

Budget énergétique des ménages

Atlas des territoires vulnérables



Budget énergétique des ménages : atlas des territoires vulnérables

novembre 2011

Collection Dossiers

Cette collection regroupe des ouvrages qui livrent de l'information sur un sujet de manière plus ou moins exhaustive. Il peut s'agir d'études sur une technique ou une politique nouvelle en émergence, d'une question (dans le champ de compétences du Certu) qui fait l'objet d'analyses et qui mérite d'être mise à disposition du public, de connaissances capitalisées à travers des colloques, des séminaires ou d'autres manifestations. Ces ouvrages s'adressent à des professionnels ou à tout public cherchant des informations documentées sur un sujet.

Ces ouvrages n'ont pas de caractère méthodologique bien que des analyses de techniques en émergence puissent alimenter les savoirs professionnels. Dans ce cas, les pistes présentées n'ont pas été validées par l'expérience et ne peuvent donc pas être considérées comme des recommandations à appliquer sans discernement.

Catalogue des publications disponible sur www.certu.fr.

Espace Sous Influence Urbaine est un programme d'étude d'observation urbaine mené en partenariat par la DGALN et le Certu.

Budget énergétique des Ménages : atlas des territoires vulnérables

Pilotage :

| | |
|------------------------|---------------------------------------|
| Monique GADAIS, | Certu département Urbanisme - Habitat |
| Gilles QUERE, | Certu département Urbanisme - Habitat |
| Tarik YAÏCHE, | Certu département Urbanisme - Habitat |

Rédacteur :

| | |
|-------------------------|-------------------|
| Bertrand LEROUX, | Cete méditerranée |
|-------------------------|-------------------|

Contributeurs

| | |
|-------------------------|-------------------|
| Sandrine DIZIER, | Cete méditerranée |
| Damien CAPO, | Cete méditerranée |

Remerciements

pour ses conseils et la mise à disposition du distancier Odomatrix

M. **Mohamed Hilal** (INRA Dijon)

pour sa relecture et ses remarques.

M. **Thierry Fonck**, Directeur des Services Techniques de la Ville de Hayange (57)

Crédit photo couverture

©123RF « copyrighted property of 123RF Limited, their Contributors or Licensed Partners and used with permission under license. This image may not be copied or downloaded without permission from 123RF Limited » <http://fr.123rf.com>

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| 1. Objet de l'étude | 6 |
| 1.1 Finalités et parti pris | 10 |
| 1.2 Présentation sommaire de la méthodologie | 11 |
| 2. Principaux résultats | 16 |
| 2.1 Analyse des déplacements domicile-travail | 16 |
| 2.2 Analyse du poste énergétique des ménages pour le logement | 36 |
| 2.3 Adaptabilité à l'évolution du prix des énergies | 48 |
| 3. Méthodologie détaillée | 64 |
| 3.1 Coûts de déplacement : analyse des distances et coûts carburants des actifs utilisant leur voiture pour se rendre à leur travail | 64 |
| 3.2 Coûts énergétiques des logements : chauffage, eau chaude sanitaire, électricité spécifique et cuisson | 79 |
| 4. Bibliographie | 97 |

1. Objet de l'étude

L'énergie a longtemps été perçue comme une avancée technologique qui accompagnait le développement des villes. Les carburants à prix abordables ont permis le développement de l'automobile et dans le même temps de parcourir des distances plus grandes, d'atténuer la contrainte de proximité à son lieu de travail pour mieux choisir son lieu de résidence. Le développement de nouvelles technologies pour l'amélioration des rendements ou l'exploitation de nouvelles sources d'énergie comme le nucléaire ont offert aux ménages la possibilité de multiplier les équipements électriques, de chauffer ou de climatiser les logements.

L'accès à un foncier moins cher qu'au cœur des villes et à une énergie abordable a permis de répondre aux rêves d'une partie des ménages : accession à la propriété à la campagne, plus grande surface, confort en toute saison...

La diversification des sources d'énergie a permis de faire oublier un temps la crise pétrolière de 1970. En juillet 2008, le baril de pétrole a atteint son niveau historique, rappelant l'urgence d'une transition énergétique.

L'intérêt pour l'énergie dans les démarches d'analyse urbaine va aujourd'hui croissant. Outre la question du prix des carburants et des énergies domestiques, les dépenses énergétiques des ménages concentrent une multitude de problématiques : recherche de sobriété énergétique, de limitation des gaz à effet de serre, diminution de la dépendance économique aux énergies fossiles et promotion de l'indépendance énergétique du pays. C'est pourquoi, sans être nécessairement abordée frontalement, la question des dépenses énergétiques des ménages fait l'objet de multiples analyses, à l'échelle nationale ou spatialisée, isolant un poste spécifique (les déplacements, le logement) ou globalisant l'ensemble de ces dépenses.

À l'échelle nationale, ces problématiques font l'objet d'un suivi approfondi, déjà ancien :

Sur le plan économique, la facture totale énergétique de la France représente 2 % du PIB (contre 1 % dans les années 1990) et une forte dépendance économique, car « *elle explique à elle seule la quasi totalité du déficit du commerce extérieur* » (CGDD, *Repères*, 2010). Cette dépense est directement liée aux modes de vie des ménages, à leurs usages du logement et à leurs pratiques de déplacement. En effet, le secteur résidentiel et le secteur des transports représentaient en 2009 plus de 60 % de la consommation d'énergie finale (corrigée des variations climatiques) : à peu près 30 % pour les transports (marchandise inclus) et 30 % pour le résidentiel.

