical tiredness of traveling (Nicolas, Vanco, and Verry, 2012). Some households may be forced to adjust their behaviours and restrict their mobility, meaning they may reduce their number of trips. This raises concerns in regard with households' accessibility to employment areas, to health-care centres or other critical motives (Gaschet and Gaussier, 2005; Aguilera and Mignot, 2003). Others may develop different strategies to cope, they may prefer to give up on other essential spending, such as food or clothing, in order to keep satisfied their travel needs.

This variety of situations rouses debates about which indicator(s) should be used to evaluate fuel poverty. In the domestic sector, several studies showed that the depiction of fuel poverty may substantially vary depending on the indicator chosen, be it in terms of the number or of the categories of households concerned (Legendre and Ricci, 2015; Waddams Price, Brazier, and Wang, 2012; Valbonesi, Miniaci, and Scarpa, 2014; Walker et al., 2014). This choice is not trivial; indicators are not neutral in their approach to fuel poverty, but points out to different political representations of the problem. It is necessary to reach a shared representation of fuel poverty, involving a common definition and consensual indicators (Chancel, Erard, and Saujot, 2015). Actually it is a requisite for fuel poverty policy to be effectively designed and implemented, because indicators are the basis on which to quantify the extent of the problem, to identify the affected population and to design mitigation policies (Hills, 2012; Moore, 2012; ONPE, 2014). Because fuel poverty is multidimensional, reducing fuel poverty only to budgetary aspect does not account for the more complex reality of the phenomenon, so that a good fuel poverty indicator should be enlarged to integrate information on the living conditions. Though we acknowledge both housing and mobility aspects should

be considered, in this paper we focus on the transport dimension of fuel poverty. Thus information is needed on the financial resources of the households, on their car fuel consumption² as well as on their conditions of mobility. This suggests that a good indicator should capture the difficulties to afford one's car fuel bills as well as situations of restriction, and that it should assess the level of energy performance as well as the implications of one's residential choice.

3.2.2 RATIO INDICATOR

Fuel poverty in the domestic sector is commonly measured with the 10% ratio indicator, which was first introduced in the UK in the 1990s. A household was said to be in fuel poverty if it needs to spend more than 10% of its disposable income on energy services (Bradshaw and Hutton, 1983; Boardman, 1991). Rather than actual energy spending, the energy spending was estimated from the energy required to provide satisfactory heating - depending on the household type and level of occupancy - plus adequate lighting, hot water, cooking and typical appliance use (DETR, 2000). Alternatively the energy spending can be based on domestic energy bills and relate to actual energy spending. The 10% threshold was defined as twice the median energy spending at that time in the UK, which was considered an unreasonably high spending. This threshold has since been kept at 10%, despite variations in the median energy spending, making this '10%' an arbitrary value. Analogously to poverty measurement in the European Union and the OECD, the threshold can be defined in relation to the current situation as twice the current median ratio (ONPE, 2014). The emphasis is then put on relative fuel poverty, as the number of fuel poor is influenced by the distribution of fuel spending among the whole population and relates to the way of life of the society in which they live. While a relative threshold may better gauge the extent of disproportionate spending, it masks the fact that significantly more households will have real difficulty in meeting their fuel spending in face of rising fuel prices - the number of fuel poor remaining the same whatever the level of energy prices (other things being held equal). The recent high volatility of fuel prices makes this relative measure questionable. Using a ratio indicator also has the disadvantage to include households

²Because two-wheelers are few compared to cars, we use « car fuel consumption » to refer to both car and two-wheelers fuel consumption.

that are not poor. However, it clearly highlights out of ordinary situations. In this paper, we use the term ratio indicator to refer to both approaches (fixed or relative threshold).

3.2.3 LIHC INDICATOR

More recently, a new indicator has been developed by Hills (2012), still for the UK. The Low Income High Cost (LIHC) identifies households having both a high fuel spending and a low income. Fuel spending is based on an estimated energy requirement, and not an actual energy spending. The advantage is to eliminate the restriction bias. A household who under consumes might not be identified if actual spending is used, whereas using required spending tells us about what this household would actually spend if it were not to restrict its consumption. The estimated fuel spending is adjusted either to the size of the dwelling or to the household composition. The former represents the energy efficiency of the home (energy spent per square meter) and the latter the level of occupancy (equivalisation of the fuel spending according to the household composition). The adjusted fuel spending is then compared to the corresponding national median. It is interesting to note that this threshold can be interpreted as a norm - being the mean energy efficiency and the mean energy spending per household composition. Each household can be compared to this norm independently of its revenues, and it offers some information on the adequacy of their conditions of housing. However taking the median spending as the threshold for reasonable costs makes the literal eradication of fuel poverty highly challenging (if not impossible), and it may not adequately reflect improvements in the energy efficiency and fuel costs of targeted homes. Regarding the income, it is expressed as the equivalised disposable income after housing costs, also known as the equivalised residual income. Loans, mortgage and rents are deducted from disposable income, so that it better reflects the purchasing power of a household and its actual capacity to afford its energy bills after housing costs. To compare the standards of living of households of different sizes or compositions, the residual income is then adjusted by the number of consumption unit (CU) using the OECD equivalence scale: 1 CU for the first adult in the household, 0.5 CU for other adults, 0.3 CU for children. This equivalised residual

income is then compared to a threshold set at 60% of the national median equivalised residual income (after housing costs) plus their estimated fuel spending after equivalisation. This threshold is in line with relative income poverty measurement used in the European Union (Eurostat). Finally a household is identified as being fuel poor if it cumulates both constraints - a high required energy spending and a low residual income. One drawback of this approach is that it is excessively complex, making it more difficult to calculate than a ratio indicator, especially if the latter is based on actual energy spending. It is also more difficult to interpret - as a result of its equivalisation of fuel costs and redundancy of fuel costs in the income and fuel dimensions.

3.3 SPECIFICITIES OF THE TRANSPORT SECTOR

This section discusses three specificities of the transport sector relatively to the domestic sector with regard to fuel spending. The underlying research question, which will be more specifically addressed in the next section, is whether indicators of fuel poverty from the domestic sector are also relevant to the transport sector, and whether they may be directly transferred or some adjustments are necessary.

3.3.1 HIGHLY DIVERSE TRAVEL NEEDS

Mobility has become essential to access employment and services as well as for social inclusion. While some trips are undoubtedly more necessary than others, it is difficult to provide a clear and well-delimited definition of this “required travel” (unlike for housing). Generally speaking, travel needs refer to all trips necessary for good inclusion in society. One may think of the following purposes in particular: work, studies, health, administrative services, shopping or visits to family and friends.

Setting aside the complexity of precisely defining travel needs, another significant hurdle in the transport sector arises when trying to specify a standard car fuel consumption, defined as the quantity necessary to fulfil those basic travel needs (Rao and Baer, 2012). Distances to reach doctors, to visit family, and to go to work or study depend on a number of factors involving the transport system, the system of activities, as well as the personal situation of the household, so that designing

a minimum travel need – be it in distance, energy, or euros – is hardly relevant at an aggregate level. We analyse car fuel spending for commuting among French households to exemplify this point³. The distribution is very spread, whatever the income quartile (Figure 3.1). Although the median spending for commuting by car is only 2.8€ per day, a substantial share of the population spends more than 10€ per day, that is four times the median amount. This high variability reflects the diversity in households' travel needs, while hindering the definition of a norm for car fuel spending.

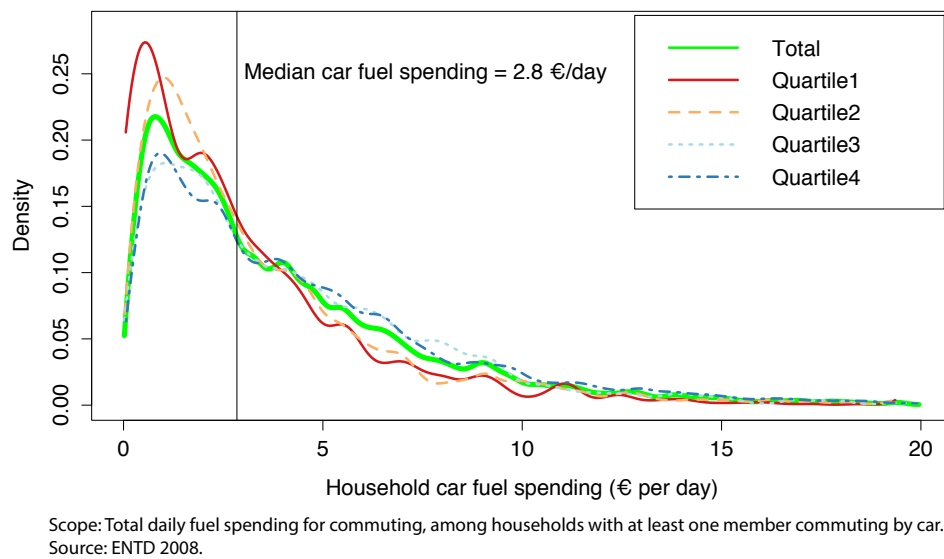


Figure 3.1 – Distribution of car fuel spending per income quartile.

Given these considerations, one might seek to estimate a standard car fuel spending specific to each household. The value would be derived with a model that would consider the various characteristics of the household, as in the LIHC methodology (see subsection 3.2.3). Again, the strong heterogeneity of travel behaviours makes the development of such a model - with a sufficient level of accuracy – unlikely, even in the medium run. To illustrate, car use is strongly influenced by residential location. Commuting distances and subsequently distances travelled by car strongly increase the further one lives from the city centre (Berri, 2007;

³Fuel spending is built from ENT2D and relates to commute trips for all members of a household. It is derived from stated distance traveled by car for commuting, the number of trips per day and per week, the efficiency of the car, the type of fuel and the price of fuel.

Coulombel and Leurent, 2013). This average trend conceals a wide variety of individual situations that cannot be overlooked, however. To elaborate, we computed the total daily kilometres travelled by car per household for commuting, among active households using the car⁴. We find the median commuting distance is 50 km per day for households living in rural areas, which is 16% more than in small urban areas (43 km per day) and almost twice more than in large urban areas (26 km per day). This being said, 28% of rural households travel more than 80 km per day (respectively 25% for small urban areas and 10% for large urban areas), while 17% travel less than 20 km per day (30% and 40%, respectively). Disparities are therefore greater within a same geographical area than between two different areas, confirming that travel needs significantly vary among otherwise similar households. If we managed to define normative fuel spending for essential services in the house, this might not be the case for daily travel (Jouffe and Massot, 2013).

Fuel poverty policies must target the most vulnerable households to be effective. Because of the diversity of travel needs, one can reasonably raise concerns that in the transport sector, targeted measures based on averages could lead to significant errors of inclusion and exclusion, and ultimately prove counterproductive⁵. Similarly, a normative approach of travel needs at the household level is unlikely for the years to come. Indicators of fuel poverty in the transport sector should therefore rely on actual spending – instead of estimated spending as in the LIHC methodology – while taking the diversity of travel needs into account.

3.3.2 DIFFERING FORMS OF RESTRICTION

To address fuel poverty in the transport sector, what matters is to understand variations in travel practices and to focus on detecting situations at-risk. Restriction, defined as limiting the use of one's private vehicle due to budget constraints, is likely the most common and prejudicial symptom. If the household transport budget is relatively stable across income levels in absolute value, it represents a high fraction of income for the less well-off households. Some of these are forced to constrain-

⁴Data is drawn from the French National Transport Survey 2008 (the latest available at the time of writing).

⁵Such measures would risk not helping some of the most vulnerable households in achieving their travel needs, while encouraging other households - those with low travel needs - to drive longer distances by car.

ing adjustments accordingly, leaving part of their travel needs unsatisfied (Orfeuill, 2004). This may limit access to job opportunities and essential services, or preclude visits to family and friends. Over time, it might lead to social exclusion and prevent these households from fully participating in the economic, social, and political life of the society they live in.

Yet, having a low motorised mobility is not problematic in itself, for two reasons. Households may have low travel needs: some people work from home, while others prefer to get their shopping delivered at home rather than going to supermarkets. Again, this is to relate to the high diversity of travel needs discussed previously. Furthermore, households may willingly use other modes of transport. They may have access to an extensive and rapid public transport system, or prefer active modes (walking, cycling) as a way to do physical exercise⁶. On the other hand, households who use public transit because of the excessive cost of car can be in a disadvantageous situation when it implies much longer travel times, for instance. These arguments bring out the importance to distinguish between actual restriction, low mobility and low motorised mobility.

Conversely, restriction can also affect households with high travel mobility. Again, some households have higher motorised travel needs than others, typically those living in the furthest parts of the metropolitan area or bi-active households. Both situations imply longer distances than average to meet yet essential needs. When there is no other mode (than car) accessible, it may lead to an excessively high fuel spending, so that these households ultimately have to restrict their trips. Because similar travel practices can reflect either preferences or deprivations, it calls for a fuel poverty indicator including a direct evaluation of car use restriction behaviours, as well as an evaluation of the extra travel time induced when using public transit compared to using car.

3.3.3 ADAPTIVE BEHAVIOURS

Another key difference with the housing sector is the presence of alternatives in the transport sector. Public transit, walking and cycling are substitutes for car use. The last two requiring no energy (other than muscular) and public transport being

⁶This is especially the case for urban households, who may be highly mobile without owning a car through multimodal behaviours.

less energy intensive than the car, households may use these modes of transport to mitigate the impact of a sharp increase in fuel prices without limiting their trips. These alternatives are not spatially equally distributed and thus not available to all households, however (Jones and Lucas, 2012). Households living in suburban and rural areas seem especially vulnerable in face of increasing fuel prices (Saujot, 2012; Huyghe, Baptiste, and Carrière, 2013). Even when other modes are available besides the car, they might not always meet one's travel needs without leading to excessive travel time or inflicting too much hardship. One might think of disabled people, crowded buses or the need to transfer three times before reaching one's workplace.

Though we recognise that using the car may be a choice, it can also be a source of dependency when no alternative is available, making households especially vulnerable to future rises in fuel prices. Our point is that if alternatives to car exist, they may not be evenly available, and households may be unequal in their capacity to adapt in face of rising fuel prices. Because similar practices of car use can reflect either a choice or a dependency to this mode, a good fuel poverty indicator ought to evaluate the availability of suitable alternatives with regard to the household's travel needs.

3.4 TOWARD A NEW INDICATOR FOR THE TRANSPORT SECTOR

To diagnose fuel poverty in the transport sector, the first idea would be to transpose existing indicators used in the domestic sector to the transport sector. However, we will show why they are not entirely satisfactory in the transport sector, leading us to propose a new indicator. Derived from multidimensional poverty measurement, our composite indicator intends to better take the specificities of the transport sector in consideration.

3.4.1 TRANSPOSITION OF DOMESTIC INDICATORS

RATIO INDICATOR

The ratio indicator identifies households with an excessive fuel spending in relation to their income. There exists some variations in the literature regarding the

following aspects: figures expressed per household or per unit of consumption, modelling of travel distances and spending, trip purposes included, and thresholds (Cochez et al. 2015 ; Nicolas et al., 2012 ; Lovelace, 2013). One usual concern underlying the choice of the ratio indicator is when combined with fuel poverty in the domestic sector (Rouxel, 2015 ; Alterre Bourgogne, 2007). Several variations of the ratio indicator in the transport sector were also tested at the scale of the Paris region (Beaufils et al., 2014).

In our paper, we choose the following definition of the ratio indicator:

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Fuel spending}}{\text{Income}} \quad (3.1)$$

Fuel spending and income are both measured at the household level. Analogously to the domestic sector (see subsection 3.2.2) a household is considered at risk if its ratio is over twice the median ratio.

THE LOW INCOME HIGH COST (LIHC) INDICATOR

The LIHC indicator is a two-dimensional indicator that identifies households who have a high fuel spending and a low income. It was recently applied to the city of Strasbourg for both housing and transport (Mayer et al., 2014). Fuel spending is expressed per person or per consumption unit for transport (CUt). Depending on the type of travel studied (scope and nature of trip purposes), an equivalence scale may be appropriate, for which members of a household receive different weightings. Total household fuel spending is then divided by the sum of the weightings to yield a representative fuel spending – the fuel spending per CUt - and enable meaningful comparison across households.

$$\text{Fuel spending per person or CUt} = \frac{\text{Fuel spending}}{\text{Number of persons or CUt}} \quad (3.2)$$

Regarding income, we consider the residual income after fuel spending. It is adjusted by the number of consumption unit for income (CUi) in the household,

using the OECD equivalence scale⁷.

$$\text{Residual income per } CU_i = \frac{\text{Income} - \text{Fuel spending}}{\text{Number of } CU_i} \quad (3.3)$$

A household is considered fuel poor if its fuel spending per person or CU_t is higher than the median, and if its residual income per consumption unit is lower than the poverty line (60% median income per CU_i).

3.4.2 LIMITATIONS OF THE DOMESTIC INDICATORS

As we have just seen, both indicators are based on actual fuel spending: while the ratio indicator also often uses actual fuel spending in the domestic sector, in the case of the LIHC indicator, this stems from the specificities of the transport sector. Accordingly, they cannot detect restriction behaviours and do not inform the adequacy of households' conditions of mobility. Moreover, both indicators fail to consider two other key aspects of the transport sector, namely the diversity of travel needs and the variability of households' adaptive capacities in face of a sudden rise in fuel prices. Because all these points are at the crux of fuel poverty issues, we recommend using an alternate approach that directly measures the factors of vulnerability.

Vulnerability can be defined as “the ability or inability of individuals or social groupings to respond to, in the sense of cope with, recover from or adapt to, any external stress placed on their livelihoods and well-being” (Kelly and Adger, 2000)⁸. In this paper we understand fuel vulnerability as the degree to which a household is likely to experience difficulties due to exposure to rising fuel prices. Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change points out that « vulnerability encompasses a variety of concepts and elements including sensitivity or susceptibility to harm and lack of capacity to cope and adapt.”

To assess vulnerability, we consider vulnerability as a combination two elements:

⁷In the OECD equivalence scale, the weighting of the different members of a household are: 1 CU for the first adult in the household, 0.5 CU for other adults, 0.3 CU for children

⁸See also on this topic Bohle, Downing, and Watts (1994), Adger (2006), and Büttner et al. (2012).

- Sensitivity is the degree to which something/someone is affected by exposure to stress.
- Adaptive capacity is the ability of something/someone to adjust to potential damage, to take advantage of opportunities, or to respond to consequences.

We therefore build a composite indicator combining an assessment of households' financial resources, mobility practices and conditions of mobility. Derived from multidimensional poverty measurement, this indicator consists of several factors, which can be economic, technical, geographical or cross dimensional. The composite indicator reflects the adequacy of one's situation and aims at identifying multiple combinations of factors translating into an exposition to rising fuel prices.

3.4.3 A COMPOSITE INDICATOR

The composite indicator identifies households cumulating different unfavourable factors exposing them to a rise in fuel prices. Derived from multidimensional poverty measurement (UNDP, 2014), the composite indicator combines an assessment of financial resources, an assessment of mobility practices and an assessment of households' conditions of mobility. It is composed of several factors, which can be of economic, technical and geographic nature, that are combined into a single indicator. It is built to allow those individual factors to be combined in a manner, which reflects the dimensions of the phenomena being measured – vulnerability to rising fuel prices. Similarly to the dual cut-off method developed by Alkire and Foster (2011), it employs two types of threshold: one threshold is defined per factor to determine whether that factor applies to the household, and the other threshold is defined across factors to identify the population exposed to a rise in fuel prices - by cumulating the factors in which a household is affected. Other multidimensional approaches have been used for mapping energy vulnerability (see for instance Fruchart (2012)) or transport poverty (Beaufils et al., 2014; Sustran, 2012; Dodson and Sipe, 2007). These indicators do not specify the situation characterized by each combination of factors, however, but only use the number of factors as an indication of the risk level with regard to fuel poverty. In this study the composite indicator assesses the adequacy between the main dimensions of fuel

poverty and it reflects specific combinations of factors translating an exposition to rising fuel prices. Dimensions and factors are described in table 3.1.

Table 3.1 – Dimensions and factors included in the composite indicator

Dimensions	Factors
Financial resources	Low income
Mobility practices	High fuel spending
	Extra travel time
	Car use restriction
Conditions of mobility	Poor spatial matching
	No alternative
	Low vehicle performance or No vehicle

Financial resources include a single factor: low income⁹.

- Income reflects the household propensity to afford its travel costs and achieve its travel needs. It is expressed as the income per consumption unit for income (CUi).

Mobility practices is composed of three factors: high fuel spending, extra travel time and car use restriction.

- Fuel spending is expressed per person or per consumption unit for transport (CUt). Similarly to LIHC, it represents the average fuel spending per person or CUt in the household.
- Extra travel time is assessed for households who have at least one member using public transport, because they can be in a disadvantageous situation when it implies much longer travel times. It is expressed per person and it is based on an assessment of the travel time difference induced by using public transport compared to using car.
- Car use restriction reflects a deprivation in one's motorised mobility. Because of budgetary constraints, either one is constrained to use another mode

⁹The choice of the term "Low income" reflects the fact that one may want to consider a larger category of population than "income poor" households only as is usually the case. As a matter of fact, in the following application in Section 6.3, we define "Low income" households as ones with income below the median for the composite indicator, instead of using the standard "Income poor" criterion (set at 60% of the median) as for the ratio and LIHC indicators

of transport despite his preference for using the car, or he is constrained to cancel part or all of his trips. Because travel needs are diverse (see previous section), an assessment based on actual spending cannot reveal if one meets its required motorised mobility. Therefore restriction is based on statement.

Conditions of mobility are composed of three factors: poor spatial matching, no alternative, and low vehicle performance or no vehicle.

- Spatial matching is expressed as the average distance travelled per person or CUt in the household. All modes of transport are included, it relates not only to travelled distances by car, but also to active, public transport and car passenger travelled distances. It reflects the proximity (or remoteness) to basic amenities and to households' required activities. It depends on local geographical features and highlights the adequacy of one's residential location choice.
- Alternative reflects the possibility to shift from the private car to other modes of transport. It can be based on declaration, or derived from surveying the alternatives to the private car that are both accessible and adequate to the travel needs of the household.
- Vehicle performance reflects the technical aspects of one's mobility. For households having a vehicle, it is assessed from the technical characteristics of their vehicles. It reflects the engine efficiency, the type of fuel and the horsepower. For households having no vehicle, they are considered at-a-disadvantage in regard with vehicle performance. Not owning a car is not necessarily a disadvantage, but rather depends on the location and the accessibility of alternative transport (for example it is a luxury to have a car in a city such as Paris). This is why this factor will become meaningful only when combined with another factor – among the conditions of mobility. Furthermore non-access to personal vehicle is identified as a key determinant of social inequalities related to mobility for low-income households (Mignot and Aguiléra, 2004), so that we do not want to miss those households but include them in the evaluation.

A household is considered “exposed to rising fuel prices” if it cumulates several factors. Different combinations of factors reveal different situations and exposition to rising fuel prices. More specifically, the composite indicator distinguishes between three levels of exposition to increasing fuel prices: fuel poverty, fuel vulnerability and fuel dependency. Each level of exposition derives from specific combinations of factors (see Figure 3.2).

- Fuel poor are households combining a low income with a high fuel spending and/or restriction. They already face difficulties to afford their mobility, either because they have to spend disproportionate amount of money on buying fuel in regard with their financial resources, or because they already choose to cancel some of their motorised travels for budgetary reason.
- Fuel vulnerable are households characterized by a low income and cumulating at least two disadvantageous conditions of mobility among three - poor spatial matching, no alternative, and low vehicle performance or no vehicle. They show little capacity to adapt so that the limits of their present situation expose them to future difficulties, especially in case of an unexpected change of situation (new-born baby, change workplace, higher housing costs, etc.). They are at-a-disadvantage in their mobility independently of how much they spend on fuel.
- Fuel dependent are households combining a high fuel spending with no adequate alternative mode of transport. They are dependent on driving long distances, so that in front of rising fuel prices, their fuel spending would highly increase and could result in financial stress. This is particularly problematic in the short term as those households show limited leeway in how to adapt, and households with high committed spending such as loan reimbursement or payment of children studies could be negatively affected in their daily budget.

Elements of the composite indicator inform on the sensitivity and adaptive capacity of households to rising fuel prices. Both dimensions being interlinked, it is difficult to separate out variables for sensitivity from variables for adaptive capacity - for example having a low income translates being more impacted by a high

fuel spending, and also being more limited in one's capacity to adapt, by affording a new efficient car or by relocating closer to one's workplace. The variables of the composite indicator aim at qualifying different levels of difficulties in households' mobility, so that they are essentially focus on assessing the sensitivity of households. The difficulty in defining the mobility needs (subjectivity, socio-spatial constraints, tactics or various strategic alternatives) forces us to rely on three types of data, namely the mobility practices, conditions of mobility and financial resources. Considering the conditions of mobility and the financial resources also sheds light on the ability to cope and adapt, and in particular it emphasizes the specificity of fuel dependent. Therefore there is some assessment of adaptive capacity, but this is rather an additional insight enabling to define more or less sensitive groups of households, and calling to different types of preventive measures. A more comprehensive consideration of adaptive capacity remains to be done, in a conceptual framework to be adapted.

Combinations of factors (gather at least)							Level of exposition
Mobility practices			Conditions of mobility			Financial resources	
High fuel spending	Extra travel time	Car use restriction	Poor spatial matching	No alternative	Low vehicle performance or No vehicle	Low income	
X						X	Fuel poor
	X					X	
		X				X	
			X	X		X	Fuel vulnerable
			X		X	X	
X				X			Fuel dependent

NB: For interpretation of the references to colour in this table legend, the reader is referred to the web version of this article.

Figure 3.2 – Levels of exposition identified with the composite indicator.

3.5 APPLICATION TO THE FRENCH CASE

We illustrate our methodology with a case study. This section describes how we operationalize the three indicators proposed in Section 3.4 in the French context.

After presenting the primary data source, we specify the scope of the study, and finally we outline how the different variables required in our analysis are computed. Results are presented and discussed in the next section.

3.5.1 DATA SOURCE: THE NATIONAL TRAVEL SURVEY

Building fuel poverty and vulnerability indicators for the transport sector requires data relative to the socioeconomic characteristics of the households (household structure, economic activity, income...), to the area in which they operate (residential location, location of activities, supply of public transport...) and to their travel behaviours (travelled distances, modes of transport, description of vehicles...). Given these requirements, national travel surveys would usually be prime candidates when looking for potential databases, as it is indeed the case in France.

The National Travel Survey (Enquête Nationale Transports et Déplacements) carried out by the INSEE informs the travel practices of the French population using three elements: a diary filled for one car of the household during a one week period; an interview with one randomly chosen household member (being over 6 years old) about his local travel (<80 km) the day and the week-end preceding the interview; another interview with one person, again drawn randomly, this time to collect information about his long distance travel (>80 km) over the three previous months. For each trip indicated by the respondent, the survey database reports the purpose, the trip length and duration, as well as the transportation mode(s). It also provides information regarding access to public transportation and the private means of transport available to the households (including the characteristics of the vehicle(s)). Last, the ENTD provides detailed information on travel related to work and study for all household members over 6 years old.

We use for our application the ENTD 2008 – being the latest edition available - which covers a sample of 20,200 households. Indeed, it especially suits our needs as it provides us with information at the national level on all three required items: household, neighbourhood, travel¹⁰.

¹⁰This led us to discard other possibilities such as using regional travel surveys, because of the scale, or the National Budget Survey, which provides in-depth information on outlays and incomes, but on the other hand very limited information on travel behaviours.

3.5.2 SCOPE OF THE STUDY

Fuel poverty in the transport sector focuses on the evaluation of one's travel needs and on the ability to fulfil those needs (see subsection 3.3.1). Although the ENT-D covers all trip purposes, it only does so for one household member. Accordingly, our analysis focuses on commuting (for work or for study), for which information is available for the whole household. All other purposes, including some which one might also deem necessary such as health, basic shopping, or administrative services, fall outside the scope of our analysis. Focusing on commuting trips involves several caveats. This excludes de facto retired and/or unemployed individuals from the analysis, even though these population categories are likely to meet difficulties in fulfilling their travel needs. Because we consider only a part of basic travel needs, car fuel spending is also underestimated. Regarding this second point, the impact on our findings should remain limited, however: commuting trips remain preponderant within required travel, and the fact that we use relative thresholds (based on the median) and not absolute ones also limits the effect of disregarding other purposes¹¹. Henceforth, 'travel needs' refer to trips related to places of work/study.

3.5.3 COMPUTATION OF THE MAIN VARIABLES OF ANALYSIS

In this subsection, we outline how the main variables required for our analysis are derived. A more thorough description is provided as Supplementary materials (see Appendix).

Distance The distance of interest is the sum of the distances travelled by each household member to achieve his travel needs as defined above (commuting for work/study). Motorized distance refers to distances covered by car or by motorcycle, from which we exclude the case of passengers to avoid duplication of fuel spending.

Vehicle performance Vehicle performance reflects the cost of traveling one kilometre. It conveys information on the fuel efficiency of the vehicle, the fuel

¹¹In 2008, commuting trips still accounted for 28% of the total number of trips and 32% of distances travelled within local travel.

type and the horsepower. Moreover, households having no private vehicle are considered at-a-disadvantage in their mobility.

Fuel spending Fuel spending is derived as the product of the motorized distance and the vehicle fuel efficiency (i.e. the unit cost of per kilometre).

$$\text{Fuel spending} = \text{Motorized distance} \times \text{Vehicle fuel efficiency} \quad (3.4)$$

Income As our methodology evaluates the household capacity to pay for its travel needs, disposable income appears as the most relevant measure. It is the sum of all earned income (salaries, bonuses), social income (retirement pensions, unemployment benefits, family benefits, housing benefits...) and unearned income, from which several direct taxes (income, housing, and social welfare) are deducted. It represents the total household income available for consumption and savings. The ENTID provides a measure, which is very similar to the disposable income, except that income and housing taxes are not subtracted (while social welfare taxes are). The equivalised disposable income - also used in our analysis - is derived by dividing the income reported in the ENTID by the equivalised household size.

Restriction The “Restriction” variable denotes restriction from using one’s vehicle on budgetary grounds. More specifically, it characterizes households who have at least one member who chooses not to use the car because it is deemed too expensive. The choice of another transportation mode is not a real choice here, but rather the result of a budget constraint. Restriction is a binary variable.

Alternative The “Alternative” variable relates to having other options besides the private vehicle to fulfil one’s travel needs. It characterizes the availability and accessibility of alternative modes of transport in order to reach the place of work/study. A household is identified as having no alternatives if at least one among the members using the car states not having the choice when commuting to one of his places of work/study. The variable “Alternative” is a binary variable.

Extra travel time The “Extra travel time” variable is assessed for households who have at least one member using public transport. It is an estimation of the difference in daily travel time between using public transport and using a car for the same commute trip. Distance and travel time by public transport are declared by each individual using public transport. Travel time by car is estimated by multiplying the distance travelled by public transport by an average speed differentiated by residential location. Extra travel time can be positive or negative depending on whether traveling by public transport is longer or shorter respectively.

$$\text{Extra travel time} = \text{Travel time by public transport} - \text{Distance} \times \text{Speed}[\text{location}] \quad (3.5)$$

3.6 RESULTS AND DISCUSSION

3.6.1 RATIO INDICATOR

Ratio indicator identifies households spending a high share of their income on buying fuel. 10,5% (2,6 millions) of French households are identified by the ratio indicator. The threshold being set at twice the median ratio, fuel poor households spend more than 3.9% of their income on fuel for their daily commute. Because it mainly concerns commute to workplaces, this spending is unavoidable and can be interpreted as a decrease in the household net income. If costs and maintenance costs of cars are added, the residual income is all the more impacted, which weakens the situation of households with limited incomes, thus amplifying their poverty.

Figure 3.3 represents fuel spending as a function of income for the household sample, and the ratio indicator threshold (in purple line). We find that the ratio indicator applied to the transport sector suffers from the same limitation as in the domestic sector: it is not selective with respect to income, capturing households from all income classes. To overcome this drawback, a solution is to add a criterion relative to income: to be considered fuel poor, a household must be income poor¹².

¹²A household is considered to be income poor if its income falls below the poverty threshold, with is usually set at 60% of the median.

According to INSEE, income poor were households earning less than 950€ per CU (consumption unit) in 2008 in France. The ratio indicator restricted to income poor households identifies 2,0% (510 000) households as fuel poor. The substantial variation in the extent of identified households – from 10,5% to 2,0% - confirms that a large share of fuel poor households according to the ratio indicator actually have modest to higher standards of living.

To conclude, the ratio indicator measures the weight of commuting-related fuel spending in the household budget. It is based on the premise that spending more than a certain share of income is problematic. The relevance of this indicator is directly related to whether households above the fixed threshold experience a disproportionate pressure on their budget. The value of the threshold, twice the median income, is quite low (3,9%). It will represent a pressure mainly for low-income households, hence our choice to restrict the ratio indicator to income poor households.

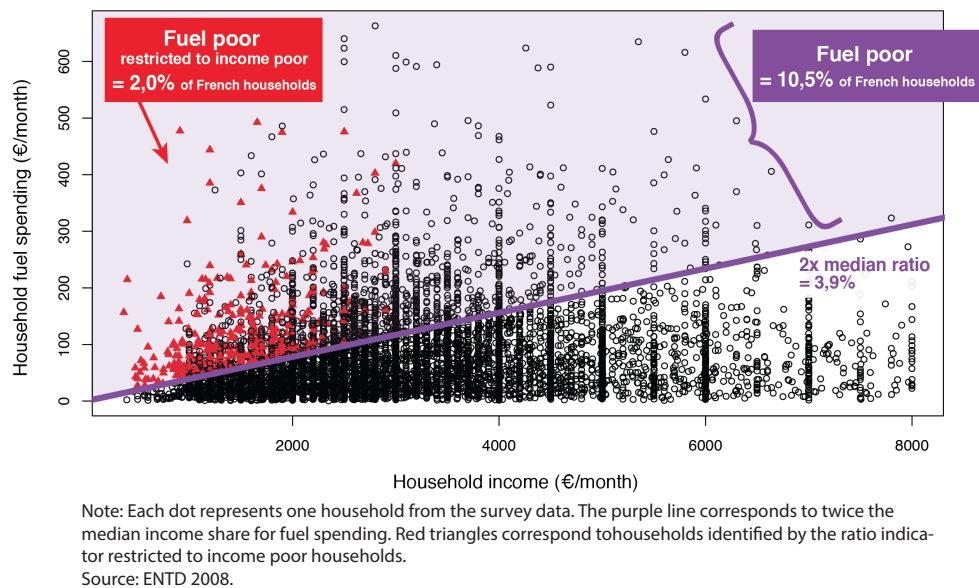


Figure 3.3 – Households identified as fuel poor by the ratio indicator.

3.6.2 LIHC INDICATOR

According to the LIHC indicator, 3,3% (840 000 households) French households are identified fuel poor in their travel needs. LIHC is composed of two dimen-

sions: fuel spending per active person¹³, and residual income after fuel spending per consumption unit. Fuel spending per person reflects the mean “fuel cost of access to employment” for the household. It is compared with a threshold equal to the median spending, 32€/month. Residual income is compared with a threshold equals to the poverty line which was valued at 950€/CU/month in France in 2008 according to INSEE.

The overlap between LIHC and ratio indicators is only partial (see table 3.2 and figure 3.4). Only 52% of the households identified fuel poor with LIHC are identified fuel poor with ratio indicator restricted to income poor. Two differences explain this gap. The first comes from the number of active persons per households and the level of income per active person. The ratio indicator considers the fuel spending in relation to total household income. It tends to identify households with a low level of income per active person and/or a low number of active persons, both leading to a low total income. It accounts for the capacity to afford commuting and reflects the fuel efficiency of earning one euro. The LIHC indicator considers fuel spending per active person. It tends to identify households with few active persons, independently of their level of income. It accounts for the fuel footprint of commuting and reflects the fuel efficiency of having a source of income. The second difference comes from the method used to define income poor. In the ratio indicator restricted to income poor, they are defined as households with income per CU lower than the poverty line. In the LIHC indicator, income poor households are those with residual income per CU after excluding fuel cost lower than the poverty line. Thus LIHC retains more households: in addition to households retained by the ratio definition, it includes households whose standard of living is lowered because of their fuel spending.

The LIHC indicator identifies households combining a low residual income per CU and a high fuel cost per active person. It is relevant if a given amount of fuel spending per active person can be defined as a threshold above which situations are problematic. Following LIHC used in the domestic sector, this threshold is defined as the median spending. It gives a normative approach to (motorised) private

¹³In France, active people relates to the working-age people that are available on the labor market, they can have a job (working population) or be unemployed (non-working active population).

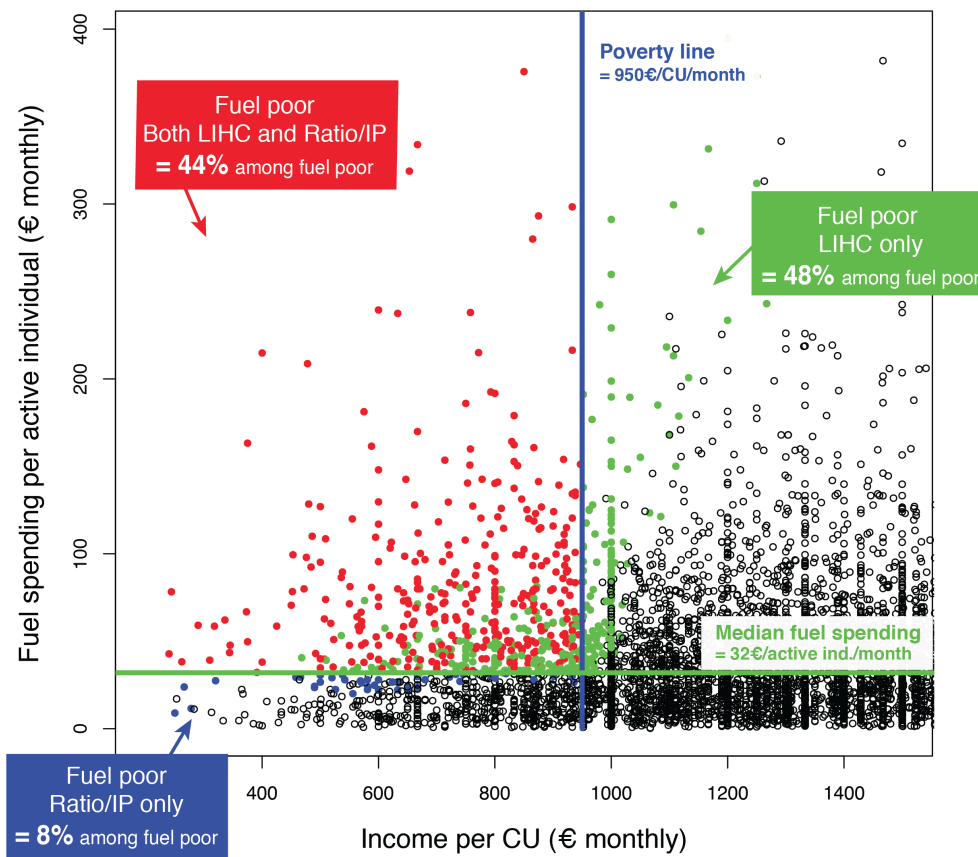
Table 3.2 – Overlap between households identified fuel poor with Ratio/IP and/or LIHC (%), ENT D 2008.

Given in	Also in	
	Ratio/IP	LIHC
Ratio/IP	100%	86%
LIHC	52%	100%
Identified by	% among	
	Identified Ratio/IP or LIHC	French population
Ratio/IP or LIHC	100%	3,6%
Both Ratio/IP and LIHC	48%	1,7%
Ratio/IP only	8%	0,3%
LIHC only	44%	1,6%

transportation. Still following LIHC for domestic energy, the threshold would be interpreted as a standard for efficiency in one's mobility. However travel needs are diverse, which questions the relevance of this normative approach.

Furthermore, using the residual income after fuel costs, that is to say after excluding fuel costs from the disposable income, has advantages and drawbacks. It has the advantage to account for households whose standard of living is lowered because of their motorised travels. It is derived from the Minimum Income Standard approach, which consists in defining a minimum income needed by a household to participate in society. Here households are considered at a disadvantage - in LI dimension of LIHC - if, after deducting their actual fuel costs, they have insufficient residual income to meet all their other minimum living costs. It acknowledges fuel spending cannot only exacerbate income poor situation but can also induce new poverties. However introducing the fuel spending in the LI dimension also has drawbacks: first it adds complexity in the understanding and interpretation of the LI dimension (residual income AFTER fuel cost is compared with a threshold based on the income BEFORE fuel cost), second it is redundant as the fuel spending is already assessed in the HC dimension and would not allow to separate the effect of a change in fuel prices from the effect of a change in income levels in the evaluation of fuel poverty.

To conclude, LIHC indicator identifies households having both a high fuel spending per active person and a low residual income after fuel costs. High fuel spending



Note: each dot represents one household from the survey data. The blue (dark grey) and green (light grey) lines depict the poverty line and the median fuel spending, respectively. Red dots (medium grey) correspond to households identified by both the ratio indicator restricted to income poor (Ratio/IP) households and the LIHC indicator. Green dots (light grey) correspond to households identified by the LIHC indicator but not by the Ratio/IP indicator, and vice versa for blue dots (dark grey). Source: ENTND 2008.

Figure 3.4 – Comparison of households identified as fuel poor by the LIHC and ratio indicators.

is taken as higher than the median value, which is arbitrarily defined as a standard, and this introduction of a normative approach to individual travel needs does not appear consistent with the diversity in travel needs. Low income identifies households having a low residual income after fuel costs, which is more comprehensive in seizing the difficulties caused by one's fuel spending but introduces redundancy – double evaluation of the fuel dimension - and confusion - in the understanding of LIHC. We find this direct transposition of LIHC is not satisfactory to assess fuel poverty in the transport sector.

Ratio and LIHC indicators respectively measure the impact of the fuel cost on

the household budget and the fuel cost of access to employment. However, they do not identify households who restrict their use of car, although it is an acute expression of deprivation. They do not consider either households that show disadvantageous conditions of mobility (poor spatial matching, no alternative, low vehicle performance or no vehicle), which limits households ability to adapt to fuel prices rise. Thus we find the simple transposition of existing fuel poverty indicators to the transport sector is unsatisfactory. The composite indicator we propose below considers the different dimensions of fuel poverty in the transport sector.

3.6.3 COMPOSITE INDICATOR

The composite indicator identifies disadvantageous combinations of factors reflecting an exposition to fuel prices rise. More specifically it identifies three levels of exposition to an increase in fuel prices: fuel poverty, fuel vulnerability and fuel dependency. The combinations of factors corresponding to each level of exposition are described in section 3.4 and summarized in Figure 3.5.

	Factor	Threshold (Exposed if)	Number of households	Share among households with required mobility	Share among French households
Mobility practices	High fuel spending	>64 €/active/month (2x median)	2 500 000	15,3 %	9,8 %
	Extra travel time	At least one person with >60 extra min/day when using public transport compared to using car	300 000	1,9 %	1,2 %
	Car use restriction	1	1 300 000	8,1 %	5,2 %
Conditions of mobility	Poor spatial matching	>382 km/active/month (median)	8 000 000	50,1 %	32,0 %
	No alternative	1	7 200 000	44,8 %	28,7 %
	Low vehicle performance or No vehicle	>10c€/km or 0 vehicle	300 000	15,9 %	10,2 %
Financial resources	Low income	<1580 €/UC/month (median)	9 300 000	57,7 %	36,9 %
Composite indicator	Fuel poor		1 900 000	12,1 %	7,8 %
	Fuel vulnerable (out of fuel poor)		3 000 000	18,7 % (11,5 %)	12,0 % (7,4 %)
	Fuel dependent (out of fuel poor & fuel vulnerable)		1 900 000	11,7 % (5,8 %)	7,5 % (3,7 %)
LIHC indicator	Fuel poor		840 000	5,2 %	3,3 %
Ratio indicator	Fuel poor		2 620 000	16,3 %	10,5 %
	Fuel poor (restricted to income poor)		510 000	3,2 %	2,0 %

Figure 3.5 – Results per factor and per indicator.

Fuel poor are households living below the median standard of living (<1580€/CU/month) with high fuel spending (>64€/month/active person) or extra travel time or declaring car use restriction. 7.8% (1.9 million) of French households are identified fuel poor. This is a modified version of LIHC. The income dimension refers to households' income (instead of the residual income after excluding fuel costs) and compares it to the median standard of living. It has the advantage to separate out the income dimension of fuel poverty. As for LIHC, high cost refers to the fuel spending per active person, but the threshold is defined as twice the median spending, instead of the median spending. It retains households who have the highest spending. This assessment of fuel poverty is enlarged to account for other difficulties that may show itself in face of too high fuel prices, that is to say households disadvantaged by much longer travel times when using public transport compared to using car as well as households declaring restriction in their vehicle usage. According to ENTND 2008, 8,1% of households with travel needs state they "do not use the car regularly because it is too expensive"¹⁴.

Table 3.3 – Overlap between households identified fuel poor with Composite, Ratio/IP and LIHC (%), ENTND 2008.

Given in	Also in		
	Ratio/IP	LIHC	Composite Fuel poor
Ratio/IP	-	86%	58%
LIHC	52%	-	53%
Composite Fuel poor	15%	23%	-

The composite indicator has only partial overlap with LIHC and ratio indicators (Table 3.3). Only 53% of households identified as fuel poor by LIHC are also identified as fuel poor by the composite indicator. However we noted that LIHC may overestimate the issue, due to the low value of the fuel spending threshold. Conversely only 23% of households identified with composite indicator are also identified with LIHC. The difference comes from the changes we proposed in the thresholds as well as from the account for extra travel time and car use restriction behaviours. In terms of the income dimension, composite is enlarged to house-

¹⁴This question related to restriction was subject to a high non-response rate (84%). We find 50% of households who actually answered the question state they "do not use the car regularly because it is too expensive".

holds living under the median standard of living, and not the poverty line. Using the poverty line would have excluded those households whose standard of living falls below the poverty line because of their fuel spending that are identified with LIHC. In terms of fuel spending, composite detects households spending more than twice the median spending per person rather than more than the median spending. This is to account for the variety of travel needs and restrict the analysis to the highest fuel spending. For spending located between the median and twice the median, it is difficult to judge whether they reveal actual difficulties for households or if they result from households preferences. Finally, the composite indicator accounts for households declaring restricting their usage of car and those suffering from a daily one hour extra travel time because of inadequate public transport (compared to using the car). Households who do not show a high spending, but suffer from extra travel time or declare restriction are identified by the composite indicator whereas they are not identified with LIHC. 36% of the households identified fuel poor by the composite indicator declare restriction, and 11% have a member suffering from at least one hour extra travel time. This result highlights the importance of assessing restriction and extra travel time for evaluating fuel poverty in the transport sector. More importantly, it raises concerns in face of rising fuel prices; an increasing number of households could be forced to adjust their travel behaviours by reducing their usage of car even if it implies shifting to inadequate public transport. If this is good news for energy saving and climate objectives, this should be accompanied by measures to provide suitable, accessible and affordable alternatives to car.