Sur le plan environnemental, en France, les transports constituent le premier poste émetteur de dioxyde de carbone, et les secteurs résidentiel et tertiaire (23 %) le troisième derrière l'industrie (*Repères CO₂ et énergie, France et Monde*, 2009, CGDD/SOeS). Du fait du parc nucléaire français, l'importance de ces deux secteurs est inversée par rapport à la moyenne des pays de l'UE : 34 % pour les transports et 23 % pour le secteur résidentiel et tertiaire en France contre 23 % et 32 % dans l'UE (Centre d'analyse stratégique, 2010). Pour un ménage moyen, les émissions de CO₂ sont liées pour 24 % à son logement (chauffage 15 %, eau chaude sanitaire, électricité 7 %) et 25 % à ses déplacements.

Sur le plan social, l'enquête budget des familles 2006 de l'INSEE montre que les dépenses énergétiques des ménages varient de manière importante selon leur revenu et leur lieu de résidence. Pour la moitié de la population, 10 % des revenus nets sont absorbés par les dépenses d'énergie. Pour les 20 % des ménages les plus pauvres, les dépenses énergétiques peuvent peser jusqu'à 15 % de leur revenu net (ADEME, avril 2008). À cela s'ajoute une

inégalité face à la dépendance aux produits pétroliers : 4 % pour les plus favorisés (Q5) et 9 % pour les plus défavorisés (Q1). De fait, les ménages les plus défavorisés sont plus sensibles à une hausse du coût des énergies. Ainsi, la part des dépenses énergétiques dans le revenu des 20 % des ménages les plus pauvres est passée en moyenne de 10 % à 15 % en 5 ans. À cela s'ajoute une inégalité spatiale : « *la part des dépenses énergétiques dans le revenu des habitants de grandes villes est inférieure d'un tiers à celle des ruraux* » (ADEME, avril 2008). La part des dépenses de combustibles pour le chauffage varie d'un facteur 1 à 16 selon le revenu et le lieu de résidence du ménage, et de 1 à 4 pour la part des dépenses en carburants. 300 000 ménages sollicitent chaque année une aide pour le règlement de factures d'énergie impayées (ADEME, sept 2007). L'enquête logement 2006 de l'INSEE sur un échantillon de 37 000 ménages exploité par l'ANAH montre que, rapportée à la population française, « *3,4 millions de ménages – soit 13 % des ménages – consacrent plus de 10 % de leur revenu disponible à leurs achats d'énergie à usage domestique, soit le seuil habituellement retenu comme celui de la précarité énergétique. Le taux d'effort moyen pour l'ensemble de la population est de 5,5 %* ». « *35 % des ménages touchés habitent des communes rurales. Dans ces communes, la part des ménages concernés est de 20,5 % contre 10,6 % dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants et 5,3 % dans l'agglomération parisienne. 19 % des ménages touchés habitent des agglomérations de moins de 20 000 habitants* » (rapport sur la précarité énergétique, 2009).

Analyser les dépenses énergétiques des ménages implique de s'intéresser à différents champs de recherche :

Les approches territorialisées s'intéressant aux déplacements ou au logement abordent la question énergétique comme un poste de dépense parmi d'autres, ou de manière isolée comme une source principale de pollution ou de production de gaz à effet de serre. Pour une revue de la littérature entre forme urbaine, organisation territoriale et énergie, on consultera avec intérêt le rapport du PUCA sur la contribution de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire à l'atténuation du changement climatique (Desjardins, Llorenete, 2009). Au début des années 80, plusieurs travaux se sont intéressés aux « budgets énergie-transport » progressivement élargis à la mesure des polluants et des gaz à effet de serre résultants (Gallez, Hivert, 1995 ; Gallez 1995, Plateau 2006) : *Diagnostic énergie environnement des déplacements*. En parallèle, accompagnant l'évolution de la réglementation thermique, de nombreux travaux se sont intéressés à l'efficacité énergétique des bâtiments (travaux du CEREN, du CSTB). Puis, à l'échelle d'une agglomération ou d'une Région, plusieurs études ont cherché à croiser les postes logement et déplacement, soit pour mesurer des dépenses globales (en € : sur l'Île-de-France, Orfeuil, Polacchini, 1999 et plus récemment Coulombel, Leurent, Deschamps, 2007), des consommations énergétiques (Tep, Kwh, litres de carburants) ou des gaz à effet de serre (éq. CO₂ travaux de l'ADEME). Ces dépenses, consommations ou émissions sont présentées de manière agrégée à l'échelle d'un territoire (bilan carbone territoire), ou en cherchant à spatialiser les consommations à une maille plus fine que la zone d'étude (étude INRETS/CEREN sur l'agglomération lilloise et la région Île-de-France, Bourriot, Hivert *et al.* 2006). En particulier, l'étude de Charles Raux, Jean-Pierre Traisnel et leur équipe cherche à isoler l'effet de la localisation de l'habitat sur les dépenses de logement et la mobilité locale induite (Raux, Traisnel, 2007). De nouveaux travaux à une échelle infracommunale cherchent à mesurer les déperditions (carte thermographique des bâtiments à Marseille par exemple) ou à estimer les besoins de chauffage (le travail de l'Atelier parisien d'urbanisme sur Paris, 2007).

La prise en compte de la question énergétique en lien avec les formes urbaines et l'organisation de la ville est quant à elle plus récente. Elle trouve une reconnaissance officielle par la loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement qui incite les collectivités à intégrer les préoccupations de sobriété énergétique dans leurs documents de planification comme préalable à la mise en œuvre de leur politique d'urbanisme et de déplacement.

Un autre champ de recherche tourné vers le logement s'intéresse aux dépenses énergétiques des ménages. Il répond à plusieurs objectifs : la maîtrise de l'énergie (ADEME), la lutte contre la précarité énergétique (Devalière 2007), la promotion des travaux de réhabilitation des logements (ANAH, *Diagnostic de performance énergétique*, Marchal, 2008), la connaissance des déterminants des besoins en énergie dans le secteur résidentiel (MEEDM/SEEI). Contrairement aux approches précédentes, ces analyses partent du bâtiment ou du ménage et intègrent le plus souvent comme seul paramètre de localisation la rigueur climatique du lieu. Elles s'intéressent aux budgets énergie, au poids de ses dépenses sur le budget des ménages, aux usages, aux stratégies d'adaptation des ménages à un renchérissement des prix de l'énergie, aux préférences révélées ou déclarées des ménages pour des logements ou des lieux de résidence en fonction de leur paramètre énergétique.

Plusieurs événements ont contribué au développement d'approches isolant des budgets des ménages les postes liés aux dépenses énergétiques transport et logement.

Jusqu'à présent, les liens entre transport et déplacement étaient analysés essentiellement sous l'angle de la périurbanisation et des effets de l'étalement urbain résultant de stratégies d'éloignement des centres urbains des ménages au moment de leur projet d'acquisition d'un logement. La mise à distance de la ville et de la concentration des services et des activités recherchées ou subies permettait en contrepartie d'une dépendance accrue à l'automobile d'accéder à des biens immobiliers plus conformes aux aspirations des ménages : un espace en adéquation avec une famille qui s'agrandit, une recherche de surface ou de proximité à la nature. Les choix résidentiels étaient rapportés aux effets de dépendance à l'automobile, d'isolement de certains ménages rendus « captifs du périurbain » (Rougé, 2005 ; Rougé, 2007) et des évolutions budgétaires des ménages : plusieurs travaux et enquêtes montrent la faible anticipation des nouvelles contraintes de mobilités induites par le choix périurbain, car les ménages ne prennent conscience qu'imparfaitement de l'ensemble de leurs déplacements et des dépenses liées à leur mobilité, à l'exception de certains motifs (Baudelle G., Darris G., Ollivro J., Pihan J., 2004 et Rougé 2005-2007).

Le pic pétrolier de l'été 2008 a remis sous les projecteurs les frais de carburants. Quoique mal identifiée par les ménages par rapport à d'autres charges fixes comme les loyers ou les remboursements de prêt, ou perçue à tort comme résiduels par les ménages, la perspective d'un accroissement rapide de ce poste a réhabilité les analyses spécifiques sur ce thème.

D'autres éléments sont venus justifier les analyses sur les disparités territoriales en matière d'utilisation de la voiture. La lutte contre les gaz à effet de serre, la promotion du report des déplacements vers les transports en commun ont introduit la question de l'offre de transport disponible. L'incitation par la fiscalité pour faire supporter aux usagers les coûts environnementaux de leur déplacement (taxe carbone par exemple, modification de la taxe intérieure sur les produits pétroliers flottante) a posé la question des ménages exposés au renchérissement des coûts de carburants (INSEE, Marcus, 2009). Le retournement global de l'immobilier – et parfois ciblé « à 30 km des agglomérations » – médiatisé dans la presse a aussi amené à réintégrer les choix de localisation en fonction des déplacements induits.

Un nouveau thème de travail aux contours encore flous a ainsi vu le jour : la « vulnérabilité énergétique ». Il s'inspire du concept de « précarité énergétique » – qui rapporte les dépenses énergétiques actuelles aux revenus disponibles des ménages – mais s'en distingue en intégrant une considération sur la sensibilité localisée des ménages à l'évolution des coûts des énergies¹. Aux enjeux énergétiques précédemment évoqués au niveau national s'ajoutent pour le logement les questions liées à la lutte contre la précarité énergétique, le mal logement, l'amélioration des conditions de confort au logement et, pour les dépenses liées aux carburants, le souci de poser la question des inégalités de mobilité qui seraient liées à un renchérissement du prix du pétrole.

Par les multiples dynamiques qui touchent la notion de « périurbain » – espace d'extension de la ville, territoire de l'automobile, zone pavillonnaire –, ces territoires à distance des lieux historiques de concentration des populations, des services et des activités sont devenus une zone d'enjeu d'étude et d'expérimentation pour la promotion d'une ville économe en énergie (Dias, Langumier, Demange, 2008 et Briand E., Catalan E., Maulat J., Moncourtois A., 2008). La flambée des prix de 2008 a mis l'accent sur le périurbain, faisant craindre aux uns une dépréciation des biens immobiliers éloignés des villes², aux autres une remise en cause des équilibres du budget logement-déplacement des ménages³.

1 Alterre Bourgogne, 2007, Rapport technique : *Cartographie de la vulnérabilité énergétique des ménages bourguignon*, juillet 2007

Verry D., Vanco F., 2009, La vulnérabilité des ménages face à l'augmentation du prix des carburants : une comparaison française, communication du colloque Eurocities datta, 8-9 janvier 2009, Namur.

Clerc M., Marcus V., 2009, Élasticité-prix des consommations énergétiques des ménages, INSEE/ Direction des études et synthèses économiques, série des documents de travail, août 2009, 2009/08, 20 p.

Calvet L., Marical F., 2010, « Le budget énergie du logement : les déterminants des écarts entre les ménages », in *Le Point sur*, série Économie et évaluation, CGDD, n° 56, juin 2010.

Gusdorf F., 2007, *L'inertie des systèmes urbains et le tempo des politiques publiques face aux risques énergétiques et climatiques*, thèse de l'École nationale des ponts et chaussées, École doctorale Ville Environnement, 181 p.