Fuel vulnerable are characterized by a low income ($<1580\text{€}/\text{CU}/\text{month}$) and the combination of disadvantageous conditions of mobility (poor spatial matching, no alternative, poor vehicle performance or no vehicle). These constraints limit their capacity to adapt to a change in their situation. 12.0% (3,0 millions) of French households are identified fuel vulnerable. The limits of their present situation can give rise to future difficulties, especially in case of an unexpected change of situation (new-born baby, change workplace, higher housing costs, etc.).

Fuel dependents are households combining a high fuel spending ($>64\text{€}/\text{month}/\text{active person}$) with no alternative mode of transport. In case of fuel prices rise, their fuel spending could highly increase and result in financial stress. 7,5% (1,9

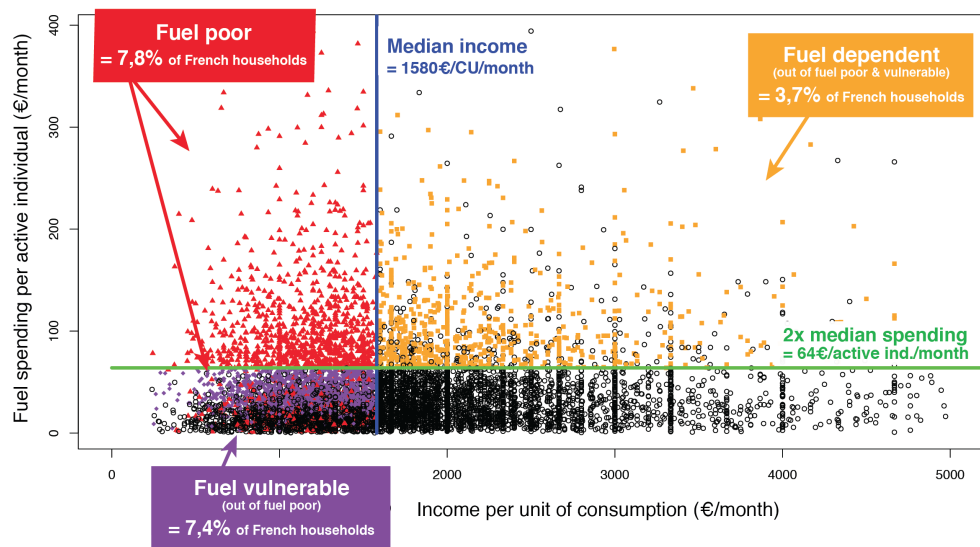
millions) of French households are identified fuel dependents. These households have limited leeway to adapt, so that households with high committed spending such as loan reimbursement or payment of children studies could be negatively affected in their monthly budget, in case of a sharp increase in fuel prices.

Figure 3.6 shows households according to their highest level of exposition: fuel poor > fuel vulnerable > fuel dependent. Two thresholds are drawn: the green line equals twice the median fuel spending per active person, which is estimated at 64€/month; the blue line corresponds to the median income per CU which was 1580€/CU/month in France in 2008.

Fuel poor represent 7,8% of French households, while fuel vulnerable (excluding fuel poor) are 7,4% and fuel dependents (excluding fuel vulnerable and fuel poor) are 3,7%. If being fuel poor is about enduring difficulties in one's mobility practices, we see conditions of mobility weaken other parts of the population that are not identified by an indicator solely based on budgetary factors. Our results show fuel poverty in the transport sector points out to issues of distributive injustice in access to mobility due to the interaction between underlying inequalities related to income, motorisation, energy efficiency, public transport system, or location. Overall 18,8% of French population is exposed to rising fuel prices. It represents 4,7 million households, among which 59% are identified because of disadvantageous conditions of mobility and 33% are identified because of other impacts than the fuel spending (extra travel time and car use restriction). Only the remaining 8% are identified because their high fuel spending, even though 45% of exposed households show a high fuel spending.

3.7 CONCLUSION

This article proposes new indicators to quantify fuel poverty in the transport sector. First, we have tried to transpose the fuel poverty indicators from the domestic sector, namely the Ratio and LIHC indicators, to the transport sector. We have shown that because they focus on budget aspects, they do not account for the whole range of factors at stake with fuel poverty in the transport sector. They fail to reflect the (in)adequacy of the conditions of mobility and the (in)ability households have to adapt in face of rising fuel prices, which are both at the heart of fuel



Scope: households with at least one member commuting by car. Note: each dot represents one household from the survey data. The blue (dark grey) and green (light grey) lines depict the median income and two times the median fuel spending, respectively. Red/purple/yellow (medium/dark/light grey) dots correspond to households identified fuel poor/fuel vulnerable/fuel dependent respectively.
Source: ENTID 2008.

Figure 3.6 – Classification of households according to the three levels of exposition.

poverty in the transport sector.

To overcome the limits of existing indicators, we have built a composite indicator combining an assessment of financial resources, mobility practices and households' conditions of mobility. Derived from multidimensional poverty measurement, this indicator consists of several factors, which can be economic, technical, geographic or cross dimensional. It considers: (1) diverse travel needs, (2) restriction behaviours, (3) variable household adaptive capacities. Our composite indicator reflects multiple combinations of factors translating exposition to rising fuel prices into a single indicator. Furthermore, it differentiates three levels of exposition to rising fuel prices.

The application on French data has shown that the households identified by the composite indicator differ from those identified by the ratio or the LIHC indicators, with only partial overlaps. Risks of false inclusion or exclusion are therefore important if inadequate indicators are used. Consequently, it appears that the composite indicator has the potential to offer more precise quantification of

fuel poverty in the transport sector, and to serve as a basis for policy targeting and evaluation. Considering data requirements, implementing the composite indicator would usually call for the use of national or regional transport surveys. These would usually include all the data needed, except for possibly two elements: the presence of alternatives, and the restriction phenomenon. The first point could be inferred by comparing the household location to the transport supply. The second point would call for either a new dedicated question or alternatively for an econometric analysis to detect the cases of under-consumption of transport.

Our findings are subject to a certain number of caveats. Travel needs are restricted to commuting trips. While other activities are likely essential to the household well-being (such as health, shopping, or visit to family and friends) besides work and study, limitations of available data in the French National Transport Survey prevented us from doing so. Including these other trip purposes would surely enrich the analysis, but would also involve further work in order to be able to discriminate between required and discretionary travel. Among the main limitations of restricting the scope to commuting trips, let us first note that the case of retired or unemployed individuals is *de facto* not treated in our analysis. Car fuel spending is also underestimated compared to a situation where we would include other travel needs. This point is mitigated by the fact that we consider relative and not absolute thresholds when analysing the level of fuel spending, however. Finally, fuel spending typically represents only 30 to 40% of total car spending in most countries, so that another risk for low-income car dependent households lies in the risk of being unable to pay for a major repair, or to afford parking costs for example. Again, the choice of relative thresholds partly remedies this limitation of the study.

Further research includes (i) testing the composite indicator on other data representing different situations, on finely territorialised data to refine situations of vulnerability, or on panel data to study dynamic evolutions; (ii) identifying the characteristics of households identified in the three levels of exposition to rising fuel prices; (iii) coupling the analysis with the domestic sector, as well as with other sources of vulnerability (insecure employment, mortgages, single parents...); (iv) develop a full vulnerability assessment, with a more comprehensive consideration of adaptive capacity, in a conceptual framework to be adapted; (v) simulate

the effect of fuel price rising and/or policies. A microsimulation study could allow testing various hypotheses on the evolutions of the system as a whole, such as modelling the opportunity for households to replace their car with recent efficient cars, to shift to other modes of transport or to relocate closer to one's workplace, as well as the impact of the rise of fuel prices on households' disposable income.

REFERENCES

- Adger, W. Neil (2006). "Vulnerability". In: *Global environmental change* 16.3, pp. 268–281.
- Aguilera, Anne and Dominique Mignot (2003). "Étalement urbain et mobilité". fr. In: *Revue d'économie régionale et urbaine : RERU* 5, pp. 815–834.
- Alkire, Sabina and James Foster (2011). "Understandings and misunderstandings of multidimensional poverty measurement". In: *Journal of Economic Inequality* 9.2, pp. 289–314.
- Beaufils, Sandrine et al. (2014). *La vulnérabilité énergétique des ménages franciliens*.
- Berri, Akli (2007). "Transport consumption inequalities and redistributive effects of taxes". In: *World Conference on Transport Research, Berkeley*.
- Boardman, Brenda (1991). *Fuel poverty: from cold homes to affordable warmth*. John Wiley & Sons Ltd. ISBN: 1-85293-139-6.
- Bohle, Hans G., Thomas E. Downing, and Michael J. Watts (1994). "Climate change and social vulnerability: Toward a sociology and geography of food insecurity". In: *Global Environmental Change* 4.1, pp. 37–48. ISSN: 0959-3780. DOI: [10.1016/0959-3780\(94\)90020-5](https://doi.org/10.1016/0959-3780(94)90020-5).
- Bouzarovski, Stefan and Saska Petrova (2015). "A global perspective on domestic energy deprivation: Overcoming the energy poverty–fuel poverty binary". In: *Energy Research & Social Science* 10, pp. 31–40. ISSN: 2214-6296. DOI: [10.1016/j.erss.2015.06.007](https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.06.007).
- Bradshaw, Jonathan and Sandra Hutton (1983). "Social policy options and fuel poverty". In: *Journal of Economic Psychology* 3.3, pp. 249–266. ISSN: 0167-4870. DOI: [10.1016/0167-4870\(83\)90005-3](https://doi.org/10.1016/0167-4870(83)90005-3).
- Büttner, Benjamin et al. (2012). *MORECO–Mobility and Residential Costs: Improving the Settlement Development in the Transnational Alpine Space Region*. na.
- Chancel, Lucas, Timothée Erard, and Mathieu Saujot (2015). *Quelle stratégie de lutte contre la précarité énergétique? Propositions pour une politique de transition écologique et sociale*.
- Coulombel, Nicolas and Fabien Leurent (2013). "Les ménages arbitrent-ils entre coût du logement et coût du transport : une réponse dans le cas francilien". In: *Economie et Statistique* 457-458, pp. 57–75.

- DETR (2000). *DETR (Department of the Environment, Transport and the Regions), 2000. English House Condition Survey 1996: Energy Report. DETR, London, pp. 119–144.*
- Dodson, Jago and Neil Sipe (2007). “Oil vulnerability in the Australian city: Assessing socioeconomic risks from higher urban fuel prices”. In: *Urban studies* 44.1, pp. 37–62.
- Dubois, Ute and Helena Meier (2014). *Households Facing Constraints. Fuel Poverty Put into Context*. EWI Working Paper 2014-7. Energiewirtschaftliches Institut an der Universitaet zu Koeln.
- Fruchart, Alexandre (2012). *La précarité énergétique en Seine Aval, Note de l’Observatoire Seine Aval*.
- Gaschet, Frédéric and Nathalie Gaussier (2005). “Chapitre 12. Les échelles du mauvais appariement spatial au sein de l’agglomération bordelaise”. fr. In: *Concentration économique et ségrégation spatiale*. De Boeck Supérieur, p. 221. ISBN: 978-2-8041-4877-5.
- Guyet, Rachel (2014). “La précarité énergétique en Europe : approche comparative”. fr. In: *La Documentation française*.
- Heindl, Peter and Andreas Löschel (2015). *Social Implications of Green Growth Policies from the Perspective of Energy Sector Reform and its Impact on Households*. SSRN Scholarly Paper ID 2578953. Rochester, NY: Social Science Research Network.
- Hills, John (2012). *Getting the measure of fuel poverty: final report of the Fuel Poverty Review*. en. Monograph.
- Huyghe, Marie, Hervé Baptiste, and Jean-Paul Carrière (2013). “Quelles organisations de la mobilité plus durables et moins dépendantes de la voiture dans les espaces ruraux à faible densité ? L’exemple du Parc naturel régional Loire-Anjou-Touraine”. fr. In: *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie* Vol. 4, n°3. ISSN: 1772-9971. DOI: [10 . 4000 / developpementdurable.10000](https://doi.org/10.4000/developpementdurable.10000).
- Jones, Peter and Karen Lucas (2012). “The social consequences of transport decision-making: clarifying concepts, synthesising knowledge and assessing implications”. In: *Journal of Transport Geography*. Social Impacts and Equity Issues in

- Transport 21, pp. 4–16. ISSN: 0966-6923. DOI: [10.1016/j.jtrangeo.2012.01.012](https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.012).
- Jouffe, Y and Marie-Hélène Massot (2013). “Vulnérabilités sociales dans la transition énergétique au croisement de l’habitat et de la mobilité quotidienne”. In: *1er Congrès interdisciplinaire du Développement Durable*. Namur, Belgium.
- Kelly, P. Mick and W. Neil Adger (2000). “Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and Facilitating adaptation”. In: *Climatic change* 47.4, pp. 325–352.
- Legendre, Bérangère and Olivia Ricci (2015). “Measuring fuel poverty in France: Which households are the most fuel vulnerable?” In: *Energy Economics* 49, pp. 620–628.
- Mayer, Ines et al. (2014). “The Two Faces of Energy Poverty: A Case Study of Households’ Energy Burden in the Residential and Mobility Sectors at the City Level”. In: *Transportation Research Procedia*. Sustainable Mobility in Metropolitan Regions. mobil.TUM 2014. International Scientific Conference on Mobility and Transport. Conference Proceedings. 4, pp. 228–240. ISSN: 2352-1465. DOI: [10.1016/j.trpro.2014.11.018](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.11.018).
- Moore, Richard (2012). “Definitions of fuel poverty: Implications for policy”. In: *Energy Policy*. Special Section: Fuel Poverty Comes of Age: Commemorating 21 Years of Research and Policy 49, pp. 19–26. ISSN: 0301-4215. DOI: [10.1016/j.enpol.2012.01.057](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.01.057).
- Nicolas, Jean-Pierre, Florian Vanco, and Damien Verry (2012). *Daily trips and car use: portion of income spent on transport and household vulnerability when faced with fuel price increases*.
- ONPE (2014). *Premier rapport annuel de l’ONPE. Définitions, indicateurs, premiers résultats et recommandations*. fr. Tech. rep.
- Orfeuil, Jean-Pierre (2004). “Accessibilité, mobilité, inégalités: regards sur la question en France aujourd’hui”. In: *Transports, pauvretés, exclusions: pouvoir bouger pour s’en sortir*, Paris, Éditions de l’Aube.
- Palmer, Guy, Tom MacInnes, and Peter Kenway (2008). “Cold and Poor: An analysis of the link between fuel poverty and low income”. In: *Report New Policy Institute*.

- Proposal for Sustainable Development Goals*. (2014). *Proposal for Sustainable Development Goals: Sustainable Development Knowledge Platform*. EN.
- Rao, Narasimha D. and Paul Baer (2012). ““Decent Living” Emissions: A Conceptual Framework”. en. In: *Sustainability* 4.4, pp. 656–681. DOI: [10 . 3390 / su4040656](https://doi.org/10.3390/su4040656).
- Roberts, Deborah, Esperanza Vera-Toscano, and Euan Phimister (2015). *Energy poverty in the UK: Is there a difference between rural and urban areas?* 89th Annual Conference, April 13-15, 2015, Warwick University, Coventry, UK 204213. Agricultural Economics Society.
- Saujot, Mathieu (2012). “La mobilité, l’autre vulnérabilité énergétique”. In: *Iddri Policy Brief*.
- Sen, Amartya (1992). *The Political Economy of Targeting*.
- Sovacool, B. K. et al. (2015). “Integrating social science in energy research”. In: *Energy Research & Social Science* 6, pp. 95–99. ISSN: 2214-6296. DOI: [10 . 1016 / j . erss . 2014 . 12 . 005](https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.12.005).
- Sovacool, Benjamin K., Christopher Cooper, et al. (2012). “What moves and works: Broadening the consideration of energy poverty”. In: *Energy Policy* 42, pp. 715–719. ISSN: 0301-4215. DOI: [10 . 1016 / j . enpol . 2011 . 12 . 007](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.12.007).
- Sovacool, Benjamin K. and Michael H. Dworkin (2015). “Energy justice: Conceptual insights and practical applications”. In: *Applied Energy* 142, pp. 435–444.
- Subrémon, Hélène (2011). *Anthropologie des usages de l’énergie dans l’habitat, un état des lieux*. fr. PUCA. ISBN: 978-2-11-097041-1.
- Sustran (2012). *Locked Out: Transport Poverty in England*.
- Thomson, Harriet and Carolyn Snell (2013). “Quantifying the prevalence of fuel poverty across the European Union”. In: *Energy Policy*. Special Section: Transition Pathways to a Low Carbon Economy 52, pp. 563–572. ISSN: 0301-4215. DOI: [10 . 1016 / j . enpol . 2012 . 10 . 009](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.009).
- UNDP (2014). *2014 Human Development Report*.
- Valbonesi, Paola, Raffaele Miniaci, and Carlo Scarpa (2014). “Fuel poverty and the energy benefits system: The Italian case”. In:
- Waddams Price, Catherine, Karl Brazier, and Wenjia Wang (2012). “Objective and subjective measures of fuel poverty”. In: *Energy Policy*. Special Section: Fuel

Poverty Comes of Age: Commemorating 21 Years of Research and Policy 49,
pp. 33–39. ISSN: 0301-4215. DOI: [10.1016/j.enpol.2011.11.095](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.11.095).

Walker, Ryan et al. (2014). “Estimating fuel poverty at household level: An integrated approach”. In: *Energy and Buildings* 80, pp. 469–479. ISSN: 0378-7788.
DOI: [10.1016/j.enbuild.2014.06.004](https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.06.004).

3.A APPENDIX A - SUPPLEMENTARY DATA

Methods for estimating household fuel poverty in ENTD 2008

The construction of the variables at the household level is based on a mix of data provided at the household level, derived from their vehicles characteristics, and drawn from households' members.

DISTANCE

The distance of interest is the total distance travelled in a household's to achieve its travel needs. In this study, travel needs relates to places of work and study so that total distance is the sum of the distances travelled by each person of the household to commute to its places of work/study.

For each place of work/study, ENTD collects data on the declared distance between the home and the place of work/study (V1_BTRAVDIST), the number of days per week the person generally goes to his/her place (V1_BTRAVBARF) and the number of round trips per day (V1_BTRAVNBARJ). An person may have several places of work/study, either he can share his work time on two different sites, or he is working on a site and studying on another site, or any another particular configuration. We then estimate the annual distance travelled by multiplying by the number of worked days, which was 218 in 2008.

Usual modes of transport used to commute are reported (V1_BTRAVMOYEN1S) so that we can derive distances travelled in a household's travel needs per mode of transport. Motor-driven distance is restricted to vehicles and motorcycles, from which passengers are excluded to avoid duplication of fuel expenditure. Distance is a continuous variable.

VEHICLE PERFORMANCE

The vehicle performance is represented as the cost of traveling one kilometre. It conveys information on the efficiency of the engine, the type of fuel or the horsepower. It is also dependent on the type of vehicle used, the model, the size, the age or the level of repairs and maintenance provided. It can be based on the fuel cost of travelling one kilometre or the overall cost of travelling one kilometre. In

the former, the focus is on the energy efficiency of the vehicle. In the latter, adding other costs such as depreciation, maintenance, repairs or insurance point out at the burden of travelling with a high cost of ownership/running vehicle.

ENTD collects information on vehicle performance, but firstly it only concerns one vehicle per household (one car is detailed even if the household owns two or more cars), and secondly it is restricted to the fuel cost of travelling one kilometre (other costs of owning/running a vehicle are not provided). Within surveyed vehicles, data on the fuel consumption per 100km (V1_SFVCOSOROUT) and the main fuel used (V1_KEN) are provided. The fuel prices per litre are taken from SOeS in 2008. However these two variables are subject of a high non-response. Adding the non-surveyed vehicles, 50% vehicles were unknown for the fuel consumption per 100km and 33% vehicles were unknown for the main fuel used. Non-surveyed vehicles and non-responses were imputed by assigning the weighted average value within known vehicles - 6,7 litre per 100km when fuel consumption per 100km and a fuel price of 1.15€ per litre.

ENTD also provides information on the type of engine (V1_PUISS_CORR), which is used to partly compensate the high non-response rate. Finally, for households having no working car (V1_JNBVEH and V1_JNBVPHS), they are considered at a disadvantage in regard with vehicle performance.

FUEL SPENDING

Fuel spending is derived from the motor-driven distance and the vehicle energy efficiency (i.e. the cost of travelling one kilometre):

$$\text{Fuel spending} = \text{Motor driven distance} \times \text{Vehicle energy efficiency} \quad (3.6)$$

Fuel spending is a continuous variable.

INCOME

The income of interest is the disposable income. It consists of all earned income (salaries, bonuses), social income (retirement pensions, unemployment benefits, family benefits, housing benefits...) and unearned income, from which are de-

ducted the income tax, housing tax, property tax and various compulsory taxes. It represents the income available to households to consume and save.

ENTD collects information on household income, but firstly it only affects earned income and secondly it relates to income class. Indeed reported income of households is part of confidential variables and is not included in the files publicly available. Moreover, this variable is subject of a high non-response. When a household does not want to answer, he is asked to provide an estimate per class. Non-response to the question of income was imputed by assigning a random value within the classes of income for different household types.

To measure and compare the living standards of households of different size and composition, income per consumption units of the household was calculated. The weights proposed by OECD were used, which take into account the economies of scale related to the household size. The first adult counts as 1 unit of consumption, other adults (aged 14 years old or more) count as 0.5 and finally children count as 0.3. The simulated income variable was used to calculate income per consumption unit (REVUC) and variables of quartiles and deciles of the distribution (NIVIE and NIVIE10) (CGDD/SOeS/OST, 2011).

Income is a continuous variable.

RESTRICTION

Restriction of interest is budgetary restriction from using one's vehicle. We are concerned with households who have member(s) (at least one member) choosing not to use the car because it is too expensive to afford. The choice for using another mode of transport is not a real choice here; it reveals a constrained preference under budget constraint.

ENTD collects information on restriction. When a household is surveyed on his travels for work and study, each person over 6 years old is questioned on the mode of transport he uses, other modes of transports he could use, and the reason why he does not use this alternative. When an person declares "using a vehicle as an alternative to commute" (V1_BTRAUUTRMOY1S/2S/3S) that he does not choose "because it is more expensive" (V1_BTRAUUTRMOY1PAS_A), we interpret it as a budgetary restriction from using a vehicle. Restriction for other

motives such as longer duration, irregular duration, more tiredness, lower security or lower comfort are excluded. However these two variables are subject of a high non-response, 84% and 60% respectively. Households having member(s) declaring not using an alternative because it is too expensive without mentioning the nature of the alternative (it could be using his vehicle but could also relate to using public transport, or train, etc.) were imputed by assigning “restriction”. This is consistent with the fact that not using an alternative because it is “too expensive” is found mostly correlated with the alternative being “using a vehicle” (94%). Other non-responses (70%) were imputed by assigning “NA”. Thus there is a strong bias toward under-estimating restriction.

Restriction is a binary variable taking the value 1 if restriction, 0 if no restriction, 0/NA if not answered.

ALTERNATIVE

Alternative relates to having other options than using a vehicle. It relates to persons using a vehicle to commute, and whether alternative modes of transport are accessible and available to them or if using the vehicle is their only option to reach their place of work/study. Public transport, walking and cycling are common alternatives. Other options exist such as car sharing, shared taxis, on demand buses, private buses organised by the company. We can also think of telecommuting. It is difficult to assess the existence of such alternatives directly as it is specific to the situation of the households. It depends on the geographical characteristics (the residential location and the place of work/study), on the conditions of work (working hours, type of job, services proposed by the employer, etc) and on the particular needs of the household (physical or psychological disabilities, the presence of children, etc.). This suggests using a measurement based on declaration for assessing the existence of alternatives.

ENTD collects information on alternatives. First distances to transit stops are provided, and a variable assessing the quality of access to public transport can be built. However it is not satisfactory to assess the existence of alternatives that meet the needs of a household for two reasons. A wider range of options should be considered; and their adequacy to the needs and capacities of the household should

be assessed. Second ENTD has a direct question on the existence of other ways that could be used to commute and “not having the choice” is a proposed answer (V1_BTRAUUTRMOY). The response rate being high (>99%), we use this second method as a measurement to alternative. A household is identified as not having alternatives if one or more members using the car declare not having the choice when commuting to at least one of their places of work/study.

Alternative is a binary variable taking the value 1 if the household has no choice, 0 if another option exists (independently of actually using it or not), 0/NA if not answered.

EXTRA TRAVEL TIME

Households identified with an « extra travel time » are households having at least one member who endures an increase in daily travel time of 60 min or more, because of using public transport compared to if one was using a car. This is to focus on the situations where using public transport induces much more exhaustion and stress because of longer commutes.

To do so we estimate the increase in daily travel time between using public transport and using a car for the same commute trip. Travel time by public transport is stated by each individual using public transport. Travel time by car is estimated by multiplying the distance traveled by public transport by an average speed differentiated by residential location.

The differentiation by residential location is motivated by an analysis of travel speed of households traveling by car. Travel speeds by car are found to vary with residential locations, whereas they do not vary much with living standards and household types. We used the first quartile travel speed, as a conservative value to estimate the travel time households would have if they were using their car.

4

Measuring energy poverty: uncovering the multiple dimensions of energy poverty

Abstract. Indicators are essential tools for monitoring the evolution of energy poverty and targeting support policies. If the multidimensional nature of energy poverty is widely recognised, policy makers generally rely on a budgetary approach. This choice is debated and has strong political implications. This paper adopts a broader definition of energy poverty based on the capability approach and aims to operationalize it. It develops a multidimensional energy poverty index (MEPI), which combines the multiple factors that disadvantage households in terms of energy. Contrary to existing indicators, this new index captures the energy poverty experienced by households in its different dimensions, from financial burden to material deprivation and behavioural restriction. Two indices are designed: one for housing and one for mobility. Results suggest budgetary indicators could lead to important inclusion and exclusion errors as well as distort the evaluation of support policies. Quantification in the French context brings new insights on the tar-

geting of policy responses and emphasizes the need to address the non-monetary dimensions of energy poverty.

4.1 INTRODUCTION

Energy provides many essential services in daily life, such as heating, traveling, lighting or refrigerating food. Energy poverty refers to households who face difficulties to satisfy these essential energy services. Distinct from poverty, energy poverty is associated with harmful consequences for health, well-being and social inclusion (J. D. Healy, 2003; Liddell and Morris, 2010; Braubach, 2011; K. Lucas et al., 2016). As such, it has an indirect effect on various policy areas - health, environment, productivity - and reducing energy poverty could bring multiple benefits. Moreover, some environmental policies, because they raise the price of energy, are likely to weaken part of the population (Parry et al., 2005; Fullerton, 2008). As such, energy poverty cannot be separated from ecological issues. The fight against energy poverty has recently been identified as one of the main priorities by policy-makers in Europe (Clean Energy for All Europeans Package in 2016) and in the world (Sustainable Development Goals for 2015-2030). Thus, ensuring a fair ecological transition emphasizes the need to implement policies to support the energy poor.

The design of appropriate indicators of energy poverty is therefore needed to monitor the phenomenon and guide the targeting of policy responses. Yet, existing indicators of energy poverty raise some concerns (Thomson, Bouzarovski, and Snell, 2017). The extent of the phenomenon and the populations identified are not the same from one indicator to another (Legendre and Ricci, 2015; Imbert, Nogues, and Sevenet, 2016; Waddams Price, Brazier, and Wang, 2012). These differences are problematic for public actors. If inadequately targeted, energy poverty policies may miss their intended purpose.

More importantly, if there is a large consensus on the multidimensional nature of energy poverty, policy makers generally rely on a budgetary approach. Although they provide some essential information, they capture only a partial picture of the energy poverty (Thomson, Bouzarovski, and Snell, 2017). Prior work has mostly consisted in comparing advantages and drawbacks among different bud-

getary measures (Moore, 2012; Hills, 2011; Hills, 2012). This does not tell us to what extent budgetary indicators succeed or not to capture the non-budgetary dimensions of energy poverty. Consequently there is a large contrast between simplistic indicators and a broader but not yet operational challenge.

Not much has been done to include the various dimensions of energy poverty into a single index (Tirado Herrero, 2017). If a few authors have proposed multidimensional measures, however they did it separately, without comparing their results with budgetary measures (John D. Healy and Clinch, 2002; Nussbaumer, Bazilian, and Modi, 2012; Thomson and Snell, 2013; Okushima, 2017; Charlier and Legendre, 2016). One can question whether a budgetary approach constitutes a good proxy for quantifying energy poverty. Because it is much simpler to implement - it is less data intensive - it could be the preferred option for policy makers. However, if it leads to important inclusion and exclusion errors, then it could misguide the targeting of support policy. Similarly if a budgetary approach fails to cover some dimensions of energy poverty, then it could hide evolution in those dimensions and distort the evaluation of related support policies.

This paper aims at building a new measurement able to account for a more comprehensive vision of energy poverty. Drawing on the work of Day, Walker, and Simcock (2016), I interpret energy poverty in the capability framework as *"the inability to achieve essential capabilities resulting directly or indirectly from insufficient access to affordable, reliable and safe energy services, taking into account reasonable and available alternative means of achieving these capabilities"*. To operationalise this definition, I combine the different dimensions of energy poverty within a single index - the multidimensional energy poverty index (MEPI) - using the double threshold methodology (Alkire and Foster, 2011). It allows to capture the different factors that disadvantage households in terms of energy, from financial burden to material deprivation and behavioural restriction. Two indices are designed: one for housing and one for mobility.

I then show how these new indices, because they address households' cumulative disadvantages, can help limit the inclusion and exclusion errors blamed on budgetary approaches. Concretely, the more a household is identified in different factors, the more problematic its situation is likely to be. Such an approach offers a more comprehensive and robust picture of energy poverty compared to

existing indicators. Ultimately, the aim of this study is not so much to construct a perfect index, but rather to show that measuring energy poverty as a multidimensional concept has strong political implications in terms of characterizing the phenomenon and targeting support policies.

Implementation and comparison with existing indicators is illustrated with an application to the French case study based on the survey Phebus 2012.

The rest of this paper is organised as follows. The second section motivates the definition of energy poverty retained in this paper and reviews existing attempts to measure energy poverty as a multidimensional concept. The third section describes the methodology used to build the Multidimensional Energy Poverty Index (MEPI). The survey data and the construction of the index adopted in housing and transport in the French case study are presented. The fourth section describes the main results on the incidence of energy poverty, the comparison with existing indicators and the composition of energy poverty. The fifth section discusses policy implications and the applicability of the MEPI, before concluding.

4.2 BACKGROUND

4.2.1 CONCEPTUALISING ENERGY POVERTY

Definitions of energy poverty vary widely in the literature. Part of the difficulty in agreeing on a satisfactory definition lies in the fact that energy is not an end in itself, but a vector to fulfill a set of energy services. It is also difficult to specify a simple criterion for determining whether a level of energy services is acceptable or not. This section revisits the concept of energy poverty and motivates the definition retained in this paper.

The terminology of energy poverty, or fuel poverty, was born in the United Kingdom in the 1970s following an increase in winter mortality as a result of rising energy prices. In the academic literature, the term was first used by Bradshaw and Hutton (1983) to refer to households who have difficulty in adequately heating their homes. In 1991, Boardman (1991) proposed a more operational definition, which was adopted by the UK government. These are households that spend more than 10% of their income on energy. This definition is extended to include energy

services other than heating: lighting, cooking, and services provided by other electrical equipment. It has since become a reference and is widely used in other developed countries. In 2013, the UK government reviewed its definition and (Hills, 2011; Hills, 2012): a household is said to be energy poor if he needs to spend more than the national median and if he had a residual income below the income poverty line, if it spent that amount. This indicator, called Low Income High Costs (LIHC), focuses on the least efficient dwellings occupied by low-income households. These two definitions - energy expenditure ratio and LIHC - relate to budgetary indicators. They specify some statistical criteria on the energy spending to identify the energy poor. As such, they implicitly assume the energy spending can reveal the various difficulties households meet to fulfil essential energy services, a position that is not widely accepted (Tirado Herrero, 2017; Thomson, Bouzarovski, and Snell, 2017). If such definitions can be valued for their operability, however they may misrepresent the phenomenon and misguide policy makers.

The situations faced by energy poor are diverse, which calls for acknowledging the multidimensional nature of energy poverty in its the definition and measurement (Tirado Herrero, 2017). In this perspective, the work of Day, Walker, and Simcock (2016) makes an important move in that direction. The authors conceptualise energy uses in the capability space of Amartya Sen¹ (Sen, 1992). They highlight capabilities can refer to physical health, well-being, quality of life, social inclusion, living conditions and so on. These so-called basic capabilities then refer to a number of secondary capabilities - washing one's clothes, preparing meals, going to the doctor's office - which in turn refer to energy services - lighting, heating one's home, refrigerating and cooking food, moving around - which in the end refer to the supply of energy - electricity, natural gas, petrol, diesel (see figure 4.1). Based on that approach, they define energy poverty as *"the inability to achieve essential capabilities resulting directly or indirectly from insufficient access to affordable, reliable and safe energy services, taking into account reasonable and available alternative means of achieving these capabilities"*. Such definition makes it possible to recognise

¹The capability approach has contributed to influencing the way in which well-being is conceived and measured at the international level (Stiglitz, Sen, and Fitoussi, 2009). It has supported the creation of multidimensional indicators, which provide complementary information to monetary approaches, including the HDI and the MPI. Such an approach distinguishes between what individuals are free to do (capabilities) and what they do (functionnings).

the diversity of the impacts of energy poverty and it offers new scope for action, which is particularly useful in the current context of fighting climate change and reducing energy consumption².

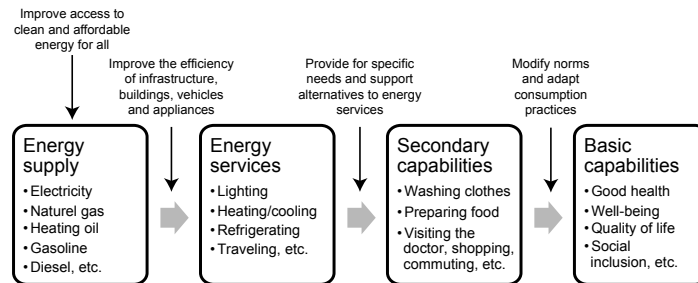


Figure 4.1 – Conceptualising energy uses in the capability space (adapted from Day, Walker, and Simcock (2016))

This paper relies on the work of Day, Walker, and Simcock (2016) to quantify energy poverty as a multidimensional concept. The approach is broadened to include transport energy in addition to housing energy. Indeed, an increase in fuel prices could weaken part of the population in a context where many households have no adequate alternative to car usage in their daily life: to commute, to shop, to go to the doctor, to visit family and friends, etc. (Berry et al., 2016; Mattioli, Karen Lucas, and Marsden, 2017). Another motivation for evaluating energy poverty in both sectors is to analyse whether households affected are the same or differ. They may suffer from a double penalty if they cumulate poor housing characteristics and poor mobility conditions. This study will seek to determine to which extent households affected by energy poverty in housing are the same or differ from those affected in mobility.

4.2.2 MEASURING ENERGY POVERTY AS A MULTIDIMENSIONAL CONCEPT

Questions of multidimensional measures have been studied extensively in other fields, especially poverty (Bourguignon and Chakravarty, 2003; A. B. Atkinson,

²Policy responses can thus be positioned at different levels: improve access to clean and affordable energy for all; improve the efficiency of infrastructure, buildings, vehicles and appliances; ensure that the specific needs of certain vulnerable populations are met and provide alternatives to energy services; as well as modify norms and adapt consumption practices.

2003; Alkire and Foster, 2011). It resulted in the production of conceptual frameworks and multidimensional indices. The double threshold methodology is one of the methods that have been applied to evaluate multidimensional poverty³, based on the capability approach (Alkire and Foster, 2011). In such approach, poverty can be quantified at each household level using available information. This method could meet the urgent need for better evaluating multidimensional energy poverty.

Yet few studies have addressed the multidimensional nature of energy poverty so far. Table 4.1 summarizes existing attempts and their main characteristics. The five studies rely on different methodologies to quantify energy poverty. Three studies estimate energy poverty as the weighted arithmetic or geometric mean of different indicators (John D. Healy and Clinch, 2002; Thomson and Snell, 2013; Charlier and Legendre, 2016). However such methods are limited in its applicability. They do not allow to identify who is energy poor or not at the end of the process. The final measure does not represent actual incidence, but an average incidence of different indicators. Though one knows if a household is identified or not by an individual indicator, it does not tell us which households are identified energy poor under the final aggregated measure. Thus the interpretation is not intuitive and it brings only limited information on the design and targeting of support policies. The two last studies overcome this drawback by relying on an identification and aggregation method (Nussbaumer, Bazilian, and Modi, 2012; Okushima, 2017). They both apply the double threshold methodology. Yet these two studies are limited in their scope: one study relies essentially on budgetary indicators - for which critics were stressed above - while the other is related to developing countries - where manifestations of energy poverty are of different nature. The five studies, and their detailed set of indicators, are further described in Appendix 4.A.

In the following, I propose to design a single index, which has the synthetic aspect of unidimensional indicators, but which accounts for the multiple dimensions of energy poverty. Therefore it is closer to the actual experience of households. This index focuses on the combination of factors that put households at a disadvantage when it comes to energy, in the context of developed countries. Two indices

³It has been intensively used to evaluate poverty in developing countries, and more recently in some developed countries, such as in Europe.

are evaluated: one for housing and one for transport. The two sectors are analysed separately because difficulties in one sector do not compensate with difficulties in the other sector.

Table 4.1 – Review of existing multidimensional measures of energy poverty

Study	Number of indicators	Identified as energy poor if deprived in...	Level of energy poverty	Country covered
Healy et al. 2002	6 indicators (3 objective + 3 subjective)	NA	Weighted arithmetic mean of each indicator	14 European countries
Thomson et al. 2013	3 indicators (1 objective + 2 subjective)	NA	Weighted arithmetic mean of each indicator	25 European countries
Charlier et al. 2016	3 indicators (2 budgetary + 1 objective)	NA	Weighted geometric mean of each indicator	France
Okushima 2017	3 indicators (2 budgetary + 1 objective)	All 3 indicators (intersection approach)	Share of households identified energy poor	Japan
Nussbaumer et al., 2012	6 indicators (all objective)	$\geq 30\%$ of indicators	Share of households identified energy poor	29 African countries

4.3 METHODOLOGY

This study draws on the literature to measure multidimensional poverty and applies it to data on energy services. The proposed methodology is common to many measures, which are divided into two steps: an identification step followed by an aggregation step (Sen, 1976). The identification step defines thresholds for distinguishing between energy poor and non energy poor households. The aggregation step brings together the characteristics of energy poor within a new global index of multidimensional energy poverty⁴.

⁴These two steps also apply to one-dimensional measurements. For example, in the literature, the step of identifying energy poor households is usually solved by using the energy expenditure ratio method, which requires specifying a maximum ratio above which the energy expenditure is considered disproportionate compared to the household income. This maximum acceptable ratio is called the energy poverty threshold. A person is said to be in energy poverty if its ratio is higher than the threshold of energy poverty. On the aggregation step, the most widely used measure is the incidence, i. e. the rate of energy poor. This corresponds to the number of households with an energy expenditure ratio above the energy poverty threshold divided by the total number of households in the population.

For the identification step, energy poor are identified according to the double threshold method developed by Alkire and Foster (Alkire and Foster, 2011). Such method is a recent contribution which brings many useful properties (see Appendix 4.B). The first threshold is specific to each indicator. As such, a threshold is set for each indicator individually and identifies whether or not a household is disadvantaged in this indicator. The second threshold defines how disadvantaged a household must be in order to be considered energy poor. Different weights can be applied to the indicators. If all indicators have an equal weight, the second threshold is simply the number of indicators in which a household must be disadvantaged to be considered energy poor. This equal weight approach, also known as the counting approach, is commonly used in social policies⁵.

Once households in energy poverty have been identified, it is then necessary to summarise the information within a single index, which corresponds to the aggregation step. The headcount ratio H is used to measure the incidence of energy poverty, that is to say the proportion of households that are identified as multidimensional energy poor in total population.

$$H = \frac{q}{n} \quad (4.1)$$

With q the number of energy poor households (c_k) and n the total number of households in the population. The headcount ratio belongs to the Foster-Greer-Thorbecke (FGT) measures and is widely used in income poverty measurement (Foster, Greer, and Thorbecke, 1984). The MEPI relates to the headcount ratio H in this study. A mathematical formalization of the methodology is described in Appendix 4.B.

4.3.1 DATA

In this paper, quantification is done in the French context and uses the recent survey Phebus. Phebus was carried out in 2013 for the statistical service of the French Ministry of Ecology (SOeS). It aims to inform public policies on household en-

⁵For example, the main indicator for monitoring the poverty reduction objective of the Europe 2020 Strategy identifies households "at risk of poverty or social exclusion" if they are disadvantaged in at least one of the following three dimensions: income poverty, severe material deprivation and unemployment.

ergy consumption and the energy performance of the housing stock. It is a cross-sectional survey representative of the French residential dwelling sector. A sample of 5405 households - living in dwellings statistically selected to represent about 27 million housing-units - was interviewed. It contains two parts. The first part is a face-to-face interview with the households which contains detailed information on their socio-demographic characteristics and their energy uses, such as energy consumption, heating systems, housing characteristics, electric appliances, behaviours and preferences, as well as some questions about mobility practices. The second part, which concerns only a subsample of 2356 dwellings, consists in an energy performance diagnosis of the dwelling which was carried out by certified professionals. For those dwellings, the survey contains both observed and theoretical energy consumption.

The choice of Phebus takes into account some limitations, yet this database brings many advantages for the purpose of the study - to develop a multidimensional measure of energy poverty in housing and transport. The data are recent and the information is not only budgetary. It is also the first database containing detailed information on energy consumption and practices in both housing and transport at the household level - without matching different databases. No other European countries have such detailed database to my knowledge. However, this choice introduces two main limitations. The sample is relatively small in Phebus compared to other national surveys, which limits the scope for detailed study of some minority household categories. Moreover, the data are only available for one year so far, so that this survey does not allow to study the evolution over time. In the following, one has to keep in mind the design of the index remains constrained by data availability. Though it is the most detailed database at the time of the study, some factors that disadvantage households in terms of energy use are not available and therefore could not be evaluated.

4.3.2 THE UNIT OF ANALYSIS

The unit of analysis corresponds to households. A first reason is that data is available at the household level in the Phebus survey. More importantly, this choice is motivated by the objective pursued. All members of a household share the same

housing and income conditions. Thus they are all affected by cold temperatures or disproportionate energy expenditure. On the transport side, this choice is more questionable. Mobility is above all individual - the motives and destinations differ between individuals in the same household. In Phebus, some of the questions related to mobility are asked to individuals. A household is said to be disadvantaged if at least one of its members is identified as disadvantaged. Other questions are asked directly to the household - so the answer concerns all members directly.

4.3.3 CHOOSING THE DIMENSIONS

Two indices are designed: one for housing and one for transport. For each sector, five dimensions of energy poverty are considered respectively. The two indices are designed according to the same logic: one dimension directly concerns an energy service, two dimensions concern non-monetary resources and two dimensions concern monetary resources (see table 4.2). Resources, whether monetary or non-monetary, are used as proxies for evaluating a range of energy services: heating, washing, refrigerating, cooking, moving, etc. If the impacts on health are not a distinct dimension, these impacts are indirectly captured through some factors included in the indices.

Table 4.2 – The five dimensions included in the MEPI for housing and transport

Dimension	Nature
Housing/Mobility conditions	Non-monetary resource
Equipment	
Restriction	Energy service
Energy spending	Monetary resource
Standard of living	

4.3.4 CHOOSING THE INDICATORS AND THEIR IDENTIFICATION THRESHOLDS

The multidimensional nature of energy poverty should be reflected in the choice of indicators. In this paper, the selection of the indicators is based on a review of academic literature and reports, as well as on the availability of data - a feasibility criterion rather than a selection criterion. Similarly, the choice of thresholds for each indicator is based as much as possible on national and international standards

and literature. The indicators and thresholds used in the MEPI are presented in figure 4.2 for housing and figure 4.3 for transport.

HOUSING INDICATORS

Adequate heating is an essential service. Studies show that being cold at home has direct effects on health (Liddell and Morris, 2010) (Host et al., 2015) and is a major cause of winter excess mortality (J. D. Healy, 2003) (Liddell, Morris, et al., 2016). Two indicators are included to capture restriction with heating. The first is the temperature in the housing⁶. In France, ADEME recommends heating to 19°C for a comfortable situation. Following recommendations from the World Health Organisation, the minimum acceptable temperature is adjusted to 20°C for certain vulnerable populations - elderly people, young children and disabled (Braubach, 2011). The second indicator is declarative. It identifies households reporting feeling cold because of the five following reasons: insufficient heating system, failure of the heating system, restriction of heating due to cost, poor insulation, and power disconnection due to unpaid bills⁷.

An excessive energy spending can impact household budgets, at the risk of unpaid bills or restrictions on other essential expenses, such as food (Anderson, White, and Finney, 2012) (Beatty, Blow, and Crossley, 2014) (Bhattacharya et al., 2003). The energy expenditure ratio is the most widely used indicator for measuring energy poverty in developed countries. The threshold is set at twice the national median.

The dwelling energy performance is one of the main determinants of energy poverty (EPEE, 2006) (Boardman, 2013). A well-insulated dwelling requires less energy to achieve the same level of comfort - even if this gain can be reduced by rebound effect (Greening, Greene, and Difiglio, 2000) (Sorrell, Dimitropoulos,

⁶The temperature reported in the Phebus survey refers to the temperature of the dwelling when the household is present on an ordinary day. Such an indicator, which is theoretically simple, raises a number of technical problems regarding the reliability of housing temperature data (Milne and Boardman, 2000) and in identifying other specific situations, such as people suffering from chronic pathologies for which the comfort temperature differs or the ability to heat during an episode of extreme cold.