2 « À Bléré, à 25 km de Tours, la voiture est devenue un "gouffre" financier pour les "rurbains", *Le Monde.fr*, 25 septembre 2008, 14 h 23

3 Concernant les budgets logement-déplacement, il existe deux hypothèses : la première considère que le cumul des deux budgets est stable sur un territoire. La décroissance des prix du foncier en s'éloignant du centre-ville est compensée par l'augmentation des coûts de transport. La deuxième considère que les ménages périurbains assument une charge plus importante que les ménages du centre-ville. Dans leur stratégie d'accession, certains ménages assument un risque financier plus important car les banques n'intégreraient pas dans l'instruction des dossiers de prêt et de taux d'endettement les déplacements. En outre, autour de nombreuses agglomérations, on constate que le revenu moyen des ménages décroît avec l'éloignement des centres urbains. Sans rentrer dans le détail de ce débat, l'analyse des dépenses énergétiques ne permettra pas de trancher cette question, mais peut amener à regarder cette question sous un angle nouveau en fonction d'une évolution possible de la part des dépenses énergétiques sur ces deux budgets.

1.1 Finalités et parti pris

Cette étude expérimentale a été engagée dans le cadre des travaux de recherche du groupe Espaces sous influence urbaine co-piloté par la DGALN et le Certu. Ce document propose une méthode simplifiée de spatialisation de la vulnérabilité énergétique. L'objectif est de repérer les communes dont les consommations des ménages sont plus importantes ou plus sensibles à une hausse du prix des énergies, en particulier celles liées aux hydrocarbures.

Différentes méthodologies existent déjà, dont la reproductibilité est limitée par la disponibilité de certaines données ou par la complexité des méthodes mises en place et le niveau de précision de la spatialisation qu'elles autorisent⁴ (pour un état de l'art des méthodes d'évaluation de consommation énergétique logement-déplacement voir. Raux, Traisnel *et al.*, 2005 et Antony, Fléty, Vuidel, 2009).

Cette analyse prend en compte les dépenses énergétiques domestiques des ménages (chauffage, eau chaude sanitaire, cuisson, éclairage et appareils électroménagers communs) et les dépenses de carburant liées aux déplacements des actifs pour se rendre au travail en voiture. Ces dépenses sont agrégées à la commune de résidence, rendant possible une analyse des disparités géographiques pour ces deux postes. Les consommations étudiées négligent donc certaines dépenses ou gains. Ainsi, par exemple, ne sont pas pris en compte les motifs autres que le travail, le partage des dépenses par le covoiturage, l'utilisation de chauffages d'appoint, de climatisation (faute d'information sur le parc de climatisation) ou la mise en place de panneaux photovoltaïques ou de pompes à chaleur...

Concernant les déplacements, les trajets domicile-travail sont les plus longs, les plus structurants en heure de pointe⁵, et surtout ils constituent la part contrainte et incompressible du budget des ménages. Une étude récente de l'INSEE sur l'élasticité des dépenses d'énergie (Clerc, Marcus, 2009) montre que la demande de carburant des ménages est assez sensible à l'évolution prix, sauf pour un motif : les déplacements domicile-travail.

Concernant le logement, cette même étude montre que les ménages n'adaptent que très peu leur consommation à une hausse des prix. Une autre étude du CGDD confirme cet aspect en distinguant les ménages chauffés à l'électricité et au fioul, les premiers adaptant plus leur consommation à l'augmentation des prix que les seconds (Penot-Antoniou, Têtu, 2010).

⁴ Parmi les travaux récents reconstituant les consommations à partir d'hypothèses et de modélisations, citons : Pour les déplacements et le logement : Alterre Bourgogne propose une méthodologie simple basée sur les navettes domicile-travail du RGP 99 qui a inspiré ce travail. Le travail de doctorat de François Gusdorf interroge quant à lui la vulnérabilité des villes et les réponses des politiques publiques envisageables. Le travail du laboratoire Théma de l'université Franche-Comté propose quant à lui de développer une étiquette énergétique territoriale à partir de potentialités de déplacements pour différents motifs en fonction des localisations des équipements et d'un panier de biens et de services. Sur les déplacements, Damien Verry et Floran Vanco cherchent à constituer un seuil de vulnérabilité à partir des données des enquêtes ménages déplacement et du modèle COPERT 4 / logiciel IMPACT de l'ADEME. Sur les logements, Julien Marchal modélise pour l'ANAH les performances énergétiques du parc de logement, le bureau d'étude Énergie Demain propose le diagnostic à la commune d'un calcul des consommations et des dépenses moyennes, l'APUR analyse à l'échelle de la section cadastrale les consommations d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre.

⁵ Les trajets domicile-travail ne représentent que 18 % des déplacements, mais « 39 % des déplacements en voiture conducteur sont liés au travail, 48 % des kilomètres parcourus en voiture conducteur le sont pour le travail. Aux heures de pointe du matin (7 h- 9 h), période où les réseaux sont les plus congestionnés, 68 % du trafic routier "local" est lié au travail ! » (ENTD 2008, *Transflash* n° 335). Les déplacements domicile-travail sont les plus longs et sont des « déplacements contraints ». « Dans les dernières années, la forte croissance des déplacements pour loisirs ou affaires personnelles avait conduit à relativiser l'importance des déplacements domicile-travail. Dans les dernières années, la part de ces derniers par rapport à l'ensemble des déplacements s'est stabilisée, voire progresse légèrement. » (Quételard, ENTD, 2008, *Transflash*, n° 335)

La connaissance du parc de logement, des énergies utilisées et des migrations domicile-travail est issue des recensement de population de 1999 et de 2006.

Comparées à d'autres sources d'information sur les déplacements plus fines (enquête ménage déplacement, enquête générale transport, enquête nationale transport) ou sur les dépenses (enquêtes budget des familles), seules les données du recensement permettent une analyse à la maille communale homogène sur le territoire englobant les communes périurbaines. En revanche, celle-ci souffre de plusieurs lacunes : absence d'informations sur les revenus des ménages, sur le type de véhicule utilisé. Surtout, elle ne s'intéresse qu'à un motif de déplacement et ne permet pas de descendre en deçà du niveau communal.

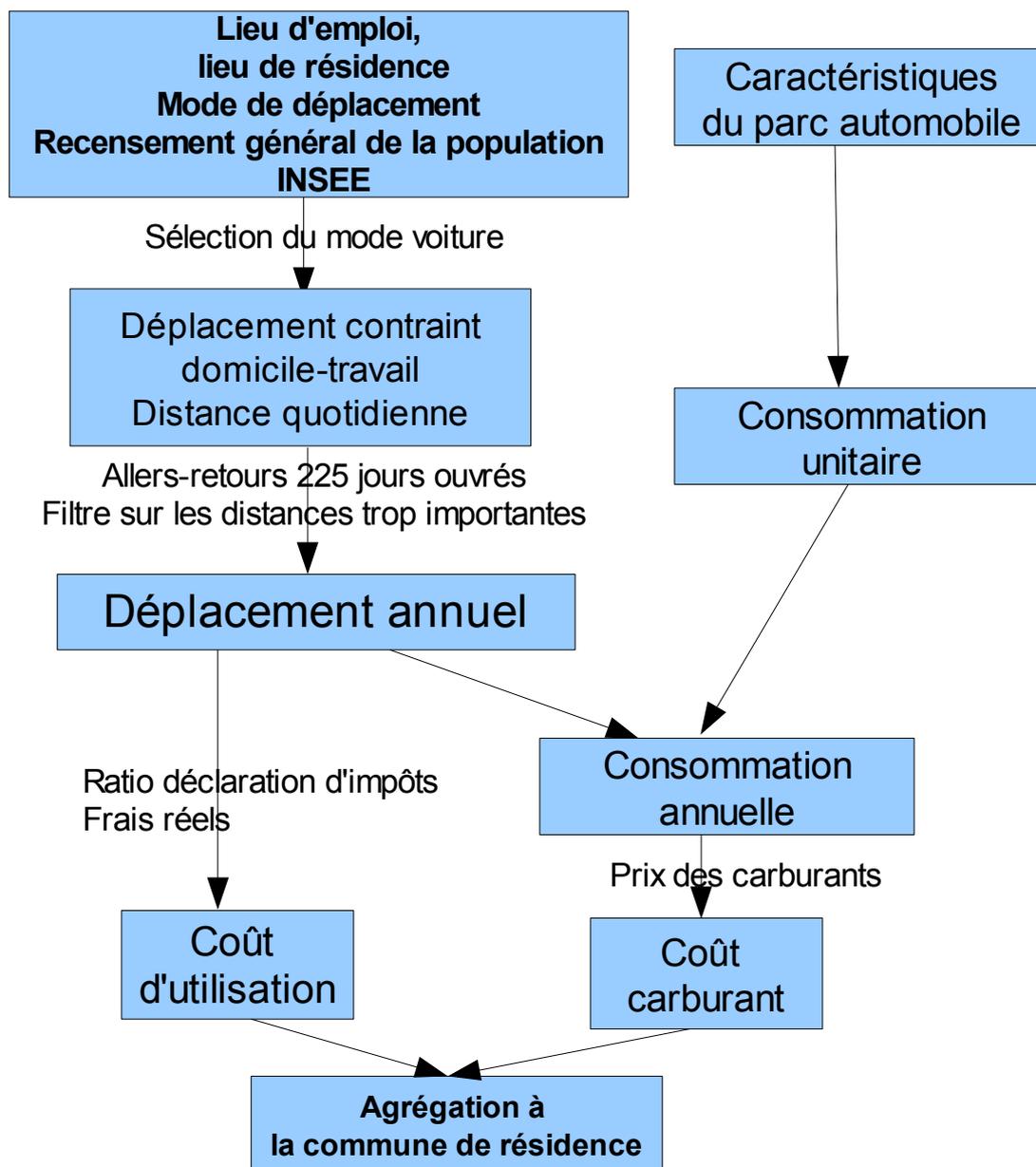
Concernant le logement, le choix s'est porté sur les fichier détail logement du recensement de la population. D'autres bases de données permettent des typologies plus fines sur le logement, une connaissance des revenus de ses occupants et une géolocalisation à l'adresse ou à la section cadastrale. Il leur manque néanmoins une information essentielle : le type de combustible utilisé pour le chauffage. D'autres enquêtes (ENL) apportent des informations plus précises sur le logement, ses caractéristiques thermiques, les usages des habitants, mais ne permettent pas de descendre à une échelle communale.

Le rapport présente les principes de la méthode (1.2), illustre quelques éléments d'analyse et pistes de développement que permettent ce type de méthode (2.), développe dans le détail la méthodologie, en discute les hypothèses, pointe les manques et limites des données disponibles et propose des pistes de développement (3.).

1.2 Présentation sommaire de la méthodologie

La méthodologie est développée plus précisément au point 3.