⁷However, it does not identify households reporting feeling cold because of incorrect adjustment, delayed start-up of the system, particularly severe winter or other reasons.

and Sommerville, 2009)⁸. It also limits risks of poor indoor air quality through the accumulation of pollutants, dust mites and excess moisture, which has direct effects on health (Wilkinson et al., 2009) (Maidment et al., 2014) (Bonnetfo, 2007). This indicator identifies the least energy efficient dwelling, whose energy consumption is over 330 kWh/m²/year.

The services provided by household equipment have been included to capture elements related to other energy uses - than heating - in the dwelling that are generally absent from energy poverty measures. Yet they constitute basic necessities for achieving a decent standard of living (Day, Walker, and Simcock, 2016). Moreover the oldest and least efficient equipment is often owned by low-income or vulnerable households, contributing to energy poverty by putting pressure on their energy bills (Simcock, Walker, and Day, 2016) (John D. Healy and Clinch, 2002). Three indicators are included to capture equipment. The first indicator is on the energy efficiency of six appliances: washing machine, dryer, dishwasher, refrigerator, combined refrigerator and freezer. It identifies appliances with energy label A or below bought in the last 5 years⁹. The second indicator is on the presence of a temperature control system in the dwelling. Indeed, the ability to regulate temperature is a prerequisite for controlling heating spending. The third indicator identifies poor types of heating. It identifies households using a chimney, heating cooker or mobile appliances - electric or other - as their main heating system or as a regular backup¹⁰ as well as households with no means of heating. The frequent use of an open chimney is a source of indoor air pollution, which has harmful health effects (Burr, 1999; Jones, 1999); and heating mainly with mobile appliances is taken as a proxy for the deficiency of a suitable heating system in the dwelling.

Finally, the standard of living - disposable income per unit of consumption - identifies the most financially constrained households. Those households are also

⁸For example, Milne and Boardman (2000) found that among households that do not heat up enough, about 30% of the efficiency gain is used to increase heating temperature.

⁹The objective is to make the most efficient equipment available to all households at the time of purchase, and not to push ahead with the early replacement of existing equipment that has not yet reached the end of its useful life. Furthermore, focusing on recent appliances also limits the stock effect that would hide the evolution of the indicator and the progress made in the new devices acquired, on which policies can act.

¹⁰When used as an exceptional backup, they are not identified as some households may enjoy using their chimney in the winter or their mobile heating in very cold weather.

less able to invest in energy efficient equipment and dwelling renovation.

	Dimension	Indicator	Disadvantaged if...	Weight
Housing	Restriction	Indoor temperature	<19°C Or < 20°C if [age≥65, age≤7 or disable]	1/10
		Felt cold	Yes, if among 5 reasons*	1/10
	Housing conditions	Dwelling energy performance	>330 kWh/M2/year (Energy certificate if available, or actual consumption)	1/5
	Equipment	Energy efficiency of appliances	>1 appliance with energy label A, B, C or more, less than 5 years old, among: washing machine, dryer, dishwasher, refrigerator, combined refrigerator and freezer.	1/15
		Presence of a temperature control system	No	1/15
		Type of heating	Used as main or regular backup heater: chimney OR heating cooker OR mobile appliances OR no means of heating.	1/15
	Energy spending	Energy expenditure ratio	> 2x national median (=0,09%)	1/5
	Standard of living	Disposable income per UC	< Decile 4	1/5

* The five reasons for feeling cold are: 1/ Insufficient heating system, 2/ Failure of the heating system, 3/ Restriction of heating due to cost, 4/ Poor insulation, 5/ Power disconnection due to unpaid bills

Figure 4.2 – Description of MEPI in housing

TRANSPORT INDICATORS

Mobility is a necessary condition for social inclusion (Karen Lucas, 2012), so that "being mobile" has become an injunction in our modern societies (Bacqué and Fol, 2007). Two indicators are included to capture restriction in mobility. Declared restriction of car use directly informs about the ability to satisfy one's motorised mobility. Households are identified if this restriction results in reduced distance travelled, indicating a probable inability to meet a travel need¹¹. However, not restricting mobility does not systematically translates into a satisfied mobility. A declarative variable in which households state if they have difficulties in meeting fuel costs is added as a proxy to identify these other situations.

An excessive spending can impact household budgets, at the risk of deprivation of other essential expenditure (Gicheva, Hastings, and Villas-Boas, 2010) or of

¹¹When the restriction leads to the use of alternatives to the car - public transport, car-sharing, use of a single vehicle or other - then the existence of an alternative to the use of the vehicle is proven and the household is not considered disadvantaged in this indicator - its need for mobility is a priori fulfilled.

increasing debts (Walks, 2017). The energy expenditure ratio is the most widely used indicator for measuring energy poverty in mobility (Mattioli, Karen Lucas, and Marsden, 2017). The threshold is set at twice the national median.

The energy efficiency of vehicles is one of the main drivers for reducing fuel consumption - though this gain can be reduced by rebound effect. Yet the most efficient vehicles are not always accessible to low income households, who mainly buy on the second-hand market. This indicator identifies the least efficient vehicles. In the absence of more accurate data, it identifies vehicles whose fiscal power is strictly over 5.

Accessibility to services is crucial for ensuring social and territorial cohesion. Cars being only one mean to meet mobility needs, it is also possible to act on other factors, such as the demand for mobility, the quality and cost of other means of transport, territorial accessibility and residential location. The first indicator informs about the existence of at least one public transport stop near the dwelling. If the existence of a stop does not guarantee the ability to access a range of services in daily life, the absence of a stop is clearly disadvantageous for some households (Orfeuill, 2004). One can think of the elderly, households whose income does not allow regular car use, people with reduced mobility or people who do not have a driving licence. This variable is a proxy to inform about the dependence on car use. A second indicator is declarative and informs about the existence of an alternative to access essential services. It identifies households with at least one member declaring that the use of a vehicle as a driver is unavoidable for commuting. Ideally, it would have been desirable to consider a wider range of essential services (health, shopping, childhood care, etc.), but data on other motives are not available in the survey. Finally, it would have been desirable to add a variable measuring the distance (or time of access) to daily life services in order to inform on the degree of accessibility of the territory, as well as on the adequacy of the residential location with households's needs, but these data are not available in the survey.

Finally, the standard of living - disposable income per unit of consumption - identifies the most financially constrained households. Those households are also less able to invest in energy efficient cars or to choose their residential location.

Tables 4.3 and 4.4 report some descriptive statistics on the quantitative and qualitative variables used to quantify multidimensional energy poverty.

Transport	Dimension	Indicator	Disadvantaged if...	Weight
	Restriction	Restriction of car use (among households using cars)	Yes, if results in a reduction in travelled distance	1/10
		Difficulty in meeting fuel costs (among households using cars)	Yes	1/10
	Mobility conditions	Alternative to car (among households using cars)	No, for commuting	1/10
		Access to public transport	No stop near the dwelling (<600m or <10 min by foot).	1/10
	Equipment	Car energy efficiency (among households using cars)	Fiscal power >5	1/5
	Energy spending	Fuel expenditure ratio (among households using cars)	> 2x national median (=0,08%)	1/5
	Standard of living	Disposable income per UC	< Decile 4	1/5

Figure 4.3 – Description of MEPI in transport

Variables in housing	Mean	S.E.	p25	p50	p75
Disposable income (€/year)	34 479.77	292.17	19 989.00	29 707.00	43 253.00
Domestic energy spending (€/year)	1 563.43	12.72	940.16	1 397.73	1 954.11
Domestic energy expenditure ratio (%)	5.62	0.06	3	4.49	6.97
Dwelling energy performance (kWh/m2)	288.66	3.25	180.99	259.52	352.69
Actual energy consumption per m2 (kWh/m2)	182.38	2.49	82.98	143.48	230.17
Indoor temperature (°C)	20.02	0.02	19	20	21
Variables in transport					
Fuel spending* (€/year)	1 807.92	22.94	780.22	1 439.67	2 400.37
Fuel expenditure ratio* (%)	5.65	0.08	2.5	4.15	7.13

* Among households using cars

Table 4.3 – List and description of quantitative variables used for the MEPI.

4.3.5 CHOOSING THE WEIGHTS

Weights are assigned at two levels: between dimensions (for example, the relative weight between standard of living and restriction) and within dimensions (between indicators of the same dimension). The weight applied to each dimension is chosen in such a way as to reflect the relative importance of each dimension for the purpose of the evaluation. A higher weight may reflect: the intrinsic importance of one dimension relative to others and/or the priority of acting on this dimension in the years to come. Ideally, these choices should reflect aspects that society considers crucial to the assessment. It is important to note that the choice of dimensions, thresholds and weights between dimensions are interconnected.

Variables in housing	Categories	Frequency
Feeling cold	Yes	20.58
	No	79.42
Reason for feeling cold	Insufficient heating system	2.52
	Failure of heating system	2.45
	Restriction of heating due to cost	2.51
	Poor insulation	6.32
	Power disconnection due to unpaid bills	0.11
	Incorrect adjustment or delayed start-up	1.31
	Particularly severe winter	3.62
	Other reasons	1.67
	NA	79.49
Number of inefficient appliances	0	78.37
	1	13.95
	2	5.46
	3+	2.21
Temperature control system	Yes	74.63
	No	25.37
Heating cooker	Main heater	66.20
	Regular backup	26.43
	Exceptional backup	9.18
	Non used	2.29
Chimney	Main heater	30.22
	Regular backup	26.43
	Exceptional backup	34.71
	Non used	8.64
Mobile appliances (non electric)	Main heater	29.74
	Regular backup	25.07
	Exceptional backup	41.49
	Non used	3.70
Mobile appliances (electric)	Main heater	18.92
	Regular heater	22.59
	Exceptional heater	53.99
	Non used	4.49
Variables in transport	Categories	Frequency
Difficulty in meeting fuel costs	Yes	14.68
	No	85.32
Restriction in car use	Yes	43.78
	No	56.22
Reduction in travelled distance	Yes	18.06
	No	81.94
No alternative to car	0 member	66.99
	1 member	22.81
	2+ members	10.20
Access to public transport	Yes	74.70
	No	25.30
Car energy efficiency	Fiscal power ≤ 5	82.18
	Fiscal power > 5	17.82

Table 4.4 – List and description of qualitative variables used for the MEPI.

The indices for housing and transport are both constructed in such a way that the dimensions have an equal relative weight. This choice follows the recommendation made by T. Atkinson et al. (2002) in their work on social indicators in Europe *"the interpretation of the set of indicators is greatly eased where the individual components have degrees of importance that, while not necessarily exactly equal, are not grossly different"*. Similarly, the two indices apply the same weight to each indicator within the dimensions. It is difficult to judge the relative importance of indicators within the same dimension. For example, in the case of restriction indicators, it could be argued that a household suffering from cold is the most crucial aspect; however, an adequate indoor temperature of the dwelling is also essential for maintaining good physical and mental health. These two indicators reflect major deprivations and it is not clear which one is more important. In the case of services provided by household equipment, the energy efficiency of appliances, the type of heating and the presence of a temperature control system are three key aspects for controlling one's energy consumption, so assigning relative importance to them is not obvious.

4.3.6 CHOOSING THE THRESHOLD FOR MULTIDIMENSIONAL ENERGY POVERTY

The next step is to define the threshold for identifying the multidimensionally energy poor households from households that are not. Identification in the housing and the transport is done separately. In each sector, each household cumulates a number of disadvantages (i.e. indicators in which it is disadvantaged). The threshold represents the minimum number of weighted disadvantages that a household must cumulate to be considered multidimensionally energy poor. A first approach is to consider a household as energy poor if it is disadvantaged in at least one indicator - the union approach. But having one disadvantage does not necessarily represent energy poverty. At the opposite, another approach is to consider a household as energy poor if it is disadvantaged in all indicators - the intersection approach. This approach is very demanding. It excludes households that cumulate multiple disadvantages, but not all, and that would deserve to be considered energy poor. The MEPI allows for an intermediate approach. A household is energy poor if it is disadvantaged in several indicators at the same time. The choice of the thresh-

old will depend on the intensity of the situations one wishes to identify. The next section looks at how many households are identified energy poor in housing and transport respectively according to the threshold.

4.4 RESULTS

4.4.1 INCIDENCE ET INTENSITY OF ENERGY POVERTY

Figure 4.4 shows the incidence (H) and intensity (A) of multidimensional energy poverty as a function of the threshold. I find that the incidence of energy poverty in housing and transport is of the same magnitude for all thresholds. Incidence curves in transport (dark blue) and housing (dark purple) are very close to each other and regularly intersect according to the threshold values. On average, the difference of incidence between the two sectors is 1 percentage point towards transport (it ranges from -3 to +12 percentage points). Similarly, the intensity of energy poverty is found to be similar in both sectors. The intensity corresponds to the average weighted number of disadvantages among the energy poor.

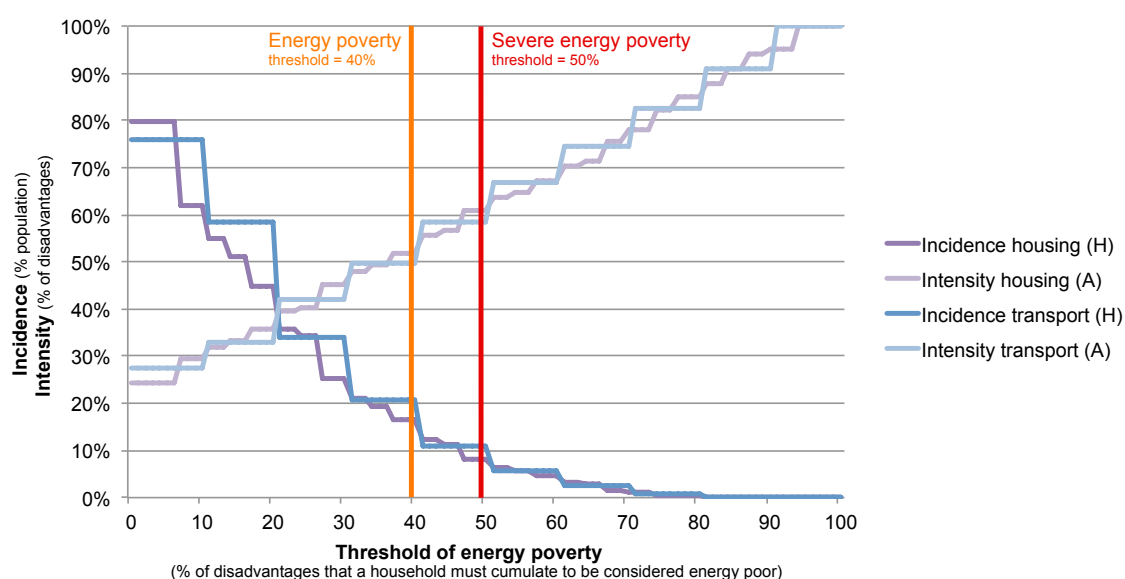


Figure 4.4 – Incidence et intensity of multidimensional energy poverty for different thresholds

In both sectors, more than 75% of households are identified in at least one indi-

cator (union approach) and no household ($<1\%$) is disadvantaged in all indicators at the same time (intersection approach). Looking at the two sectors separately, 79% of households are disadvantaged in at least one indicator in housing and 76% in transport. These figures are large and probably include households that one does not want to categorise as energy poor - errors of inclusion. For example, a household that wants to extend the life of its car (which still works very well despite its age) or a couple of retirees who feel very comfortable at home at a temperature of 19°C both have a disadvantage in the MEPI, but it does not seem justified to consider them as energy poor.

As the threshold increases, households have to be identified in more and more indicators at the same time to be identified energy poor. The incidence first decreases rapidly, then slows down and converges to (almost) zero. In both sectors, the incidence becomes less than 1% from the threshold which corresponds to being disadvantaged in 70% of indicators. It excludes households that cumulate multiple disadvantages, but not as many, and that would deserve to be considered energy poor - errors of exclusion.

As such, a too low threshold leads to errors of inclusion, whereas a too high threshold leads to error of exclusion. The MEPI allows to choose intermediate thresholds. Such approach limits errors of inclusion and exclusion, as households have to be identified in several, but not all, indicators at the same time.

4.4.2 SELECTION OF THE ENERGY POVERTY THRESHOLD

The choice of the threshold depends on the intensity of energy poverty situations that one wants to identify, i.e. the number of disadvantages that households cumulate. If such choice would deserve to be debated, in this paper, two thresholds are examined for the following reasons. They were selected to represent two levels of energy poverty. The first threshold, called the energy poverty threshold, is chosen to identify households disadvantaged in at least 40% of indicators. In other words, a household is energy poor if the weighted sum of the indicators in which it is disadvantaged is greater than or equal to 40%. For example, this means that in housing, a household is identified as energy poor if it cumulates:

- Poor dwelling energy performance and low income,

- Disproportionate energy expenditure, insufficient heating temperature and feeling cold.
- Low income, feeling cold, inadequate type of heating and no temperature control system.

Or in transport, a household is identified as energy poor if it cumulates:

- Disproportionate fuel expenditure and low income,
- Restriction of car use, no alternative to car and inefficient vehicle,
- No access to public transport, difficulty in meeting fuel costs and disproportionate fuel expenditure.

The second threshold, called the severe energy poverty threshold, is chosen so as to focus on the most disadvantaged group of households (approximately the 10% most disadvantaged). It corresponds to being disadvantaged in at least 50% of indicators. These households cumulate a higher number of disadvantages.

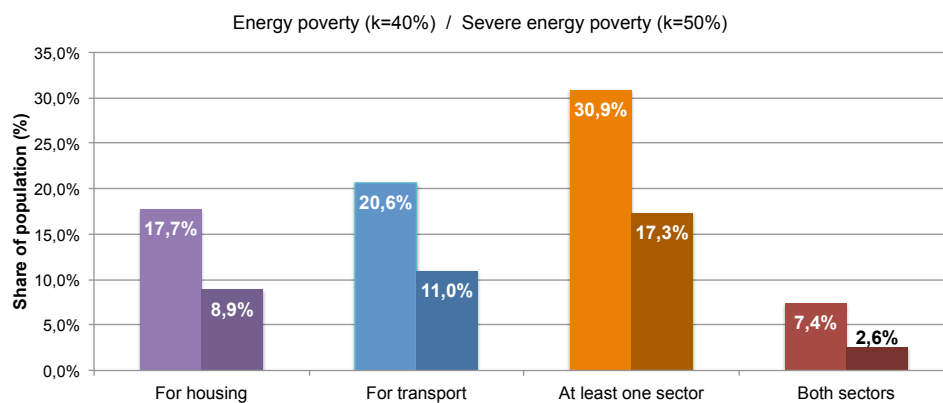


Figure 4.5 – Incidence of multidimensional energy poverty in housing and transport

With the two thresholds selected, the incidence of energy poverty is slightly higher in transport than in housing (see figure 4.5). The share of households identified energy poor is 18% in housing and 21% in transport. With the threshold

of severe energy poverty, the incidence falls to 9% and 11% respectively. Overall, 31% of households are energy poor in housing or transport, and 7% of households are energy poor in both sectors at the same time. It means that, among the energy poor, 24% of households face a double penalty in housing and transport (15% among the severe energy poor). Consequently, households affected in the housing sector are mostly different from those affected in the transport sector.

These results can be compared with existing reports on energy poverty in France. They are higher than the incidence reported by the statistical service of the Ministry of the Ecological and Solidarity Transition in its report on SNTEDD¹², which identifies 14,6% of households in housing, 10,2% in transport, 22,2% in at least one sector and 2,6% in both sectors (Nirascou, Kleiber, and Mosdale, 2016). Moreover, the situation is reversed between the two sectors. The MEPI identifies 1.2 times more households in transport than housing, whereas SNTEDD identifies 1.4 times more households in housing. However results in housing are lower than those estimated by the National Energy Poverty Observatory (ONPE), which identifies 20,4% of the population in a situation of energy poverty in housing (ONPE, 2016). These differences in results can be explained by the fact that the MEPI includes some but not all households identified by SNTEDD and ONPE - as some indicators are common: the energy expenditure ratio as well as feeling cold for ONPE - but also includes households identified by other non-monetary factors - which are not captured by SNTEDD and ONPE measures.

4.4.3 COMPARISON WITH THE ENERGY EXPENDITURE RATIO

Currently, the most widely used indicator of energy poverty in the context of developed countries is the energy expenditure ratio (EER). I will first question whether the EER and the MEPI identify the same households, by comparing the overlap between the households identified by the MEPI and those identified by the EER. Then I will identify which dimensions of the MEPI are best covered by the EER

¹²In France, the government has implemented a national strategy for the ecological transition towards sustainable development 2015-2020 (SNTEDD) under the energy transition law. Monitoring of the SNTEDD is ensured through a dashboard of 72 indicators, which includes one indicator on energy vulnerability (indicator E3.6). This indicator is similar to common energy poverty indicators: it measures the proportion of households whose share of energy expenditure for heating or commuting in income is more than twice the national median.

and which dimensions it forgets, by evaluating the correlation between the EER and the different indicators of the MEPI. To identify energy poor households in the sense of the EER, I use the share of households' disposable income dedicated to energy (respectively fuels) with the threshold set at twice the national median¹³.

LEVEL OF OVERLAP

Figure 4.6 shows the overlap between the EER and the MEPI, respectively in housing (left) and transport (right). The MEPI is found to capture the majority of households identified by the EER in housing and transport (83% and 73% respectively). The coverage rate is relatively high in this case, though not complete. It means most households disadvantaged in the EER tend to cumulate other disadvantages - otherwise they would not be identified by the MEPI. This result, however, is not entirely satisfactory. There remain households identified by the EER that are not identified by the MEPI because they cumulate little or no additional disadvantages. The mismatch is stronger in transport. It should be remembered that one of the criticisms of the EER based on actual energy expenditure is to identify households that are over-consuming by choice - for example, households with a lot of electronic equipment or a swimming pool, or those with many leisure activities in remote location or who regularly go away on weekends. Because the MEPI is interested in the accumulation of disadvantageous factors, it excludes these households, thus limiting the inclusion errors alleged against the EER.

Conversely, looking at the EER, it captures relatively less of the households identified by the MEPI (65% in housing and 57% in transport respectively). An important number of households identified by the MEPI are not identified by the EER: exclusion errors represent 6% of the population in housing and 9% in transport. These households are identified by the MEPI, but they are not identified by the EER because they experience difficulties in other dimensions of energy poverty that the EER does not capture. Thus it indicates the EER forgets a part of the population in multidimensional energy poverty, in other words it leads to important errors of exclusion. According to this analysis, exclusion errors are about twice as important as inclusion errors.

¹³The EER also corresponds one of the indicators included in the MEPI.

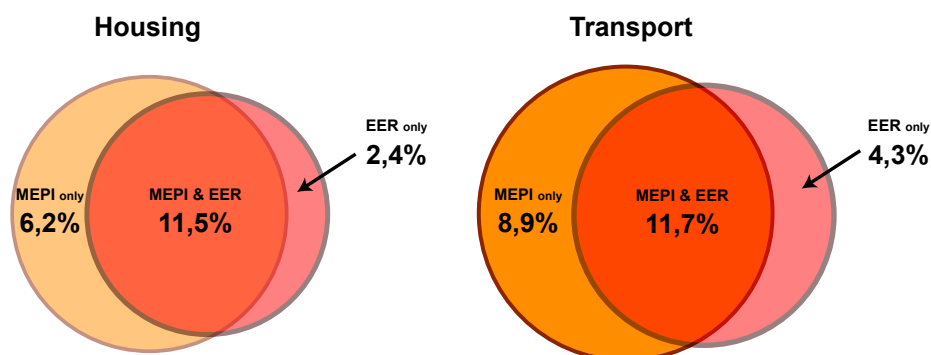


Figure 4.6 – Overlap between the energy expenditure ratio (EER) and the MEPI

CORRELATION WITH NON-MONETARY DIMENSIONS

Table 4.7 presents the Spearman correlation coefficients¹⁴ between the EER and the MEPI indicators, as well as with the MEPI itself - for housing and transport. The Spearman coefficient allows to measure the association between two ordinal variables. On the housing side, this coefficient - and therefore the association - is weak, except in two cases. It is higher for income (0.31) and dwelling energy performance (0.23). This shows that the EER is best correlated with monetary resource indicators¹⁵. For other indicators, it falls below 0.05: felt cold, indoor temperature, energy efficiency of appliances and presence of a temperature control system. It is even negative for the type of heating (-0.05). Thus, the EER is poorly correlated with non-monetary resource indicators and indicators that directly evaluate an energy service.

On the transport side, coefficients are on average higher than in housing. They are greater than 0.05 except for car energy efficiency. Since the latter variable has an important missing value rate (13%), it is not possible to conclude on its apparent low association with the EER.

¹⁴The value of an indicator corresponds to ordinal data: it takes the value 0 if non identified and 1 if identified. The Spearman correlation coefficient is a rank-based correlation compatible with ordinal data. As such it allows to measure the association between the different indicators of the MEPI.

¹⁵As a reminder, in the MEPI, building energy performance is calculated with real energy consumption for one third of households, rather than theoretical consumption, due to the lack of available data. It is therefore not a purely technical feature of the building for these households.

Housing		Transport	
	EER		EER
Income	0,31	Income	0,13
Energy expenditure ratio	1,00	Fuel expenditure ratio	1,00
Feeling cold	0,05	Restriction of car use	0,13
Indoor temperature	0,03	Difficulty in meeting fuel costs	0,22
Dwelling energy performance	0,23	Car energy efficiency	0,00
Energy efficiency of appliances	-0,05	Alternative to car	0,28
Presence of a temperature control system	0,00	Access to public transport	0,08
Type of heating	0,02	MEPI transport	0,58
MEPI housing	0,69		

Figure 4.7 – Spearman correlation between the energy expenditure ratio (EER) and indicators of the MEPI.

The comparison between the two sectors reveals two things. First, the EER is less associated with income in transport (0.13) than in housing (0.31). This is consistent with the fact that the distribution of household fuel expenditure is less regressive in transport. Second, the indicators with which the EER is most closely correlated are the absence of an alternative to the car (0.28) on the transport side and the energy performance of housing (0.23) on the housing side - outside income. This result highlights that in order to reduce the energy burden on households, improving housing and mobility conditions is key. In particular, priority should be given to: developing alternatives to individual motorised transport and renovating the housing stock.

Lastly, this analysis shows the EER fails to capture some dimensions of the energy poverty experienced by households in housing and transport. It poorly identifies disadvantages in non-monetary indicators and energy services. Based on our data, the correlation is either low or non-existent with housing and mobility conditions, equipment and restriction ($[-0.05;0.23]$ in housing and $[0.00;0.28]$ in transport).

4.4.4 COMPOSITION OF ENERGY POVERTY

Policy makers need to know what lies behind energy poverty in order to characterise affected populations and to target policy responses. I will first highlight differences with income poverty, by quantifying the inclusion and exclusion errors of using income poverty as a criteria to target energy poverty policies. Then I will

evaluate the incidence of energy poverty within different subpopulations in housing and transport respectively. To identify the income poor, I use disposable income per consumption unit and the official poverty line set at 60% of the national median income.

DIFFERENCES WITH INCOME POVERTY

Figure 4.8 indicates the extent of inclusion and exclusion errors of using income poverty to reach the energy poor identified by the MEPI. Exclusion errors refer to energy poor that would be ignored, while inclusion errors refer to some non energy poor that would be eligible. On the left are shown the share of the population according if they are energy poor or not, and if they are income poor or not. On the right are presented conditional probabilities knowing income poverty. In particular, given that a household is not income poor, it shows the probability that it will be identified as energy poor. Conversely, knowing that a household is not monetary poor, it shows the probability that it will not be identified as energy poor.

Share of population				Conditional probability (knowing monetary poverty)			
Housing							
	Non energy poor	Energy poor	Total		Non energy poor	Energy poor	Total
Non income poor	76%	11%	87%	Non income poor	87%	13%	87%
Income poor	6%	7%	13%	Income poor	46%	54%	13%
Total	82%	18%	100%	Total	82%	18%	100%
Transport							
	Non energy poor	Energy poor	Total		Non energy poor	Energy poor	Total
Non income poor	72%	15%	87%	Non income poor	83%	17%	87%
Income poor	7%	6%	13%	Income poor	55%	45%	13%
Total	79%	21%	100%	Total	79%	21%	100%

Figure 4.8 – Income poverty and multidimensional energy poverty in housing and transport

In both sectors, the probability that an income poor household is identified as energy poor is 46% in housing and 55% in transport. However, this situation affects less than 6% (respectively 7%) of the total population in housing (respectively in transport). Thus potential inclusion errors of using income poverty is low - relative to the total population. This result holds both the housing and transport sectors. On the other hand, looking at exclusion errors, the divergence has more consequences. The probability that a non income poor is identified as energy poor

is 13% in housing and 17% in transport. The larger divergence in transport is partly explained by the larger gap between the incidence of income poverty (13%) and of energy poverty in transport (21%) - so that less overlap can be expected between the two indices - and because energy poverty in transport affects to a larger extent middle class households, in addition to the poorest (see Appendix 4.C). This situation concerns 11% (respectively 15%) of the total population in housing (respectively in transport). Thus, according to the MEPI, potential exclusion errors of using income poverty to target energy poverty policies is high. Among energy poor, the majority is not income poor for both sectors.

INCIDENCE OF ENERGY POVERTY WITHIN SUB-POPULATIONS

Results are then broken down by sub-populations to show the incidence of energy poverty among and within these groups. Energy poverty is evaluated in housing and transport according to the following socio-economic characteristics: by household composition (single, single parent, couple, couple with children), by tenure status (renter / owner), by standard of living (D1 to D10), by residential location (urban poles / sparsely populated areas), by age range (<30 years old, 30-40 years old,..., >80 years old) and by climatic zones (H1a to H3 as described on figure 4.9, as well as Paris separated from the H1a zone). Figure 4.10 enables to graphically compare the incidence of energy poverty among these sub-populations.

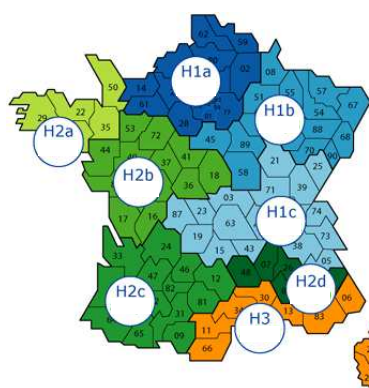
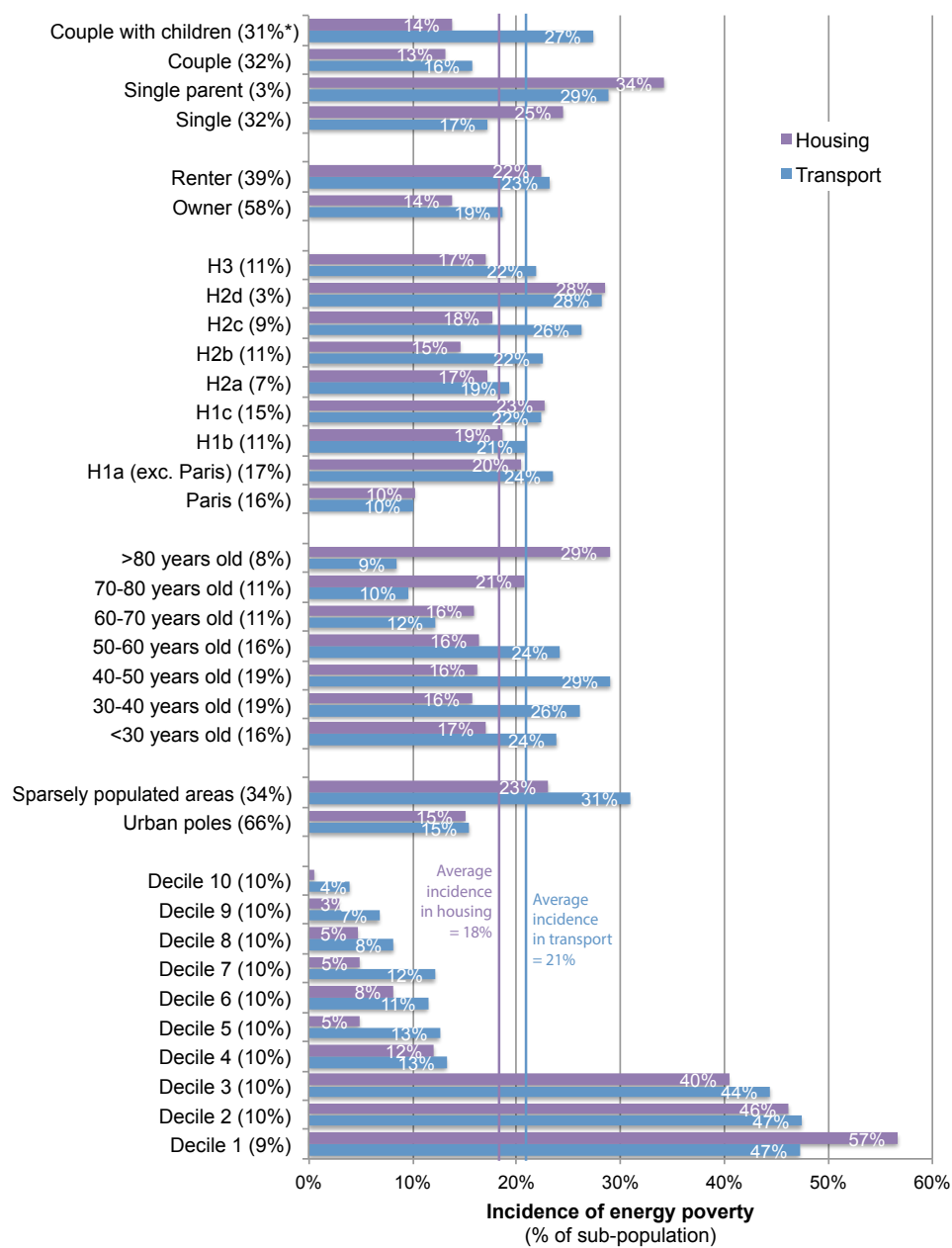


Figure 4.9 – Climatic zones in France as defined by thermal regulation 2012 (RT2012)



* The % corresponds to the share of each sub-population in total population.

Figure 4.10 – Incidence of energy poverty (H) for different sub-populations

The incidence of energy poverty varies with the standard of living. First of all, by construction, there is a sharp drop in the incidence between deciles 3 and 4. However, among the first three deciles, the evolution is contrasted. It gradually decreases in housing, while it is relatively stable in transport. The poorest are more severely affected in housing, while lower middle classes are similarly affected in both sectors. For upper deciles, households are more affected in transport. It is interesting to note that the incidence is not null for the highest deciles of income (deciles 8-9-10). Although it is difficult to describe them as energy poor, these households nevertheless cumulate enough disadvantageous factors - excluding income - to make their energy situation precarious¹⁶.

The incidence of energy poverty also varies with other socio-economic characteristics. In transport, the sub-populations most affected by energy poverty are those living in sparsely populated areas, households with children and working-age households (<60 years old). In housing, the sub-populations most affected by energy poverty share similar geographical characteristics - those living in sparsely populated areas - but they differ in terms of age and household composition. Energy poverty in housing affects to a greater extent elderly households (>70 years old) and single households. In terms of tenure status, renters are more affected than owners in both sectors and especially in housing where the difference is larger. Results are more spread between the different climatic zones, except for Paris which is about twice less impacted than the rest of France in both sectors. Figure 4.11 presents, for each sub-population, the uncensored disadvantage rates of the housing and transport indicators of the MEPI, which describes which population groups are most affected by which indicators. These results are further detailed in Appendix 4.C.

¹⁶Among the three highest deciles, less than 5% of households are energy poor in housing and less than 8% are energy poor in transport. In housing, the dwelling energy performance is what contributes the most (>40%) to their identification as energy poor. This contrasts with the lowest deciles of income (deciles 1-2-3), for whom the dwelling energy performance is the third contributor to energy poverty, after income and the energy expenditure ratio. In transport, car energy efficiency (41%) and poor mobility conditions (35%) are what contribute the most to the identification of the highest deciles of income as energy poor. As a reminder, car energy efficiency is proxied with fiscal power, which also translates the fact that richer households generally own more powerful cars - such as sport utility vehicles - than poorer households. For the rest of the population, results are more spread between the different dimensions of energy poverty.

Figure 4.11 – Non censured disadvantage rates for different sub-populations

	Housing								Transport						
	Income	Energy expenditure ratio	Felt cold	Indoor temperature	Dwelling energy performance	Energy efficiency of appliances	Temperature control system	Type of heating	Income	Fuel expenditure ratio	Restriction of car use	Difficulty in meeting fuel costs	Car energy efficiency	No alternative to car	No access to public transport
Total population	29%	14%	14%	23%	19%	22%	25%	13%	30%	16%	18%	12%	15%	33%	25%
D1	100%	45%	21%	27%	20%	20%	36%	12%	100%	29%	20%	18%	15%	17%	19%
D2	100%	25%	22%	27%	20%	23%	34%	13%	100%	22%	23%	21%	16%	28%	23%
D3	100%	24%	18%	23%	23%	20%	24%	13%	100%	16%	22%	17%	15%	27%	28%
D4	0%	16%	16%	21%	22%	21%	27%	16%	0%	21%	24%	14%	16%	35%	24%
D5	0%	10%	13%	24%	16%	24%	26%	15%	0%	17%	18%	13%	16%	35%	24%
D6	0%	9%	15%	24%	22%	22%	25%	16%	0%	17%	17%	12%	14%	41%	32%
D7	0%	5%	10%	22%	18%	22%	24%	13%	0%	13%	15%	8%	17%	39%	27%
D8	0%	5%	9%	19%	16%	21%	24%	12%	0%	12%	19%	6%	11%	39%	26%
D9	0%	3%	9%	22%	20%	22%	19%	11%	0%	9%	12%	4%	15%	37%	25%
D10	0%	1%	6%	19%	18%	20%	15%	9%	0%	3%	9%	4%	15%	30%	23%
Urban poles	30%	11%	15%	23%	15%	22%	27%	8%	30%	12%	14%	10%	15%	25%	12%
Sparsely populated areas	28%	19%	12%	23%	28%	22%	21%	24%	28%	25%	26%	15%	15%	48%	53%
Paris	22%	6%	18%	22%	18%	19%	34%	4%	30%	16%	18%	12%	15%	33%	25%
H1a (exc. Paris)	31%	18%	16%	25%	22%	29%	15%	16%	31%	20%	26%	16%	15%	41%	22%
H1b	28%	17%	13%	15%	23%	24%	19%	14%	29%	17%	16%	13%	13%	35%	30%
H1c	26%	18%	12%	19%	29%	18%	23%	15%	26%	17%	19%	11%	13%	40%	35%
H2a	30%	11%	12%	40%	13%	20%	18%	17%	30%	13%	22%	10%	13%	33%	26%
H2b	26%	13%	10%	25%	15%	23%	26%	14%	26%	20%	20%	12%	14%	39%	27%
H2c	32%	15%	11%	24%	19%	21%	32%	19%	32%	17%	20%	12%	15%	34%	50%
H2d	47%	16%	18%	22%	25%	12%	34%	15%	48%	14%	24%	13%	19%	23%	33%
H3	37%	12%	15%	20%	9%	19%	33%	11%	37%	17%	11%	11%	19%	34%	21%
<30 years old	30%	10%	18%	24%	16%	30%	26%	13%	38%	24%	10%	13%	16%	33%	13%
30-40 years old	33%	11%	17%	17%	16%	26%	22%	14%	31%	24%	18%	17%	15%	49%	20%
40-50 years old	28%	12%	14%	18%	17%	21%	27%	14%	34%	20%	23%	15%	15%	53%	24%
50-60 years old	23%	14%	9%	29%	23%	15%	23%	15%	28%	18%	22%	14%	16%	46%	25%
60-70 years old	24%	19%	8%	37%	28%	15%	27%	12%	23%	9%	19%	8%	14%	14%	30%
70-80 years old	35%	11%	19%	19%	15%	30%	28%	8%	24%	4%	17%	6%	14%	4%	33%
>80 years old	30%	30%	8%	23%	31%	8%	26%	13%	30%	2%	9%	3%	16%	1%	38%
Owner	19%	12%	7%	23%	22%	21%	21%	17%	19%	15%	19%	9%	15%	38%	33%
Renter	44%	15%	24%	22%	15%	23%	32%	8%	45%	17%	17%	16%	15%	27%	13%
Single	31%	23%	17%	25%	22%	14%	30%	10%	32%	15%	13%	9%	15%	15%	22%
Single parent	64%	32%	23%	21%	15%	25%	35%	13%	65%	19%	19%	15%	11%	31%	15%
Couple	19%	11%	9%	23%	22%	20%	23%	14%	20%	13%	20%	10%	15%	27%	30%
Couple with children	32%	7%	14%	20%	16%	30%	22%	16%	33%	20%	21%	16%	15%	57%	25%

Value > population mean

4.5 DISCUSSION AND CONCLUSION

Indicators are the basis on which to quantify energy poverty, to identify the affected population and to design support policies. Though there is a large consensus on the multidimensional nature of energy poverty, policy makers generally rely on a budgetary approach, and in particular the energy expenditure ratio (EER). This choice is debated and has strong political implications. In this study, I designed a multidimensional energy poverty index (MEPI) which captures the energy poverty experienced by households in five dimensions: energy spending, restriction, housing/mobility conditions, equipment and standard of living. I first compared results of the MEPI with the EER. Results show the EER is not completely satisfactory for two reasons. First, the overlap between households identified by the EER and the MEPI is only partial: the EER excludes 35% and 43% of households identified by the MEPI in housing and transport, which represents respectively 6% and 9% of the population. These inclusion and exclusion errors could misguide the targeting of support policy. Second, the EER also fails to cover some dimensions of energy poverty. The correlation between the EER and the non-monetary indicators of the MEPI is either low or non-existent, particularly with housing and mobility conditions, households' equipment and restriction. It could distort the evaluation of related support policies. These findings suggest the EER constitutes a poor proxy for evaluating energy poverty in its multiple dimensions.

This study also highlights some important aspects of energy poverty. First, it confirms that income is an important dimension of energy poverty. Lack of income can lead some households to restrict their heating, their use of appliances or their mobility. Financial resources are thus essential to enable households to satisfy essential energy services and to enable them to adapt to the energy transition - if these opportunities exist. Yet, it also shows that having an income above the poverty line does not guarantee that households will not be affected in some crucial aspects of energy poverty. According to the MEPI, using income poverty as a criteria to target policies excludes many households disadvantaged in other aspects of energy poverty. Exclusion errors are significant in both sectors and more frequent in transport. These households face difficulties to satisfy essential energy

services though their income does not fall below the poverty line. Thus, while the monetary dimension of energy poverty is important and necessary, using income poverty as a criteria for targeting policies to support energy poor is not sufficient. Results in the French context suggest that the targeting of support policies should be extended: 1/ to a broader range of income, such as to include low middle class households, especially in the transport sector, 2/ to vulnerable groups of population. In particular, the MEPI identifies that renters, single households and elderly households are particularly affected by energy poverty in housing. The MEPI also identifies that families and working-age households are particularly affected by energy poverty in transport. Finally, households living in sparsely populated areas are disproportionately affected by energy poverty both in housing and transport.

Most notably, this is the first study to my knowledge to develop a multidimensional measure of energy poverty based on the capability approach, in the context of developed countries. Results provide compelling evidence for quantifying energy poverty as a multidimensional concept and suggest that this approach constitutes a more comprehensive tool for evaluating energy poverty. I have shown existing indicators could distort the monitoring of the problem and the targeting of public policies as they hide some dimensions of energy poverty. In contrast, the MEPI limits the risks of inclusion and exclusion errors of one-dimensional indicators and it allows to account for the different dimensions of energy poverty. It follows that the adoption of a multidimensional measure would be useful for policy purposes, and that meanwhile, great care should be taken when interpreting results of existing indicators.

However, some limitations are worth noting. Multidimensional measures raise the question of their interpretability for public actors and society. The MEPI is data-intensive and more complex to implement. Yet the double threshold methodology brings some advantages over other composite indices. Its construction enables energy poverty to be monitored in each dimension and the populations most affected to be targeted.

As of today, the reproduction of the MEPI is limited by data availability. This study is based on a recent survey - the survey Phebus 2012 - that is richer in information on energy consumption and household energy behaviour than other existing databases. Results allow to analyse further energy poverty than was done

to date. However, it is difficult to reproduce the MEPI regularly in France - the survey Phebus is a one time survey - or in other countries - no European countries have the necessary information to my knowledge. In France, the reproduction of the survey Phebus is not yet guaranteed. If not renewed, it would be desirable to integrate the relevant variables in other existing periodic surveys, such as the National Housing Survey (ENL) and the Family Budget Survey (BdF). This would also have the advantage of allowing regular monitoring of energy poverty. Such information could also be included in the SILC survey, which would enable to quantify and compare energy poverty at the European level.

In addition, it would be desirable to improve the reliability of some variables. In the application of this paper, some variables are partially reported - such as the building energy efficiency - other variables have limited interpretability - such as indoor temperature - while for other variables, I used proxy - such as fiscal power for car energy efficiency. As such, the reliability of some of the variables used could be improved and the introduction of additional variables could be considered, such as the accessibility of the living space, the hardship of journeys or indoor air quality.

More generally, in order to ensure appropriation of the MEPI by public actors, it would be essential to re-examine the relevance of the selected indicators. If this study draws on existing academic literature and reports, such choices result from value judgements rather than a pure technical exercise. It follows that the choice of relevant indicators, their relative weighting and thresholds for identification would deserve to be debated. The adoption of such indices calls for a consultation phase in order to specify and validate the relevant indices to be used.

Future work could include a detailed assessment of what constitutes energy poverty in different sub-populations. The factors that disadvantage energy poor may differ between socio-economic groups or territories. For instance, in the South of France, the incidence of energy poverty in housing is not far from average, though these households benefit from milder climate conditions. This would allow adapting the nature of policy responses to the need of specific groups. When implementing policy responses, reaching the energy poor also requires the identification of eligibility criteria. Valuable policy learnings could be drawn from a better understanding of energy poverty among different socio-economic groups and territories.