Méthodologie coût déplacement



1- Les actifs enquêtés lors du recensement général de la population déclarent leur commune de résidence et leur commune de travail « *l'endroit où vous commencez habituellement votre travail* » ainsi que le « *mode de transport principal utilisé le plus souvent pour aller travailler* » : pas de transport, marche à pied, deux-roues, voiture, camion ou fourgonnette, transports en commun.

On s'intéressera dans cette étude uniquement aux trajets effectués entre le lieu de résidence enregistré et le lieu de travail déclaré réalisés principalement en « voiture, camion ou fourgonnette ».

On fera les hypothèses suivantes sur le déplacement : à un actif correspond un véhicule particulier conducteur (il n'y a pas de covoiturage), il n'y a pas de stratégies de cumul de

motifs de déplacement, l'ensemble du déplacement est réalisé en utilisant le mode principal déclaré.

2- Pour chaque navette, on va chercher à calculer la distance routière parcourue entre la commune de résidence et la commune de travail. Pour ce faire, on distingue trois configurations :

- 2-a « les trajets stables » : les actifs travaillant sur leur commune de résidence font en moyenne une distance égale au rayon du cercle de surface équivalent au périmètre de l'enveloppe convexe regroupant les parties urbanisées de la commune (repérée avec Corine Land Cover). En l'absence de zones bâties repérées, on affecte une distance routière minimale aux déplacements en voiture au sein de la commune afin de prendre en compte le problème d'unité minimale de collecte de la base.
- 2-b « les trajets sortants » : les actifs travaillant sur une commune française différente de leur commune de résidence parcourent en moyenne un trajet correspondant au plus court chemin en distance entre le centre du chef-lieu de la commune résidence et le centre du chef-lieu de la commune de travail.
- 2-c « les trajets vers l'étranger » : les actifs travaillant à l'étranger parcourent en moyenne la distance à vol d'oiseau corrigée d'un coefficient entre le centre du chef-lieu de la commune de résidence et un point de la commune à l'étranger lorsqu'elle est connue, ou est négligé lorsque seul le pays de travail est mentionné (commune non précisée).

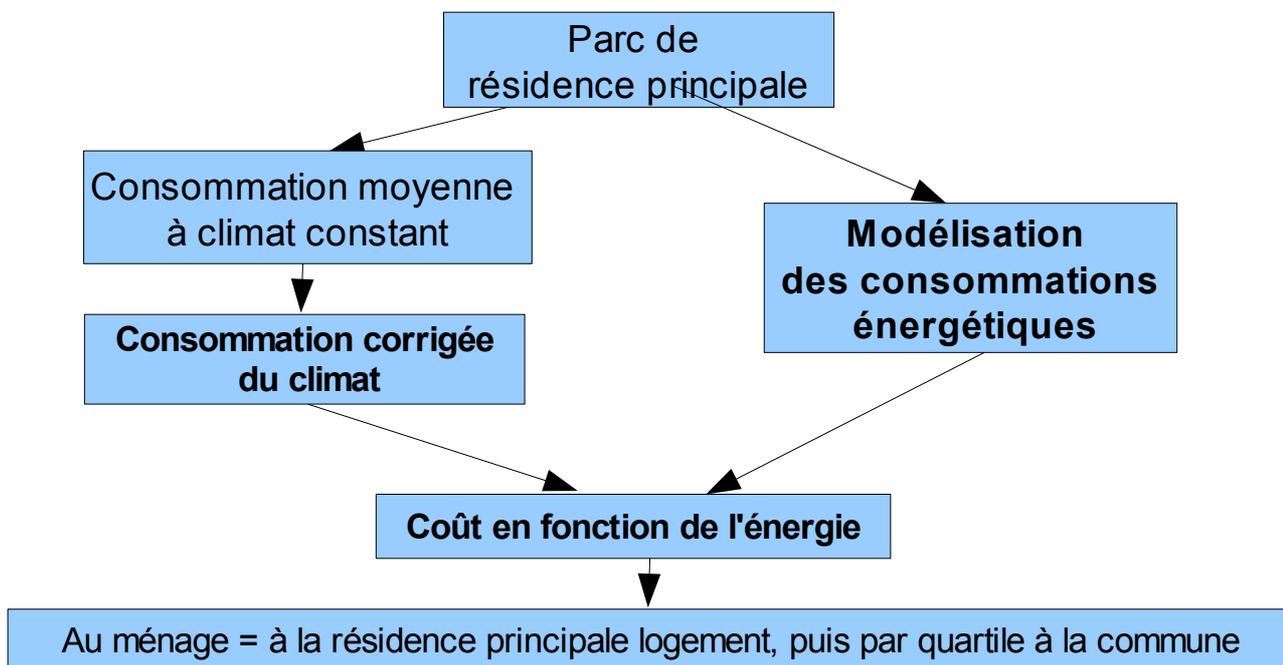
3- On fait l'hypothèse que le trajet lieu de résidence-lieu de travail déclaré par les actifs est réalisé quotidiennement en allers-retours 5 jours par semaine pendant 52 semaines à l'exception de 35 jours par an qui correspondent à 25 jours de congés et 10 jours fériés. Les actifs ayant déclaré un lieu de résidence et un lieu de travail induisant un trajet aller de plus de 150 km sont considérés comme des valeurs aberrantes.

4- On calcule enfin le budget correspondant pour le carburant (à partir d'une consommation unitaire moyenne des véhicules du parc national l'année du recensement avec une cylindrée moyenne et un prix des carburants en euros courants la même année). On calcule ensuite les coûts d'utilisation et l'amortissement (d'après les barèmes de la déclaration d'impôts à frais réel l'année du recensement).

On néglige donc ici le fait que la consommation est fonction de la vitesse et de l'âge du véhicule. Le type de carburant utilisé par les actifs ne fait pas partie du questionnaire, aussi ne peut-on pas distinguer les utilisateurs de super, diesel, GPL.

Les consommations de carburant sont calculées pour chaque navette puis agrégées à la commune de résidence.

Méthodologie coût logement



1. Le recensement fournit pour chaque logement des informations sur l'année de construction, la surface par classe, le combustible principal de chauffage, le type de chauffage (collectif, individuel), le nombre de pièces principales et le nombre de personnes.

On sélectionne les résidences principales d'une commune. À partir de ces caractéristiques et de données de composition du parc national issues d'enquêtes, on peut inférer les types d'énergie utilisés pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, l'électricité spécifique (éclairage, électroménager courant).

2. Deux méthodes sont possibles pour calculer la consommation d'un logement :

a- Soit à partir des exploitations d'enquêtes sur la consommation unitaire d'un logement. Le plus souvent, les données utilisées sont fondées sur les mesures réalisées par le Centre d'études et de recherche sur l'énergie (CEREN). Le parc de logements est au minimum décomposé en fonction de l'ancienneté du bâti (avant 1999-après 1999), le type de bâti (maison/appartement) et les sources d'énergie utilisées, complétés parfois de la surface du logement et la distinction entre marché libre et marché social (logements HLM).

b- Soit à partir de modélisations des consommations s'appuyant sur la réglementation thermique. On choisira cette deuxième méthode en retravaillant à partir de la méthode 3CL-DPE v.15 utilisée pour les diagnostics de performance énergétique⁶ dérivée des bases de règles de construction préconisées par le CSTB. On fait l'hypothèse que les déperditions thermiques d'un logement et le rendement des systèmes de chauffage et d'eau chaude sanitaire sont directement liés à l'année d'achèvement du logement, du fait notamment de la réglementation thermique qui s'appliquait à l'époque pour les déperditions.

⁶ Cette méthode est détaillée dans : Arrêté du 15 septembre 2006 relatif aux méthodes et procédures applicables au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments existant proposés à la vente en France métropolitaine.

Cette hypothèse revient à négliger une partie des travaux d'isolation thermique, d'amélioration du bâti et de renouvellement des chaudières. Elle se justifie par la perspective de repérer un parc potentiellement vulnérable, à contrario des méthodes utilisées pour évaluer des consommations moyennes d'un parc de logement qui, elles, introduisent des hypothèses complémentaires d'isolation et de renouvellement des systèmes de chauffage⁷.

3. La consommation d'énergie pour le poste chauffage calculée à climat normal est corrigée en fonction de la rigueur climatique. Elle est directement intégrée en phase 2 du modèle.

L'indicateur de rigueur climatique utilisé est le degrés-heure. Il correspond au nombre d'heures où la température descend en dessous d'une référence fixée à 18 °C sur une période de chauffe a priori. Cette donnée est le plus souvent achetée à Météo France sur un territoire, en prenant les valeurs moyennes relevées sur longue période à la station météorologique la plus proche. Ici, nous utiliserons une formule du CSTB qui permet d'estimer cet indicateur de rigueur en fonction de plusieurs paramètres de localisation.

Implicitement, l'utilisation des degrés heures fait l'hypothèse d'un usage uniforme moyen du chauffage : les ménages ne chauffent qu'entre le 1^{er} octobre et le 20 mai (période de chauffe fixée), et règlent leur système de chauffage pour une température de confort hiver identique.

4. Des hypothèses complémentaires sur les abonnements contractualisés permettent de passer des consommations en kWh par énergie utilisée pour les différents postes aux dépenses correspondantes en euros courants.

En l'absence de données fines à la commune sur le déploiement des systèmes de climatisation, des pompes à chaleur et des panneaux photovoltaïques et sur la fréquence d'utilisation de chauffages d'appoint en substitution du chauffage principal, les consommations ou les économies qui pourraient en découler ne sont pas prises en compte.

⁷ Julien Marchal (2008) propose d'appliquer une part de 15 % de réhabilitation à un segment du parc, tandis que le bureau d'études Énergie Demain applique de manière aléatoire des travaux d'isolation au parc de logement

2. Principaux résultats

2.1 Analyse des déplacements domicile-travail

Points de repère:

Entre 1999 et 2006, la population française a évolué de 5 %. Dans le même temps le nombre d'actifs utilisant sa voiture a progressé de 4,3 %, la consommation moyenne d'un véhicule (en litres) a chuté de 6 %, la distance médiane parcourue par les actifs s'est allongée de 8 %, le prix du supercarburant et du gazole ont augmenté respectivement de 32 % et de 55%, tandis que l'indice des prix à la consommation passait de 104,4 à 151,2.

| distances (km) en 1999 et 2006 | Population active de 15 ans ou plus ayant un emploi résidant en France métropolitaine, travaillant en France métropolitaine ou à l'étranger, utilisant la voiture comme mode de transport avec une distance domicile-travail comprise... | | | |
|-----------------------------------|--|------------|------------------------|-----------|
| | entre 0 et 150 km | | entre D9 et 150 km (a) | |
| | 1999 | 2006 | 1999 | 2006 |
| Effectif | 14 916 171 | 17 690 308 | 1 491 529 | 1 769 028 |
| Moyenne | 12,89 | 13,55 | 48,58 | 50,39 |
| Q1 | 3,98 | 3,95 | 32,98 | 34,85 |
| Q2 (Médiane) | 7,78 | 8,39 | 40,10 | 42,01 |
| Q3 | 15,99 | 17,34 | 54,82 | 56,54 |
| D1 | 2,21 | 2,00 | 30,11 | 31,96 |
| D9 | 28,55 | 30,34 | 79,80 | 81,51 |