REFERENCES

- Alkire, Sabina and James Foster (2011). “Counting and multidimensional poverty measurement”. In: *Journal of Public Economics* 95.7, pp. 476–487. ISSN: 0047-2727. DOI: [10.1016/j.jpubeco.2010.11.006](https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2010.11.006).
- Alkire, Sabina, James Foster, et al. (2015). *Multidimensional Poverty Measurement and Analysis*. en. Google-Books-ID: P8r9CAAAQBAJ. Oxford University Press. ISBN: 978-0-19-968949-1.
- Anderson, Will, Vicki White, and Andrea Finney (2012). “Coping with low incomes and cold homes”. In: *Energy Policy* 49, pp. 40–52.
- Atkinson, Anthony B. (2003). “Multidimensional deprivation: contrasting social welfare and counting approaches”. In: *The Journal of Economic Inequality* 1.1, pp. 51–65.
- Atkinson, Tony et al. (2002). *Social Indicators: The EU and Social Inclusion*. en. Google-Books-ID: FX5iDnrgTg4C. OUP Oxford. ISBN: 978-0-19-153093-7.
- Bacqué, Marie-Hélène and Sylvie Fol (2007). “L’inégalité face à la mobilité: du constat à l’injonction”. In: *Revue suisse de sociologie* 33.1, pp. 89–104.
- Beatty, Timothy K. M., Laura Blow, and Thomas F. Crossley (2014). “Is there a ‘heat-or-eat’ trade-off in the UK?” en. In: *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)* 177.1, pp. 281–294. ISSN: 09641998. DOI: [10.1111/rssa.12013](https://doi.org/10.1111/rssa.12013).
- Berry, Audrey et al. (2016). “Investigating fuel poverty in the transport sector: toward a composite indicator of vulnerability”. In: *Energy Research & Social Science* 18, pp. 7–20.
- Bhattacharya, Jayanta et al. (2003). “Heat or Eat? Cold-Weather Shocks and Nutrition in Poor American Families”. In: *American Journal of Public Health* 93.7, pp. 1149–1154. ISSN: 0090-0036. DOI: [10.2105/AJPH.93.7.1149](https://doi.org/10.2105/AJPH.93.7.1149).
- Boardman, Brenda (1991). *Fuel poverty: from cold homes to affordable warmth*. John Wiley & Sons Ltd. ISBN: 1-85293-139-6.
- (2013). *Fixing Fuel Poverty: Challenges and Solutions*. en. Routledge. ISBN: 1-136-54573-5.
- Bonnefoy, Xavier (2007). “Inadequate housing and health: an overview”. In: *International Journal of Environment and Pollution* 30.3-4, pp. 411–429.

- Bourguignon, François and Satya R. Chakravarty (2003). “The Measurement of Multidimensional Poverty”. en. In: *The Journal of Economic Inequality* 1.1, pp. 25–49. ISSN: 1569-1721, 1573-8701. DOI: [10.1023/A:1023913831342](https://doi.org/10.1023/A:1023913831342).
- Bradshaw, Jonathan and Sandra Hutton (1983). “Social policy options and fuel poverty”. In: *Journal of Economic Psychology* 3.3, pp. 249–266. ISSN: 0167-4870. DOI: [10.1016/0167-4870\(83\)90005-3](https://doi.org/10.1016/0167-4870(83)90005-3).
- Braubach, Matthias (2011). “Environmental burden of disease associated with inadequate housing: A method guide to the quantification of health effects of selected housing risks in the WHO European Region”. In: *World Health Organization*.
- Burr, Michael L. (1999). “Indoor air pollution and the respiratory health of children”. In: *Pediatric pulmonology* 27.S18, pp. 3–5.
- Charlier, Dorothée and Bérangère Legendre (2016). “Fuel Poverty: A Composite Index Approach”. In: *FAERE Policy papers* 2016-06.
- Day, Rosie, Gordon Walker, and Neil Simcock (2016). “Conceptualising energy use and energy poverty using a capabilities framework”. In: *Energy Policy* 93, pp. 255–264.
- EPEE (2006). *Diagnosis of causes and consequences of fuel poverty in Belgium, France, Italy, Spain and United Kingdom*. Tech. rep. EIE/06/158/SI2.447367. EPEE.
- Foster, James, Joel Greer, and Erik Thorbecke (1984). “A Class of Decomposable Poverty Measures”. In: *Econometrica* 52.3, pp. 761–766. ISSN: 0012-9682. DOI: [10.2307/1913475](https://doi.org/10.2307/1913475).
- Fullerton, Don (2008). *Distributional Effects of Environmental and Energy Policy: An Introduction*. Working Paper 14241. National Bureau of Economic Research. DOI: [10.3386/w14241](https://doi.org/10.3386/w14241).
- Gicheva, Dora, Justine Hastings, and Sofia Villas-Boas (2010). “Investigating Income Effects in Scanner Data: Do Gasoline Prices Affect Grocery Purchases?” In: *The American Economic Review* 100.2, pp. 480–484. ISSN: 0002-8282. DOI: [10.2307/27805043](https://doi.org/10.2307/27805043).
- Greening, Lorna A, David L. Greene, and Carmen Difiglio (2000). “Energy efficiency and consumption — the rebound effect — a survey”. In: *Energy Policy* 28.6–7, pp. 389–401. ISSN: 0301-4215. DOI: [10.1016/S0301-4215\(00\)00021-5](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00021-5).

- Healy, J. D. (2003). "Excess winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk factors". eng. In: *Journal of Epidemiology and Community Health* 57.10, pp. 784–789. ISSN: 0143-005X.
- Healy, John D. and J. Peter Clinch (2002). "Fuel Poverty in Europe: A Cross Country Analysis Using A New Composite Measurement". In: *Environmental Studies Research Series Working Papers*.
- Hills, John (2011). *Fuel poverty: the problem and its measurement*. Tech. rep. 39270. London School of Economics and Political Science, LSE Library.
- (2012). *Getting the measure of fuel poverty: final report of the Fuel Poverty Review*. en. Monograph.
- Host, Sabine et al. (2015). "Précarité énergétique et santé: état des connaissances et situation en Ile-de-France". In: *Pollution atmosphérique* 223.
- Imbert, Ines, Patrice Nogues, and Marie Sevenet (2016). "Same but different: On the applicability of fuel poverty indicators across countries: Insights from France". In: *Energy Research & Social Science* 15, pp. 75–85. ISSN: 2214-6296. DOI: [10 . 1016 / j . erss . 2016 . 03 . 002](https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.03.002).
- Jones, A. P. (1999). "Indoor air quality and health". In: *Atmospheric Environment* 33.28, pp. 4535–4564. ISSN: 1352-2310. DOI: [10 . 1016 / S1352 - 2310 \(99 \) 00272 - 1](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(99)00272-1).
- Legendre, Bérangère and Olivia Ricci (2015). "Measuring fuel poverty in France: Which households are the most fuel vulnerable?" In: *Energy Economics* 49, pp. 620–628.
- Liddell, Christine and Chris Morris (2010). "Fuel poverty and human health: a review of recent evidence". In: *Energy policy* 38.6, pp. 2987–2997.
- Liddell, Christine, Chris Morris, et al. (2016). "Excess winter deaths in 30 European countries 1980–2013: a critical review of methods". In: *Journal of Public Health* 38.4, pp. 806–814. ISSN: 1741-3842. DOI: [10 . 1093 / pubmed / fdv184](https://doi.org/10.1093/pubmed/fdv184).
- Lucas, Karen (2012). "Transport and social exclusion: Where are we now?" In: *Transport policy* 20, pp. 105–113.
- Lucas, K. et al. (2016). "Transport poverty and its adverse social consequences". In: *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Transport* 169.6, pp. 353–365. ISSN: 0965-092X.

- Maidment, Christopher D. et al. (2014). "The impact of household energy efficiency measures on health: A meta-analysis". In: *Energy Policy* 65, pp. 583–593. ISSN: 0301-4215. DOI: [10.1016/j.enpol.2013.10.054](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.054).
- Mattioli, Giulio, Karen Lucas, and Greg Marsden (2017). "Transport poverty and fuel poverty in the UK: From analogy to comparison". In: *Transport Policy* 59, pp. 93–105. ISSN: 0967-070X. DOI: [10.1016/j.tranpol.2017.07.007](https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.07.007).
- Milne, Geoffrey and Brenda Boardman (2000). "Making cold homes warmer: the effect of energy efficiency improvements in low-income homes A report to the Energy Action Grants Agency Charitable Trust". In: *Energy Policy* 28.6, pp. 411–424. ISSN: 0301-4215. DOI: [10.1016/S0301-4215\(00\)00019-7](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00019-7).
- Moore, Richard (2012). "Definitions of fuel poverty: Implications for policy". In: *Energy Policy*. Special Section: Fuel Poverty Comes of Age: Commemorating 21 Years of Research and Policy 49, pp. 19–26. ISSN: 0301-4215. DOI: [10.1016/j.enpol.2012.01.057](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.01.057).
- Nirascou, Françoise, Florence Kleiber, and Lauren Mosdale (2016). "Les indicateurs de la stratégie nationale de transition écologique vers un développement durable 2015-2020". In: *CGDD SOeS*.
- Nussbaumer, Patrick, Morgan Bazilian, and Vijay Modi (2012). "Measuring energy poverty: Focusing on what matters". In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16.1, pp. 231–243. ISSN: 1364-0321. DOI: [10.1016/j.rser.2011.07.150](https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.150).
- Okushima, Shinichiro (2017). "Gauging energy poverty: A multidimensional approach". In: *Energy* 137, pp. 1159–1166. ISSN: 0360-5442. DOI: [10.1016/j.energy.2017.05.137](https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.137).
- ONPE (2016). *Chiffres-Clés de la précarité énergétique*. fr. Tech. rep.
- Orfeuill, Jean-Pierre (2004). "Accessibilité, mobilité, inégalités: regards sur la question en France aujourd'hui". In: *Transports, pauvretés, exclusions: pouvoir bouger pour s'en sortir*, Paris, Éditions de l'Aube.
- Parry, Ian WH et al. (2005). "The incidence of pollution control policies". In: *NBER Working Paper* 11438. DOI: [10.3386/w11438](https://doi.org/10.3386/w11438).
- Sen, Amartya (1976). "Poverty: An Ordinal Approach to Measurement". In: *Econometrica* 44.2, pp. 219–231. ISSN: 0012-9682. DOI: [10.2307/1912718](https://doi.org/10.2307/1912718).

- Sen, Amartya (1992). *Inequality Reexamined*. Harvard University Press. ISBN: 978-0-19-828928-9.
- Simcock, Neil, Gordon Walker, and Rosie Day (2016). “Fuel poverty in the UK: beyond heating?” In: *People, Place and Policy* 10.1, pp. 25–41.
- Sorrell, Steve, John Dimitropoulos, and Matt Sommerville (2009). “Empirical estimates of the direct rebound effect: A review”. In: *Energy policy* 37.4, pp. 1356–1371.
- Stiglitz, Joseph, Amartya Sen, and Jean-Paul Fitoussi (2009). *Rapport de la Commission sur la mesure des performances économiques et du progrès social*. fr. Rapport public.
- Thomson, Harriet, Stefan Bouzarovski, and Carolyn Snell (2017). “Rethinking the measurement of energy poverty in Europe: A critical analysis of indicators and data”. en. In: *Indoor and Built Environment*, p. 1420326X17699260. ISSN: 1420-326X. DOI: [10.1177/1420326X17699260](https://doi.org/10.1177/1420326X17699260).
- Thomson, Harriet and Carolyn Snell (2013). “Quantifying the prevalence of fuel poverty across the European Union”. In: *Energy Policy*. Special Section: Transition Pathways to a Low Carbon Economy 52, pp. 563–572. ISSN: 0301-4215. DOI: [10.1016/j.enpol.2012.10.009](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.009).
- Tirado Herrero, Sergio (2017). “Energy poverty indicators: A critical review of methods”. In: *Indoor and Built Environment*.
- Waddams Price, Catherine, Karl Brazier, and Wenjia Wang (2012). “Objective and subjective measures of fuel poverty”. In: *Energy Policy*. Special Section: Fuel Poverty Comes of Age: Commemorating 21 Years of Research and Policy 49, pp. 33–39. ISSN: 0301-4215. DOI: [10.1016/j.enpol.2011.11.095](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.11.095).
- Walks, Alan (2017). “Driving the poor into debt? Automobile loans, transport disadvantage, and automobile dependence”. In: *Transport Policy*. ISSN: 0967-070X. DOI: [10.1016/j.tranpol.2017.01.001](https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.01.001).
- Wilkinson, Paul et al. (2009). “Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: household energy”. In: *The Lancet* 374.9705, pp. 1917–1929. ISSN: 0140-6736. DOI: [10.1016/S0140-6736\(09\)61713-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61713-X).

4.A APPENDIX A - LITERATURE REVIEW

Below is described existing multidimensional measures of energy poverty in the academic literature.

- John D. Healy and Clinch (2002) proposed a composite index based on a set of consensual indicators to measure energy poverty across Europe. They used six indicators among which three are subjective - they are based on household statements - and three are objective - they are based on factual characteristics. The subjective indicators are: inability to heat adequately, inability to pay energy bills and lack of adequate heating systems. The objective indicators are: presence of moisture on walls and/or floors, mould on window frames and absence of central heating. The choice to use consensual indicators is motivated by the limitations of the budgetary approach as well as by the lack of available data on household energy expenditure in European surveys. Six scenarios are compared with different weights for each indicator.
- This composite index was updated eleven years later by Thomson and Snell (2013). Due to changes in survey data, the composite index was reduced to three indicators: inability to heat adequately, unpaid bills, and presence of leaks, moisture or mould.
- Charlier and Legendre (2016) proposed a composite indicator which corresponds to the geometric mean of different indicators, rather than the arithmetic mean as in the two previous studies. They used three indicators : standard of living, housing energy efficiency and housing temperature.
- Okushima (2017) defined three dimensions of energy poverty : energy cost, income and energy efficiency of housing. The two first indicators are budgetary while the last one is objective. On this basis, he identifies a household is energy poor if only it is poor in all three dimensions.
- The last study by Nussbaumer, Bazilian, and Modi (2012) used a minimum threshold of deprivation in energy services to identify the energy poor. The

analysis concerns five dimensions of energy poverty in the context of developing countries. These include cooking (type of cooking fuel and presence of hood/chimney), lighting (access to electricity), appliances services (ownership of a fridge), entertainment/education (ownership of a radio or television), communication (ownership of a phone land line or mobile phone).

4.B APPENDIX B - METHODOLOGICAL INSIGHTS

4.B.1 USEFUL PROPERTIES OF THE DOUBLE THRESHOLD METHODOLOGY

The construction of multidimensional measurements has been the subject of much research and applications since the 1980s. The double threshold methodology developed by Alkire and Foster (2011) is a recent contribution which brings many useful properties¹⁷. Alkire, Foster, et al. (2015) offers a detailed description of the properties verified by these measurements. Four properties are particularly useful for the purpose of this study.

Subgroup decomposability. The index can be calculated and compared between different population groups, such as by standard of living, residential location, housing occupancy status, age group, or any other variables of interest available in the survey.

Replication invariance. The index adjusts to the size of the population on which it is calculated, allowing comparison between societies with different population sizes and societies whose population changes over time.

Dimensional decomposability. The index can be broken down into its different dimensions to reveal which dimensions contribute most to energy poverty in any regions or population group. This helps to inform policy makers by supporting the development of targeted public policies addressing the factors that make specific groups of households energy poor.

¹⁷One major application is the the Multidimensional Poverty Index (MPI), developed by the Oxford Poverty and Human Development Initiative (OPHI), which has been rapidly successful through its use by UNDP. This index - which analyses 10 indicators within 3 dimensions: health, education and living conditions - has been evaluated in more than 105 countries since 2010 and now monitors the United Nations Sustainable Development Goals (ODD 1.2.2). The MPI is a major advance over an index such as the Human Development Index (HDI), which analyzes the same dimensions but does not have the same properties. The HDI corresponds to the geometric mean of its three indicators which has several drawbacks, some of which are listed below. In particular, it is difficult to interpret - it does not reflect incidence or intensity. It assumes that its components are commensurable - an increase in one dimension can be substituted for an increase in another dimension. It can also be mentioned that it is not decomposable by sub-population - the HDI of a population does not correspond to the weighted average of the HDI of its sub-populations. Finally, it does not inform us on the joint distribution of individual conditions - its level is the same whether or not the populations concerned by each indicator are the same.

Monotonicity. The index is sensitive to the multiplicity of disadvantageous factors. The level of energy poverty increases if one or more energy poor households become disadvantaged in an additional dimension. This property is particularly useful in encouraging targeting the most disadvantaged households.

The last two properties - dimensional decomposability and monotonicity - are verified by the MEPI, but they are not verified either by the energy expenditure ratio indicator or by a composite index such as proposed by John D. Healy and Clinch (2002). Finally, this methodology has the advantage that it can be applied to data of different natures: cardinal data - measurable numerical values -, ordinal data - numerical values of which only the order is significant -, and/or categorical data - non-numerical values that are categorised with names.

4.B.2 MATHEMATICAL FORMALIZATION

The MEPI belongs to the FGT family. The MEPI measures energy poverty in d variables within a population of n households. Let $Y = [y_{ij}]$ be the matrix of achievements of size $n \times d$. y_{ij} represents the achievement of household i in variable j . Thus each vector line $y_i = (y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{id})$ represents the achievements of household i in the different variables. Each vector column $y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{nj})$ represents the distribution of the realizations of variable j within households.

The methodology allows to assign weights to the various indicators. A weighting vector $w = (w_1, w_2, \dots, w_d)$ contains the weights applied to each variable j . The w_j are selected so that $\sum_{j=1}^d w_j = 1$.

Let z_j be the threshold in variable j . From these thresholds, it is possible to identify for each household whether or not it is disadvantaged in each variable. Let $G = [g_{ij}]$ be the disadvantage matrix of size $n \times d$. The disadvantage matrix is derived from the achievement matrix as follows. If a household is disadvantaged in variable j , i. e. if $y_{ij} > z_j$, then $g_{ij} = w_j$. If it is not disadvantaged in variable j , i. e. if $y_{ij} \leq z_j$, then $g_{ij} = 0$. The MEPI may contain categorical variables. In this case, the element in the achievement matrix is not numerical and the threshold corresponds to a set of conditions to be met.

From the disadvantage matrix, it becomes possible to calculate the vector col-

umn $C = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ which contains the rate of weighted disadvantage of each household. This vector summarizes the weighted disadvantages of each household. It is calculated as follows: $c_i = \sum_{j=1}^d g_{ij}$.

Next, multidimensional energy poor are identified from a threshold $k > 0$. A household is said to be energy poor if its weighted disadvantage rate c_i is greater than the threshold k . Finally, a final vector is constructed $B(k) = (b_1(k), b_2(k), \dots, b_n(k))$, called censored weighted disadvantage rate vector, wherein $b_i(k) = c_i$ if $c_i > k$ and $b_i(k) = 0$ if $c_i \leq k$. Vector B is a censored version of vector C . The difference is that vector B affects zero disadvantage to households that are not identified as multidimensional energy poor.

Finally, I calculate different indices of the class FGT (Foster, Greer, and Thorbecke, 1984). In particular, two indices are calculated to summarize information on energy poor.

The first index corresponds to incidence H : it measures the proportion of households that are identified as multidimensional energy poor.

$$H = \frac{q}{n} \quad (4.2)$$

With q the number of energy poor households ($c_i > k$) and n the total number of households in the population.

The second index corresponds to intensity A : it measures the average rate of censored weighted disadvantage $b_i(k)$, i. e. the average weighted disadvantage rate among households identified multidimensional energy poor.

$$A = \frac{1}{q} \sum_{i=1}^n b_i(k) \quad (4.3)$$

4.C APPENDIX C - ADDITIONAL RESULTS

4.C.1 DESCRIPTION OF ENERGY POVERTY IN HOUSING

DISADVANTAGE RATE

For each indicator, the share of households identified as "disadvantaged" in this indicator - called the disadvantage rate - is calculated.

In total population, the disadvantage rate is highest for the absence of a temperature regulator, household equipment and temperature in the dwelling. 25% of households do not have a control system to regulate the temperature of their dwelling. 23% of households are insufficiently heated compared to the recommended temperature (19°C or 20°C for households with elderly people, young children or disabled). 22% of households own recent energy-intensive appliances. 20% of households live in an energy-inefficient dwelling ($>330 \text{ kWh/m}^2/\text{year}$)¹⁸. 14% of households report that they suffered from indoor cold for at least 24 hours last winter. 14% of households have a disproportionate energy expenditure relative to their income. 13% of households frequently heat themselves with a polluting and/or inefficient type of heating. Finally, by definition, 29% of households belong to the first three deciles of living standards (the missing 1% results from households with missing values removed from the analysis).

The MEPI focuses on the censored disadvantage rate, i.e. the rate of households that are disadvantaged in this indicator while being identified as energy poor. It allows for the monitoring of indicators among energy poor households. For example, the censored disadvantage rate in energy expenditure ratio is 12% while the uncensored rate is 14%. This means that 12% of households cumulate a high energy expenditure ratio and other disadvantages - otherwise they would not be identified as energy poor. This also means that 2% of households are identified in energy expenditure ratio but cumulate few or no additional disadvantages (this represents 14% of households identified in energy expenditure ratio). Thus, I find that, although the majority, not all households identified in energy expenditure

¹⁸This figure is less than 30% of dwellings classified F or G according to the energy performance certificate. As one third of households lacked information on their certificate, for these households, the energy efficiency indicator was calculated on the basis of their actual consumption, which explains the difference in outcome.

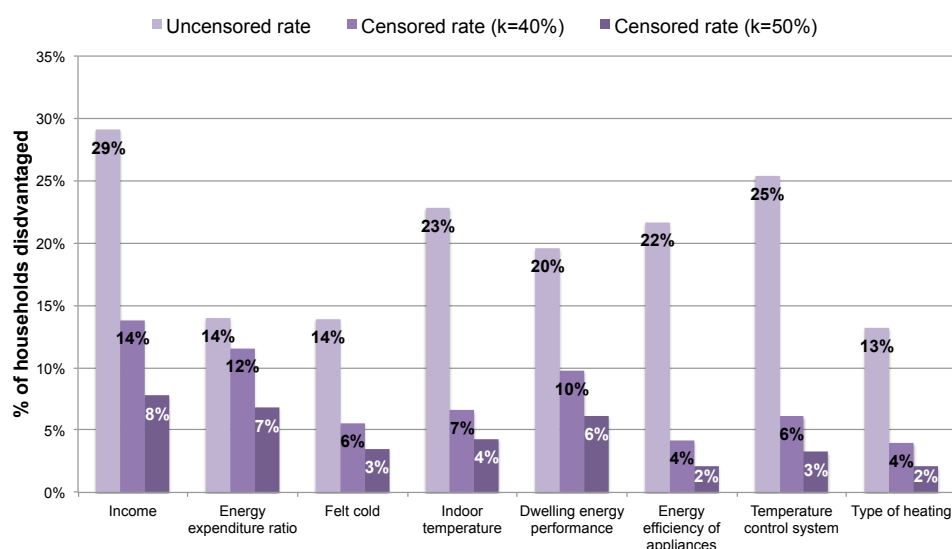


Figure 4.12 – Disadvantage rate in housing indicators

ratio are energy poor. More significantly, almost 4/5 of households identified in energy-intensive appliances are not energy poor. These households cumulate few or no additional disadvantages, so they are not identified as energy poor.

In the end, three disadvantage rates are calculated for each indicator. They are all calculated as a percentage of the total population. These are the uncensored rate (being identified), the censored rate at threshold 40% (being identified and energy poor) and the censored rate at threshold 50% (being identified and severe energy poor). Disadvantage rates of housing indicators are presented in figure 4.12.

INDICATORS CONTRIBUTION

Income, dwelling energy performance and energy expenditure ratio contribute most to multidimensional energy poverty. Figure 4.13 shows the contribution of each indicator to the housing MEPI. The contribution of each dimension is equal to the sum of the contributions of the indicators constituting that dimension. The contributions, in descending order, are: income (30%), energy spending (25%), housing conditions (21%), restriction (13%) and finally equipment (10%).

Looking at severe energy poverty, the relative contribution of each indicator changes only marginally: two contributions increase, while other contributions

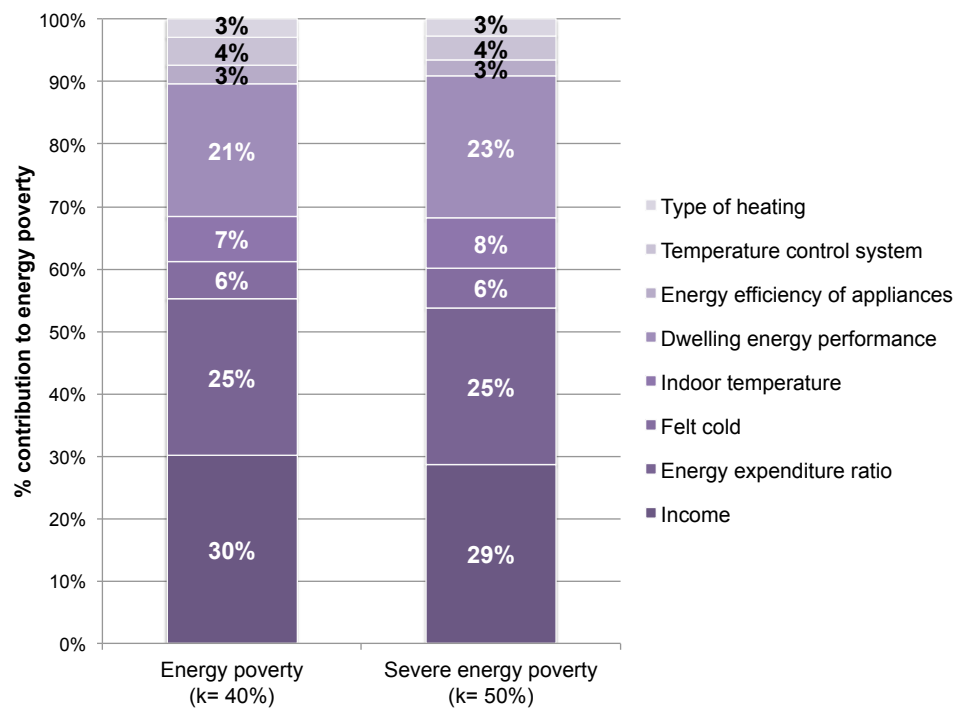


Figure 4.13 – Contribution of each indicator to energy poverty in housing

either remain stable or decrease. In particular, the contribution of dwelling energy performance and indoor temperature increase by 2 percentage points and 1 percentage point respectively, compared to energy poor. As such, their relative importance increases with the severity of energy poverty.

4.C.2 DESCRIPTION OF ENERGY POVERTY IN TRANSPORT

DISADVANTAGE RATE

In total population, the disadvantage rate is highest for the absence of alternative to car for commuting (33%) and the lack of access to public transport (25%). This is followed by the restriction of car use (18%), the fuel expenditure ratio (16%), the low car energy efficiency (15%) and the difficulty in meeting fuel costs (12%).

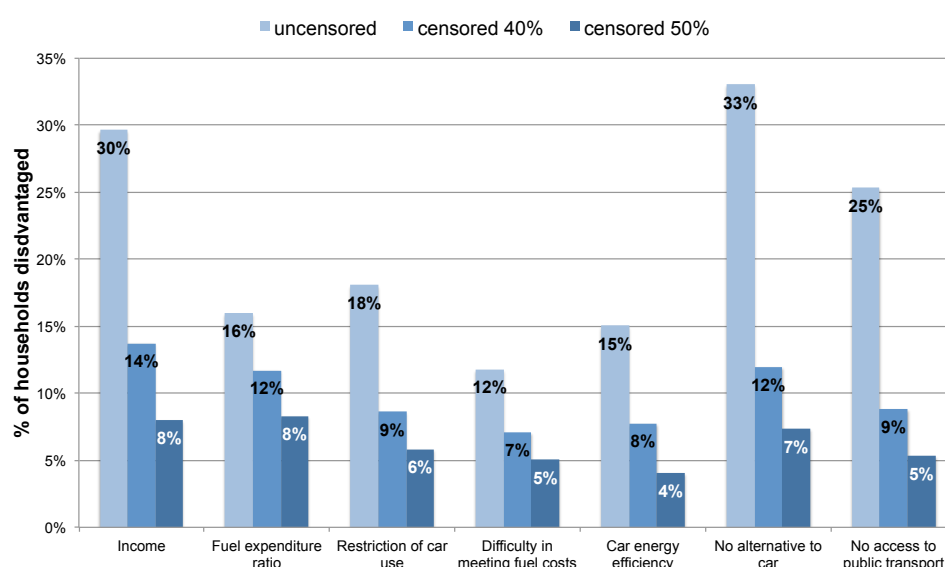


Figure 4.14 – Disadvantage rate in transport indicators

The MEPI is built on the censored disadvantage rate. Compared to housing, fewer households identified in the expenditure ratio cumulate other disadvantages. In particular, 25% of households identified in fuel expenditure ratio are not identified energy poor (vs 14% in housing).

Again, three disadvantage rates are calculated for each indicator: the uncensored rate (being identified), the censored rate at threshold 30% (being identified and energy poor) and the censored rate at threshold 50% (being identified and severe energy poor). Disadvantage rates of transport indicators are presented in figure 4.14.

INDICATORS CONTRIBUTION

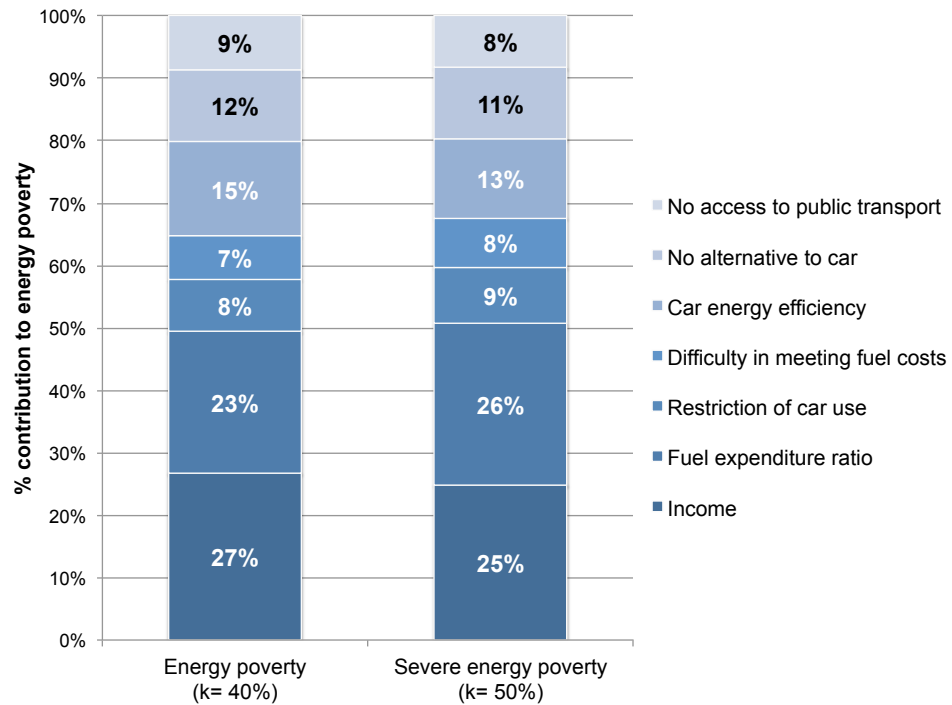


Figure 4.15 – Contribution of each indicator to energy poverty in transport

Income, mobility conditions and fuel expenditure ratio contribute most to multidimensional energy poverty. Figure 4.15 shows the contribution of each indicator to the transport MEPI. Contributions, in descending order, are: income (27%), fuel spending (23%), mobility conditions (21%), equipment (15%) and restriction (15%).

Similarly to the housing sector, looking at severe energy poverty, there are only small changes in relative contributions. Three contributions increase: fuel expenditure ratio (+3% points), difficulty in meeting fuel costs increase (+1% points) and restriction of car use (+1% points).

4.C.3 BREAKDOWN BY INCOME DECILE

This section analyses the results of the MEPI in housing and transport by decile of standard of living. Figure 4.16 shows that the level of MEPI¹⁹ varies with the standard of living. First of all, by construction, there is a sharp drop in the MEPI between deciles 3 and 4. However, among the first three deciles, the evolution of the MEPI is contrasted. It gradually decreases in housing, while it is relatively stable in transport. Thus, the poorest are the most affected in housing, while the lower middle classes are similarly affected in both sectors. On the contrary, for upper deciles, households are more affected in transport.

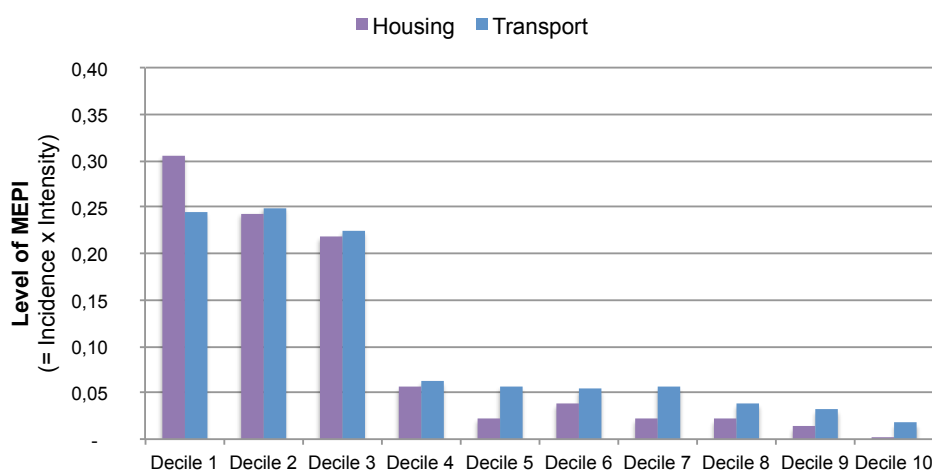


Figure 4.16 – Level of MEPI according to households' income deciles in housing and transport

Figure 4.17 shows the incidence and intensity of energy poverty per income decile. The intensity varies relatively less between deciles (from 41% to 54%) compared with the incidence (from 1% to 57%). One reason is that the majority of households cumulate several but not all disadvantages. Yet deciles 1-2-3 are more disadvantaged on average. Their energy poverty intensity is above 50% while it decreases to 41% for higher deciles, which corresponds to being identified in one to three fewer factors on average (depending on the weight of these factors). For

¹⁹As a reminder, the MEPI value reflects the incidence and intensity of energy poverty. It is calculated by multiplying the share of households in energy poverty (incidence) and the average rate of weighted disadvantages among energy poor (intensity).

housing, households from decile 1 are the most prevalent energy poor, while for transport, the incidence is similar among deciles 1, 2 and 3. In the end, among the lowest three deciles, more than 40% of households are energy poor - whether in housing or transport. In contrast, among the three highest deciles, less than 5% of households are energy poor in housing and less than 8% are energy poor in transport.

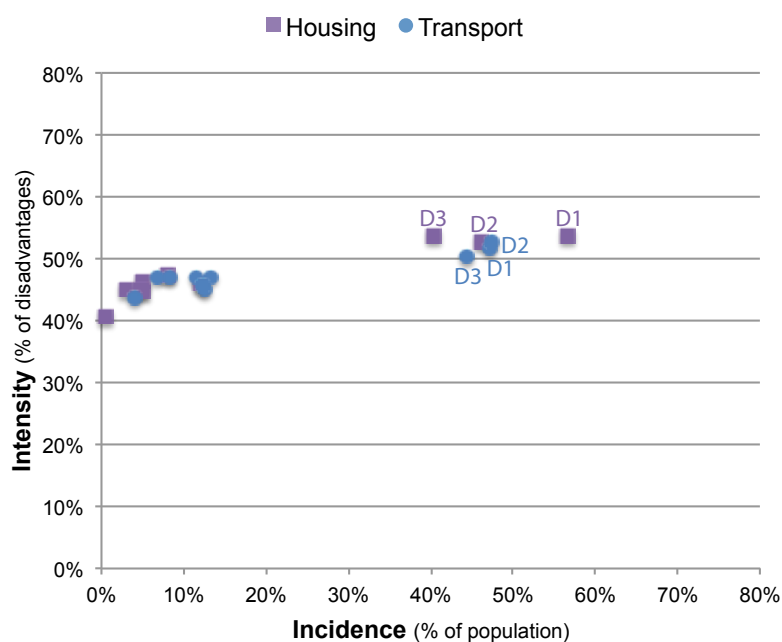


Figure 4.17 – Incidence and intensity of energy poverty according to households' income deciles in housing and transport

It is interesting to note that the level of MEPI is not null for the highest deciles of income (deciles 8-9-10). Although it is difficult to describe them as energy poor, these households nevertheless cumulate enough disadvantageous factors - excluding income - to make their energy situation precarious. In housing, the dwelling energy performance is what contributes the most (>40%) to their identification as energy poor. This contrasts with the lowest deciles of income (deciles 1-2-3), for whom the dwelling energy performance is the third contributor to energy poverty, after income and the energy expenditure ratio. Finally for middle-class households (decile 4-5-6-7), the dwelling energy performance is again the major contribu-

tor, followed by the energy expenditure ratio. In transport, car energy efficiency²⁰ (41%) and poor mobility conditions (35%) are what contribute the most to the identification as energy poor of highest deciles of income. For the rest of the population, results are more spread between the different dimensions of energy poverty. The first decile of income is mostly affected by lack of income and high fuel expenditure (as in housing). Yet for deciles 2 and 3, poor mobility conditions, restriction and car energy efficiency contribute similarly with high fuel spending (contrary to housing) in addition to lack of income. As for middle-class households (decile 4-5-6-7), they are mostly affected by poor mobility conditions (as in housing) but also by high fuel spending (relatively more than in housing). Detailed description of percentage contribution of each indicator per income decile is given in table 4.5 for housing and table 4.6 for transport.

Table 4.5 – Contribution of each indicators to energy poverty in housing per households' income decile (D1 to D10)

Housing indicators	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
Income	37%	38%	37%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Energy expenditure ratio	29%	21%	22%	39%	33%	30%	22%	33%	25%	0%
Felt cold	5%	7%	6%	7%	7%	8%	8%	5%	7%	14%
Indoor temperature	6%	8%	6%	9%	11%	9%	11%	5%	8%	19%
Dwelling energy performance	13%	16%	21%	40%	39%	40%	43%	42%	44%	49%
Energy efficiency of appliances	2%	3%	3%	4%	2%	4%	4%	5%	6%	4%
Temperature control system	5%	5%	3%	5%	3%	4%	6%	6%	6%	7%
Type of heating	2%	3%	2%	5%	4%	5%	6%	5%	4%	7%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Table 4.6 – Contribution of each indicators to energy poverty in transport per households' income decile (D1 to D10)

Transport indicators	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
Income	39%	38%	40%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fuel expenditure ratio	24%	18%	14%	35%	33%	32%	32%	34%	28%	18%
Restriction of car use	7%	8%	8%	12%	11%	8%	7%	10%	9%	4%
Difficulty in meeting fuel costs	6%	8%	7%	10%	10%	8%	4%	6%	6%	2%
Car energy efficiency	12%	13%	14%	16%	18%	20%	21%	19%	19%	41%
No alternative to car	6%	10%	9%	18%	18%	18%	19%	19%	20%	16%
No access to public transport	5%	6%	8%	9%	11%	14%	16%	13%	17%	19%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

²⁰Due to issue of data availability in the survey Phebus, car energy efficiency is proxied with fiscal power, which also translates the fact that richer households generally own more powerful cars than poorer households.

4.C.4 BREAKDOWN BY SUB-POPULATIONS

This section analyses energy poverty in housing and transport according to different socio-economic characteristics: by household composition (single, single parent, couple, couple with children), by tenure status (renter / owner), by standard of living (D1 to D10), by residential location (urban poles / sparsely populated areas), by age range (<30 years old, 30-40 years old,..., >80 years old) and by climatic zones (H1a to H3, as well as Paris separated from the H1a zone).

Figure 4.10 presents, for each sub-population, the uncensored disadvantage rates of the housing and transport indicators of the MEPI, which allow to identify which population groups are most affected by which indicators.

In terms of residential location, households living in sparsely populated areas are the most affected in both sectors. In particular, the incidence of energy poverty is 1.5 times higher in housing and 2.1 times higher in transport compared to urban poles. The intensity of energy poverty is also higher in sparsely populated areas: +2 percentage points on the housing side and +4 percentage points on the transport side. Nevertheless, urban poles concentrate the majority of the population (67%), so that in total more than half of the energy poor live in an urban pole. The factors that contribute the most to energy poverty differ between the two types of residential location. In housing, the energy poverty experienced by households living in sparsely populated areas is relatively more attributed to the poor dwelling energy performance, the inadequacy of their type of heating and a high energy expenditure ratio, compared to the average population. On the opposite, the energy poverty experienced by households living in urban poles is relatively more attributed to the absence of a temperature control system and restriction. In transport, the energy poverty experienced by households living in sparsely populated areas is relatively more attributed to their poor mobility conditions (lack of access to public transport, no alternative to car), restriction and fuel expenditure ratio.

In terms of climatic zones, Paris is significantly less impacted by energy poverty than the rest of metropolitan France in both sectors. In housing, this can be explained by a lower per capita inhabited area and by the near absence of detached housing²¹. In transport, where the difference is even higher, the explanation lies in

²¹ Compared to apartment building, detached housing requires more heating to reach a given

the large proportion of public transport and soft modes in Paris, which contrasts with the high dependence in car use in most other territories. The factors that contribute relatively more to energy poverty in Paris (compared to the national average) are feeling cold and lack of a temperature control system in housing. In transport, households living in Paris are less disadvantaged in all factors than the average population.

In terms of age range, energy poverty in housing affects to a greater extent elderly households (>70 years old), whereas in transport it affects mostly working-age households (<60 years old). In housing, this can be explained by the fact that elderly people spend more time at home and have lower resistance to the cold, so that they require a higher temperature to feel comfortable. The factors that contribute to their energy poverty are diverse and cover all five dimensions of MEPI. In transport, the higher incidence of energy poverty among working-age households can be explained by higher mobility needs among active people (in particular to commute) and households with children. The factors that contribute the most to their energy poverty are a high fuel expenditure ratio, restriction of car use (especially among households aged 40-60 years old), lack of alternative to car and low income.

temperature due to a higher contact with the outside air.

5

Evaluer les impacts distributifs de la fiscalité écologique

5.1 INTRODUCTION

Evaluer les impacts distributifs de la fiscalité écologique soulève des enjeux méthodologiques. Ce chapitre s'articule autour de deux questions : comment rendre compte de manière satisfaisante de la distribution des impacts au sein de la population ? Et quels sont les enseignements des études existantes ?

Nous commençons par faire un diagnostic des enjeux méthodologiques pour réaliser une analyse distributive. En nous appuyant sur l'état de l'art des approches existantes, nous identifions une réponse méthodologique adaptée à notre objectif - évaluer les impacts distributifs de la fiscalité carbone en France - et nous dégageons les éléments qu'il est essentiel de considérer pour cet objectif. Cet examen nous permet d'introduire les principes généraux de la modélisation par microsimulation, de discuter l'influence des choix de modélisation dans le cas spécifique

d'une analyse portant sur la fiscalité écologique, ainsi que de situer l'analyse présentée dans le chapitre suivant par rapport à l'existant.

Dans une première section, nous introduisons deux enjeux méthodologiques auxquels se confrontent les économistes lorsqu'ils cherchent à évaluer des impacts distributifs : représenter l'hétérogénéité des ménages et modéliser les réponses comportementales. Dans la seconde section, nous soulignons l'apport de la modélisation par microsimulation, en particulier le fait qu'elle s'appuie sur un échantillon de ménages réels et qu'elle permette la modélisation de réponses comportementales au niveau des ménages. Dans la troisième section, nous examinons la littérature existante qui porte sur les études de microsimulation évaluant les impacts distributifs d'une fiscalité écologique - ou plus largement d'une augmentation des prix de l'énergie. Nous décrivons l'influence des choix de modélisation sur les résultats de l'évaluation. Sur cette base, nous proposons une grille d'analyse qui synthétise les principaux éléments critiques : la mesure du niveau de vie, le périmètre de la taxe, les réponses comportementales, le recyclage des recettes et l'impact sur les revenus. Puis, dans la quatrième section, nous présentons les études existantes sur données françaises et nous discutons où elles se situent au regard de cette grille d'analyse. De cet examen, nous tirons des enseignements, qui seront utilisés pour orienter la construction du modèle de microsimulation du chapitre suivant.

Au final, l'objectif ici n'est pas de couvrir toutes les méthodes disponibles, mais de présenter les contributions apportées par les études de microsimulation pour l'analyse des effets distributifs d'une fiscalité écologique. De même, si des études de différents pays sont mobilisées, l'objectif est de synthétiser l'état de la connaissance en France et de mettre en avant les besoins de recherche supplémentaire.

5.1.1 TERMINOLOGIE

Nous commençons ici par préciser un ensemble de définitions qui seront utilisées dans la suite de ce chapitre.

L'**effet distributif** d'une taxe consiste à évaluer son impact selon un ensemble de caractéristiques socio-économiques, techniques et géographiques jugées pertinentes pour l'objet de l'étude. Elle peut porter sur certains groupes spécifiques de ménages, par exemple les chômeurs - parce qu'ils ont moins de moyens pour

payer leurs factures d'énergie - ou les personnes âgées - parce qu'elles sont les plus sensibles aux impacts du froid sur leur santé. On peut aussi analyser les différences régionales, et évaluer dans quelle mesure la taxe renforce ou atténue les inégalités territoriales, par exemple les ménages résidant en zones rurales - parce qu'ils sont les plus dépendants à l'usage de la voiture au quotidien.

Le caractère **régressif ou progressif** d'une taxe correspond à la distribution de son impact selon le niveau de bien-être des ménages. C'est l'effet distributif le plus étudié. Les ménages sont classés selon une certaine mesure du bien-être, le plus souvent par niveau de vie. L'impact de la taxe correspond généralement au ratio du coût de la taxe sur le revenu. Une taxe sera dite progressive si ce ratio augmente avec le niveau de vie, elle sera dite régressive s'il diminue avec le niveau de vie. Dans certains cas, la régressivité est observée graphiquement en comparant l'impact moyen sur différents groupes de ménages classés par quantiles de revenu (le plus souvent quintile ou décile). Dans d'autres cas, la régressivité est quantifiée à l'aide d'un indice.

Il est important de remarquer qu'il n'y a rien de fondamentalement régressif dans une taxe. La régressivité ou progressivité découle de l'inégale répartition des revenus et de la consommation du bien affecté. Une même taxe peut être régressive dans un contexte et progressive dans un autre contexte. Autrement dit, on ne peut pas dire, a priori, si une taxe est progressive ou régressive, mais que cela dépend de la distribution de la consommation du bien affecté dans un contexte donné.

L'Etat peut être amené à limiter les inégalités d'impact en redistribuant les recettes de la taxe aux ménages. Dans cette thèse, nous nous intéressons à la redistribution sous forme de transferts monétaires. On peut distinguer de formes de redistribution : verticale et horizontale¹.

La **redistribution verticale** vise à réduire les inégalités économiques. Elle passe par des transferts monétaires des revenus les plus élevés vers les plus faibles. L'objectif peut être de neutraliser le caractère régressif d'une taxe. En termes de fiscalité, elle peut s'exprimer ainsi : à capacité contributive inégale, impact inégal. Autrement dit, elle vise à ce que les plus modestes ne contribuent pas davantage que les plus aisés, relativement à leur revenu.

La **redistribution horizontale** vise à couvrir les ménages de certains risques

¹Sur la définition de ces redistributions, voir par exemple D. Clerc et Piriou (2011)

sociaux - quelque soit le niveau de revenu. Elle organise la solidarité entre les citoyens, par exemple entre bien-portants et malades, entre actifs occupés et chômeurs indemnisés. En matière de précarité énergétique, il peut s'agir de protéger certaines catégories de ménages vulnérables, soit pour qu'elles puissent satisfaire leurs besoins spécifiques en services énergétiques, soit parce qu'elles sont proportionnellement exposées à des taxes écologiques². En termes de fiscalité, elle exprime le principe fondamental d'égalité devant l'impôt : à niveau de bien-être égal, contribution égale. Autrement dit, l'impact doit être réparti de manière équitable entre tous les citoyens.

Enfin, notons que si l'intérêt politique pour la redistribution verticale découle directement du concept d'utilité marginale décroissante du revenu dans l'approche utilitariste, la base théorique pour une redistribution horizontale est moins simple et fait l'objet de débats entre économistes (Cronin, Fullerton et Sexton, 2017). Certains auteurs critiquent la redistribution horizontale car elle pourrait être contraire à la maximisation du bien-être social (Stiglitz, 1982). Toutefois, Richard A. Musgrave (1990) défend que l'objectif d'équité horizontale découle des théories de la justice distributive. Elle est notamment compatible avec les principes de justice de Rawls (2009), dont le second principe, dit principe de différence, implique d'améliorer la position des plus défavorisés. Elle découle également du concept de voile d'ignorance de Rawls, selon lequel les principes de justice devraient être décidés derrière un « voile d'ignorance », c'est-à-dire sans que personne ne connaisse sa place dans la société, ni ses propres dotations.

5.2 DEUX ENJEUX MÉTHODOLOGIQUES : HÉTÉROGÉNÉITÉ ET COMPORTEMENT

L'analyse de la fiscalité écologique est généralement abordée avec des modèles d'équilibre général. Ces modèles représentent l'ensemble des marchés simultanément, ce qui les rend particulièrement pertinents pour analyser l'efficacité des politiques. Toutefois, ces modèles reposent sur l'utilisation de ménages représentatifs, si bien que d'autres méthodologies apparaissent plus appropriées pour les ana-

²In fine, l'objectif est de garantir un accès de tous à des services énergétiques abordables.

lyses distributives. En effet, l'évaluation des impacts distributifs impose certaines exigences pour la méthode d'évaluation. Cela est vrai pour la fiscalité écologique, et vaut également pour toute étude distributive de manière générale, quelle que soit la politique testée. Dans cette section, nous montrons en quoi l'hypothèse fréquente d'agents représentatifs peut masquer des sources importantes d'hétérogénéité entre les ménages et conduire à des biais d'agrégation. Les études empiriques montrent que ces biais peuvent in fine conduire à des estimations différentes tant quantitativement que qualitativement. Pour remédier à ces biais, la méthode doit être capable d'offrir une représentation satisfaisante de l'hétérogénéité de la population. Puis, nous montrons l'importance de considérer les réponses comportementales. Les ménages ajustent leurs comportements suite à l'introduction d'une taxe - dans le cas d'une fiscalité écologique, c'est l'objectif même - ce qui a pour effet de modifier la distribution de l'impact. Nous décrirons les situations où les réponses comportementales ne peuvent pas être négligées.

5.2.1 REPRÉSENTER L'HÉTÉROGÉNÉITÉ DE LA POPULATION

Une analyse distributive cherche à mesurer comment une taxe affecte différemment les ménages au sein d'une société. Pour cela, nous avons besoin de connaître l'hétérogénéité des comportements de consommation des ménages. Dans un premier temps, nous montrerons que les comportements observés dans la société sont très divers si bien qu'il est difficile, voire impossible, de tenir compte d'une telle hétérogénéité omniprésente à moins qu'elle ne soit prise en compte directement au niveau individuel. Dans un deuxième temps, nous discuterons les sources d'hétérogénéité importantes à considérer pour une analyse distributive.

La méthode classique utilise des ménages représentatifs. Elle repose sur l'idée que des sous-groupes de ménages qui partagent un ensemble commun de caractéristiques se comportent de la même façon. Cependant, cette approche ne tient pas compte de l'hétérogénéité observée au sein de ces sous-groupes. Le comportement d'un agent représentatif correspond au comportement moyen observé au sein d'un sous-groupe. Cela pose problème pour deux raisons.

Tout d'abord, l'inégalité intragroupe représente généralement la majorité de l'inégalité totale observée dans une population. C'est le cas pour les revenus (Bourgui-

gnon, Robilliard et Robinson, 2003), ainsi que pour les consommations d'énergie (Combet, 2013; Pizer et S. Sexton, 2017). Le niveau de consommation d'énergie varie généralement plus au sein d'un même groupe de revenu qu'entre différents groupes de revenus. Autrement dit, parmi les ménages les plus pauvres, certains consomment plus d'énergie que parmi les plus riches, quand d'autres n'en consomment que très peu. De manière générale, les études empiriques trouvent que même en conditionnant très finement un comportement sur les variables observées, une grande hétérogénéité subsiste parmi les sous-populations représentatives (Heckman, 2001). Ainsi l'utilisation de ménages représentatifs masque une part importante de l'hétérogénéité réelle entre les ménages, ce qui conduit à sous-estimer les différences d'impacts d'un choc sur les prix.

De plus, une telle approche peut conduire à des biais d'agrégation (Kirman, 1992). Le comportement d'un agent représentatif est dérivé du comportement agrégé de la sous-population qu'il représente. Or les comportements dépendent de décisions prises au niveau individuel, et si des relations non linéaires sont présentes, alors des relations stables au niveau micro sont tout à fait cohérentes avec l'absence de relations stables au niveau agrégé. L'analyse comparative - ménages représentatifs vs ménages réels - des effets distributifs de chocs macroéconomiques a révélé qu'elle peut conduire à des estimations différentes tant quantitativement que qualitativement, ce qui signifie que le signe de l'effet évalué peut être différent (Bourguignon, Robilliard et Robinson, 2003). Cet effet se retrouve pour les taxes environnementales (Rausch et Schwarz, 2016).

Ainsi, la méthode retenue doit être capable d'offrir une représentation satisfaisante de l'hétérogénéité de la population. Dans le cadre d'une évaluation distributive, il est important de considérer trois sources d'hétérogénéité :

L'hétérogénéité structurelle correspond à la diversité dans les caractéristiques socioéconomiques d'une population. Une analyse distributive doit permettre de comparer l'impact d'un choc sur différents groupes de population tels que les personnes âgées, les familles nombreuses, les locataires, ce qui n'est possible que si les variables d'intérêt sont observées et retenues dans l'analyse. De manière similaire, si l'on souhaite évaluer l'impact d'une politique ciblée, cela nécessite de conserver les variables qui caractérisent la cible dans

le modèle, tel que le statut d'activité, l'âge ou la composition du ménage. S'il s'agit d'une analyse de long-terme, cela nécessite également de simuler les changements démo-économiques dans le modèle.

L'hétérogénéité comportementale correspond à la diversité des habitudes de consommation des ménages et de leurs réactions suite à un choc économique. Cela nécessite la connaissance, d'une part, des variables qui expliquent le mieux les comportements observés - comme la surface du logement ou le nombre d'actifs dans le ménage - et, d'autre part, d'éléments qui décrivent les situations des ménages. Par exemple, la connaissance de l'accès au gaz de réseau ou aux transports en commun est indispensable pour modéliser la possibilité d'un changement d'énergie de chauffage ou un report modal. Ou encore, connaître les caractéristiques techniques d'un logement est indispensable pour modéliser les bénéfices potentiels d'une rénovation thermique. Enfin, lorsque l'on analyse la possibilité d'investir dans de nouveaux équipements, la prise en compte des capacités financières des ménages et de leur accès au crédit peut avoir un impact significatif sur les réponses comportementales.

L'hétérogénéité d'exposition correspond aux différences d'exposition des ménages aux effets d'un choc sur les prix. En matière d'énergie, il est pertinent de connaître le type d'énergie utilisé par les ménages pour se chauffer et se déplacer. Par exemple, une taxe carbone affecte davantage les ménages qui utilisent le fioul domestique ou le gaz pour le chauffage et l'eau-chaude sanitaire, tandis qu'un choc sur les prix de l'électricité affecte tous les ménages, mais davantage ceux qui utilisent l'électricité pour le chauffage. Une taxe sur l'énergie peut également introduire des impacts indirects. De nombreux biens et services nécessitent de l'énergie dans leur production - consommation indirecte d'énergie. Évaluer l'impact sur le budget des ménages nécessite alors de connaître le contenu énergétique de ces biens et la composition des paniers de consommation des ménages.

5.2.2 MODÉLISER LES RÉPONSES COMPORTEMENTALES

Une taxe risque de modifier la distribution de la consommation au sein d'une population si bien qu'il est important de considérer les réponses comportementales. Le fait d'ignorer les réponses comportementales peut être une approximation de premier ordre acceptable dans certaines conditions, mais nous allons voir que cela conduit généralement à des résultats erronés. En particulier, cela peut conduire à surestimer l'impact individuel et à fausser la distribution de l'impact. Cette section discute les situations où il est nécessaire de tenir compte des réponses comportementales.

Les ménages ajustent leur comportement suite à l'introduction d'un choc sur les prix. Dans le cas d'une taxe écologique, l'objectif recherché est justement de faire diminuer la consommation des énergies les plus polluantes. Certains ménages vont réduire leur consommation de services énergétiques pour absorber l'augmentation de prix, d'autres vont investir dans des équipements plus efficaces, d'autres, encore, vont se tourner vers des alternatives moins taxées. D'une part, parce que les ménages ont la possibilité de s'adapter, cela a pour effet de diminuer l'impact sur leur bien-être, si bien qu'ignorer les réponses comportementales conduit à surestimer l'impact d'un choc sur le bien-être individuel. D'autre part, les réponses comportementales sont généralement hétérogènes dans la population. Cela a pour effet de modifier la répartition de la consommation des ménages. Par exemple, si les réponses diffèrent entre les ménages les plus riches et les plus pauvres, alors cela modifie la régressivité du choc.

Si l'on suppose que les ménages sont d'autant plus sensibles aux prix qu'ils sont pauvres, alors ces derniers réduisent d'autant plus leur consommation, ce qui a pour effet de réduire la régressivité. Toutefois l'énergie est un bien prioritaire (dit de première nécessité) dont la consommation augmente moins vite que le revenu. Les ménages ont besoin d'un minimum d'énergie pour se chauffer, s'éclairer, cuisiner ou se déplacer. Si l'on suppose que les ménages les plus pauvres consomment le juste nécessaire, alors ils ont peu de marge de manœuvre pour réduire leur consommation et subiront intégralement le choc de prix de l'énergie. Au contraire, la capacité à investir dans des équipements plus efficaces augmente avec le revenu, si bien qu'on peut supposer que les ménages les plus riches seront les plus à mêmes de

réduire leur consommation d'énergie. Dans le cas du transport, l'accès à des alternatives à la voiture individuelle est un autre paramètre important, qui dépend de la localisation résidentielle des ménages. Certains pourront utiliser les transports en commun - et réduire leur consommation en carburant - alors que d'autres seront captifs de la voiture - et subiront intégralement le choc de prix. Ainsi les réponses comportementales diffèrent entre les ménages - réduction de la consommation, amélioration de l'efficacité énergétique, adoption d'alternatives - et ces différences peuvent modifier la distribution de l'impact du choc entre les ménages.

L'importance de considérer les réponses comportementales dépend du type d'étude distributive. Lorsque l'évaluation porte sur l'effet d'un changement marginal des prix, il peut être suffisant d'effectuer une analyse non comportementale. Cela consiste à estimer l'impact sous l'hypothèse que le comportement des ménages reste inchangé. Dans ce cas, l'impact d'une hausse des prix de l'énergie correspond à la variation de prix multipliée par la consommation d'énergie du ménage. Toutefois les réponses comportementales ne peuvent être ignorées qu'à trois conditions : lorsque l'évolution des prix est marginale, lorsque l'analyse porte sur l'impact individuel, lorsque l'analyse est de court-terme.

L'ampleur du choc économique. Face à un changement important des prix - plutôt qu'un changement marginal - l'hypothèse d'un impact proportionnel au choc sur les prix ne tient plus. Une telle hypothèse aurait pour effet de surestimer l'impact parce qu'elle ne considérerait pas que les ménages puissent réduire leur consommation d'énergie en réponse à la hausse des prix. Or les ajustements en termes de consommation et de substitution ne sont pas négligeables lorsque l'élasticité-prix est proche de -1. La recomposition des paniers de consommation des ménages et le choix de diminuer la consommation de certains biens plus que d'autres dépend en fait des élasticités prix, des élasticités revenus et des élasticités de substitution. Dans ce cas, ne pas tenir compte des réactions comportementales mène à des biais importants (Banks, Blundell et Lewbel, 1996). Il devient alors essentiel d'inclure dans l'analyse une modélisation des réactions comportementales des ménages face à un choc sur les prix. Par exemple, on peut introduire des élasticités-prix ou encore estimer un modèle économétrique. La prise en compte de

ces réponses comportementales permet une analyse plus réaliste de l'impact sur les ménages et du changement de la distribution de la consommation.

Impact individuel vs agrégé. Ignorer les réponses comportementales peut être insuffisant, et ce, même face à un changement marginal. C'est le cas si l'analyse a pour objet d'autres critères que le bien-être individuel ou social, comme l'évaluation de changements globaux ou l'évolution d'indices de pauvreté. Le théorème de l'enveloppe ne peut pas être invoqué dans ce cas (Bourguignon et Spadaro, 2006). Lors d'une réforme fiscale, les recettes publiques n'augmenteront pas proportionnellement à la consommation initiale des biens concernés. De même, certains ménages peuvent basculer ou non au-delà du seuil d'identification, ce qui modifiera l'évolution du taux de pauvreté. Dans de tels cas, les réponses comportementales ne peuvent être ignorées.

L'horizon temporel. Le type de réponses comportementales diffère selon l'horizon temporel de l'étude. Sur le court terme, on fait généralement l'hypothèse que les ménages conservent le même équipement et la même contrainte budgétaire. Leur seule marge de manœuvre est d'ajuster leur consommation en biens non durables, comme réduire leur consommation d'énergie, si bien que la demande est globalement peu élastique. Sur le long terme, l'élasticité-prix de la demande est généralement plus élevée, résultat qui se retrouve dans l'énergie (Stern, 2007). Face à un changement durable des prix, les ménages procèdent à divers ajustements. Ils peuvent modifier leur consommation en biens non durables mais aussi en biens durables, comme changer de type de chauffage, remplacer leur véhicule ou entreprendre des travaux de rénovation énergétique. Ces ajustements dépendent des capacités financières de chaque ménage et de leur situation particulière - comme le statut d'occupation du logement ou l'accès au crédit. De plus, une analyse de long terme nécessite la prise en compte d'effets macroéconomiques. L'évolution des prix de l'énergie affecte le marché du travail et les sources de revenus des ménages. L'économie peut également être affectée par la recomposition des paniers de consommation des ménages résultant des réponses comportementales. Enfin, les évolutions démographiques imposent de mettre à jour

les caractéristiques de la population en tenant compte des naissances, des décès, des mariages, des divorces, etc.

5.3 LA MICROSIMULATION COMME APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Pour évaluer des impacts distributifs, nous venons de voir qu'il est important d'offrir une bonne représentation de l'hétérogénéité de la population et de modéliser les réponses comportementales des ménages. Dans les études économétriques, il est rare que la majorité de l'hétérogénéité observée dans les populations réelles soit expliquée par un ensemble de variables observées. Toutefois certaines méthodes rendent possible de caractériser sa distribution. Dans la suite, nous motivons l'adoption de la modélisation par microsimulation pour analyser les études distributives, en particulier lorsque le choc économique affecte différemment chaque ménage et lorsque les ménages réagissent différemment à ce choc. Cette section présente les principes généraux de la microsimulation, ainsi que ses avantages et ses limites pour les analyses distributives.

5.3.1 PRINCIPES DE BASE

Commençons par quelques éléments de définition. La microsimulation est une technique de "simulation" qui opère au niveau "micro". Elle s'appuie sur la modélisation des états et des comportements d'unités individuelles - les individus, les ménages ou les entreprises - et de leur évolution au sein d'un système donné - un marché, un état. Plus précisément, chaque unité individuelle est décrite par un ensemble de caractéristiques - pour un ménage, il peut s'agir de l'âge, du nombre d'enfants, du revenu, du lieu de résidence, etc. La modélisation par microsimulation (MMS) consiste à faire évoluer les caractéristiques de chaque unité en fonction de son comportement individuel et de ses interactions avec son environnement.

La MMS permet de modéliser des problèmes du monde réel qui impliquent de nombreux individus. Autrement dit, elle consiste à simuler une société virtuelle composée de nombreux individus. Si elle s'appuie sur un échantillon représentatif à l'échelle nationale ou sur un recensement complet, il devient possible de simuler une société de façon réaliste. C'est particulièrement intéressant pour les décideurs publics. Une analyse détaillée des effets des mesures proposées peut être réalisée

avant leur mise en œuvre dans le monde réel, comme une réforme fiscale, l'introduction d'une nouvelle politique ou un choc sur les prix. Cela permet de tester différents scénarios et d'anticiper les résultats économiques et sociaux probables, ainsi que d'examiner la distribution de leurs effets dans la société. C'est utile pour identifier des tendances, pour fournir des prévisions économiques, pour formuler des recommandations politiques ou pour anticiper d'éventuels problèmes futurs, tels que l'impact de la fiscalité écologique ou d'une hausse des prix de l'énergie. Plus généralement, c'est un outil utile pour améliorer la planification de nos actions.

5.3.2 DÉVELOPPEMENT HISTORIQUE

L'approche par microsimulation remonte aux années 1950. Orcutt (1957) met en évidence certaines limites de la modélisation par macrosimulation, et exprime le besoin d'un modèle socio-économique exprimé en termes de comportement et d'interaction au niveau des unités individuelles. Un tel modèle permettrait d'améliorer les prévisions des résultats agrégés et d'analyser la distribution des résultats entre les unités. Son argument est que l'agrégation des relations comportementales, comme dans les modèles de macrosimulation agrégée, ne peut se faire sans perte de précision de la représentation. Au contraire, l'agrégation des comportements individuels permettrait de capitaliser les connaissances sur les unités décisionnelles. En incorporant une grande variété de comportements, la MMS permet de rendre compte de la variété des réponses comportementales rencontrées dans le monde réel.

Dans les années 1970, l'augmentation du nombre d'enquêtes sur les ménages et la croissance de la puissance de calcul a favorisé le développement de la MMS. Aujourd'hui, la microsimulation est utilisée dans une grande variété de domaines scientifiques. En économie, les applications concernent la santé, les transports, la fiscalité environnementale, les systèmes de prélèvements/prestations, le marché du travail, la dynamique démographique, etc. Les principales utilisations de la microsimulation sont les projections, l'évaluation des politiques publiques, la conception de réformes fiscales, l'étude des inégalités et de la redistribution, l'évaluation de la distribution spatiale. Cette approche connaît un succès croissant et la microsimulation est maintenant devenue un outil standard d'évaluation des politiques

publiques dans de nombreux pays développés. Parmi les états de l'art sur les modèles de microsimulation existants, on peut citer Merz (1991), O'Donoghue et al. (2001), Spadaro (2007), Ballas et al. (2013) et Blanchet et al. (2015). Toutefois, un certain nombre d'économistes restent sceptiques devant cette méthode. La fiabilité des résultats des modèles actuels est souvent limitée par la disponibilité des données - en particulier des données longitudinales - et par le réalisme des hypothèses retenues dans la modélisation des comportements, ou encore dans l'appariement entre différentes sources de données.

5.3.3 TYPES DE MODÈLES DE MICROSIMULATION

Les modèles de microsimulation sont généralement utilisés pour les prévisions économiques et les recommandations de politiques économiques. De nature empirique, ils doivent être soigneusement estimés au plus près des données réelles. Ils permettent de prévoir les résultats globaux de décisions politiques et s'intéressent en particulier à la distribution de l'impact de ces décisions au sein de la société. Il existe trois grandes familles de modèles de microsimulation. Les modèles statiques permettent d'évaluer les conséquences distributives de changements de politiques fiscales et sociales à un moment donné. Les modèles dynamiques permettent de projeter les caractéristiques de la population dans l'avenir par un processus de mise à jour régulière des caractéristiques des individus dans le modèle. Les modèles micro-macro permettent d'intégrer deux échelles de modélisation au sein d'un unique modèle. Les sorties des modèles de microsimulation sont utilisées comme entrées dans les modèles macro-économiques et vice-versa, afin de mieux saisir l'interaction entre les comportements individuels et l'environnement macroéconomique dans lequel ils évoluent.

Toutefois, les modèles de microsimulation ont plusieurs limites dans leur forme actuelle. Premièrement, ils ne représentent généralement qu'une partie du système fiscal. Il s'agirait de représenter de manière plus large le système des taxes et des prestations sociales d'une société, afin de mesurer l'impact global d'une réforme fiscale sur le bien-être. Deuxièmement, la majorité des modèles de microsimulation n'intègrent pas de réponses comportementales. Ils peuvent par exemple être complétés par des modèles économétriques simulant des réponses compor-

tementales (Bourguignon et Spadaro, 2003). De plus, ils n'intègrent pas les interactions entre les ménages. Sur ce point, les modèles d'agents sont plus avancés (Birkin et Wu, 2012). Ils intègrent une richesse d'information sur les comportements d'agents qui évoluent conjointement. Ces modèles sont composés d'un ensemble d'agents hétérogènes pour lesquels on modélise des comportements différents selon qui ils sont. Les modèles d'agents et de microsimulation présentent des avantages complémentaires qu'il serait intéressant de coupler. Troisièmement, des progrès restent à faire dans l'intégration micro-macro. L'avantage du modèle de microsimulation est qu'il permet d'analyser en détail les gagnants et les perdants d'une politique, mais l'inconvénient est qu'il ignore les conséquences macroéconomiques de cette politique. Au contraire, les modèles d'équilibre général saisissent les impacts à l'échelle de l'économie, mais au prix d'une perte d'information sur la distribution détaillée des résultats, le secteur des ménages étant généralement représenté par un ou quelques ménages représentatifs. Il s'agirait d'intégrer les modèles de microsimulation dans un cadre plus large de modélisation micro-macro, dans le but d'exploiter les apports des deux types de modèles.

5.3.4 AVANTAGES DE LA MICROSIMULATION POUR LES ANALYSES DISTRIBUTIVES

Nous présentons maintenant les principaux avantages de la modélisation par microsimulation (MMS) pour l'analyse distributive :

- l'utilisation de la micro unité d'analyse,
- l'utilisation d'un échantillon représentatif de la population nationale,
- la possibilité d'intégrer un large éventail de réponses comportementales,
- la capacité à surmonter les biais d'agrégation.

Un premier avantage de la MMS est l'utilisation de la micro unité d'analyse. Dans la suite, chaque unité correspond à un ménage - pour d'autres études il pourrait s'agir d'individus ou d'entreprises. Chaque ménage étant décrit par un ensemble de caractéristiques socioéconomiques, il devient possible de modéliser des interactions différenciées avec des événements macro - comme l'exposition aux impacts d'un choc sur les prix ou l'éligibilité à des aides sociales. Par exemple, évaluer le coût

d'une aide conditionnée au revenu nécessite de connaître la distribution des revenus dans la population. L'utilisation d'un ménage représentatif basé sur la connaissance du niveau de revenu national moyen ne suffit pas. Il faut connaître, pour chaque ménage, son niveau de revenu pour distinguer les ménages éligibles des ménages qui ne le sont pas. Il reste ensuite à agréger les résultats sur tous les ménages pour évaluer le coût total de la mesure. De même, si l'on souhaite étudier l'impact de l'introduction d'une nouvelle subvention ciblée sur les familles, il est nécessaire de différencier les ménages avec enfants des ménages sans enfants, car seuls les ménages avec enfants bénéficieront de la politique.

Un deuxième avantage est l'utilisation d'un échantillon représentatif de la population nationale. La MMS est surtout utilisée comme instrument de prévision par les décideurs publics. Différents scénarios peuvent être simulés et des comparaisons avant/après montrent leurs effets. L'évaluation *ex ante* est une simulation où les prévisions sont calculées sur la base des connaissances actuelles et extrapolées dans l'avenir. L'évaluation *ex post* est une simulation où les prévisions retrospectives sont comparées à la situation réelle. Cela peut être utile pour valider un modèle ou évaluer une politique publique. Dans les deux cas, la prévision exige la modélisation des processus en œuvre et des données sur lesquelles calibrer le modèle. Seule une base empirique solide assurera une bonne représentation de la réalité.

Un troisième avantage de la MMS est la capacité à incorporer un large éventail de comportements. Dans certains cas, les réponses comportementales peuvent être les mêmes pour toutes les unités, mais c'est rarement le cas. Les comportements des ménages sont généralement variés dans le monde réel et la prédiction de leurs réactions aux macro-événements dépend de leurs caractéristiques. Par exemple, si l'on étudie l'impact de l'introduction d'un nouveau programme de santé, les connaissances sur les dépenses courantes en matière de santé, les maladies passées, l'âge ou le contexte social sont des informations pertinentes pour modéliser les réponses comportementales probables. Avec la microsimulation, chaque ménage est simulé au niveau où il prend ses décisions. Des décisions compliquées telles que combien dépenser pour la nourriture, quand déménager, quel type de transport utiliser, etc., peuvent être modélisées. Ainsi, les réponses comportementales peuvent dépendre des caractéristiques individuelles des unités, si bien que

des effets différenciés sur le comportement individuel peuvent être intégrés et analysés. Toutefois le pendant de cet avantage est la difficulté à connaître les comportements à ce niveau de finesse.

Un quatrième avantage est la capacité de surmonter les biais d'agrégation. De nombreux comportements sont plus facilement modélisés au niveau micro, où les décisions sont prises. Dans les modèles de macrosimulation conventionnels, l'utilisation de ménages représentatifs exige que le comportement agrégé d'un groupe de ménages puisse être décrit de la même manière que le comportement d'un unique ménage. Cependant, si les relations décrivant les comportements sont non linéaires, le comportement au niveau micro ne correspond pas automatiquement au comportement au niveau agrégé. Dans de tels cas, la macrosimulation perd de l'information, et la microsimulation devrait être le choix de modélisation privilégié, dans lequel chaque individu de la population possède son propre état et son propre comportement. Les effets individuels peuvent ensuite être regroupés dans une deuxième étape, selon les besoins de l'étude. Ainsi la MMS permet de prévoir les résultats globaux et les distributions dans l'ensemble de la société. Toutefois certains effets macro peuvent changer le sens de la conclusion sur les effets distributifs, en particulier via les effets sur les revenus (Combet, 2013). Combiner les deux approches pourrait permettre de limiter les biais d'agrégation - via le modèle de microsimulation - tout en considérant les effets macro - via le bouclage avec un modèle d'équilibre général (Labandeira, Labeaga et Rodríguez, 2009 ; Buddelmeyer et al., 2012).

5.4 GRILLE D'ANALYSE DES ÉTUDES EXISTANTES

Cette section précise les enjeux autour des choix de modélisation au sein de l'approche par microsimulation pour notre objectif : l'évaluation empirique des impacts distributifs d'une fiscalité écologique. Nous incluons également des études portant sur une hausse des prix de l'énergie, lorsque les enseignements sont pertinents pour l'objectif. Dans un premier temps, nous développons une grille d'analyse qui synthétise les principaux éléments critiques dans le but de tirer des enseignements sur les convergences/divergences observées. Puis nous utilisons cette grille pour examiner et situer les études existantes sur données françaises. Cet examen nous amènera à identifier des besoins de recherche supplémentaire.

5.4.1 GRILLE D'ANALYSE

Nous nous intéressons à l'évaluation des impacts distributifs d'une taxe portant sur la fiscalité écologique, et notamment à son caractère régressif/progressif³. Si les taxes sur l'énergie sont généralement perçues comme régressives, nous allons voir que certaines études modèrent ce résultat. Les différences observées s'expliquent en partie par les choix de modélisation. Nous proposons une grille d'analyse qui présente l'influence de cinq éléments critiques : la mesure du niveau de vie, le périmètre de la taxe, les réponses comportementales, le recyclage des recettes, et l'impact sur les revenus (voir tableau 5.1). Cette grille permet de discuter en quoi certains choix de modélisation tendent à augmenter ou diminuer le niveau de régressivité et si des consensus existent.

La conception de la grille d'analyse s'appuie sur les dernières revues de la littérature publiées sur le sujet (Parry et al., 2005) (Fullerton, 2008), ainsi qu'un ensemble d'études parues depuis. De cet examen, nous pouvons retenir qu'avant le recyclage des recettes de la taxe et sur la base du revenu annuel, la plupart des taxes écologiques apparaissent régressives, du fait que les ménages modestes dépensent généralement une part plus importante de leur revenu dans l'énergie. Nous pouvons également souligner que l'utilisation du revenu permanent, la prise en compte de l'impact sur le prix des biens pour lesquels l'énergie est un intrant, la prise en compte de l'impact sur les facteurs de revenu et le recyclage des recettes de la taxe ont généralement pour effet d'atténuer le niveau de régressivité. La modélisation des comportements conduit à des résultats plus mitigés selon la sensibilité des ménages pauvres, relativement aux ménages riches, aux prix des biens considérés. On observe également un nombre croissant d'études qui discutent plus finement l'impact relatif de différentes options de recyclage : baisse de taxes pré-existantes, hausse de transferts sociaux pré-existants, ou introduction de transferts monétaires différenciés et/ou ciblés. Les résultats diffèrent selon la conception précise des taxes et/ou transferts considérés pour le recyclage.

³Pour rappel, une taxe est dite progressive si son impact, en proportion du revenu, augmente avec le niveau de vie ; elle est dite régressive si son impact diminue avec le niveau de vie (voir définition en section 5.1.1).

Table 5.1 – Grille d’analyse des choix de modélisation qui influencent la caractère régressif/progressif d’une taxe

Elements critiques	Effet sur le caractère régressif/progressif	Consensus
Mesure du niveau de vie	L’utilisation du revenu permanent atténue la régressivité	oui
Périmètre de l’étude	La prise en compte de l’impact sur le prix des biens pour lesquels l’énergie est un intrant atténue la régressivité	oui
Réponses comportementales	Dépend de la sensibilité des ménages pauvres, relativement aux ménages riches, aux prix des biens considérés	non
Recyclage des recettes	Dépend des scénarios testés : conception des taxes et/ou transferts considérés pour le recyclage	non
Impact sur les revenus	La prise en compte de l’impact sur les revenus atténue la régressivité	plutôt oui

LA MESURE DU NIVEAU DE VIE

Certaines études utilisent le revenu annuel quand d’autres utilisent le revenu permanent. Le revenu annuel se concentre sur les ressources financières actuelles. Il reflète la capacité à payer des ménages pendant l’année de l’enquête. Il a l’avantage de tenir compte des contraintes budgétaires à court terme, de refléter les ajustements qu’on peut ou non faire, ainsi que les restrictions qu’on est susceptible ou non de subir. Le revenu permanent correspond, quant à lui, à la moyenne du revenu annuel au cours d’une vie. En ce sens, il reflète mieux la capacité à payer sur le long terme (Friedman, 1957). Il présente deux avantages par rapport à l’utilisation du revenu annuel dans une analyse distributive. Premièrement, c’est un meilleur indicateur du niveau de vie. Il est moins sensible au cycle de vie que le revenu annuel, qui tend à augmenter avec l’âge puis à diminuer. Par exemple, des étudiants en master peuvent avoir un faible revenu courant, mais ils ne sont pas pauvres au sens du revenu permanent, étant donné les revenus élevés attendus dans le futur. De même, les ménages retraités peuvent dépenser plus que la pension qu’ils perçoivent en puisant dans leur épargne. Deuxièmement, le revenu permanent est moins sensible aux variations temporaires que le revenu annuel, par exemple du fait du chômage, de changements dans la situation familiale ou d’autres circonstances transitoires. Il en découle qu’utiliser le revenu permanent tend à diminuer le niveau de régressivité par rapport à utiliser le revenu annuel - du fait que le revenu permanent soit moins dispersé dans la population⁴.

⁴Par exemple, Sterner (2012) analyse les effets distributifs d’une taxe sur les carburants dans sept pays européens. Il trouve qu’utiliser le revenu permanent a pour effet d’annuler son caractère

Toutefois, le revenu permanent est plus difficile à mesurer. Les enquêtes interrogent rarement sur de longues périodes un même échantillon de ménages. Une alternative consiste à utiliser la consommation annuelle comme proxy du revenu permanent (Poterba, 1991). Selon l'hypothèse du revenu permanent (Friedman, 1957), les ménages ont tendance à se comporter sur la base de leur revenu à long terme et à lisser leur consommation au fil des ans, y compris lorsqu'ils sont confrontés à des variations temporaires de revenu, si bien que la consommation annuelle serait proportionnelle au revenu permanent. Toutefois les études empiriques montrent que la trajectoire des consommations n'est pas plate mais en U inversée, ce qui contredit l'hypothèse du revenu permanent. Une autre option consiste à estimer le revenu permanent - par exemple en fonction du niveau d'étude et de l'âge (Hassett, Mathur et Metcalf, 2007) - mais cela exige la formulation d'hypothèses fortes sur les revenus, qui peuvent conduire à des prévisions imprécises. De plus, par définition, le revenu permanent masque des situations transitoires qui peuvent pourtant être problématiques, voire qui peuvent conduire à des basculements et ne sont alors plus transitoires. Il masque également des situations individuelles où le revenu permanent attendu n'est en fait pas atteint.

Enfin, lorsque l'objectif est l'analyse de politiques publiques, il peut être déconseillé d'utiliser une approche fondée sur le revenu permanent. Les acteurs publics adoptent peu cette approche parce que sa mise en œuvre est impraticable - comment cibler sur des revenus futurs non connus? - et qu'elle est politiquement inadaptée - cela ne correspond pas à l'horizon temporel des décideurs politiques (Barthold, 1993). Au final, quelle que soit l'approche retenue, il y a un compromis à faire entre son intuitivité pour les décideurs publics et sa meilleure capacité à traduire le niveau de vie des ménages.

LE PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

Le périmètre d'étude varie. On peut regrouper les études en deux groupes. D'une part, celles qui portent sur un type d'énergie - carburant, électricité, gaz - pour lesquelles l'augmentation de prix est proportionnelle à la quantité d'énergie consommée. D'autre part, celles qui portent sur un type d'émissions - CO₂, polluants at-

régressif.

mosphériques - pour lesquelles l'augmentation de prix est proportionnelle au contenu en émissions de l'énergie consommée. Une autre différenciation peut être faite entre les études qui évaluent l'impact sur la consommation directe d'énergie ou la consommation indirecte d'énergie. L'énergie est un bien intermédiaire utilisé dans la production de nombreux biens et services, qui verront leur prix affectés par une hausse des prix de l'énergie. Dans ce cas, le changement de prix peut être estimé en utilisant la méthode input-output ou à partir de données sur les facteurs d'émissions de chaque bien et service. Le degré de régressivité varie alors avec l'étendue de la politique. Par exemple, Grainger et Kolstad (2010) trouvent qu'aux Etats-Unis une taxe carbone appliquée à la consommation finale d'énergie est deux fois plus régressive qu'une taxe appliquée à l'ensemble des émissions carbone. Troisièmement, l'horizon temporel de l'étude peut être d'un an ou pluriannuel. Lorsque les impacts changent avec le temps, une analyse qui somme les impacts sur une période semble plus appropriée.

LES RÉPONSES COMPORTEMENTALES

La majorité des études n'intègrent pas de réponses comportementales. Elles supposent que les dépenses augmentent de manière proportionnelle avec le niveau de consommation actuel. Pourtant on peut s'attendre à ce que les ménages ajustent leurs comportements suite à une hausse des prix de l'énergie : réduction de la consommation, amélioration de l'efficacité énergétique, adoption d'alternatives (voir section ci-dessus). On observe un nombre croissant d'études empiriques qui cherchent à modéliser les réponses comportementales et à les intégrer aux analyses distributives.

La majorité des études modélisent les réponses comportementales avec l'élasticité de la demande en énergie. Ces études diffèrent sur trois aspects. Premièrement, elles diffèrent selon le niveau de différenciation des élasticités. Certaines études utilisent une élasticité uniforme, quand d'autres utilisent des élasticités différenciées. Aujourd'hui, la majorité des études utilisent des élasticités uniformes : elles supposent que tous les ménages ajustent leur consommation dans la même proportion. Cela a pour effet de diminuer l'impact individuel et agrégé, mais cela ne modifie pas la distribution de l'impact. Pourtant, en matière d'énergie, nous

avons vu que les réponses comportementales ont de fortes chances de différer entre les ménages, du fait de situations variées entre les ménages, plus ou moins contraintes par leurs caractéristiques socio-économiques, techniques et géographiques (voir section ci-dessus). Ces différentes réponses comportementales viennent modifier la distribution de l'impact du choc entre les ménages, et donc le niveau de régressivité. Pour améliorer les évaluations distributives, des études utilisent des élasticités différenciées par groupe de ménages, par exemple par niveau de vie (Cornwell et Creedy, 1998 ; West et Williams, 2004), par localisation résidentielle (Labandeira, Labeaga et Rodríguez, 2006 ; Bureau, 2011) ou par d'autres catégories sociodémographiques (Brännlund et Nordström, 2004 ; Wadud, Graham et Noland, 2010). De plus, la majorité des études considèrent seulement l'élasticité-prix, quand d'autres études évaluent également l'impact de l'élasticité-revenu ou encore les élasticités-prix croisées avec d'autres postes de dépenses - pour tenir compte des ajustements dans la structure de consommation. Les élasticités-prix croisées sont généralement faibles, indiquant une substitution limitée entre sources d'énergie, toutefois elles peuvent influencer l'efficacité du recyclage des recettes de la taxe, et donc la régressivité de la réforme fiscale (West et Williams, 2004). Enfin, les études diffèrent selon l'horizon temporel. Les valeurs d'élasticité de la demande en énergie sont généralement plus faibles s'il s'agit d'élasticité de court terme que de long terme (Labandeira, Labeaga et López-Otero, 2017).

D'autres études modélisent les comportements de consommation d'énergie en fonction des caractéristiques des ménages. Deux familles de modélisation existent. La première raisonne à équipement constant. Il s'agit de construire un modèle de la demande en énergie conditionnée au stock d'équipements possédés par les ménages (Baker, Blundell et Micklewright, 1989). La seconde tient compte des possibilités de substitution. Il s'agit de construire un modèle de demande conjointe en deux étapes : les ménages commencent par choisir un type d'équipement, puis ils utilisent cet équipement pour remplir des services énergétiques (Dubin et McFadden, 1984). Dans la première étape, un modèle de choix discret est utilisé pour estimer la probabilité qu'un ménage utilise un certain type d'équipement ou remplace son équipement actuel - par exemple, le type de chauffage ou le type véhicule, ou encore le report vers d'autres modes de transport. Ce choix est fonction du coût d'investissement et du coût d'utilisation. La deuxième étape consiste à modéliser

le niveau de consommation d'énergie, celle-ci étant conditionnée au choix d'équipement.

LE RECYCLAGE DES RECETTES

La manière dont les recettes de la taxe sont réinjectées dans l'économie est importante pour l'analyse. Certaines études ne considèrent pas le recyclage des recettes de la taxe, ce qui suppose implicitement une augmentation de la pression fiscale totale. Pourtant les recettes seront d'une manière ou d'une autre réinjectée dans l'économie et les effets distributifs globaux sont très sensibles à la forme de recyclage. Le recyclage a généralement pour objectif d'augmenter l'efficacité de l'économie, de corriger les inéquités introduites par la taxe et/ou de favoriser l'acceptabilité sociale de la réforme. Parmi les différentes options envisageables, on s'intéresse en particulier à la redistribution aux ménages, que ce soit via des instruments existants ou la création d'un nouvel instrument. Pour un ménage, l'impact de la réforme fiscale correspond alors au coût de la taxe moins le montant redistribué. La régressivité de la taxe peut ainsi être réduite si le montant redistribué est supérieur, relativement au revenu, pour les ménages les plus pauvres par rapport aux plus riches.

La majorité des études modélisent un recyclage via des transferts monétaires. Un simple transfert universel est progressif par définition. Le transfert peut être différencié en fonction du revenu pour plus d'équité verticale : son montant diffère entre différents niveaux de vie. Il peut être différencié en fonction d'autres critères pour plus d'équité horizontale : son montant est modulé en fonction des catégories de ménages les plus touchées par la taxe. Il peut également être ciblé vers certains groupes de ménages, comme les ménages modestes, pour réduire le coût total de la mesure. D'autres études modélisent un recyclage via des ajustements dans le système fiscal pré-existant. Parmi les options les plus testées, on trouve une baisse de l'impôt sur le revenu (Callan et al., 2009), une baisse des taxes sur le travail (West et Williams, 2004) ou encore une réduction des taux de TVA (Brännlund et Nordström, 2004). La première option est généralement régressive, sauf si un crédit d'impôt est proposé aux plus pauvres. La seconde pourrait contribuer à réduire la régressivité selon la nature des emplois qui en bénéficient

le plus, s'ils sont plus ou moins qualifiés. La troisième n'est que faiblement progressive au mieux, elle ne suffit généralement pas à compenser la régressivité de la taxe. Enfin, d'autres études modélisent un recyclage via une augmentation des aides sociales existantes (Callan et al., 2009). Cette option est progressive, puisque les aides sociales représentent une part plus importante des revenus des plus modestes. Mais de nombreux ménages modestes ne reçoivent pas de transferts sociaux si bien qu'une telle option soulève des enjeux d'équité horizontale (Cronin, Fullerton et Sexton, 2017).

L'IMPACT SUR LES REVENUS

Des études tiennent compte du fait que de nombreux transferts sociaux sont indexés sur l'indice des prix à la consommation. Une hausse des prix de l'énergie aura pour effet mécanique d'augmenter cet indice - d'autant plus si l'étude considère la consommation indirecte d'énergie. Comme les transferts sociaux représentent une part plus importante des revenus des ménages pauvres, considérer cet effet diminue le caractère régressif. Par exemple, en France, le RSA est indexé sur l'inflation. De manière similaire, l'indice retenu pour la revalorisation du SMIC est celui des « ménages du 1er quintile de la distribution des niveaux de vie, hors tabac ». Toutefois, il est important de noter qu'un nombre important de ménages pauvres ne perçoivent pas de transferts sociaux.

Enfin, des études tiennent compte des changements dans les facteurs de revenu (Beck et al., 2015) (Rausch et Schwarz, 2016). Une hausse des prix de l'énergie a une incidence sur les coûts de production, ce qui influence à son tour les niveaux des salaires dans différents secteurs de l'économie. De tels ajustements nécessitent le couplage avec un modèle d'équilibre général.

5.4.2 MESURER LA RÉGRESSIVITÉ

Après avoir présenté les choix de modélisation qui influencent les résultats d'une analyse distributive, il convient de s'interroger sur la mesure de la régressivité elle-même. Y a-t-il consensus sur la manière de mesurer la régressivité ? Si non, l'indice retenu influence-t-il les résultats de l'évaluation ?

Il y a généralement consensus sur ce que constitue un système fiscal progressif.

Un système fiscal progressif est un système qui favorise les ménages à faible revenu, tandis qu'un système fiscal régressif favorise les ménages à revenu élevé. Toutefois, il n'existe pas de mesure globalement acceptée des effets distributifs d'une taxe. Différents indices de régressivité ont été élaborés pour résumer les effets distributifs. Ils ont l'avantage de résumer en un seul nombre l'effet global d'une taxe. De tels indices constituent des outils utiles pour quantifier les effets distributifs et comparer différentes alternatives de systèmes fiscaux.

Dans la littérature, deux grandes approches sont couramment utilisées pour mesurer la régressivité. La première consiste à comparer l'inégalité de la distribution des revenus avant et après taxation. Il s'agit des index développés par Dalton (1936) et Richard Abel Musgrave et Thin (1948). Ces index mesurent la réduction de l'inégalité des revenus due au système fiscal, comme la différence du coefficient de Gini avant et après taxation. Ainsi ils renseignent sur les effets globaux sur la distribution des revenus, mais pas sur la structure fiscale elle-même. La deuxième approche se penche sur cette question. Elle consiste à mesurer la déviation d'un système fiscal par rapport à la proportionnalité. Il s'agit des index développés par Kakwani (1977) et Suits (1977). Avec cette seconde approche, un système fiscal progressif est un système où le taux de taxation moyen - la part du revenu payée en taxes - augmente avec le revenu.

De nombreuses études ont étudié les caractéristiques de ces indices dans les années 1980. Elles montrent que selon l'approche retenue, Dalton/Musgrave ou Kakwani/Suits, les résultats peuvent être contradictoires. L'effet mesuré par l'approche Dalton/Musgrave est composé de deux éléments : l'effet du taux de taxation moyen et l'effet de la régressivité de la taxe elle-même, alors que l'approche Kakwani/Suits s'intéresse spécifiquement à la deuxième composante : la régressivité de la taxe. Plus tard, Silber (1994) montre que si l'on contrôle pour le taux de taxation moyen dans l'approche Dalton/Musgrave, alors les deux approches classent les systèmes fiscaux de manière cohérente quel que soit l'indice utilisé. Dans ce cas, l'indice retenu n'influence pas les résultats de l'évaluation en terme de classement.

En matière de fiscalité énergétique et environnementale, les études se fondent généralement sur l'approche de Kakwani/Suits et la plupart adopte l'indice de Suits. Sa définition s'appuie sur le concept des courbes de concentration de Lorenz. L'in-

l'indice de Suits examine le pourcentage accumulé de la charge fiscale totale par rapport au pourcentage accumulé du revenu total, lorsque les ménages sont classés selon leur niveau de vie. La valeur de l'indice de Suits varie de +1 (progressivité maximale lorsque la totalité de la charge fiscale est portée par le ménage le plus riche), de 0 (neutralité lorsque la charge fiscale est strictement proportionnelle au revenu) à -1 (régressivité maximale lorsque la totalité de la charge fiscale totale est portée par le ménage le plus pauvre). L'une des propriétés utiles de l'indice de Suits est qu'il peut être décomposé. Ainsi, la valeur de l'indice de Suits d'un système fiscal composé de plusieurs taxes correspond à la moyenne pondérée de leurs valeurs individuelles.

Enfin, il convient de noter que la plupart des études distributives ne calculent pas d'indice de progressivité. Ils comparent simplement les taux de taxation moyens entre différentes catégories de revenu. Cela permet d'observer la tendance générale de régressivité/progressivité. Toutefois, lorsque l'objectif est de comparer différents systèmes fiscaux - au cours du temps, entre pays, différentes structures - les indices de progressivité deviennent des outils utiles, qui permettent de classer les alternatives de la plus progressive à la plus régressive. Dans l'application du chapitre suivant, nous retiendrons l'indice de Suits, du fait qu'il est le plus couramment utilisé dans les études similaires. Ce choix n'affecte pas la comparaison des scénarios qui seront analysés.

5.5 LES ENSEIGNEMENTS DES ÉTUDES FRANÇAISES

Cette section présente la littérature existante sur données françaises en matière d'évaluation ex-ante des effets distributifs d'une hausse des prix de l'énergie. Nous nous concentrons sur les études de microsimulation qui portent sur un choc sur les prix de l'énergie que ce soit via une hausse des coûts de production d'énergie (prix hors taxes) ou suite à l'introduction (ou l'augmentation) de taxes sur l'énergie ou le carbone. Dans ces études, la hausse de coût est généralement portée à 100% par les ménages, en tant que consommateurs⁵. Nous présentons les contributions des

⁵De nombreuses études ont cherché à déterminer la répartition du coût de la taxe entre les différents acteurs économiques, et à identifier quelle part de la taxe est effectivement transmise aux ménages. Fullerton et Metcalf (2002) montrent que cela dépend des valeurs de l'élasticité de la demande et de l'offre. Dans l'énergie, l'élasticité de la demande est inférieure, en valeur absolue,

études françaises et nous discutons où elles se situent au regard de la grille d'analyse présentée ci-dessus. Enfin nous mettons en avant les principaux enseignements de cette analyse et les besoins de recherche supplémentaire.

5.5.1 CONTRIBUTIONS DES ÉTUDES EXISTANTES

Le tableau 5.1 décrit les six études au niveau micro existantes en France.

Auteurs	Année de l'étude	Pays	Mesure du niveau de vie	Périmètre de l'étude	Réponses comportementales	Recyclage des recettes	Impact sur les revenus
Nichèle and Robin	1995	France	Consommation totale	Poste "Chaleur et éclairage" et "Achat et utilisation de véhicule"	Oui (uniforme)	Non	Non
Ruiz and Trannoy	2008	France	Revenu disponible	Ensemble de la consommation affectée par la TVA et les accises, dont la TIPP	Oui (uniforme)	Oui	Non
Berri	2014	France	Consommation totale	Poste "Transports privés" et poste "Transports publics"	Non	Non	Non
Clerc et Marcus	2009	France	Revenu disponible	Energie domestique, Carburants	Oui (différenciées)	Non	Non
Bureau	2011	France	Revenu disponible	Essence, diesel	Oui (différenciées)	Oui	Non
CGDD	2016	France	Revenu disponible	Fioul domestique, gaz de réseau, diesel, essence	Non	Non	Non

Figure 5.1 – Les études micro existantes en France

L'analyse de ces études au regard de la grille d'analyse montre qu'en France :

La mesure du niveau de vie. Quatre études utilisent le revenu disponible annuel. Deux études utilisent les dépenses totales annuelles.

Le périmètre de l'étude. Trois études concernent le secteur des transports uniquement, que ce soit via une taxe sur le carbone (Bureau, 2011) ou sur le volume consommé (Ruiz et Trannoy, 2008) (Berri et al., 2014). Trois études s'intéressent aux deux secteurs du logement et du transport, via une taxe sur le pétrole (Nichèle et Robin, 1995), le volume consommé (M. Clerc et

à l'élasticité de l'offre, si bien que la taxe est en grande partie transférée aux ménages. Dans la littérature, la plupart des études supposent que la hausse des prix de l'énergie est intégralement transférée aux ménages.

Marcus, 2009) ou une taxe sur le carbone (CGDD, 2016). Aucune de ces études ne considère l'impact sur la consommation d'énergie indirecte.

Les réponses comportementales. Quatre études considèrent des réponses comportementales. Deux études évaluent des élasticités prix et/ou revenu uniformes, les deux autres évaluent des élasticité-prix différenciées entre groupes de ménages.

Le recyclage des recettes. Deux études se sont intéressées au recyclage des recettes. Ces études concernent des taxes portant sur les carburants. Ruiz et Trannoy (2008) modélisent un recyclage sous forme d'une diminution du taux de TVA et trouvent que cela ne réduit que partiellement la régressivité, autrement dit la réforme globale reste régressive. Bureau (2011) modélise trois scénarios de transferts forfaitaires : un transfert universel, un transfert différencié selon la taille du ménage et un transfert différencié selon le revenu du ménage (étonnamment, il choisit d'augmenter le montant versé avec le revenu, ce qui est régressif par définition). Les deux premières options rendent la réforme globale progressive, quand la troisième, sans surprise, est régressive.

L'impact sur les revenus. Aucune étude ne considère l'impact sur les facteurs de revenu, ni l'indexation des transferts sociaux sur l'indice des prix à la consommation.

Ces études confirment le caractère régressif d'une taxe sur l'énergie ou le carbone avant recyclage dans le contexte français. Les principaux enseignements de ces études sont présentés ci-dessous.

Nichèle et Robin (1995) évaluent les effets distributifs d'une taxe carbone à 10\$ le baril de pétrole. Pour les ménages, cette taxe se traduit par une augmentation de prix de 5,59% pour le poste de dépense "Chaleur et éclairage" et de 1,48% pour le poste "Achat et utilisation de véhicules". Les auteurs simulent des réactions comportementales à l'aide d'un système de demande. Plus particulièrement, ils estiment des élasticités-prix compensées et des élasticités-revenu pour un ensemble de 10 postes de dépenses - les élasticités-prix compensées sont estimées à -0,079 pour "Chaleur et éclairage" et -0,205 pour "Achat et utilisation de véhicules", et les

élasticités-revenu à 0,593 et 1,627 respectivement. Dans cette étude, les auteurs montrent deux choses. Premièrement, ils trouvent que la taxe carbone a un effet régressif : les ménages les plus pauvres sont les plus impactés relativement à leur budget. Deuxièmement, ils soulignent que la taxe carbone entraîne de forts effets de substitution. En conséquence, côté logement, de manière contre-intuitive, la quantité consommée du poste "chaleur et éclairage" augmente avec le prix tandis que celle des postes "santé" et "vêtements" diminue. Ce résultat découle des valeurs estimées pour les élasticités-prix et élasticités-prix croisées, sans que soit précisé leur interprétation. Côté transport, la quantité consommée de carburant diminue légèrement avec le prix tandis que celle des transports publics augmente.

Ruiz et Trannoy (2008) mesurent les effets distributifs de deux réformes sur des taxes indirectes : une augmentation de l'écart entre les taux de TVA (TVA normale et TVA réduite) et une augmentation des accises sur le tabac et les alcools (accompagnée par une diminution du taux de TVA normale). Ils simulent des réponses comportementales. Pour cela, ils estiment des élasticités-prix compensées et des élasticités-revenu pour 8 postes de dépenses, puis les intègrent à un modèle de microsimulation. En particulier, ils estiment des élasticités-prix compensées de -0,383 pour "Logement et énergie" et de -0,549 pour "Automobile et transport", et des élasticités-revenu de 0,670 et 1,107 respectivement. Cette étude nous intéresse à plusieurs titres. Premièrement, les auteurs montrent que la fiscalité indirecte pèse davantage sur les ménages à revenu modeste. En particulier, le rapport interdécile D9/D1⁶ vaut 2,89 pour les accises sur les carburants (TIPP). Deuxièmement, en raisonnant à solde budgétaire constant, ils montrent qu'un changement de taux de TVA ne peut permettre que marginalement de répondre à des objectifs de redistribution. En effet, du fait de la relative similarité des profils de consommation moyens entre déciles de niveau de vie, une telle mesure aurait peu d'impact en matière de redistribution. Au contraire, ils soulignent la forte hétérogénéité des profils de consommation au sein de chaque décile et la difficulté à atténuer ces différences. Autrement dit, dans le cas d'une taxe carbone, ces résultats questionnent le rôle que peut avoir un recyclage par baisse de TVA pour des objectifs de redis-

⁶Le rapport interdécile D9/D1 est une des mesures les plus utilisées pour quantifier l'inégalité d'une distribution. Il correspond au rapport entre la valeur minimum du dixième décile et la valeur maximum du premier décile d'une distribution.

tribution.

M. Clerc et Marcus (2009) étudient l'élasticité-prix des consommations énergétiques des ménages en distinguant l'énergie domestique et les carburants. Ils adoptent deux méthodologies. Dans un premier temps, ils estiment des élasticités-prix moyennes à partir de séries temporelles de la comptabilité nationale. Cette approche garantit une variabilité temporelle des prix satisfaisante. Ils trouvent que la demande de carburant est assez sensible aux prix ($-0,2$ à court terme et $-0,4$ à long terme) tandis que la demande en énergie domestique l'est moins (non significative à court terme et $-0,2$ à long terme). Dans un second temps, ils estiment des élasticités-prix à partir de données d'enquêtes. Cette approche permet de considérer l'hétérogénéité entre les ménages. Pour des raisons méthodologiques, l'analyse ne porte cette fois que sur les carburants. Ils trouvent que la demande de carburants est plus fortement sensible aux prix sur le très court terme (entre $-1,0$ et $-0,7$ selon le modèle retenu). Les auteurs étudient également les différences de sensibilité suivant les catégories de ménages. Ils montrent que les ménages utilisant leur véhicule personnel pour le déplacement domicile-travail sont moins sensibles à une hausse du prix du carburant que les ménages ne l'utilisant pas à cet effet. En revanche, ils constatent peu de différences de sensibilité selon le niveau de vie et la localisation résidentielle des ménages. Cette étude apporte des éclairages sur les réponses comportementales. D'une part, ils observent une différence de sensibilité assez faible entre ménages pauvres et aisés, ce qui suggère que les réponses comportementales atténuent peu la régressivité d'une taxe sur l'énergie. D'autre part, ils observent une hétérogénéité des réponses plus forte selon d'autres caractéristiques, ce qui souligne l'importance des enjeux d'équité horizontale.

Bureau (2011) a étudié les effets distributifs d'une taxe carbone sur les carburants en France. Il modélise des réponses comportementales, en terme de distance parcourue, au niveau de chaque ménage. Il développe un modèle d'utilisation de la voiture, estimé à partir de données panels de 2003 à 2006. Il utilise une méthode en une étape avec une spécification linéaire. Il simule deux niveaux de taxation - $31\text{€}/\text{tCO}_2$ et $54\text{€}/\text{tCO}_2$. Il trouve une élasticité de la distance parcourue par rapport au "prix kilométrique" d'environ $-0,22$, ce qui est conforme à la littérature. Cela correspond à une réponse comportementale de court terme car les choix de véhicules sont maintenus constants. Les élasticités diminuent avec le revenu

et l'éloignement géographique. Les régions riches, périurbaines et rurales sont les moins sensibles aux prix. La taxe est régressive, les ménages les plus touchés étant les plus pauvres et ceux qui vivent dans les zones périurbaines et rurales. Trois scénarios de recyclage des recettes de la taxe sont testés. Le premier recyclage est forfaitaire - redistribution égale à tous les ménages - et rend la réforme progressive. Le deuxième recyclage est ajusté à la taille du ménage - redistribution en fonction du nombre d'unités de consommation du ménage - et rend la réforme progressive. Le troisième recyclage est ajusté au revenu - redistribution en fonction de la part de chaque ménage dans le revenu total - et se révèle régressif. Dans les trois scénarios de recyclage, les ménages urbains sont gagnants, tandis que les ménages périurbains et ruraux sont perdants. Enfin, il examine également les avantages en terme de réduction de la congestion suite à l'introduction de la taxe carbone. Ces avantages, calculés pour chaque ménage, correspondent à la valeur monétaire du gain de temps résultant de la réduction des kilomètres annuels parcourus par le ménage après l'introduction de la taxe carbone. Cela représente entre 10 et 24% des coûts moyens des ménages. La prise en compte de ces avantages a pour effet d'atténuer la régressivité de la taxe sur les carburants.

Berri et al. (2014) étudient les inégalités de consommation des ménages en matière de transport, ainsi que les effets distributifs de taxes sur différents produits de transport. Plus précisément, ils évaluent les changements marginaux induits par une augmentation de 1% des dépenses de transport. L'étude ne tient pas compte des réactions comportementales. Les auteurs considèrent les transports privés - achat de véhicules, achat de deux-roues, carburants et autres dépenses d'utilisation - et les transports publics. Dans cette étude, les auteurs montrent que les taxes sur les carburants se sont avérées être de plus en plus régressives au fil du temps, tandis que les taxes sur l'achat de véhicules sont devenues de moins en moins progressives. De plus, s'ils trouvent que les taxes globales sur les transports sont progressives, cela s'explique principalement par le caractère progressif des taxes sur les achats de voitures. Ces résultats traduisent une diffusion de l'usage de la voiture dans les classes modestes.

Le CGDD (2016) a réalisé une évaluation ex-ante de l'impact pour les ménages de la composante carbone introduite en 2014 en France. Les auteurs évaluent l'augmentation de prix pour chaque type d'énergie pour l'année 2016 (22€/tCO₂).

Puis ils estiment son impact sur différents types de ménages à partir du modèle de microsimulation Prometheus. Ils raisonnent à comportement des ménages inchangés. Ils évaluent un surcoût moyen de 83€, soit une augmentation de la facture énergie de 3%. Ils trouvent que la composante carbone est régressive - les ménages modestes sont davantage touchés relativement à leur revenu - et que l'effet est plus fort dans le logement pour les ménages modestes - en particulier le premier décile. De plus, ils évaluent ses impacts différenciés en fonction du niveau de vie, du type de chauffage, du type de véhicule, de la composition du ménage et de la localisation résidentielle. Ils trouvent que les ménages les plus touchés sont les ménages chauffés au fioul, roulant au diesel, les familles monoparentales et les personnes seules, et les ménages ruraux.

5.5.2 LES BESOINS DE RECHERCHE SUPPLÉMENTAIRE

Les études françaises confirment le caractère régressif d'une taxe sur l'énergie ou le carbone avant recyclage dans le contexte français. Cette revue de la littérature existante nous amène à nous interroger sur différents aspects. Nous soulevons trois points qui ne font pas consensus ou qui n'ont pas été traités en France, auxquels nous tenterons de répondre dans le chapitre suivant.

M. Clerc et Marcus (2009) et CGDD (2016) trouvent que taxer l'énergie domestique est plus régressif que taxer les carburants. Toutefois, Berri et al. (2014) montre que taxer les carburants devient de plus en plus régressif au cours du temps du fait de la diffusion de la voiture dans les couches modestes. Les données utilisées par M. Clerc et Marcus (2009) datant de 2006, celles du CGDD (2016) datant de 2006 pour le logement et de 2008 pour les carburants, on peut s'interroger sur l'évolution du niveau de régressivité. La régressivité a-t-elle continué de croître sur les carburants ? Taxer les carburants est-il devenu plus régressif que taxer l'énergie domestique ? Une évaluation sur des données récentes permettrait d'améliorer la connaissance sur les effets distributifs de la taxe carbone française dans le contexte actuel.

Les études qui introduisent des réactions comportementales supposent qu'il n'y a pas de limite inférieure de consommation de carburant sous laquelle il serait difficile d'aller. Or une réduction de la consommation pour certains ménages mo-

destes pourrait refléter des restrictions dans des services énergétiques, ce qui renvoie aux enjeux de précarité énergétique⁷. Aucune étude n'a à ce jour évalué l'impact d'une hausse de la fiscalité écologique sur la précarité énergétique. Dans quelle mesure la taxe carbone pourrait-elle contribuer à augmenter la précarité énergétique ?

A ce jour, deux études micro se sont intéressées au recyclage des recettes, dont une concerne spécifiquement le recyclage d'une taxe portant sur l'énergie (Bureau, 2011). Toutefois cette étude ne concerne que les carburants. Le débat reste ouvert pour savoir dans quelle mesure les effets distributifs d'une taxe carbone pourraient être compensés par la redistribution des recettes de la taxe : le recyclage peut-il permettre de compenser intégralement ou en partie la régressivité ? Qu'en est-il pour différents scénarios de redistribution aux ménages ?

Dans la suite, le chapitre 6 propose d'évaluer les impacts distributifs de la taxe carbone telle qu'introduite en 2014 en France. Pour cela, nous développerons un modèle de microsimulation des énergies du logement et du transport en France qui s'appuie sur un échantillon représentatif de la population française (Phébus 2012). Ce modèle simule, pour chaque ménage, les taxes prélevées sur sa consommation d'énergie, dont la taxe carbone. A partir de ce modèle, nous serons en mesure d'apporter des éléments de réponse aux trois points qui viennent d'être soulignés.

⁷ Une baisse de la consommation d'énergie peut traduire une hausse de l'efficacité énergétique - moins d'énergie est consommée pour atteindre un même niveau de services énergétiques - ou encore des comportements de sobriété ou de restriction - moins d'énergie est consommée car le niveau de services énergétiques baisse

RÉFÉRENCES

- Baker, Paul, Richard Blundell et John Micklewright (1989). “Modelling household energy expenditures using micro-data”. In : *The Economic Journal* 99.397, p. 720–738.
- Ballas, Dimitris et al. (2013). “A Review of Microsimulation for Policy Analysis”. en. In : *Spatial Microsimulation for Rural Policy Analysis*. Sous la dir. de Cathal O’Donoghue et al. Advances in Spatial Science. Springer Berlin Heidelberg, p. 35–54. ISBN : 978-3-642-30025-7 978-3-642-30026-4. DOI : [10.1007/978-3-642-30026-4_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-30026-4_3).
- Banks, James, Richard Blundell et Arthur Lewbel (1996). “Tax reform and welfare measurement : do we need demand system estimation?” In : *The Economic Journal*, p. 1227–1241.
- Barthold, Thomas A. (1993). “How should we measure distribution?” In : *National Tax Journal*, p. 291–299.
- Beck, Marisa et al. (2015). “Carbon tax and revenue recycling : Impacts on households in British Columbia”. In : *Resource and Energy Economics* 41, p. 40–69. ISSN : 0928-7655. DOI : [10.1016/j.reseneeco.2015.04.005](https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2015.04.005).
- Berri, Akli et al. (2014). “Household transport consumption inequalities and redistributive effects of taxes : A repeated cross-sectional evaluation for France, Denmark and Cyprus”. In : *Transport Policy* 36.Supplement C, p. 206–216. ISSN : 0967-070X. DOI : [10.1016/j.tranpol.2014.08.007](https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.08.007).
- Birkin, Mark et Belinda Wu (2012). “A review of microsimulation and hybrid agent-based approaches”. In : *Agent-based models of geographical systems*. Springer, p. 51–68.
- Blanchet, Didier et al. (2015). “Microsimulations statique et dynamique appliquées aux politiques fiscales et sociales : modèles et méthodes”. In : *Economie et statistique* 481, p. 5–30.
- Bourguignon, François, Anne-Sophie Robilliard et Sherman Robinson (2003). *Representative versus real households in the macro-economic modeling of inequality*. Working Paper DT/2003/10. DIAL (Développement, Institutions et Mondialisation).

- Bourguignon, François et Amedeo Spadaro (2003). “Les modèles de microsimulation dans l’analyse des politiques de redistribution : une brève présentation”. In : *Economie & prévision* 4, p. 231–238.
- (2006). “Microsimulation as a tool for evaluating redistribution policies”. In : *Journal of Economic Inequality* 4.1, p. 77. ISSN : 15691721.
- Brännlund, Runar et Jonas Nordström (2004). “Carbon tax simulations using a household demand model”. In : *European Economic Review* 48.1, p. 211–233.
- Buddelmeyer, Hielke et al. (2012). “Linking a microsimulation model to a dynamic CGE model : Climate change mitigation policies and income distribution in Australia”. In : *International Journal of Microsimulation* 5.2, p. 40–58.
- Bureau, Benjamin (2011). “Distributional effects of a carbon tax on car fuels in France”. In : *Energy Economics* 33.1, p. 121–130. ISSN : 0140-9883. DOI : [10.1016/j.eneco.2010.07.011](https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.07.011).
- Callan, Tim et al. (2009). “The distributional implications of a carbon tax in Ireland”. In : *Energy Policy* 37.2, p. 407–412.
- CGDD (2016). “L’impact, pour les ménages, d’une composante carbone dans le prix des énergies fossiles.” fr. In : *Point sur n°225*.
- Clerc, Denis et Jean-Paul Piriou (2011). “Lexique de sciences économiques et sociales”. fr. In : *Repères* 9e éd. P. 5–166. ISSN : 0993-7625.
- Clerc, Marie et Vincent Marcus (2009). “Élasticités-prix des consommations énergétiques des ménages”. In : *INSEE Documents de travail*.
- Combet, Emmanuel (2013). “Fiscalité carbone et progrès social. Application au cas français”. Thèse de doct. École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS).
- Cornwell, Antonia et John Creedy (1998). *Measuring the welfare effects of tax changes using the LES : an application to a carbon tax*. Springer.
- Cronin, Julie Anne, Don Fullerton et Sexton (2017). “Vertical and Horizontal Redistributions from a Carbon Tax and Rebate”. In : *NBER Working Paper* 23250. DOI : [10.3386/w23250](https://doi.org/10.3386/w23250).
- Dalton (1936). “Principles of public finance”. In :
- Dubin, Jeffrey A. et Daniel L. McFadden (1984). “An econometric analysis of residential electric appliance holdings and consumption”. In : *Econometrica : Journal of the Econometric Society*, p. 345–362.

- Friedman, Milton (1957). "The permanent income hypothesis". In : *A theory of the consumption function*. Princeton University Press, p. 20–37.
- Fullerton, Don (2008). *Distributional Effects of Environmental and Energy Policy : An Introduction*. Working Paper 14241. National Bureau of Economic Research. DOI : [10.3386/W14241](https://doi.org/10.3386/W14241).
- Fullerton, Don et Gilbert E. Metcalf (2002). "Tax incidence". In : *Handbook of public economics* 4, p. 1787–1872.
- Grainger, Corbett A. et Charles D. Kolstad (2010). "Who pays a price on carbon ?" In : *Environmental and Resource Economics* 46.3, p. 359–376.
- Hassett, Kevin A., Aparna Mathur et Gilbert E. Metcalf (2007). *The incidence of a US carbon tax : A lifetime and regional analysis*. Rapp. tech. National Bureau of Economic Research.
- Heckman, James (2001). "Accounting for heterogeneity, diversity and general equilibrium in evaluating social programmes". In : *The Economic Journal* 111.475, p. 654–699.
- Kakwani, Nanak C. (1977). "Measurement of Tax Progressivity : An International Comparison". In : *The Economic Journal* 87.345, p. 71–80. ISSN : 0013-0133. DOI : [10.2307/2231833](https://doi.org/10.2307/2231833).
- Kirman, Alan P. (1992). "Whom or what does the representative individual represent ?" In : *The Journal of Economic Perspectives*, p. 117–136.
- Labandeira, Xavier, José M. Labeaga et Xiral López-Otero (2017). "A meta-analysis on the price elasticity of energy demand". In : *Energy Policy* 102. Supplement C, p. 549–568. ISSN : 0301-4215. DOI : [10.1016/j.enpol.2017.01.002](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.01.002).
- Labandeira, Xavier, José M. Labeaga et Miguel Rodríguez (2006). "A Residential Energy Demand System for Spain". In : *The Energy Journal* 27.2. ISSN : 01956574. DOI : [10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol27-No2-6](https://doi.org/10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol27-No2-6).
- (2009). "An integrated economic and distributional analysis of energy policies". In : *Energy Policy* 37.12, p. 5776–5786.
- Merz, Joachim (1991). "Microsimulation : a survey of principles, developments and applications". In : *International Journal of Forecasting* 7.1, p. 77–104.
- Musgrave, Richard A. (1990). "Horizontal equity, once more". In : *National Tax Journal* 43.2, p. 113–122. ISSN : 0028-0283.

- Musgrave, Richard Abel et Tun Thin (1948). "Income tax progression, 1929-48". In : *The Journal of Political Economy*, p. 498–514.
- Nichèle, Véronique et Jean-Marc Robin (1995). "Simulation of indirect tax reforms using pooled micro and macro French data". In : *Journal of Public Economics* 56.2, p. 225–244. ISSN : 0047-2727. DOI : [10 . 1016 / 0047 - 2727 \(94\) 01425 - N](https://doi.org/10.1016/0047-2727(94)01425-N).
- O'Donoghue, Cathal et al. (2001). "Dynamic microsimulation : A methodological survey". In : *Brazilian Electronic Journal of Economics* 4.2, p. 77.
- Orcutt, Guy H. (1957). "A new type of socio-economic system". In : *The review of economics and statistics* 39.2, p. 116–123.
- Parry, Ian WH et al. (2005). "The incidence of pollution control policies". In : *NBER Working Paper* 11438. DOI : [10 . 3386 / w11438](https://doi.org/10.3386/w11438).
- Pizer, William A. et Steven Sexton (2017). *Distributional Impacts of Energy Taxes*. Working Paper 23318. National Bureau of Economic Research. DOI : [10 . 3386 / w23318](https://doi.org/10.3386/w23318).
- Poterba, James M. (1991). "Is the gasoline tax regressive?" In : *Tax Policy and the Economy*. T. 5. The MIT Press, p. 145–164.
- Rausch, Sebastian et Giacomo A. Schwarz (2016). "Household heterogeneity, aggregation, and the distributional impacts of environmental taxes". In : *Journal of Public Economics* 138, p. 43–57. ISSN : 0047-2727. DOI : [10 . 1016 / j . jpubeco . 2016 . 04 . 004](https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2016.04.004).
- Rawls, John (2009). *A theory of justice : Revised edition*. Harvard university press. ISBN : 978-0-674-00078-0.
- Ruiz, Nicolas et Alain Trannoy (2008). "Le caractère régressif des taxes indirectes : les enseignements d'un modèle de microsimulation". In : *Economie et statistique* 413.1, p. 21–46.
- Silber, Jacques (1994). "Income Distribution, Tax Structure, and the Measurement of Tax Progressivity". en. In : *Public Finance Review* 22.1, p. 86–102. ISSN : 1091-1421, 1552-7530. DOI : [10 . 1177 / 109114219402200105](https://doi.org/10.1177/109114219402200105).
- Spadaro, Amedeo (2007). *Microsimulation as a tool for the evaluation of public policies : methods and applications*. Fundacion BBVA.

- Sterner, Thomas (2007). “Fuel taxes : An important instrument for climate policy”. In : *Energy Policy* 35.6, p. 3194–3202. ISSN : 0301-4215. DOI : [10 . 1016 / j . enpol . 2006 . 10 . 025](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.10.025).
- (2012). “Distributional effects of taxing transport fuel”. In : *Energy Policy. Modeling Transport (Energy) Demand and Policies* 41, p. 75–83. ISSN : 0301-4215. DOI : [10 . 1016 / j . enpol . 2010 . 03 . 012](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.03.012).
- Stiglitz, Joseph E. (1982). “Utilitarianism and horizontal equity : The case for random taxation”. In : *Journal of Public Economics* 18.1, p. 1–33. ISSN : 0047-2727. DOI : [10 . 1016 / 0047 - 2727 \(82 \) 90009 - 3](https://doi.org/10.1016/0047-2727(82)90009-3).
- Suits, Daniel B. (1977). “Measurement of tax progressivity”. In : *The American Economic Review*, p. 747–752.
- Wadud, Zia, Daniel J. Graham et Robert B. Noland (2010). “Gasoline Demand with Heterogeneity in Household Responses”. In : *Energy Journal* 31.1, p. 47–74. ISSN : 01956574.
- West, Sarah E. et Robertson C. Williams (2004). “Estimates from a consumer demand system : implications for the incidence of environmental taxes”. In : *Journal of Environmental Economics and management* 47.3, p. 535–558.

6

Compensating households from carbon tax regressivity and fuel poverty: a microsimulation study

Abstract. For households, taxing carbon raises the cost of the energy they use to heat their home and to travel. This paper studies the distributional impacts of the recently introduced French carbon tax and the design of compensation measures. Using a microsimulation model built on a representative sample of the French population from 2012, I simulate for each household the taxes levied on its consumption of energy for housing and transport. Without recycling, the carbon tax is regressive and increases fuel poverty. However, I show how compensation measures can offset these impacts. A flat cash transfer offsets tax regressivity by redistributing <60% of households' contribution. This result falls to 17% when the transfer is targeted at low-income households. Furthermore, I find that targeting the cash transfer reduces fuel poverty by up to 50% below its pre-tax level with

a 30.50€/tCO₂ carbon tax. These results demonstrate compensating households is achievable at reasonable cost relative to carbon tax revenues. Carbon taxation even constitutes an opportunity to finance ambitious policies to fight fuel poverty.

6.1 INTRODUCTION

France committed to reduce its greenhouse gas emissions by 40% in 2030 compared to 1990 levels under the Act of the 17 August 2015 on Energy Transition for Green Growth. To achieve this objective, the government introduced a carbon tax in 2014. It takes the form of a carbon component directly integrated into existing taxes on energy consumption. The amount of carbon tax is proportional to CO₂ emissions in order to internalize the environmental externalities of consuming energy. In France, the carbon tax affects all energies – including network gas, heating oil, diesel and gasoline – except electricity, which is already covered by the European carbon market (EU ETS). The trajectory of the carbon tax progressively increased from 7€/tCO₂ in 2014 to 30.5€/tCO₂ in 2017, and the law on energy transition (2015) plans the carbon tax to reach 56€/tCO₂ in 2020 and 100€/tCO₂ in 2030¹ to meet our climate objectives.

This paper aims to explore the distributional impacts of the recently introduced French carbon tax. In the long-term, the carbon tax should lead to a decrease in energy consumption and spending, but during the transition to a low-carbon economy, its consequence for households is to raise travel cost and heating cost. Taxing carbon increases the cost of fossil fuels, which firms are likely to pass through to consumers in the form of higher prices. There follows a decline in purchasing power that is likely to affect households in their daily life. Moreover the burden it places on households' budget increases with lower incomes and as households are constrained in their behaviour (CGDD, 2016). One can think of households living in poorly insulated housing, or those who have no alternative to car use. Because they may not have the capacity to adjust their energy consumption, part of the population is likely to face difficulties to meet their energy needs. This

¹For comparison, in 2016, about 19 countries had implemented or scheduled for implementation a carbon tax (World Bank 2016). Their amount varied between 137\$/tCO₂ (118€/tCO₂) for Sweden to less than 1\$/tCO₂e (0.9€/tCO₂) for Mexico.

phenomenon - called fuel poverty – is gathering momentum in France (Charlier, Risch, and Salmon, 2015; Legendre and Ricci, 2015), and more broadly in Europe (Derdevet, 2013; Bouzarovski, Petrova, and Sarlamanov, 2012; Thomson and Snell, 2013). In France, the law Grenelle 2 defines fuel poverty as *“particular difficulties in its housing to obtain the supply of energy necessary to satisfy its basic needs because of the inadequacy of its resources or its housing conditions”*². The number of households in fuel poverty rose by 17% in France between 2006 and 2013. It is now affecting more than 20% of households according to the French National Observatory on Fuel Poverty (ONPE, 2016). In this context, it is essential to ensure that the carbon tax will not exacerbate further the issue of fuel poverty. This study seeks to quantify the distributional impacts of the carbon tax and to design compensation measures that restore social equity across households.

In order to smooth the transition to a low-carbon society, the energy transition law is complemented with social objectives aiming at fighting against fuel poverty and ensuring the right for all households to access energy without excessive cost relative to their financial resources. The French government committed to reduce fuel poverty by 15% in 2020 compared to 2015 level, as well as to eliminate all energy-inefficient housing by 2025³. To support low-income households, the French government has already implemented a set of measures. Some curative measures are proposed to help the fuel poor pay their energy bills. In 2016, three million low-income households benefited from social tariffs on electricity and gas. The government is currently testing an “energy check” to replace social tariffs. It corresponds to a financial support sent to households for the payment of their energy spending. It is conditional on income, and four million households are expected to be eligible by 2018. In addition, shutting down energy access has been forbidden during the winter period in case of bill arrears. The government also proposes preventive measures, which focus on improving housing conditions in terms of energy efficiency. The program “Habiter Mieux” provides financial support to low-income homeowners willing to renovate their home. Yet those measures are limited in scale and they do not directly tackle the impacts introduced by the carbon

²<https://www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2010/7/12/2010-788/jo/texte>

³Energy-inefficient housing corresponds to housing consuming more than 330 kWh/m²/year. They are classified F or G under the French energy performance scale.

tax. Addressing the social consequences of taxing energy is essential to ensure the social acceptability of an ambitious carbon tax, as planned by current laws.

The aim of this paper is twofold. Firstly I measure the distributional impacts of taxing carbon on households' direct energy use for housing and transport. In particular, I quantify the regressivity of the carbon tax and the increase in fuel poverty. Secondly I look at how to compensate households for these impacts. I discuss the design of compensation measures and I evaluate how much recycling it requires. To do so, I developed a microsimulation model built to evaluate fiscal policies affecting energy taxes in France, which include the carbon tax. It simulates the impact of the carbon tax at the individual household level and enables an accurate assessment of its distributional consequences. The model is built on the survey Phebus (2012), which constitutes the most recent data available in France that contains detailed information on energy consumption both for housing and transport. The model is static, and if it fails to account for general equilibrium consequences, it offers a good approximation of the short-term impacts of a given policy. Another contribution is to analyse the link between fuel poverty and carbon taxation. On the one hand, because it increases the cost of using carbon-intense energy, the carbon tax weighs heavily on households' budget and threatens part of the population to fall in fuel poverty. On the other hand, the revenue generated by the carbon tax provides the opportunity to finance ambitious public policies aiming at fighting against fuel poverty. As such this study sheds new light on the carbon tax as an opportunity to respond to the issue of fuel poverty.

The rest of the paper is organised as follows. The second section describes the microsimulation model, the data, and the indicators used to evaluate the distributional impacts of the carbon tax. The third section presents the main results and related discussion. The fourth section summarizes findings and provides policy recommendations.

6.2 METHODS

This study is based on a microsimulation model that simulates the taxes levied on the energy consumption of households for a representative sample of the French population. It allows assessing the aggregate and distributive impacts of reforms

on energy taxation and compensation measures already implemented or under review. In particular this model allows analysing the distributional effects of carbon taxation and the vulnerability of households to the transition toward a low-carbon society. The model is based on the most recent data on energy consumption available in France, a survey of 5405 households - Phebus 2013 – which includes detailed information about each household, their housing characteristics and their energy consumption both for housing and transport in 2012. For the purpose of this paper, the baseline scenario corresponds to the energy tax system in 2012. Then I simulate counterfactual scenarios corresponding to introducing a carbon tax, and I measure the average impact on household energy spending as well as the distribution of impacts across society.

It is the only known microsimulation model based on the survey Phebus at the time of writing. Compared to existing microsimulation models applied to energy in France, this model integrates direct information on energy consumption in volume - without deriving volumes from energy spending. It includes both energy for domestic use and traveling - without matching of distinct databases. It is based on the most recent data, especially data on transport - compared to the latest survey on transport ENT-D which dates back to 2008.

Microsimulation is particularly relevant to the analysis of the distributional impacts of public policies and tax reforms (Merz, 1991; Spadaro, 2007; Bourguignon and Spadaro, 2006). The main advantages are to include the use of nationally representative data, the ability to incorporate a wide range of behaviours and the ability to overcome aggregation biases⁴. However it does not consider interactions between households. For such purpose, agent-based models would be better suited. Moreover most microsimulation models do not consider general equilibrium consequences because it requires too much data and computational power, though this can be approached by coupling a microsimulation model with a computable general equilibrium model. For these reasons, when it is static, microsimulation modelling is best suited to evaluate the short-term impacts of a given policy.

⁴The aggregation bias means that non-linear relationship at the individual level cannot be estimated at the aggregate level. In regard with environmental taxes, Rausch and Schwarz (2016) demonstrated that failing to incorporate household heterogeneity can affect the incidence of a carbon tax. Applied on US data, they found a significant bias, which mainly affects the sources side of income, but also the uses side of income.

Designing the microsimulation model requires the five following elements:

- a database containing a sample of representative households,
- a modelling of the energy tax system,
- a modelling of households' behaviour,
- the indicators to measure the distributional impacts,
- the scenario to be analysed.

6.2.1 THE DATABASE

The model is based on Phebus, a survey that was conducted in 2013 for the French government and that is representative of the French metropolitan main homes. 5405 households were interviewed about their energy consumption and the characteristics of their dwelling, including the energy performance. The objective of this survey is to inform public policies on households' energy consumption and housing renovation. The survey unit corresponds to a household. It also contains detailed information on the socio-demographic characteristics of each occupant and their energy habits. In the model, data is consolidated in a unique database for 2012, which corresponds to the counterfactual scenario. Then other databases are generated for each scenario that is evaluated in this study (see section 6.2.5).

This study deals with households using individual equipment for heating and water heating. They represent 80,7% of French households. For these households, the energy spending is known in the survey. The 19,3% other households use collective equipment and they are excluded from the study because their energy spending is not perfectly identifiable from the other expenses of the house - their energy spending being included in their collective building charges. This explains why they show lower individual energy spending than other households. As a result, it is more difficult to identify which household is fuel poor. Households using collective equipment relate mostly to apartments, among which renters are over-represented. This must be kept in mind when interpreting results.

6.2.2 THE ENERGY TAX SYSTEM

MODELLING THE CARBON TAX

In the model, the carbon tax is applied in addition to existing taxes on energy. Its structure is inspired by actual implementation rules, but it slightly differs from the French legislation, where the carbon tax is introduced as part of existing energy taxes – called TIC (Taxe Intérieure de Consommation). In the model, the carbon tax and TIC are modelled separately. The carbon tax corresponds to an excise duty applied on the volume of energy consumed. It is expressed per ton of CO₂. The carbon tax rate applied on each type of energy is function of its carbon content⁵ (see table 6.1). Though the carbon content of electricity is not null, there is no carbon tax applied on electricity, as it is out of scope in current French law⁶. The carbon tax rates are derived for each type of energy as such:

Carbon tax rate (€/unit) = carbon component (€/tCO₂) × carbon content (tCO₂/unit)

In 2012, a carbon component at 30.5 €/tCO₂ would have represented between 8% and 15% of energy prices before taxes. The highest share of carbon tax falls on network gas. Similarly it would have represented between 5% and 12% of energy prices after taxes. Gasoline and diesel are the energy bearing the highest level of pre-existing taxes, so that their share of carbon component in energy prices after taxes are the lowest (5,3% and 6,5% respectively).

MODELLING ENERGY SPENDING

In the microsimulation model, energy spendings are estimated for each household taking account of the types of energy they use, their consumption levels and the types of contracts and options they subscribed. Prices per kWh, litre or ton as well as subscription costs are expressed before taxes. The type of energy and type

⁵Carbon contents correspond to direct emissions for production (upstream) and combustion in France. They are detailed in Appendix 6.A and available online at: http://23dd.fr/images/stories/Documents/PV/Ademe_Metro_Chapitre_2_Energie.pdf

⁶Electricity is subject to a carbon price through the European carbon market, but the price per ton of CO₂ is much lower. It has remained around 5-8€/tCO₂ since 2012. Moreover electricity has a low carbon content in France, so that the carbon share in the price of kWh is negligible – about 0,003c€/kWh, that is 0,02% of the consumer price in 2012.

	Carbon content*	Carbon tax rate	Share of carbon tax
	tCO2	Carbon tax = 30.5 €/tCO2	Compared to 2012 energy prices
1 ton of heating oil	3.483	106.23 €/ton	9.3%
1 MWh of network gas	0.000238	7.3 €/MWh	12.4%
1 litre of diesel	0.00297	0.091 €/l	6.5%
1 litre of gasoline	0.00282	0.086 €/l	5.3%
1 litre of LPG	0.00187	0.057 €/l	6.5%

Table 6.1 – Carbon content and carbon tax rate according to the type of energy (*source : Guide des facteurs d'émissions v6.1, Ademe).

of contract are supposed to remain unchanged in the different scenarios (level of power subscribed, type of contract, type of energy for heating, type of fuel for traveling). Volumes consumed, taxes and prices before taxes are taken at their 2012 level. The model simulates the different taxes that apply to energy consumption according to the French legislation: TICPE for diesel, gasoline and heating fuel, TICGN for network gas, and TCFE for electricity (see Appendix 6.A for a description of the French energy taxation system). Carbon taxation is introduced as described in the previous section. Then a VAT rate – Value Added Tax - is applied on the cost associated to consumption and a reduced VAT rate is applied on the subscription cost. This reduced VAT rate applies to basic necessities, everyday consumption or to favour certain sectors. The modelling of energy spending is presented below for each type of energy.

Electricity / Network gas

$$\begin{aligned} \text{Energy spending} = & \text{Subscription cost}[\text{type of contract}] \times (1 + \text{reduced VAT}) \\ & + \text{Volume consumed} \times (\text{cost per kWh} + \text{modeled TIC}^* + \\ & \text{carbon tax}) \times (1 + \text{normal VAT}) \end{aligned} \quad (6.1)$$

Gasoline / Diesel / LPG / Heating fuel / Wood

$$\begin{aligned} \text{Energy spending} = & \text{Volume consumed} \times (\text{cost per litre or ton} + \text{modeled TIC}^* \\ & + \text{carbon tax}) \times (1 + \text{normal VAT}) \end{aligned} \quad (6.2)$$

*modeled TIC = legal tax rate of TICGN / TICPE / TCFE - modeled carbon

tax

6.2.3 HOUSEHOLDS BEHAVIOUR

Changes in behaviour following the introduction of the carbon tax are modelled individually for each household in the sample. In this paper, behavioural responses are modelled with the price elasticity of demand. It measures the responsiveness of the volume of energy consumed to a change in energy price, other things being equal. In other words, it represents the percentage change in energy consumed in response to a one per cent change in energy price. Values of price elasticity of demand used are estimated from the survey Budget des Familles 2011 based on Engel curves (see Appendix 6.B for more details). They correspond to short-term elasticity. They account for a decrease in consumption, while the stock of households' equipment remains the same. The hypothesis is that in the short-term households cannot replace their heating system, or their vehicle. Price elasticities are differentiated by type of energy and by decile of income.

6.2.4 THE DISTRIBUTIONAL IMPACTS

MEASURING TAX PROGRESSIVITY

The distributional effects of carbon taxation refer to how the burden of the tax is distributed across households. It starts with measuring the cost of the tax at the household level and then look at its distribution across society. Households are classified by some measure of economic well being, most often by income level. A tax will be said progressive if the tax to income ratio rises with income, regressive if it falls with income (Fullerton and Metcalf, 2002). In other words, a progressive tax system is more favourable to lower-income households, while a regressive tax system is more favourable to higher-income households.

Different indexes have been developed to summarize distributional effects. They have the advantage to assess the overall effect of a tax in a single number. The Suits index of tax progressivity consists in measuring the deviation of a tax system from proportionality (Suits, 1977). It is the most widely used index in the literature on measuring the distributional effects of energy/transport taxation. With this approach, a progressive tax system is one in which the average tax to income ratio –

the share of income paid in taxes - increases with income. The value of the Suits Index varies from +1 (extreme progressivity where the entire tax burden is born by the richest household), through 0 (neutral where the tax burden is strictly proportional to income) to -1 (extreme regressivity where the entire tax burden is born by the poorest household). Its mathematical representation is:

$$\text{Suits Index} = \sum_{\text{households}} \frac{1}{2} \times (T(y_h) + T(y_{h-1})) \times (y_h - y_{h-1}) \quad (6.3)$$

with y_h the accumulated percent of total income of all households with an income lower or equal to household h and $T(y_h)$ the accumulated percent of total carbon tax of those same households.

MEASURING FUEL POVERTY

In France, the issue of fuel poverty was officially recognised in 2010, and the law defined a person in fuel poverty as *"experiencing particular difficulties in its housing to obtain the supply of energy necessary to satisfy its basic needs because of the inadequacy of its resources or its housing conditions"*⁷. This definition makes a connection between two causes of fuel poverty: low financial resources and poor energy performance.

The multidimensional nature of fuel poverty makes its measurement a difficult task and rouses debates about which indicator(s) should be used to evaluate fuel poverty. Yet, among policy makers, fuel poverty is usually measured with an energy to income ratio. It corresponds to households spending more than a certain share of their income on energy. In housing, the 10% ratio has been commonly used so far (Boardman, 1991). Alternatively the threshold is sometimes taken at two times the median ratio to account for the evolution in energy prices. More recently, Hills (2012) developed the Low Income High Costs (LIHC) indicator, which has since become the official definition of fuel poverty in the UK. According to this new definition, households are considered fuel poor if *"they have required fuel costs that are above the contemporary median level; and were they to spend that amount, they*

⁷<https://www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2010/7/12/2010-788/jo/texte>

would be left with a residual income below the official poverty line”.

In this paper, I adopt the indicators defined by the French National Observatory on Fuel Poverty. Three indicators are retained to quantify fuel poverty (ONPE, 2016). They correspond to the energy to income ratio, an adapted version of the low-income high-cost approach and a subjective indicator identifying households declaring feeling cold. This paper evaluates the impact of carbon taxation on the two first indicators defined by ONPE – the third indicator being declarative it cannot be assessed directly. In equations 6.4, 6.5 and 6.6, income refers to total disposable income and energy spending refers to total energy spending. The first indicator is the energy to income ratio. It identifies households spending more than 10% of their income on energy spending, among households belonging to the three lowest income deciles:

$$\frac{\text{Energy spending}}{\text{Disposable income}} > 10\% \quad (6.4)$$

The second is called the BRDE indicator (Bas Revenu Dépenses Elevées). It is an adapted version of the LIHC approach. A household is fuel poor if its energy expenditure is higher than the national median energy expenditure; and its net income per consumption unit is below the national poverty line⁸. The energy spending is here adjusted to the composition of households - it is divided by the number of consumption units⁹ - or to the size of the dwelling - it is divided by the number of square meters. The net income refers to total disposable income after the energy spending.

$$\frac{\text{Energy spending}}{\text{Number of CU or m}^2} > \text{National median} \quad (6.5)$$

$$\frac{\text{Disposable income} - \text{Energy spending}}{\text{Number of CU}} < \text{Poverty line} \quad (6.6)$$

These indicators allow evaluating the impact of the carbon tax on fuel poverty

⁸In France, the poverty line is set at 60% of the national median disposable income per consumption unit - before housing cost.

⁹The size of the Consumption Unit (CU) of a household is based on the most widely used equivalence scale (the OECD scale): the first adult counts for 1, other persons aged 14 years old or older count for 0,5 each, and children under 14 years old count for 0,3 each. It is used to compare the standard of living of households of different composition.

in the domestic sector. The effect on fuel poverty in the transport sector is not evaluated in this paper. Firstly there is no official indicator of fuel poverty in the transport sector in France. Secondly because of the high diversity in travel needs and unequal access to alternatives, a simple transposition of existing indicators in the domestic sector to the transport sector is not satisfactory (Berry et al., 2016). For these reasons, here the fuel poverty indicators will be restricted to the domestic sector.

6.2.5 SCENARIOS

This study evaluates different scenarios describing the introduction of carbon taxation in France. Firstly it considers the carbon tax without behavioural responses and without recycling of the carbon tax revenue. The carbon tax is set at 30.5€/tCO₂, which corresponds to the tax level implemented in 2017 in France. In a second step, price elasticity of demand is introduced so that households respond to rising energy prices by decreasing the volume of energy they consume. Values of price elasticity are differentiated per standard-of-living deciles for both housing and transport. In a third step, households receive monetary compensations. Different designs of compensations are tested that differ in size and eligibility. All scenarios are counterfactual situations of the year 2012, which corresponds to the reference year in the microsimulation model - before the carbon tax was introduced. All scenarios describe what would have happened if a carbon tax had been introduced in 2012.

The revenue generated by the carbon tax offers the opportunity to compensate households for its negative impacts. Different designs of cash transfers are simulated and compared to support households. The first design corresponds to a flat cash transfer (flat transfer). The same amount is transferred to every household. Cash transfers can also be finely designed to account for the heterogeneity of the impact of the carbon tax, and in particular to allow horizontal redistribution between rich and poor, but also vertical redistribution between households with the same income level but different level of energy consumption (Cronin, Fullerton, and Sexton, 2017). To do so, the amount of transfer is adjusted to household composition (size-based transfer), residential location (geographic-based trans-

fer) and income level (income-based transfer). The fifth design corresponds to a cash transfer targeted at low-income (targeted transfer). Only households belonging to the first three deciles of income are eligible to receive a flat transfer. Thus for each design of cash transfer, the amount of transfer received by a household is adjusted by a transfer multiplier. Transfer multipliers are summarised in table 6.2.

In this paper, I study two policy objectives: offsetting regressivity and offsetting additional fuel poverty. For each objective I evaluate the minimum cash transfer which:

- Makes the carbon tax become progressive, based on the Suits index of progressivity,
- Brings back fuel poverty to its pre-tax rate, based on the indicators of fuel poverty.

In the end, for each design and objective, a household h receives the following cash transfer:

$$\text{Cash transfer}(h) = \text{Minimum transfer} \times \text{Transfer multiplier}(h) \quad (6.7)$$

Design of transfer	Transfer multipliers		
Flat	All population 1		
Size-based	1 CU* 1	1 <CU <2 1.3	>2 CU 1.6
Geographic-based	City 1	Suburbs or Isolated town 1.4	
Income-based	Decile 1** 3	Decile 2 2	≥ Decile 3 1
Targeted	Decile 1-2-3 1	≥ Decile 4 0	

*CU = Consumption Unit **Decile of standards of living

Table 6.2 – Transfer multipliers used to evaluate the amount of cash transfer received by each household.

6.3 RESULTS AND DISCUSSION

6.3.1 THE IMPACT OF THE CARBON TAX ON ENERGY BILLS WITHOUT BEHAVIOURAL RESPONSE

A carbon tax set at 30.50€/tCO₂ is estimated to increase annual energy spending of households by 195€ on average for housing and for travelling, among which 163€ is for the carbon tax and 32€ is for additional VAT (VAT applied on the amount of carbon tax). It represents almost 5% of households' energy spending in 2012, the reference year of the model, that is, before the introduction of the carbon tax. The mean impact is more important for travelling than for home purposes. Energy spending increases by 114€ for travelling (95€ for the carbon tax out of VAT) and by 82€ in the home (68€ for the carbon tax out of VAT). Yet the impact on energy spending varies a lot in the population. It depends on several factors: income, but

also household composition, occupation status, heating type, residential location, etc. Almost one household in two is not affected by carbon tax in the domestic sector (those using electric heating), two in ten are not affected in the transport sector (those who do not use a thermal motor vehicle), and one in ten is not affected at all. On the opposite, one household in ten has its energy spending that increases by more than 250€/year either in the domestic sector or transport sector, and one in ten by more than 400€/year overall.

The average impact increases with income classes. The 10% poorest pay 130€ of carbon tax per household on average (including VAT). This is less than half what pay the 10% richest (274€/household) and two third what pays the average household in the population (195€/household).

6.3.2 THE CARBON TAX IS REGRESSIVE

To account for differences in standards of living, the impact of the carbon tax is analysed in terms of tax to income ratio: it corresponds to the amount of carbon tax paid (out of VAT) as a share of households' disposable income. Low-income households clearly bear the highest burden of the tax, with a tax to income ratio of 0.77% on average for the 10% poorest households, against 0.23% for the 10% wealthiest (figure 6.1). It means that the 10% poorest are 2.4 times more impacted than the 10% wealthiest, and 1.5 times more impacted than the average household (0.52%). Low-income households are the most affected by the carbon tax both on housing energy (which represents 0.36% of their income) and on transport energy (0.42%). The tax burden then decreases progressively with income in the domestic sector. This is less clear in the transport sector, where middle-class households remain highly impacted - deciles 3 to 6 show similar tax to income ratio – compared to the richest households. It means their fuel consumption increases at the same pace as their income, which can be explained by driving longer distances, by changes in the modal share towards cars and by owning bigger vehicles.

The Suits Index measures more precisely the progressivity/regressivity of a tax by looking at its deviation from proportionality. The Suits Index of the carbon tax equals -0.146. Such negative value confirms the regressivity of the carbon tax. Regressivity is more pronounced for transport energy than for domestic energy -

the corresponding Suits Index are -0.159 and -0.127 respectively. This result differs from most studies that generally find regressivity to be lower on transport energy because of lower car use among low-income household. This can be partly explained by the perimeter of the study, which excludes households using collective equipment – of which urban households are more numerous so that they are more likely to use public transport rather than car – but this may also reflect an evolution in households travel practices – with a higher car dependency among low income households.

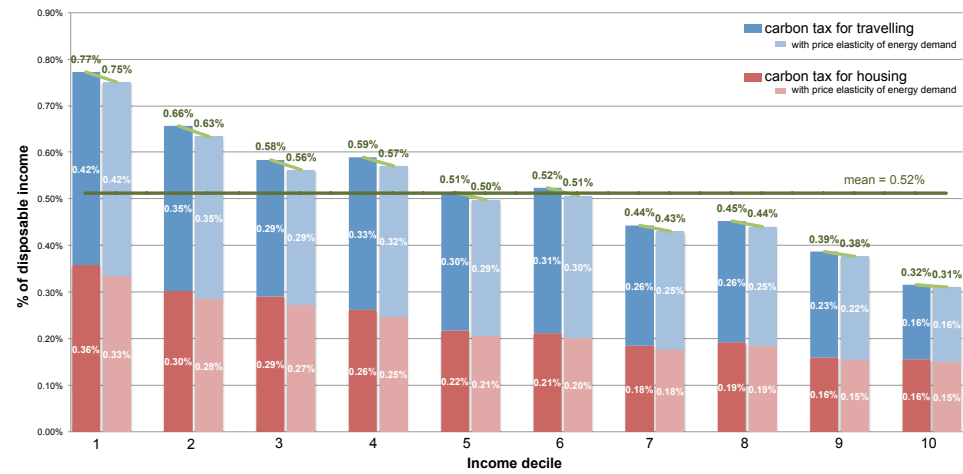


Figure 6.1 – Carbon tax as a share of households' disposable income, according to income decile (30.50€/tCO2).

Previous results correspond to the impact the carbon tax would have on households' budget, other things being equal. Net of tax energy prices, other taxes affecting energy (VAT and TIC) and volumes of energy consumed by households are kept constant. Such scenario has the advantage to offer a first picture of distributional impacts. However it is not satisfying; it lacks realism since changes in prices are known to generate changes in consumption. The carbon tax aims at sending a price-signal for households to decrease their consumption of carbon-intense energy. However, accounting for behavioural responses - in terms of price elasticity of energy demand - does not change the main result in terms of regressivity. The way households adjust their consumption of energy to higher energy prices modifies their profile of spending on carbon tax. In particular if low-income

households reduce more their consumption compared with high-income households, we can expect the regressivity of the carbon tax to decrease. However such situation could reflect unwanted restriction in energy consumption that will be discussed in the next section on fuel poverty. In this study, price elasticity of energy demand of low-income households is about 30% higher for housing and 30% lower for travelling (see Appendix 6.B). The impact on the Suits Index is negligible: it decreases regressivity of the carbon tax by less than 2%. Looking at a more extreme scenario, assuming the price elasticity of energy demand equals -1 for the 50% poorest households (a x% increase in energy prices leads to a x% decrease in the volume of energy consumed) and 0 for the 50% richest households (they do not reduce their consumption at all), it would decrease regressivity by only 16% (the Suits index moves from -0.146 to -0.123). This implausible scenario keeps a high level of regressivity.

These results are in line with existing studies, which find the carbon tax to be regressive among developed countries (Stern, 2007). In France, most studies based on micro data that focused on estimating the impact of rising taxes on energy (or on carbon) found that low-income households would be the most impacted (Nichèle and Robin, 1995; Clerc and Marcus, 2009; Ruiz and Trannoy, 2008; B. Bureau, 2011; CGDD, 2016).

It is worth noting that carbon taxes generally appear far less regressive when permanent income is used, than when annual income is used (Poterba, 1991; Hassett, Mathur, and Metcalf, 2009). Permanent income corresponds to expected long-term average income. In France, using total consumption as a proxy for permanent income, D. Bureau and Marical (2011) found households devoting the highest share of their budget on transport energy were not the poorest but middle-class households. In this study, due to data limitation, regressivity is measured using annual income.

6.3.3 THE CARBON TAX INCREASES FUEL POVERTY

The rate of fuel poverty is estimated for different scenarios of carbon tax. In this study, households are said in fuel poverty if they are identified by at least one of the two following indicators officially used by ONPE: the 10% ratio and the BRDE

indicator. The 10% ratio identifies households spending more than 10% of their income on energy. The BRDE indicator identifies households cumulating a high energy spending per consumption unit or per square meter (higher than the national median) and a low standard of living after energy spending (lower than the poverty line). A carbon tax at 30.5€/tCO₂ would increase the share of households in fuel poverty by 6% with the two indicators, compared with a counterfactual scenario without carbon taxation (figure 6.2). This means 140 000 additional households would fall in fuel poverty. If the level of regressivity does not depend on the level of the tax, but only on the distribution of energy spending in the population, the analysis is different for fuel poverty. Fuel poverty is defined by reference to a threshold, so that the higher the level of the carbon tax, the higher the number of households crossing the fuel poverty threshold. Looking at a carbon tax set at 100€/tCO₂, it would increase fuel poverty by 17%, meaning 420 000 additional households would fall in fuel poverty.

Accounting for behavioural responses reduces the impact on fuel poverty. However interpreting a decrease in consumption raises concerns, as it does not tell us about the overall impact on households' well-being. In the best case, a decrease in energy consumption translates the adoption of virtuous energy habits. But it could also translate a deprivation in essential energy services. In particular for low-income households, carbon taxation could make some energy services no longer affordable, so that households suffer from cold when no trade-off is available. This consequence is another form of fuel poverty, which is measured by the third indicator defined by ONPE (see section 6.2.4). In 2012, 18% of households declared feeling cold at home in France.

6.3.4 HOUSEHOLDS LIVING IN LOW-DENSITY AREAS ARE MORE AFFECTED BY THE CARBON TAX FOR TRAVELLING, BUT THEY ARE LESS LIKELY TO FALL IN FUEL POVERTY

Households living in low-density areas are equally affected by the carbon tax on domestic energy use, but they are more affected on transport energy use. Figure 6.3 shows the share of disposable income spent on paying the carbon tax according to households' residential location. The survey Phebus provides information

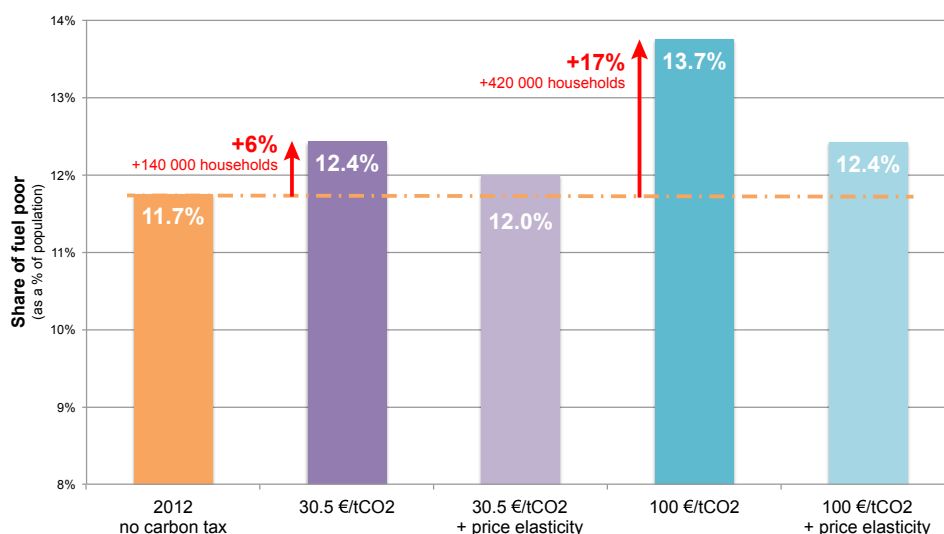


Figure 6.2 – The impact of the carbon tax on fuel poverty (30.50€/tCO₂ and 100€/tCO₂).

about where households live, which is summarised into three modalities in this study: households living in urban poles, suburbs or isolated towns¹⁰. Households living in the suburbs and isolated towns devote a larger share of their income to paying the carbon tax for transport compared to households living in an urban pole. However, the explanation is not the same in either case: households living in the suburbs have a very high carbon tax spending relative to the population, which contributes to increase their income share. Households living in isolated towns, on the other hand, have a carbon spending close to the population. It is the weakness of their income that makes the carbon tax weight in their income. Moreover having a low-income worsens the situation. Households living in the suburbs and belonging to the first three deciles of income are 1.6 times more impacted by the carbon tax on transport energy use than the average household (they devote 0.46% and 0.29% of their income respectively). Households living in an urban pole have the best situation; they cumulate a relatively low-carbon tax spending and low share of income. These results confirm the importance of accounting for households' residential location when evaluating the impact of the carbon tax on

¹⁰The three modalities are derived from the nine modalities of the variable CATAEU2010: type of municipality in the urban zoning of INSEE (the French National Institute of Statistics).

transport energy use, households living in low density areas being more impacted than those living in the city (Lemaître and Kleinpeter, 2009; Nicolas, Vanco, and Verry, 2012).

With regard to fuel poverty, before the carbon tax, households living in isolated towns are overrepresented, with a rate of fuel poverty reaching 15.7% - compared to the average rate of 11.7%. Yet households living in the city are those more likely to fall in fuel poverty because of the carbon tax. Cities gather 60% of the population but 73% of the households falling in fuel poverty because of a carbon tax at 30.5€/tCO₂. This represents 100 000 additional urban households that could fall in fuel poverty. This result derives from the fact that urban households are more numerous to heat their home with carbon-intense energy. They are 55% to use network gas or heating oil in the city, whereas this figure falls to 37% in low-density areas. If the share of electric heating is similar - slightly more than one third - the difference mainly comes from a greater use of wood heating in low-density areas. Moreover this result is reinforced by the fact that 75% of households falling in fuel poverty because of the carbon tax use network gas (25% use heating oil), and households using network gas are 84% to live in the city. Thus, households living in the city are more likely to fall in fuel poverty because of the carbon tax on domestic energy.

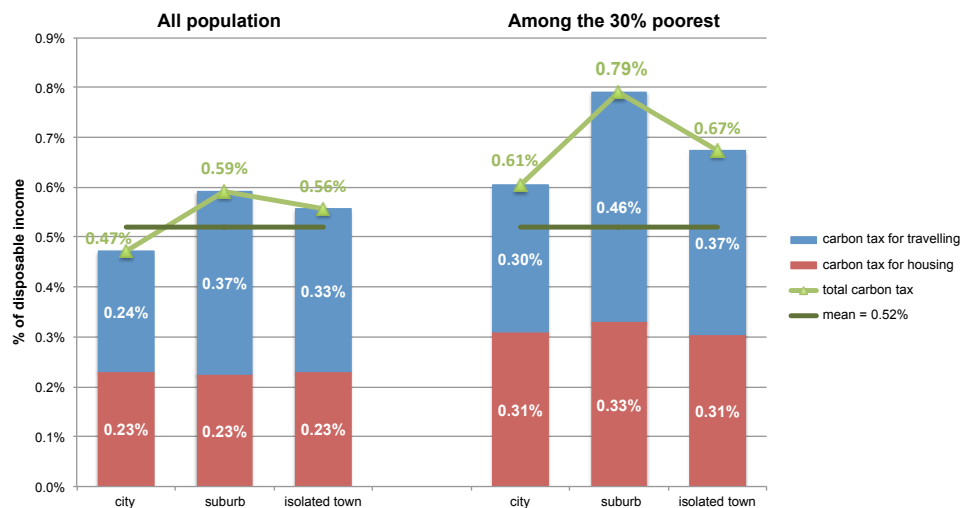


Figure 6.3 – Carbon tax as a share of households' disposable income, according to residential location (30.50€/tCO₂).

6.3.5 COMPENSATING FOR THE NEGATIVE IMPACTS COULD BE ACHIEVED BY RECYCLING ONLY PART OF THE TAX REVENUES

According to this modeled scenario, the carbon tax at 30.50€/tCO₂ would generate 4.4b€ for the government. Because households contribute to about two third of total carbon tax revenues, such carbon tax is estimated to generate 6.7b€ in total for the government (see table 6.5). It would be desirable for these revenues to be redistributed, at least in part, as compensation for households. The compensation could then contribute to lower energy bills and to accelerate the adoption of lower-carbon lifestyle (housing renovation, car replacement, etc.). In Ireland, Callan et al. (2009) found that making households better off could be achieved without exhausting the total carbon tax revenue. Yet they recycled more than what is generated by households. In the following, I will show that, in the French context, correcting for carbon tax regressivity and additional fuel poverty requires recycling only part of the revenue generated by households. Before that, some aspects relating to compensation measures are discussed.

Compensating households is generally achieved in two ways: by changes in existing redistributive instruments (income tax, social transfers, etc) or by the introduction of a new instrument (cash transfers, energy check, etc). The first option is simpler to implement and avoids the cost of implementing a new instrument. Social transfers mostly benefit low-income households so that increasing their amount would reduce regressivity. However, almost half households belonging to the first three deciles of income would be left out as they do not benefit from any existing social transfer (minimum welfare benefits, housing transfer or any social benefits). The share of households that would be left without support reaches 30% among the first decile, 41% among the second decile and 53% among the third decile. Compensation would be partially ensured, which makes this solution unsatisfying.

The second option offers the opportunity to design a measure tailored for our purpose. Cash transfers can be finely designed to account for the heterogeneity of the impact of the carbon tax and to limit the number of losers. Yet the design should not be too complex. It should rely on available data and simple criteria in order to limit management costs and opacity. Moreover the compensation should

not interfere with the price-signal of the carbon tax. As such it should not be indexed directly, or indirectly, on energy spending so that households continue to be incentivised to adjust their energy consumption. In this study, households are compensated with cash transfers. In the following, I evaluate two compensation objectives: the first aims at offsetting the carbon tax regressivity, the second aims at reducing fuel poverty. For each objective, I simulate different designs of cash transfers (see subsection 6.2.5) and I discuss their cost relative to carbon tax revenues.

A flat cash transfer requires recycling 58% of the carbon tax revenue generated from households to make the carbon tax become progressive - based on the Suits index of progressivity - and 29% of the revenue to compensate for additional fuel poverty – based on fuel poverty indicators in the domestic sector. Yet a flat recycling is limited because it only compensates households on average. Adjusting the cash transfer for income level has the effect to decrease the overall cost of compensating for the negative impacts of the carbon tax. It requires 37% of the carbon tax revenue to offset regressivity and 15% to offset additional fuel poverty. Though adjusting for household composition and residential location appears justified for equity purpose, it does not change results in terms of cost of the measure and share of winners. The mean amount of transfer for each decile of income does not vary significantly so that it does not reduce regressivity. Adjusting for household composition and residential location is actually found slightly less effective at offsetting additional fuel poverty. Targeting the cash transfer at low-income households is the cheapest option. It requires recycling only 17% of the carbon tax revenue to make the carbon tax progressive and 8% of the revenue to offset additional fuel poverty.

For all designs of cash transfers, offsetting regressivity is found more costly than offsetting additional fuel poverty. However the contrary does not hold: a recycling designed to offset additional fuel poverty only partly offset regressivity. One reason is that fuel poverty only concerns the domestic sector in this study, whereas regressivity concerns both the domestic and transport sector. It should also be noted that the share of recycling needed to correct for regressivity does not depend on the level of the carbon tax. It remains the same whatever the level of the tax. This is not true for fuel poverty; the share of recycling needed to offset addi-

tional fuel poverty differs with the level of carbon tax. This is because fuel poverty is measured relative to a threshold – more or less households will fall below the threshold depending on the level of the carbon tax - while regressivity only depends on the initial structure of energy consumption – which remain the same whatever the level of the carbon tax.

Accounting for behavioural responses does not change results for regressivity, but reduces the cost of fighting against additional poverty. This is consistent with previous results: the level of regressivity is almost not impacted by behavioural responses whereas the increase in fuel poverty is significantly reduced. Results are summarised in figure 6.4 and table 6.3.

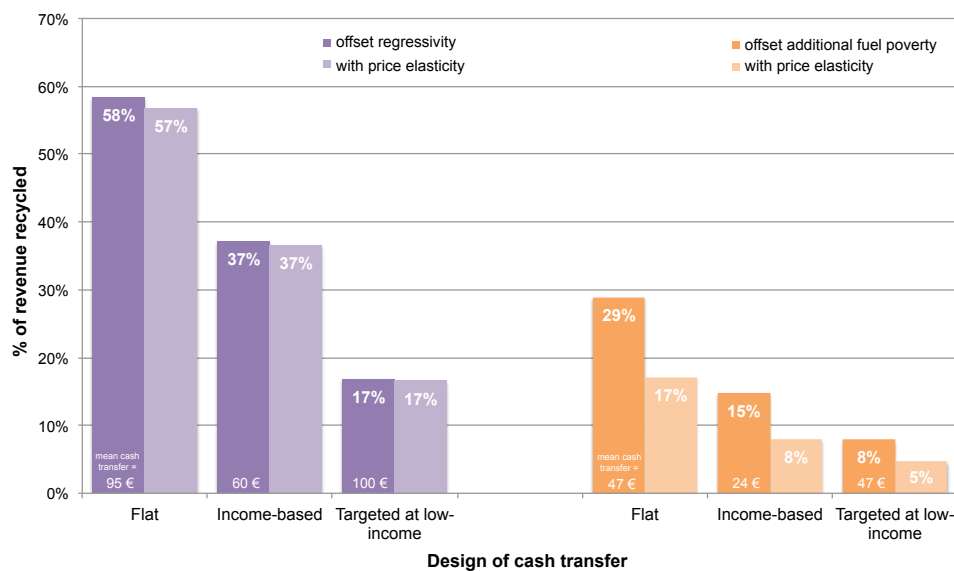


Figure 6.4 – Share of carbon tax revenues required to support households for different objectives and designs of cash transfer (30.50€/tCO₂).

Design of cash transfer	% of population eligible	Objective: offset regressivity				Objective: offset additional fuel poverty			
		Cost of the measure	% of revenue recycled*	Mean cash transfer	% of winners**	Cost of the measure	% of revenue recycled*	Mean cash transfer	% of winners**
Flat	100%	2080 M€	58%	95 €	38%	1029 M€	29%	47 €	19%
Size-based	100%	2066 M€	58%	94 €	36%	1104 M€	31%	50 €	19%
Geographic-based	100%	2030 M€	57%	93 €	36%	1192 M€	33%	54 €	22%
Income-based	100%	1323 M€	37%	60 €	24%	524 M€	15%	24 €	13%
Targeted at low-income	30%	600 M€	17%	100 €	51%	282 M€	8%	47 €	30%

* The cost of the measure is compared to carbon tax revenue generated by households (which is about 2/3 of total carbon tax revenue).

** Winners correspond to households receiving more cash transfer than they spend on carbon tax. It is calculated among households eligible to receive the cash transfer.

Table 6.3 – Transfer multipliers for the fifth design of cash transfer, according to households' size and income.

6.3.6 TARGETING THE RECYCLING AT LOW-INCOME HOUSEHOLDS REDUCES FUEL POVERTY BELOW ITS PRE-TAX LEVEL

Different cash transfers are now compared in terms of their effectiveness to reduce fuel poverty. According to the indicators of fuel poverty used in this study – which are derived from the French official indicators - to be identified as fuel poor requires belonging to the first 3 income deciles. Thus any cash transfer that is given to a household belonging to the 4th to 10th income deciles is pointless to fight against fuel poverty. In the following, cash transfers are all targeted at the 30% poorest households. The four previous designs are tested: flat, size-based, income-based geographic-based. In addition, a fifth design is introduced that is derived from the energy check currently being tested in France. The amount of cash transfer differs according to three sizes of household and three sizes of income (see table 6.4). The transfer multipliers correspond to the official coefficients used for the energy check. It should be noted that there are two main differences with the official energy check. Firstly the paper evaluates cash transfers that provide complementary financial resources. They can be used to any expenditure item whereas the energy check can only be used to pay energy bills or to invest in housing renovation. Secondly I enlarged the target to include all households belonging to the first three deciles of income - the 30% poorest households - whereas only the 15% poorest households are expected to be eligible with the energy check (about 3.8 million households).

Transfer multiplier	1 CU	1<CU<2	2+ CU
Decile 1 (<10 720€)	3	3.9	4.8
Decile 2 (between 10 720 - 13 600€)	2	2.6	3.2
Decile 3 (between 13 600 - 15 660€)	1	1.3	1.6

Table 6.4 – Transfer multipliers for the fifth design of cash transfer, according to households' size and income

Figure 6.5 shows the percent change in fuel poverty compared to the counterfactual scenario without carbon taxation. A flat transfer targeted at the 30% poor-

est households could reduce fuel poverty up to 48% below its pre-tax level with a 30.5€/tCO₂ carbon tax. Adjusting the transfer to income level is the most efficient design tested and could reach a 55% reduction in fuel poverty. Adjusting the transfer to household composition or residential location is more expensive. In the first case, it favours large households who tend to spend more on domestic energy, but it disadvantages single-person households, which are numerous and overrepresented among the fuel poor. In the second case, it favours households living in low-density areas, which are overrepresented among the fuel poor, but this is to the detriment of urban fuel poor, which remain the largest share of fuel poor. Similarly a carbon tax at 100€/tCO₂ could reach a reduction in fuel poverty of 83% below pre-tax level.

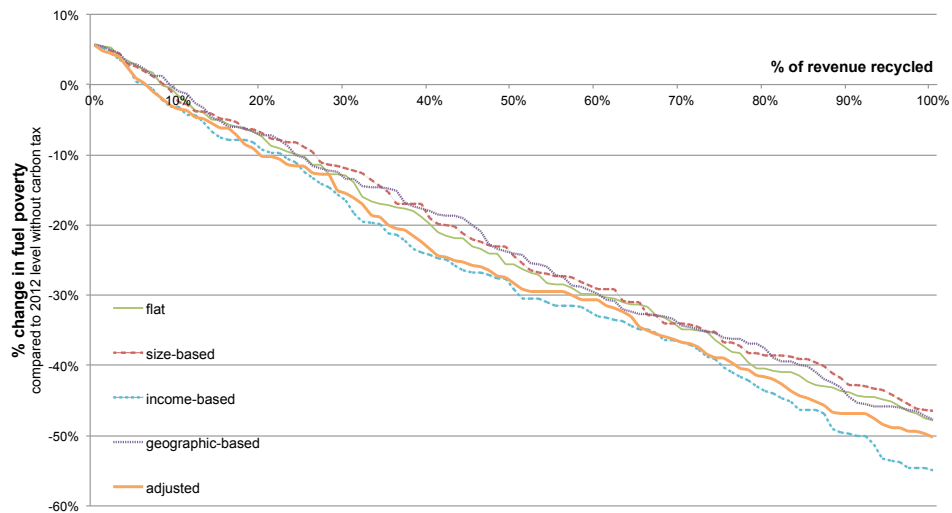


Figure 6.5 – Change in fuel poverty for different designs of cash transfers (30.50€/tCO₂).

The law on energy transition sets the objective to reduce fuel poverty by 15% by 2020 compared to 2015 levels. In this study, I evaluate a 15% reduction in fuel poverty in 2012 compared to its pre-tax level, that is before the introduction of the carbon tax. With the fifth design – inspired by the energy check - it requires recycling one third of the revenue generated by households with a 30.5€/tCO₂ carbon tax. Table 6.5 shows the effects on the government budget of introducing this measure. The carbon tax generates 6.7 billion euros, of which 4.4 billion €

come from households¹¹. Achieving a 15% reduction in fuel poverty would cost 1.3 billion euros, which corresponds to recycling 20% of total carbon tax revenues. Households would receive an average cash transfer of 174€ per household per year, with actual amounts of cash transfer ranging between 69€ and 331€. Overall this measure would bring 5.3 billion € net to the government budget. It corresponds to recycling 20% of total carbon tax revenues. Therefore a 15% reduction in fuel poverty, which also compensates for regressivity, can be achieved with a relatively small share of total carbon tax revenues.

Description	Budget* (million €)	% of total carbon tax revenues
Carbon tax, 30.50€/tCO ₂	6 652	100%
Of which on households	4 435	67%
Of which on households using individual equipment	3 560	54%
Adjusted cash transfer, restricted to the first 3 income deciles	-1 302	-20%
Of which on households using individual equipment	-1 046	-16%
Carbon tax + Adjusted cash transfer	5 349	80%

*In 2012, government revenues were 286 billion € and GDP was 2032 billion €. The carbon tax revenues would be 2.3% of government revenues and 0.33% of GDP.

Table 6.5 – Budget implications of a carbon tax and adjusted cash transfers

6.4 CONCLUSIONS AND POLICY IMPLICATIONS

In this paper, I explore the distributional impacts of taxing carbon on households' direct energy use for housing and transport in France with a microsimulation model. I quantify the regressivity of the carbon tax and the effect on fuel poverty. Without recycling, a 30.50€/tCO₂ carbon tax increases fuel poverty by 6%, meaning 140 000 additional households could face difficulties to meet their energy needs for housing. Then I evaluate different designs of compensation measures to protect low-income households. I show that a partial recycling of carbon tax revenues - <60% of the revenues generated by households - is sufficient to offset carbon tax regressivity. I demonstrate targeting the recycling at low-income households reduces fuel poverty far below its pre-tax level – up to 50% with a 30.5€/tCO₂ car-

¹¹Two-third of total carbon tax revenue come from household and one-third comes from firms.

bon tax. Moreover, a 15% reduction in fuel poverty below pre-tax level – which also compensate for regressivity - could be achieved by recycling 20% of total carbon tax revenues. It corresponds to redistributing an average cash transfer of 175€ per year per household belonging to the 30% poorest households. These results demonstrate that compensating households is achievable at reasonable cost relative to total carbon tax revenues.

One contribution is to present a microsimulation model built for this purpose. The model is built on the most recent data available in France (Phebus 2012) that contains detailed information on energy consumption both for housing and transport. Another contribution is to analyse the link between fuel poverty and carbon taxation. If the carbon tax could increase fuel poverty, it needs not be. Carbon tax revenues constitute an opportunity to finance ambitious policies to fight fuel poverty. Monetary support could help low-income households meet their energy needs during the transition to a low-carbon economy, before they get access to better housing conditions.

While addressing the short-term impacts of taxing carbon is essential, a more global analysis is needed to ensure the long-term acceptability of the carbon tax. Firstly the general equilibrium effects of the carbon tax impact the actual incidence of the carbon tax - how much of the carbon tax is passed through to consumers – and the evolution of the income distribution - which in turn affects regressivity and fuel poverty (Gherzi and Ricci, 2014). Secondly, other types of redistribution to households deserve to be considered. In particular, measures focusing on improving the energy efficiency of housing constitute a more promising strategy to reduce fuel poverty in a lasting way (Clinch and Healy, 2001). Further research is needed to articulate these two types of measures - providing monetary support and increasing energy performance. Finally the carbon tax revenue could be used to pursue other objectives, such as to reduce labour taxes. It is known to generally have positive effects on employment and growth, which in turn has positive effect on the distribution of income in the longer term (Combet, Gherzi, and Hourcade, 2009). Further research is needed to find a balanced package in the use of the carbon tax revenues between different objectives and their relative impacts on households.

REFERENCES

- Berry, Audrey et al. (2016). “Investigating fuel poverty in the transport sector: toward a composite indicator of vulnerability”. In: *Energy Research & Social Science* 18, pp. 7–20.
- Boardman, Brenda (1991). *Fuel poverty: from cold homes to affordable warmth*. John Wiley & Sons Ltd. ISBN: 1-85293-139-6.
- Bourguignon, François and Amedeo Spadaro (2006). “Microsimulation as a tool for evaluating redistribution policies”. In: *Journal of Economic Inequality* 4.1, p. 77. ISSN: 15691721.
- Bouzarovski, Stefan, Saska Petrova, and Robert Sarlamanov (2012). “Energy poverty policies in the EU: A critical perspective”. In: *Energy Policy*. Special Section: Fuel Poverty Comes of Age: Commemorating 21 Years of Research and Policy 49, pp. 76–82. ISSN: 0301-4215. DOI: [10.1016/j.enpol.2012.01.033](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.01.033).
- Bureau, Benjamin (2011). “Distributional effects of a carbon tax on car fuels in France”. In: *Energy Economics* 33.1, pp. 121–130. ISSN: 0140-9883. DOI: [10.1016/j.eneco.2010.07.011](https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.07.011).
- Bureau, Dominique and François Marical (2011). “Préservation de l’environnement, équité et accès aux services essentiels”. In: *Conseil économique pour le développement durable*.
- Callan, Tim et al. (2009). “The distributional implications of a carbon tax in Ireland”. In: *Energy Policy* 37.2, pp. 407–412.
- CGDD (2016). “L’impact, pour les ménages, d’une composante carbone dans le prix des énergies fossiles.” fr. In: *Point sur n°225*.
- Charlier, Dorothée, Anna Risch, and Claire Salmon (2015). “Les indicateurs de la précarité énergétique en France, Fuel Poverty Measurement in France”. fr. In: *Revue française d’économie* XXX.4, pp. 187–230. ISSN: 0769-0479. DOI: [10.3917/rfe.154.0187](https://doi.org/10.3917/rfe.154.0187).
- Clerc, Marie and Vincent Marcus (2009). “Élasticités-prix des consommations énergétiques des ménages”. In: *INSEE Documents de travail*.
- Clinch, J. Peter and John D. Healy (2001). “Cost-benefit analysis of domestic energy efficiency”. In: *Energy Policy* 29.2, pp. 113–124.

- Combet, Emmanuel, Frédéric Gherzi, and Jean Charles Hourcade (2009). “Taxe carbone, une mesure socialement régressive? Vrais problèmes et faux débats”. In: *CIREN Working Papers* 12.
- Cronin, Julie Anne, Don Fullerton, and Sexton (2017). “Vertical and Horizontal Redistributions from a Carbon Tax and Rebate”. In: *NBER Working Paper* 23250. DOI: [10.3386/w23250](https://doi.org/10.3386/w23250).
- Derdevet, Michel (2013). “La précarité énergétique, un chantier européen prioritaire”. fr. In: *Géoéconomie* 66, pp. 37–50. ISSN: 1620-9869.
- Fullerton, Don and Gilbert E. Metcalf (2002). “Tax incidence”. In: *Handbook of public economics* 4, pp. 1787–1872.
- Gherzi, Frédéric and Olivia Ricci (2014). “A macro-micro outlook on fuel poverty in 2035 France”. In: *CIREN Working Papers* 56.
- Hassett, Kevin A., Aparna Mathur, and Gilbert E. Metcalf (2009). *The Consumer Burden of a Carbon Tax on Gasoline*. en. SSRN Scholarly Paper ID 2212939. Rochester, NY: Social Science Research Network.
- Hills, John (2012). *Getting the measure of fuel poverty: final report of the Fuel Poverty Review*. en. Monograph.
- Legendre, Bérangère and Olivia Ricci (2015). “Measuring fuel poverty in France: Which households are the most fuel vulnerable?” In: *Energy Economics* 49, pp. 620–628.
- Lemaître, Elen and Marc-Antoine Kleinpeter (2009). “Dépenses de carburant automobile des ménages”. In: *CGDD. Etudes & documents* 8.
- Merz, Joachim (1991). “Microsimulation: a survey of principles, developments and applications”. In: *International Journal of Forecasting* 7.1, pp. 77–104.
- Nichèle, Véronique and Jean-Marc Robin (1995). “Simulation of indirect tax reforms using pooled micro and macro French data”. In: *Journal of Public Economics* 56.2, pp. 225–244. ISSN: 0047-2727. DOI: [10.1016/0047-2727\(94\)01425-N](https://doi.org/10.1016/0047-2727(94)01425-N).
- Nicolas, Jean-Pierre, Florian Vanco, and Damien Verry (2012). “Mobilité quotidienne et vulnérabilité des ménages”. In: *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* 1, pp. 19–44.
- ONPE (2016). *Chiffres-Clés de la précarité énergétique*. fr. Tech. rep.

- Poterba, James M. (1991). "Is the gasoline tax regressive?" In: *Tax Policy and the Economy*. Vol. 5. The MIT Press, pp. 145–164.
- Rausch, Sebastian and Giacomo A. Schwarz (2016). "Household heterogeneity, aggregation, and the distributional impacts of environmental taxes". In: *Journal of Public Economics* 138, pp. 43–57. ISSN: 0047-2727. DOI: [10 . 1016 / j . jpubeco . 2016 . 04 . 004](https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2016.04.004).
- Ruiz, Nicolas and Alain Trannoy (2008). "Le caractère régressif des taxes indirectes: les enseignements d'un modèle de microsimulation". In: *Economie et statistique* 413.1, pp. 21–46.
- Spadaro, Amedeo (2007). *Microsimulation as a tool for the evaluation of public policies: methods and applications*. Fundacion BBVA.
- Sterner, Thomas (2007). "Fuel taxes: An important instrument for climate policy". In: *Energy Policy* 35.6, pp. 3194–3202. ISSN: 0301-4215. DOI: [10 . 1016 / j . enpol . 2006 . 10 . 025](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.10.025).
- Suits, Daniel B. (1977). "Measurement of tax progressivity". In: *The American Economic Review*, pp. 747–752.
- Thomson, Harriet and Carolyn Snell (2013). "Quantifying the prevalence of fuel poverty across the European Union". In: *Energy Policy*. Special Section: Transition Pathways to a Low Carbon Economy 52, pp. 563–572. ISSN: 0301-4215. DOI: [10 . 1016 / j . enpol . 2012 . 10 . 009](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.009).

6.A APPENDIX A - THE FRENCH ENERGY TAX SYSTEM

This section presents the different taxes that apply to energy consumption in France. The French energy taxation system belongs to indirect taxation. Energy suppliers are in charge of collecting the taxes paid by energy consumers and transferring it to the State. There are two types of indirect taxation in the energy sector: ad valorem taxes and excise duties. Ad valorem taxes are collected on the value of a product. They are proportional to the price. One example is VAT. Excise duties are collected on a quantity, rather than a value. One example is a carbon tax based on the carbon content. Excise duties are generally used to discourage people from consuming products embedding negative externalities – such as climate change is case of a carbon tax. French excise duties on energy are derived from the European directive 2003/96/CE, which defines the minimum amount of excise duties that have to be applied for each type of energy.

The microsimulation model simulates four taxes that are applied to energy according to the French legislation. Three taxes are excise duties. They are specific to a type of energy: TICPE for petrol products (in the model it relates to diesel, gasoline and heating oil), TICGN is for natural gas (it relates to network gas), and TCFE is for electricity. The excise duty on coal - TICC - is not modelled as it represents a very small share of the total energy consumed by households (<1%). The fourth tax that is modelled corresponds to VAT. It is an ad valorem tax and it is common to all types of energy.

The different energy taxes are further presented below.

TIC: TICPE, TICGN and TICC (Taxe Intérieure de Consommation)

TIC is an excise duty collected on the consumption of energy products. TICPE is for petrol products (essentially transport fuels and heating oil), TICGN for natural gas and TICC for coal. A fixed amount is applied to the quantity of energy consumed. In other words, TIC is added to the price of energy before VAT. In France, values of TIC are decided each year in the Finance Law. They are listed and accessible in the article 265 of Code des douanes. An extra amount can be added at the regional level for transport fuels. Each year regional councils deliberate on the value of the extra amount to apply – most of them choose to apply the largest ex-

tra amount authorised, currently set at 2,50€ per hectolitre for gasoline and diesel. Part of this extra amount was introduced with Grenelle de l'Environnement (LF 2010, article 94) and is used to finance transport infrastructure projects relating to alternatives to car.

TIC have two main objectives. Firstly, they constitute a large source of governmental revenue. In particular, TICPE represents the fourth largest source of governmental revenue in France. Concretely, in 2012, revenues from TICPE amounted to 14 billion euros for the state - which represents 5% of governmental budget – and 11 billion euros for regional councils¹². Overall revenues from TICPE represents 1,2% of GDP. Secondly, they act like a Pigouvian tax, that is a tax meant to internalise the social costs of consuming energy. Because TIC applies to fossil fuels - gas, fuel, coal and heating oil - they can be interpreted as accounting for their negative externalities, such as climate change, local pollution, noise and road damages in case of transport fuels. Yet TIC do not directly target environmental externalities like a carbon tax would, whose level is function of their carbon content.

TCFE (Taxe sur la Consommation Finale d'Electricité)

TCFE is an excise duty collected on the consumption of electricity. It is applied on the quantity of electricity consumed (amount of kWh). A fixed amount of tax is added to the price of electricity before VAT. TCFE is actually composed of three taxes: a national tax (CSPE) and two local taxes (TCCFE and TDCFE).

The national component CSPE (called TCFE since 2016) is used to finance public service obligations in electricity aimed at ensuring equality principles between electricity suppliers. More precisely, CSPE covers subsidies for renewable energies, equalisation of cost between territories, and social energy tariffs. Since 2016, it is not a contribution any longer but a tax that abounds the State budget. The two local taxes are specific to each city and department respectively. Each year, local and departmental councils deliberate on the value of tax to apply - among a pre-defined range decided by the State. The exact value of TCFE then depends on

¹²https://www.performance-publique.budget.gouv.fr/sites/performance_publique/files/farandole/ressources/medias/documents/ressources/PLF2012/chiffres_cles.pdf

one's residential location.

VAT (Value Added Tax)

VAT is an ad valorem tax collected on the value of energy consumed. It is applied on both the cost of energy and the amount of excise taxes. In France two rates of VAT affects energy. The normal rate of VAT applies on the cost of energy consumed. The reduced rate of VAT applies on the subscription cost for electricity and gas. The normal rate was 19.6% in 2012, and it has evolved to 20% since 2014. The reduced rate is 5.5%.

Other energy taxes

CTA (Contribution au Tarif d'Acheminement) is a tax that applies both on the consumption of electricity and natural gas. CTA is a percentage of the fixed portion of a tariff applying on transport and distribution network. It represents about 2% of a household annual bill. Because it not possible to model it directly and because it represents only a small part of a household energy spending, it is excluded from this study.

Finally there are taxes for the energy consumed in collective equipment, but they are out of the perimeter of the study.

6.B APPENDIX B - BEHAVIOURAL RESPONSES

The values of price elasticity of energy demand used in this study are estimated from the survey Budget des Familles 2011 based on Engel curves. This section introduces the Engel curve model and presents the estimation methods conducted in the pseudo-panel per deciles and per years. Then the values of price elasticity of energy demand are presented.

GENERAL ENGEL CURVE MODEL

The estimates are based on the typical Working-Leser specification, which is to say on a set of categories of consumption. The curves are estimated in budget shares, which guarantees the additive property of equations without imposing estimation constraints in the system of equations. The general equation is written:

$$w_i = a_i + b_i \ln(X/P) + c_i \ln P_i + e_i \quad (6.8)$$

where $\ln(x/P)$ represents the total actual expenditure (in which P is the consumer price index) and $\ln P_i$ the actual average price of the category considered. The deterministic term is a constant a_i in the case of a cross-section and a linear trend in the case of a pseudo-panel: $a_i0 + a_i1t$. The factors a_i and b_i reflect income elasticities and direct price elasticities relative to the budget shares. Thus they are not income elasticities and direct price elasticities relative to the total expenditure in the classical sense of the microeconomic theory of the consumer. These last two are functions of the estimated coefficients a_i and b_i and the budget shares w_i .

To calculate these elasticities, Engel curves are estimated using nominal expenditures. The expression of total expenditure is:

$$E_i = X \cdot w_i = X(a_i + b_i \ln X + c_i \ln P_i) \quad i = 1, \dots, p \quad (6.9)$$

Where E_i represents the total expenditure of category i . The income and price elasticities are calculated from equation (2), using the following expressions: $e(X, E_i) = (E_i)/XX/E_i$ for income elasticity and: $e(E_i, P_i) = E_i/P_i P_i/E_i$ for price elasticity. In

the end, income elasticity is:

$$e_{(X.E_i)} = (E_i)/XX/E_i = (w_i + b_i)/w_i = 1 + b_i/w_i \quad (6.10)$$

And price elasticity is:

$$e_{(E_i P_i)} = (E_i)/(P_i)P_i/E_i = (X.c_i)/P_i P_i/(X.w_i) = c_i/w_i \quad (6.11)$$

The two expressions of income elasticities and price elasticities for each category of expenditures are then estimated from the observed data in the survey.

ESTIMATION IN PSEUDO-PANEL

Data is divided in seven different consumption categories. The seven categories are detailed below, with the codes COICOP INSEE of their components:

- 1 Food and Clothing (C1 + C3);
- 2 Domestic energy (C045);
- 3 Non-energy housing expenditure (C4-C045);
- 4 Fuels (C0721);
- 5 Transport services (C7-C0721);
- 6 Capital goods (everything else);
- 7 Services (C8-C12).

Capital goods appear as a residual position.

The consumption categories are aggregated per deciles of standards of living and per year. The weights of households correspond to the national weights in the survey. Thus the variables are averaged according to national weights per standards of living and per year. Two aspects motivate this choice: the need to take into account developments over time, and the need to work on the deciles of standards of living. With regard to price indices, they are calculated using the price indices of the corresponding categories and their budget shares in that category.

RESULTS

The estimated values of price elasticity of demand are summarised in table 6.6. They correspond to short-term elasticity, so that they do not account for changes in households' stocks of equipment. The average price elasticity for energy demand is found higher in the home than for travelling. They are equal to -0.35 and -0.18 respectively. Price elasticities are further differentiated per deciles of standard of living to account for differences in price responsiveness according to one's standard of living. Responses are observed to decrease across deciles in the domestic sector from -0.46 (decile 1) to -0.19 (decile 10). On the contrary they increase in the transport sector from -0.02 (decile 1) to -0.24 (decile 9), except for the tenth decile who shows a very low response. It is noteworthy the first and tenth deciles (-0.02 and -0.04 respectively) have a particularly small response in the transport sector. It could be explained by constrained situations and a lack of capacity to adapt their behaviours.

Deciles of living standards	Mean price elasticity of energy demand in the home	Mean price elasticity of energy demand for travelling
1	-0.461	-0.016
2	-0.470	-0.149
3	-0.426	-0.236
4	-0.411	-0.146
5	-0.390	-0.217
6	-0.373	-0.261
7	-0.302	-0.277
8	-0.256	-0.288
9	-0.258	-0.238
10	-0.190	-0.039
Total	-0.354	-0.183

Interpretation: Following a 1% increase in energy prices, households will decrease their energy consumption by 0.35% in the home and by 0.18% for travelling.

Source: Budget des Familles 2011 and authors' calculation

Table 6.6 – Price elasticity of energy demand per decile of living standards

7

Conclusion

La lutte contre la précarité énergétique et ses impacts aussi bien sanitaires que sociaux est un défi d'ampleur pour améliorer le bien-être de nombreux ménages. Mais la mise en place de politiques de lutte contre la précarité énergétique sera difficile sans une meilleure connaissance du phénomène. Dans cette thèse, j'ai cherché à apporter des éléments de compréhension et de réponse à la question de la précarité énergétique en combinant deux axes de recherche : la mesure du phénomène et les impacts distributifs de la fiscalité carbone. Dans ce chapitre, je résume, pour chaque axe de recherche, les apports de la thèse, discute ses limites et présente ses implications. Enfin, je conclus en esquissant quelques pistes pour de futurs travaux de recherche.

7.1 APPORTS DE LA THÈSE

7.1.1 AXE 1 : MESURER LA PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE

En France, la loi de transition énergétique (2015) fait de la lutte contre la précarité énergétique un de ses principaux objectifs. Atteindre cet objectif passe inévitablement par la mise en place de politiques publiques qui accompagnent les ménages affectés pour les aider à améliorer leur situation. Mais le concept même de précarité énergétique reste flou. On peut s'interroger sur ce que recouvre ce terme, et en quoi il diffère de la notion de pauvreté monétaire. La loi Grenelle 2 définit la précarité énergétique comme *"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"*. Cette définition a l'avantage d'être relativement englobante. En contrepartie, elle est peu opérationnelle et appelle à être complétée par un ou des critères statistiques pour repérer les situations de précarité énergétique. C'est pourquoi, dans les débats publics, se pose la question de l'indicateur à adopter pour mesurer le phénomène et suivre son évolution. La question de l'indicateur est d'autant plus importante que les indicateurs guident les politiques publiques. Mais ce choix est rendu complexe du fait de la nature multidimensionnelle du phénomène, qui comporte de multiples facettes. La précarité énergétique se situe au croisement de plusieurs facteurs : prix élevé de l'énergie, faible revenu et inadéquation des conditions de vie. De plus, la précarité énergétique se manifeste différemment d'un ménage à l'autre, du poids budgétaire élevé de la facture énergétique à la privation en services énergétiques ou encore aux conditions de vie dégradées. Il en découle qu'il n'est pas aisé de repérer les ménages affectés. Or, il s'agit d'un aspect essentiel du problème. La mise en place de politiques ciblées nécessite d'identifier et de caractériser les ménages affectés. Un mauvais ciblage pourrait être inefficace pour réduire la précarité énergétique et couteux pour le budget de l'Etat. Dans la littérature académique, de nombreuses études quantifient la précarité énergétique. Cependant, les résultats varient en fonction de l'indicateur choisi. Ils diffèrent en incidence, mais aussi dans les caractéristiques des populations affectées. Cette diversité des résultats fait qu'il est difficile d'établir des conclusions solides. Quel(s) indicateur(s) adopter pour capturer les multiples di-

mensions de la précarité énergétique et cibler les politiques publiques ?

Dans le chapitre 2, je commence par présenter les indicateurs utilisés par les acteurs publics en France et par mettre en évidence les situations qu'ils permettent de repérer. Ensuite, je montre les limites respectives des approches budgétaires et subjectives, sur lesquelles reposent ces indicateurs. De cette analyse, je mets en évidence que la précarité énergétique devrait être mesurée comme un concept multidimensionnel plutôt que de s'appuyer sur une approche unidimensionnelle - qu'elle soit budgétaire ou subjective. Une approche multidimensionnelle est mieux à même de refléter les multiples facettes du phénomène et de capturer la variété des facteurs qui désavantagent les ménages en matière d'énergie. Je mets également en avant le besoin d'élargir l'analyse au transport, car la forte dépendance à la voiture fragilise au quotidien une partie de la population.

Dans le chapitre 3, j'explore la dimension transport de la précarité énergétique, encore peu étudiée au moment de la thèse. Je commence par transposer les indicateurs existants du logement et je montre en quoi ils sont insatisfaisants pour repérer les ménages en situation de précarité énergétique dans le transport. Je mets en évidence que ces indicateurs oublient trois spécificités du secteur du transport : la diversité des besoins de mobilité, l'existence de différentes formes de restriction, et l'inégale capacité d'adaptation des ménages. Pour faire face à ces limites, je propose un indice multidimensionnel qui cible les facteurs de vulnérabilité des ménages. Trois niveaux d'exposition à une hausse des prix du carburant sont considérés selon les combinaisons de facteurs : précarité carburant, vulnérabilité dans la mobilité, et dépendance à la voiture. L'originalité de ce travail est que, contrairement aux indicateurs précédents, cet indice ne se focalise pas uniquement sur les aspects budgétaires, mais reflète également les conditions de mobilité des ménages.

Dans le chapitre 4, je poursuis la réflexion sur la construction d'un indice multidimensionnel de précarité énergétique (IPEM) et je cherche à mettre à jour ses implications politiques. Pour cela, j'adopte une définition plus large de la précarité énergétique fondée sur l'approche par les capacités et je vise à la rendre opérationnelle. Le travail est ici élargi aux deux secteurs du logement et du transport. Les résultats suggèrent que l'indicateur de taux d'effort énergétique - le plus utilisé aujourd'hui par les acteurs publics - pourrait mal orienter le ciblage des politiques de soutien aux ménages, du fait d'importantes erreurs d'inclusion et d'exclusion. De

plus, il pourrait également fausser l'évaluation de certaines politiques, du fait qu'il informe mal des progrès réalisés dans les dimensions non monétaires de la précarité énergétique, pourtant cruciales. La quantification de l'IPEM dans le contexte français apporte de nouvelles perspectives sur le ciblage des réponses politiques. En particulier, les résultats suggèrent d'élargir le ciblage au-delà du critère revenu à d'autres critères, comme l'âge, le statut d'occupation du logement et la localisation résidentielle.

Ainsi, les chapitres 3 et 4 proposent tous les deux de quantifier la précarité énergétique avec une approche multidimensionnelle. Toutefois les deux indices proposés diffèrent légèrement conceptuellement et méthodologiquement. Le chapitre 3 différencie trois niveaux d'exposition et repose sur des combinaisons spécifiques de facteurs. Pour qu'un ménage soit identifié dans un niveau ou un autre, cela dépend des facteurs particuliers dans lesquels il est désavantagé¹. Le chapitre 4 identifie, lui, différents seuils d'intensité de précarité énergétique et repose sur un cumul de facteurs, et non plus sur des combinaisons spécifiques de facteurs. Pour qu'un ménage soit identifié à un certain seuil d'intensité, cela dépend du nombre pondéré de facteurs dans lesquels il est désavantagé. La première méthode cherche à différencier les ménages impactés aujourd'hui de ceux qui pourraient l'être face à une augmentation des prix de l'énergie. Cependant, elle est plus complexe à interpréter et plus exigeante à reproduire : elle renvoie à des combinaisons de facteurs spécifiques. La deuxième méthode, si elle perd en précision, est plus simple à implémenter et plus facile à interpréter : elle cherche à identifier les ménages qui cumulent de multiples facteurs désavantageux. L'avantage de cette méthode est qu'elle ne s'intéresse plus à identifier des combinaisons particulières de facteurs, mais qu'elle traduit un cumul de facteurs, limitant d'autant les erreurs d'inclusion et d'exclusion de chaque facteur pris individuellement.

¹Dans le chapitre 3, les ménages peuvent être identifiés dans un ou plusieurs niveaux d'exposition. La précarité correspond à une conséquence observée et un revenu modeste. La vulnérabilité correspond au cumul de deux conditions de mobilité désavantageuses, en addition d'un revenu modeste. La dépendance correspond à une forte dépense en carburant sans avoir accès à une alternative à la voiture.

LIMITES

Cette partie de la thèse, qui traite de la question de la mesure de la précarité énergétique, s'appuie sur des approches multidimensionnelles. Or, les mesures multidimensionnelles soulèvent plusieurs interrogations.

Premièrement, elles posent la question de l'appropriation par les acteurs publics et la société. Les mesures multidimensionnelles sont plus complexes à interpréter et à mettre en œuvre, car elles nécessitent plus de données et d'étapes de construction. Toutefois, les résultats sont plus proches de la réalité qu'une approche unidimensionnelle, du fait que ces mesures limitent les erreurs d'inclusion et d'exclusion. Les indices retenus dans cette thèse découlent d'un compromis entre réalisme et simplicité. Ils s'appuient sur la méthode de double seuil. L'étape d'identification, parce qu'elle repose sur un cumul de facteurs, peut apparaître moins intuitive qu'une mesure unidimensionnelle reposant sur un facteur unique. Toutefois, la méthode de double seuil a l'avantage d'être facilement interprétable par rapport à d'autres approches multidimensionnelles. In fine, on mesure un taux d'incidence et d'intensité, de la même manière qu'avec une mesure unidimensionnelle.

Deuxièmement, les mesures multidimensionnelles peuvent être limitées par la disponibilité des données. Cette thèse s'appuie sur une enquête récente inédite - l'enquête Phébus 2012 - riche en information sur les consommations d'énergie et les comportements des ménages en matière d'énergie. De fait, les résultats de cette enquête permettent d'aller plus loin dans l'analyse du phénomène de la précarité énergétique que ce qui était possible jusqu'ici. Toutefois, la reproduction de l'enquête Phébus n'est pas assurée à ce jour. A défaut d'une reconduction, il serait souhaitable d'intégrer les variables pertinentes pour mesurer et analyser la précarité énergétique dans les enquêtes périodiques existantes, telles que l'Enquête Nationale Logement (ENL) et l'enquête Budget des Familles (BdF). Cela aurait pour autre avantage de permettre un suivi régulier de l'état du phénomène de la précarité énergétique (ENL n'est produite que tous les 6 ans, BdF tous les 5 ans). De plus, il serait souhaitable d'améliorer la fiabilité de certaines variables utilisées (telles que l'efficacité énergétique des véhicules ou la température dans le logement) et de porter une réflexion sur l'ajout de variables supplémentaires (telles que l'accessibilité du lieu de vie, la pénibilité des trajets ou la qualité de l'air intérieur).

Troisièmement, il serait essentiel de réinterroger la pertinence des indices retenus pour que cet indicateur soit utilisé par les acteurs publics. Cette thèse s'appuie sur une revue de la littérature académique et de rapports pour choisir les indicateurs, leur pondération et les seuils d'identification. Ces indicateurs produisent une représentation simplifiée du réel. Ils visent à identifier les situations subies, mais ils pourraient aussi identifier des situations choisies. Ces choix d'indicateurs traduisent également des jugements de valeur. Idéalement, ces indicateurs devraient être choisis selon leur importance intrinsèque, mais aussi dans le but de cibler des facteurs sur lesquels les acteurs publics peuvent agir. Il en découle que l'adoption de tels indices appelle en amont à la mise en place d'une phase de concertation publique afin de préciser et valider les indices pertinents à retenir.

IMPLICATIONS

Certes, il est difficile de construire un indicateur idéal. En particulier, les approches multidimensionnelles sont plus complexes à mettre en œuvre. Toutefois les résultats de cette thèse sont instructifs. Au-delà de la question de l'indicateur à retenir, je montre que les réponses à la précarité énergétique sont multiples et que cela appelle à élargir la palette des politiques publiques en place.

Aujourd'hui, les politiques de précarité énergétique existantes concernent principalement l'aide au paiement des factures d'énergie pour les plus pauvres et des subventions aux travaux de rénovation énergétique du logement pour les propriétaires occupants modestes. En matière d'aide au paiement des factures, un chèque énergie a été déployé en 2018, qui vient remplacer et améliorer les tarifs sociaux de l'énergie qui lui précédaient². Il s'agit d'une forme de soutien monétaire qui, sur le court terme, est essentiel pour un certain nombre de ménages, pour qui la

²Quatre évolutions majeures sont à noter. Tout d'abord, le chèque énergie concerne toutes les énergies domestiques : gaz et électricité (tout comme les tarifs sociaux), mais aussi fioul domestique, GPL, bois, biomasse, réseaux de chaleur. Ainsi, il ne favorise pas certaines sources d'énergie au détriment d'autres (ce rôle est laissé à la fiscalité écologique). Deuxièmement, il est envoyé une fois par an au domicile des bénéficiaires éligibles, sans qu'aucune démarche administrative ne soit nécessaire, ce qui devrait augmenter le nombre d'ayants droit réellement bénéficiaires. Troisièmement, le chèque énergie peut être utilisé de deux façons : pour le paiement des factures d'énergie du logement (tout comme les tarifs sociaux), mais aussi pour le paiement de travaux de rénovation énergétique du logement. Quatrièmement, le montant versé varie en fonction du niveau de revenu et de la composition du ménage - et non plus en fonction du niveau de consommation énergétique.

facture en énergie domestique pèse sur leur budget. Toutefois, son montant apparaît insuffisant au regard de la réduction de facture énergétique qui permettrait à ces ménages de sortir de la précarité énergétique - estimé par l'ONPE en moyenne entre 526€/an et 735€/an selon l'indicateur utilisé. En 2018, le montant du chèque énergie 2018 peut varier entre 48€ et 227€³. Pour comparaison, au Royaume-Uni, l'aide au paiement de facture, appelée "Winter Fuel Payment", peut varier entre 100£ et 300£ (soit 114€ et 343€) en 2018. Le montant du chèque énergie pourrait être révisé à la hausse dans le but de soulager plus largement les ménages.

Cette forme d'aide répond essentiellement au manque de revenu et renvoie à la pauvreté monétaire - la difficulté à payer ses factures d'énergie en est une manifestation. On peut toutefois s'interroger sur la pertinence d'une aide dédiée à l'énergie, qui traduit une forme de paternalisme, plutôt qu'une stratégie plus globale de lutte contre la pauvreté. Dans le logement, la mise en place d'une aide dédiée à l'énergie se justifie par l'impact sanitaire qui découle spécifiquement des restrictions en services énergétiques, et plus particulièrement de la capacité à se chauffer adéquatement. De plus, cet impact pèse indirectement sur le budget des administrations publiques, d'où l'incitation à mettre en place une aide dédiée. Dans le transport, la distribution d'un chèque carburant sous condition de ressources fait moins sens, du fait de la diversité des besoins en mobilité entre les ménages - un tel chèque ne doit pas inciter à parcourir plus de kilomètres. C'est pourquoi un accompagnement spécifique pourrait constituer une réponse plus appropriée pour permettre aux ménages les plus contraints budgétairement de retrouver ou conserver une mobilité satisfaisante. Une aide dédiée à la mobilité se justifie ici par les objectifs d'inclusion sociale et territoriale à garantir par l'Etat, notamment sur les problématiques d'accès à l'emploi et aux soins.

Toutefois, la précarité énergétique ne résulte pas seulement d'un manque de revenu, sinon pourquoi employer cette terminologie ? D'autres facteurs conduisent en effet à alourdir la facture en énergie des ménages. Les résultats de cette thèse montrent que les mauvaises conditions de logement et de mobilité fragilisent de nombreux ménages, bien qu'ils ne soient pas pauvres au sens monétaire. Pour ces ménages, le poids de la dépense en énergie est une résultante et non la cause de

³Le montant moyen prévu pour le chèque énergie est de 150€/an en moyenne en 2018 et de 200€/an en 2019.

leurs difficultés. Un soutien monétaire constitue alors une forme de pansement qui peut soulager mais ne répare pas leur situation. Il en découle que c'est une forme d'aide couteuse, car elle demande à être prolongée dans le temps, et qui ne traite pas les causes de leurs difficultés. Au contraire, une aide destinée à améliorer les conditions de logement et de mobilité permettrait de les faire sortir durablement de la précarité énergétique. Dans le logement, depuis 2010, le programme Habiter Mieux porté par l'Agence nationale de l'habitat (Anah), vise à aider les ménages aux revenus modestes à réduire leurs consommations d'énergie domestique grâce à la réalisation d'opérations d'économies d'énergie dans leur logement. Si on peut apprécier que cette aide soit éligible aux cinq premiers déciles de niveau de vie environ, elle ne concerne que les ménages propriétaires occupants, laissant de côté les locataires pourtant nombreux parmi les ménages aux revenus modestes. Il s'agirait de proposer des solutions s'adressant aux logements en location. Dans le transport, depuis 2015, une prime à la conversion est versée aux ménages qui achètent un véhicule peu polluant neuf en échange du remplacement d'un ancien véhicule diesel ou essence. Son montant est plus avantageux pour les personnes non imposables. En 2018, cette prime a été élargie aux véhicules d'occasion peu polluant (norme Euro 5 ou 6), dans le but de la rendre plus accessible aux ménages modestes qui achètent essentiellement sur le marché secondaire. Toutefois, on peut s'interroger sur la propagation de cette prime sur le prix de vente des véhicules secondaires éligibles, mais surtout sur la capacité de ces ménages à financer le reste à charge. La prime, qui est de 500€ en 2018 pour un véhicule d'occasion éligible, apparaît relativement faible. Dans les deux secteurs, en addition de subventions au renouvellement des équipements, il s'agirait de proposer des prêts à taux zéro (ou taux réduit) pour financer le reste à charge des ménages modestes, qui ont peu accès aux prêts bancaires en dehors d'onéreux crédits à la consommation⁴. Enfin, dans le transport, au-delà de l'accès à un véhicule performant, le développement d'une mobilité inclusive se joue avant tout dans les territoires. Ils sont mieux à même d'identifier les problématiques spécifiques à leur localité et d'y proposer des solutions adaptées. Il s'agirait de mettre à disposition des territoires

⁴Si en 2016, un éco-prêt Habiter Mieux était annoncé pour permettre aux ménages bénéficiaires du programme Habiter Mieux de financer à taux zéro le reste à charge de leurs travaux, ce prêt n'est toujours pas distribué dans les réseaux bancaires en ce début d'année 2018.

- régions, départements, collectivités - des moyens financiers pour assurer les investissements nécessaires, qu'il s'agisse de faire émerger des projets de transport collectif ou de mobilités actives.

Ainsi, si des aides existent, elles sont disparates et on peut s'interroger sur leur capacité à atteindre leur objectif. Elles oublient notamment une partie non négligeable de la population en situation de précarité énergétique. Beaucoup reste à faire pour combattre durablement la précarité énergétique. Les résultats de cette thèse mettent en évidence trois conditions essentielles pour améliorer les politiques publiques en matière de précarité énergétique.

Reconnaitre la composante transport de la précarité énergétique. Actuellement,

la définition de la précarité énergétique est incomplète. La loi Grenelle 2 définit la précarité énergétique comme 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"*. Au même titre que dans le logement, une définition juridique pourrait être adoptée pour la composante transport. Cela permettrait de reconnaître la problématique bien réelle des ménages qui éprouvent des difficultés à satisfaire leur mobilité quotidienne et de la porter à l'agenda politique. L'ONPE, qui n'aborde que de manière annexe cette composante, pourrait également renforcer ses missions sur la composante transport de la précarité énergétique, notamment en matière de mesure du phénomène et de suivi des politiques publiques associées.

Suivre le phénomène dans toutes ses dimensions. La précarité énergétique est un concept multidimensionnel qui n'est pas facile à saisir avec un unique indicateur. En France, le suivi du phénomène s'appuie essentiellement sur des indicateurs budgétaires et subjectifs. Il s'agit là de visions réduites du phénomène qui oublient des aspects importants du phénomène, au risque de mal guider les choix politiques. De tels indicateurs reflètent peu les progrès réalisés dans les autres dimensions de la précarité énergétique, par exemple la rénovation énergétique des logements, l'accessibilité des territoires ou l'efficacité énergétique des équipements (moyen de chauffage, véhicule, etc.). C'est pourquoi une série d'indicateurs de différentes natures devrait être

examinée et combinée. Chaque indicateur reflète une dimension légèrement différente du phénomène. C'est le cumul des dimensions dans lesquelles les ménages sont désavantagés qui caractérise les situations de précarité énergétique. Une mesure multidimensionnelle serait alors pertinente pour quantifier le phénomène, suivre son évolution et mesurer les progrès réalisés dans chacune de ses dimensions. Sa construction pourrait être définie suite à un débat public⁵.

Cibler les aides aux ménages vulnérables. Les aides aux ménages sont essentiellement ciblées sur le seul critère du revenu. Cela oublie des populations prises au piège de la précarité énergétique pour d'autres motifs. Dans le logement, cibler les ménages locataires et les personnes âgées serait pertinent. Les locataires sont peu susceptibles de bénéficier d'une rénovation énergétique car le coût doit être porté par le propriétaire plutôt que par le bénéficiaire principal - les aides de l'Anah ne leur sont pas accessibles. Les personnes âgées passent, elles, plus de temps dans leur logement et sont les plus sensibles aux conséquences sur la santé de la précarité énergétique, mais elles sont aussi les plus dérangées par des travaux et peu incitées à investir sur le long terme (au Royaume-Uni, les aides au paiement de facture sont ciblées sur critère d'âge). Dans le transport, cibler les ménages vivant en zones périurbaines et rurales serait pertinent. Il s'agit de s'attaquer à la dépendance à la voiture, qui renvoie aux questions d'accessibilité du territoire et d'accès au logement. Un accompagnement spécifique pourrait constituer une réponse plus appropriée pour permettre aux ménages fragilisés de retrouver ou conserver une mobilité satisfaisante.

Ainsi, la précarité énergétique résulte d'un cumul de facteurs qui désavantagent les ménages en matière d'énergie. C'est pourquoi, plus qu'une aide au paiement des factures, il s'agit d'élargir les politiques de précarité énergétique avec des aides destinées à améliorer les conditions de logement et de mobilité des ménages. D'une part, c'est une réponse durable à la précarité énergétique ; d'autre part, cela participe à développer les capacités d'adaptation des ménages, allant ainsi de pair avec

⁵Un tel débat appelle à faire attention aux risques de manipulation qui pourraient imposer des intérêts particuliers au détriment des besoins des citoyens

les objectifs de la transition écologique.

7.1.2 AXE 2 : ÉVALUER LES IMPACTS DISTRIBUTIFS DE LA FISCALITÉ CARBONE

En France, une taxe carbone a été introduite en 2014. Officiellement appelée « composante carbone », elle est directement intégrée dans les taxes existantes sur les consommations d'énergie. Son montant est proportionnel aux émissions de CO₂ dans le but d'internaliser les externalités climatiques résultant de la consommation d'énergie. La taxe carbone affecte toutes les énergies - dont le gaz de réseau, le fioul domestique, l'essence et le diesel - sauf l'électricité, celle-ci étant déjà couverte par le marché carbone européen. Non visible sur les factures d'énergie, ni pour le logement ni pour le transport, elle reste encore peu connue du grand public. Pourtant son montant augmente progressivement avec le temps - de 7€/tCO₂ en 2014 à 30,50€/tCO₂ en 2017 - et la loi de finance 2018 prévoit d'accélérer sa montée en puissance - passant à 44,60€/tCO₂ en 2018 et visant 86,20€/tCO₂ en 2022. A terme, la taxe carbone devrait entraîner une baisse de la facture énergétique pour les ménages, mais durant la transition vers une société bas carbone, sa conséquence directe est d'augmenter les coûts pour se déplacer et se chauffer⁶. Ainsi, la montée en puissance de la fiscalité carbone soulève des enjeux d'équité et d'acceptabilité sociale. Dans les débats publics, un argument souvent mis en avant est celui de l'impact sur la précarité énergétique. Les politiques qui touchent aux prix de l'énergie sont généralement présentées comme ayant un impact sur la précarité énergétique, car les ménages les moins aisés vivent souvent dans les logements les moins efficaces qui nécessitent plus d'énergie pour être chauffés, et parce qu'ils ont moins la capacité à investir pour les rénover, par manque de ressources financières. On peut en effet s'attendre à ce que leur impact soit d'autant plus important que les ménages ont des revenus modestes ou qu'ils sont contraints dans leurs comportements – logement mal isolé, pas d'alternative à la voiture, etc. Parce qu'ils n'ont pas forcément la capacité d'ajuster leur consommation, ces ménages risquent alors d'éprouver des difficultés pour satisfaire leurs besoins en services énergétiques essentiels. Combien de ménages la taxe carbone française pourrait-elle faire basculer dans la

⁶Notons toutefois que la baisse des prix bruts de l'énergie a fait plus que compenser l'augmentation de la composante carbone depuis son introduction en 2014, si bien qu'elle n'est pas directement perceptible sur le budget énergie des ménages.

précarité énergétique ? S'assurer que la taxe carbone n'aggrave pas le phénomène nécessite d'anticiper la distribution de ses impacts et de dimensionner des mesures d'accompagnement. La question n'est pas d'éliminer toutes les inégalités d'impact, en revanche, il serait souhaitable de réduire les inégalités d'impact non conformes aux principes de justice sociale. Il peut s'agir de neutraliser la régressivité de la taxe ou de compenser son impact sur la précarité énergétique. Si la taxe carbone est une importante source budgétaire, aucun dispositif de recyclage des recettes en faveur des ménages n'a été aujourd'hui proposé par le gouvernement. Pourtant, la taxe carbone constitue aussi une opportunité de financer des politiques pour accompagner les ménages dans la transition écologique. Pour cela, les recettes de la taxe carbone pourraient être affectées, au moins en partie, sous forme de compensations monétaires. Sous quelles conditions la fiscalité carbone pourrait-elle amplifier la précarité énergétique ou, au contraire, constituer une opportunité de la combattre ?

Dans le chapitre 5, je commence par introduire les enjeux méthodologiques pour les analyses distributives. Je motive l'adoption de la modélisation par microsimulation pour analyser les impacts distributifs d'une taxe, car cette approche permet de représenter l'hétérogénéité de la population et de modéliser des réponses comportementales différenciées. Ensuite, à partir d'une revue de la littérature existante, je décris l'influence des choix de modélisation pour rendre compte de manière satisfaisante de la distribution des impacts. Je propose une grille d'analyse qui synthétise les principaux éléments critiques : la mesure du niveau de vie, le périmètre de l'étude, les réponses comportementales, le recyclage des recettes et l'impact sur les revenus. A partir de cette grille d'analyse, je situe les contributions des études existantes sur données françaises. Ces études confirment le caractère régressif d'une taxe sur l'énergie ou le carbone avant recyclage dans le contexte français. Cela m'amène à identifier trois besoins de recherches supplémentaires, auxquels le chapitre suivant s'attaquera : 1/ Quelle est la régressivité relative d'une taxe portant sur les carburants et sur l'énergie domestique ? 2/ Au-delà de la régressivité, quel est l'impact de la taxe carbone sur la capacité des ménages à satisfaire leurs besoins en services énergétiques ? 3/ Quelle part des recettes de la taxe faudrait-il redistribuer aux ménages pour compenser ses impacts négatifs ?

Dans le chapitre 6, je prends pour cas d'étude la taxe carbone introduite en 2014

en France et je propose une évaluation ex-ante de son impact sur les inégalités. Pour cela, je développe un modèle de microsimulation des énergies du logement et du transport en France qui s'appuie sur un échantillon représentatif de la population française (Phébus 2012) et qui simule, pour chaque ménage, les taxes prélevées sur sa consommation d'énergie. Sans une forme d'accompagnement, je confirme que la taxe carbone s'avère régressive et a pour effet d'augmenter la précarité énergétique. Cette analyse s'appuie sur des indicateurs budgétaires, en particulier ceux adoptés par l'ONPE, du fait que seules les dimensions budgétaires sont affectées dans les scénarios testés, mais aussi parce que ces indicateurs font aujourd'hui référence dans les débats publics en France. Puis j'évalue différents scénarios de redistribution aux ménages des recettes de la taxe carbone. De cette analyse, je montre qu'il est possible de compenser les ménages, et cela en ne recyclant qu'une partie des recettes générées par la taxe. L'originalité de ce travail est de s'intéresser aux impacts sur les inégalités horizontales - inégalités d'impact entre les ménages d'un même niveau de vie - plus complexes à quantifier que les inégalités verticales - inégalités d'impact selon le niveau de vie - car multifactorielles. Je mets en évidence qu'une redistribution sur le seul critère du revenu, même si une telle réforme est progressive, génère toutefois de nombreux perdants parmi les ménages modestes. Mesurer l'impact sur la précarité énergétique permet alors de synthétiser l'impact sur les ménages les plus fragiles en matière d'énergie.

LIMITES

La deuxième partie de la thèse traite des impacts distributifs de la fiscalité carbone et s'appuie sur une modélisation par microsimulation. Le choix de la microsimulation introduit plusieurs limites.

Premièrement, le modèle de microsimulation MELT développé dans cette thèse ne considère pas les effets macroéconomiques que peut induire la taxe carbone sur l'économie. De fait, les résultats de cette thèse ne prennent pas en compte plusieurs impacts potentiels, comme le partage de coût de la taxe entre consommateurs et producteurs, ou l'impact sur les sources de revenu des ménages. Sur le court terme et dans le cas d'un changement marginal du taux d'une taxe, ces hypothèses sont fréquentes, en effet on peut s'attendre à ce que les impacts macroéconomiques

soient relativement faibles. Toutefois, l'étude pourrait être enrichie en couplant le modèle de microsimulation avec un modèle d'équilibre général. Cela permettrait de mesurer l'impact global de la taxe carbone à moyen-long terme. Cela permettrait également de discuter l'usage des recettes de la taxe carbone entre différents types de recyclage, par exemple une baisse des taxes sur le travail, des subventions vers les technologies bas carbone, en addition d'une redistribution aux ménages sous forme de transfert forfaitaire tel qu'évalué dans cette thèse.

Deuxièmement, dans le modèle MELT, les comportements sont modélisés à partir d'élasticités prix de la demande en énergie. Il s'agit d'élasticités prix de court terme différenciées par décile de niveau de vie et entre les énergies du logement et du transport. Elles ont été estimées à partir des enquêtes Budget des Familles et correspondent aux valeurs pour 2011. Toutefois elles font face aux limites classiques des élasticités. Bien que récentes, elles ont été estimées dans un contexte donné, et l'on peut s'interroger sur leur sens dans un contexte énergétique, technologique et politique qui évolue.

Troisièmement, si l'objectif du travail est d'évaluer les impacts distributifs de la taxe carbone mise en place en France en 2014, le scénario modélisé correspond au montant de la taxe carbone 2017 sur un scénario contrefactuel de l'année 2012 - année des données sources de l'enquête. Pour évaluer plus précisément l'impact en 2017, il s'agirait de faire évoluer plusieurs variables, comme le revenu des ménages et le volume d'énergie qu'ils consomment, ainsi que des variables sociodémographiques, comme la taille de la population ou la composition des ménages. On pourrait aussi penser à modéliser des rénovations énergétiques et des remplacements de moyens de chauffage et de véhicules sur la période considérée. Ainsi, faire évoluer la population de 2012 à 2017 impliquerait de faire des hypothèses fortes, et l'on manque de données récentes pour caler l'évolution plus finement qu'à travers l'évolution d'agrégats. De telles hypothèses restreindraient de manière importante les estimations obtenues. C'est pourquoi, en première approximation, le choix retenu a été d'évaluer un scénario contrefactuel de 2012, afin de préserver la validité et la richesse de l'hétérogénéité présente dans l'enquête source.

Quatrièmement, il serait intéressant d'élargir la revue de littérature du chapitre 5 au-delà du contexte français, dans le but de discuter les enseignements en Europe ou plus largement dans les pays développés. Dans ce chapitre, je propose une

grille d'analyse permettant de discuter les choix de modélisation qui peuvent influencer la distribution des impacts d'une taxe écologique, au sein des études par microsimulation. L'appliquer au-delà du contexte français pourrait permettre de discuter plus largement les convergences/divergences observées empiriquement, et d'identifier si des consensus émergent. Un tel travail, initié dans cette thèse, n'a finalement pas été inclus par contrainte de temps. Cela pourrait être approfondi après la thèse.

IMPLICATIONS

Si l'échec du projet de taxe carbone de 2009 a souligné l'importance de trouver un équilibre dans l'utilisation des recettes générées, aucune politique de redistribution aux ménages n'a pour le moment vu le jour depuis la mise en place de la taxe carbone en 2014. Or, cette dernière, dont le montant continue d'augmenter avec le temps, risque de fragiliser une partie croissante de la population. Une telle situation pourrait également, à terme, remettre en cause l'acceptabilité sociale de la taxe carbone, au risque d'un nouvel échec. La récente accélération de la trajectoire carbone ravive ces préoccupations.

Les résultats de cette thèse montrent qu'un recyclage partiel des recettes sous forme de transfert forfaitaire - entre 11% pour un transfert ciblé aux trois premiers déciles de niveau de vie et 40% pour un transfert inconditionnel - suffirait pour compenser les effets régressifs de la taxe carbone, le reste des recettes pouvant être utilisé pour poursuivre d'autres objectifs. En matière de redistribution aux ménages, il s'agit de mettre en place une forme de compensation qui n'interfère pas avec les objectifs écologiques de la taxe carbone. Une telle compensation ne doit pas brouiller le signal prix de la taxe carbone. Elle ne doit donc pas être indexée sur les dépenses d'énergie afin que les ménages continuent d'être incités à ajuster leur consommation. Un transfert forfaitaire aurait ainsi pour objectif de compenser l'impact sur le pouvoir d'achat des ménages. Les ménages pourraient l'utiliser comme source de revenu additionnel et le dépenser sur les biens et services de leur choix, contrairement au chèque énergie qui vise à permettre un minimum de consommation d'énergie. Ces deux mesures - chèque énergie et transfert forfaitaire - visent donc des objectifs différents et sont complémentaires. La

mise en place d'un transfert forfaitaire appelle également à une réflexion sur son appellation. Il est généralement supposé que l'appellation d'un transfert n'influence pas sur le profil de dépenses des ménages. Toutefois, des études empiriques indiquent que l'appellation aurait un effet non négligeable sur le comportement des ménages. Au Royaume-Uni, l'aide appelée Winter Fuel Payment correspond à un transfert dont l'utilisation n'est pas pré-affectée. Des études montrent que les ménages dépensent la moitié de ce transfert sur l'énergie, alors que s'il était considéré comme du simple revenu, on s'attendrait à ce qu'ils dépensent quelques pourcents du transfert sur l'énergie.

Enfin, les recettes de la taxe carbone constituent également l'opportunité de financer des politiques publiques relatives à la transition écologique, dont la lutte contre la précarité énergétique. Cela permettrait de réviser à la hausse les politiques actuelles de lutte contre la précarité énergétique, tel que préconisé dans la première partie de cette thèse : augmentation du montant du chèque énergie et élargissement de sa cible aux personnes âgées, aide à la rénovation des logements en location, accompagnement dans la mobilité, subventions plus fortes au renouvellement des équipements, mise en place d'éco-prêts à taux zéro ou réduit, financement de solutions de mobilité inclusive dans les territoires. Un tel renforcement des politiques de précarité énergétique est nécessaire pour atteindre les objectifs fixés par la loi de transition énergétique en la matière. La taxe carbone pourrait ainsi devenir un moyen de soutenir les ménages en difficulté le temps de la transition - pour leur permettre de satisfaire leurs besoins en énergie - et de financer leur adaptation à une société bas carbone - leur permettre d'investir dans l'efficacité énergétique. Les résultats de cette thèse mettent en avant trois préconisations en faveur d'une taxe carbone juste socialement.

Fixer de manière transparente et concertée l'usage des recettes. Depuis 2017, une partie des recettes de la taxe carbone est fléchée vers le financement des énergies renouvelables. En particulier en 2018, 7,166 milliards d'€ des recettes de la TICPE sont affectées au compte spécial d'affectation Transition Énergétique⁷, ce qui correspond à environ 80% des recettes de la composante carbone - estimées à 8,9 milliards d'€ en 2018. Ce fléchage introduit

⁷<http://www.senat.fr/rap/a17-113-1/a17-113-16.html>

plus de transparence, et de ce point de vue, il va dans le bon sens. Toutefois, il ne découle pas d'une décision concertée et néglige les préconisations d'autres acteurs, en particulier celles du Comité pour l'Economie Verte sur les potentiels gains d'un double dividende et la nécessaire compensation des ménages⁸. Une réflexion globale sur l'utilisation des recettes de la taxe carbone pourrait être organisée afin de s'accorder sur une vision commune. D'autres gouvernements l'ont fait avec succès, comme en Suède et en Colombie-Britannique. En France, de nombreux acteurs ont accumulé un niveau de connaissance avancé sur le sujet. Il s'agirait d'organiser un débat ouvert afin de peser les avantages et inconvénients de différentes options de recyclage, de s'accorder sur un partage optimal des recettes de la taxe et de communiquer de manière transparente sur les objectifs des options retenues.

Redistribuer une partie des recettes aux ménages. Aucun dispositif de redistribution des recettes de la taxe carbone aux ménages n'a été proposé jusqu'ici en France. Il serait souhaitable de compenser ses impacts sur les inégalités, notamment en matière de régressivité et de précarité énergétique. C'est aussi une question d'acceptabilité sociale. Les ménages contribuent au financement des deux tiers des recettes de la taxe carbone. Son fléchage vers le compte spécial d'affectation Transition Énergétique opère un transfert depuis les ménages vers les entreprises, ce qui soulève des questions de justice sociale. La redistribution aux ménages répond à une aspiration de divers acteurs de la société civile. Le montant à redistribuer aux ménages pourrait être défini lors du débat sur l'usage des recettes, tel que préconisé ci-dessus. Une part prédéfinie à redistribuer pourrait être fixée par la loi, comme le fait la Californie. Pour la forme de la redistribution, il s'agirait de capitaliser sur les réflexions passées du Chèque Vert et du Comité pour la Fiscalité Écologique⁹. Il s'agirait également de s'inspirer des expériences de redistri-

⁸http://www2.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Avis_du_10_janvier_2017_acceleration_trajectoire_carbone.pdf

⁹http://www2.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Avis_portant_diagnostic_sur_la_compensation_des_menages_vis-a-vis_de_la_fiscalite_de_l_energie.pdf

bution aux ménages mises en place par d'autres gouvernements, comme des transferts forfaitaires en Suisse ou des crédits d'impôt pour les faibles revenus en Colombie-Britannique. Enfin, il faudra être vigilant à ce que la redistribution choisie n'interfère pas avec le signal prix de la taxe carbone, ce qui implique également une réflexion sur son appellation.

Renforcer les politiques de lutte contre la précarité énergétique. Rendre la transition écologique accessible à tous, ou solidaire tel le nom du Ministère actuel, appelle à la mise en place de politiques d'accompagnement ciblées sur les ménages en situation de précarité énergétique. Il s'agit de proposer un bouquet de solutions pour soulager ces ménages à court terme et pour les aider à s'adapter à moyen terme. Soulager les ménages est important afin de garantir qu'ils puissent satisfaire leurs besoins en services énergétiques essentiels le temps de s'adapter. Développer les capacités d'adaptation permet de lutter durablement contre la précarité énergétique, tout en contribuant à la lutte contre le changement climatique. De telles politiques se renforcent mutuellement parce qu'elles partagent les mêmes moyens, comme la rénovation énergétique des logements, l'amélioration de l'efficacité énergétique des équipements ou encore la sobriété énergétique. Le fléchage d'une partie des recettes de la taxe carbone vers les ménages en situation de précarité énergétique permettrait de contribuer à l'atteinte des objectifs fixés par la loi de transition énergétique en la matière.

7.2 OUVERTURE

Pour dépasser les limites des travaux de cette thèse, des travaux supplémentaires pourraient apporter des éclairages additionnels sur les questions de précarité énergétique et/ou des impacts de la taxe carbone.

Premièrement, les deux parties de la thèse pourraient être intégrées. Si la première partie motive l'adoption d'une approche multidimensionnelle pour mesurer la précarité énergétique, la deuxième partie adopte une approche budgétaire. Selon l'objectif des travaux, le modèle MELT pourrait être développé plus largement pour intégrer d'autres dimensions de la précarité énergétique. Il serait intéressant

de simuler d'autres politiques publiques, comme une politique de rénovation énergétique du logement ou encore des subventions au remplacement des moyens de chauffage et des véhicules. Cela permettrait d'évaluer l'effet de telles politiques sur les ménages en situation de précarité énergétique multidimensionnelle. En faisant évoluer le modèle dans le temps, il serait également possible d'identifier les combinaisons de solutions qui permettent d'atteindre l'objectif fixé par la loi de réduire la précarité énergétique de 15% d'ici 2020.

Deuxièmement, des travaux de prospective pourraient analyser comment le recyclage des recettes de la taxe carbone sous forme d'une baisse des taxes sur le travail pourrait bénéficier in fine aux ménages modestes et contribuer à réduire la précarité énergétique. Baisser les taxes sur le travail pourrait redynamiser l'économie et favoriser la création d'emploi - c'est l'hypothèse du double dividende. Si les catégories d'emploi les moins qualifiées en bénéficient le plus, alors la taxe carbone pourrait devenir progressive à moyen-terme. Mieux comprendre qui sont les ménages qui bénéficieront d'une baisse des taxes sur le travail constitue un axe de recherche important pour la conception d'un partage équitable des recettes de la taxe carbone. Il s'agit également de considérer les secteurs d'activité qui seront les plus fragilisés par la transition écologique et d'anticiper les besoins de reconversions professionnelles. Il serait intéressant d'analyser l'impact social de ces options à court terme, où une forme de redistribution directe aux ménages reste probablement essentiel, et à moyen terme, où une baisse des taxes sur le travail et un appui à la reconversion professionnelle pourraient devenir les options les plus bénéfiques pour les ménages. Selon l'objectif poursuivi, une telle analyse permettrait d'identifier des trajectoires optimales de partage des recettes de la taxe carbone entre ces différentes options. Pour cela, il s'agirait de coupler le modèle de microsimulation MELT avec un modèle d'équilibre général, comme le modèle IMACLIM France.

Troisièmement, un autre champ de recherche pourrait être d'évaluer l'impact ex-post de politiques de lutte contre la précarité énergétique implémentées, comme le chèque énergie, les subventions à la rénovation énergétique du programme Habiter Mieux, les aides au remplacement de chaudière, ou la prime à la casse lors du remplacement de véhicule. Combien de ménages en bénéficient ? Qui sont-ils ? Dans quelle mesure ces aides ont-elles amélioré leur situation ? S'ils étaient précaires énergétiques, cela a-t-il permis la restauration des services énergétiques ? En

matière de redistribution aux ménages, il pourrait également s'agir d'évaluer l'impact de l'appellation d'un transfert forfaitaire. Selon son appellation, serait-il utilisé sur l'énergie ? Pour investir dans l'efficacité énergétique ? Ou bien comme complément de revenu ? Enfin, une autre analyse pourrait consister à analyser les réactions des ménages à la taxe carbone : au-delà de l'élasticité prix de la demande en énergie, quels sont les marges de choix des ménages ? Quelle est leur volonté d'adaptation ?

Finalement, cette thèse fournit deux outils méthodologiques pertinents pour de futurs travaux de recherche sur la précarité énergétique : des mesures multidimensionnelles du phénomène et un modèle de microsimulation des impacts sociaux de la taxe carbone. En cela, cette thèse constitue une base pour améliorer notre connaissance du phénomène de la précarité énergétique.

Colophon

THIS THESIS WAS TYPESET using $\text{\LaTeX}$, originally developed by Leslie Lamport and based on Donald Knuth's $\text{\TeX}$. The body text is set in 11 point Arno Pro, designed by Robert Slimbach in the style of book types from the Aldine Press in Venice, and issued by Adobe in 2007. A template, which can be used to format a PhD thesis with this look and feel, has been released under the permissive MIT (x11) license, and can be found online at github.com/suchow/ or from the author at suchow@post.harvard.edu.