(a) 10 % de la population qui ont les plus fortes distances domicile-travail en 1999 et 2006

| coûts carburants (€ courants) en 1999 et 2006 | Population active de 15 ans ou plus ayant un emploi résidant en France métropolitaine, travaillant en France métropolitaine ou à l'étranger, utilisant la voiture comme mode de transport avec une distance domicile-travail comprise ... | | | |
|---|---|------------|--------------------------|-----------|
| | entre 0 et 150 km | | entre (D9) et 150 km (a) | |
| | 1 999 | 2 006 | 1 999 | 2 006 |
| Effectif | 14 916 171 | 17 690 308 | 1 491 529 | 1 769 028 |
| Moyenne | 393 | 491 | 1 480 | 1 825 |
| Q1 | 121 | 143 | 1 005 | 1 262 |
| Q2 (Médiane) | 237 | 304 | 1 222 | 1 522 |
| Q3 | 487 | 628 | 1 670 | 2 048 |
| D1 | 67 | 73 | 917 | 1 158 |
| D9 | 870 | 1 099 | 2 431 | 2 953 |

(a) 10 % de la population qui ont les plus fortes distances domicile-travail en 1999 et 2006

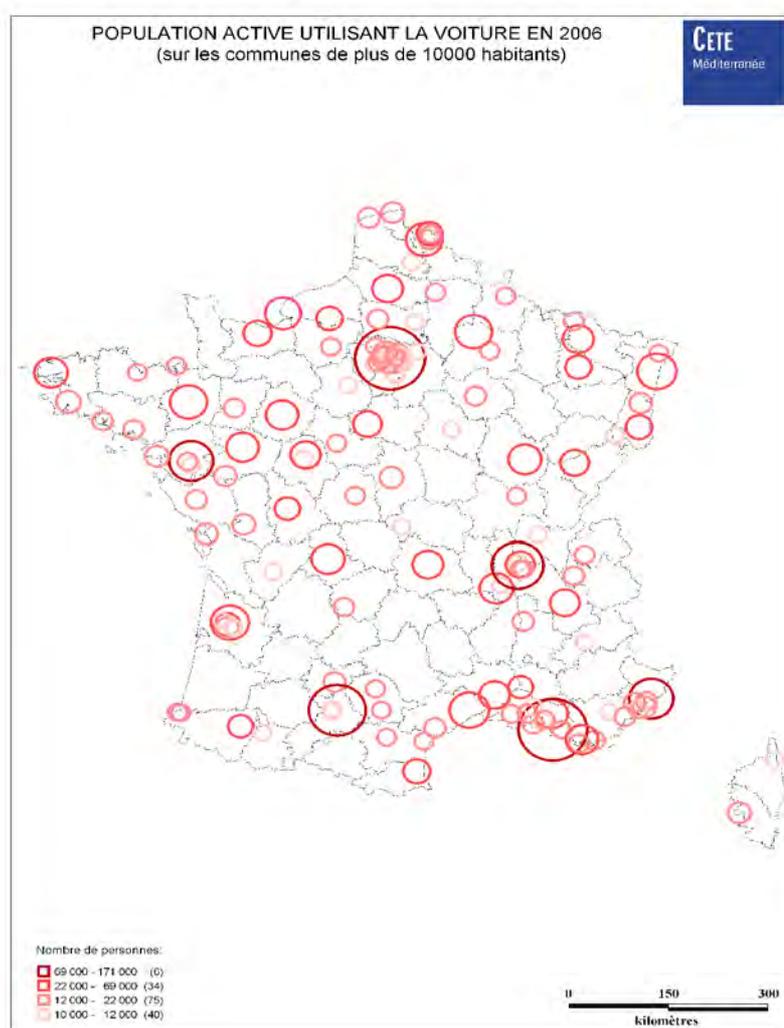
Ainsi, en 2006, 90 % des actifs réels ayant un emploi parcourent une distance inférieure à 30,34 km. On constatera ci-dessus que la distance moyenne parcourue a augmenté entre 1999 et 2006 et que les trajets les plus longs (dont la distance est comprise entre D9 et 150 km) se sont eux aussi rallongés entre 1999 et 2006. Cela entraîne également une augmentation des dépenses moyennes de carburants, d'autant plus forte pour les trajets les plus longs.

N. B. : les changements dans le mode de recensement des déplacements domicile-travail entre 1999 et 2006 impliquent de prendre avec des réserves les comparaisons entre 1999 et 2006

2.1.1 Les navettes effectuées en voiture par les actifs

L'analyse des navettes domicile-travail montre qu'en 2006 la voiture est le premier mode de transport pour se rendre au travail. Elle est utilisée par 70 % des actifs français (et 76 % des actifs si l'on exclut la Région Île-de-France).

| Part modale | France entière | Sauf Région Île-de-France |
|-----------------------------|----------------|---------------------------|
| Marche à pied | 8% | 8% |
| Pas de transport | 4% | 5% |
| Deux-roues | 4% | 4% |
| Voiture camion fourgonnette | 70% | 76% |



Carte 1 : nombre d'actifs utilisant la voiture pour se rendre à leur travail, 2006, communes de plus de 10 000 habitants

Le nombre d'actifs utilisant la voiture n'est pas proportionnel à la population active. Les plus grandes communes disposent d'un système de transport en commun de nature à limiter fortement les déplacements domicile-travail en véhicule particulier, ce qui est particulièrement flagrant sur quelques communes de la région Île-de-France.

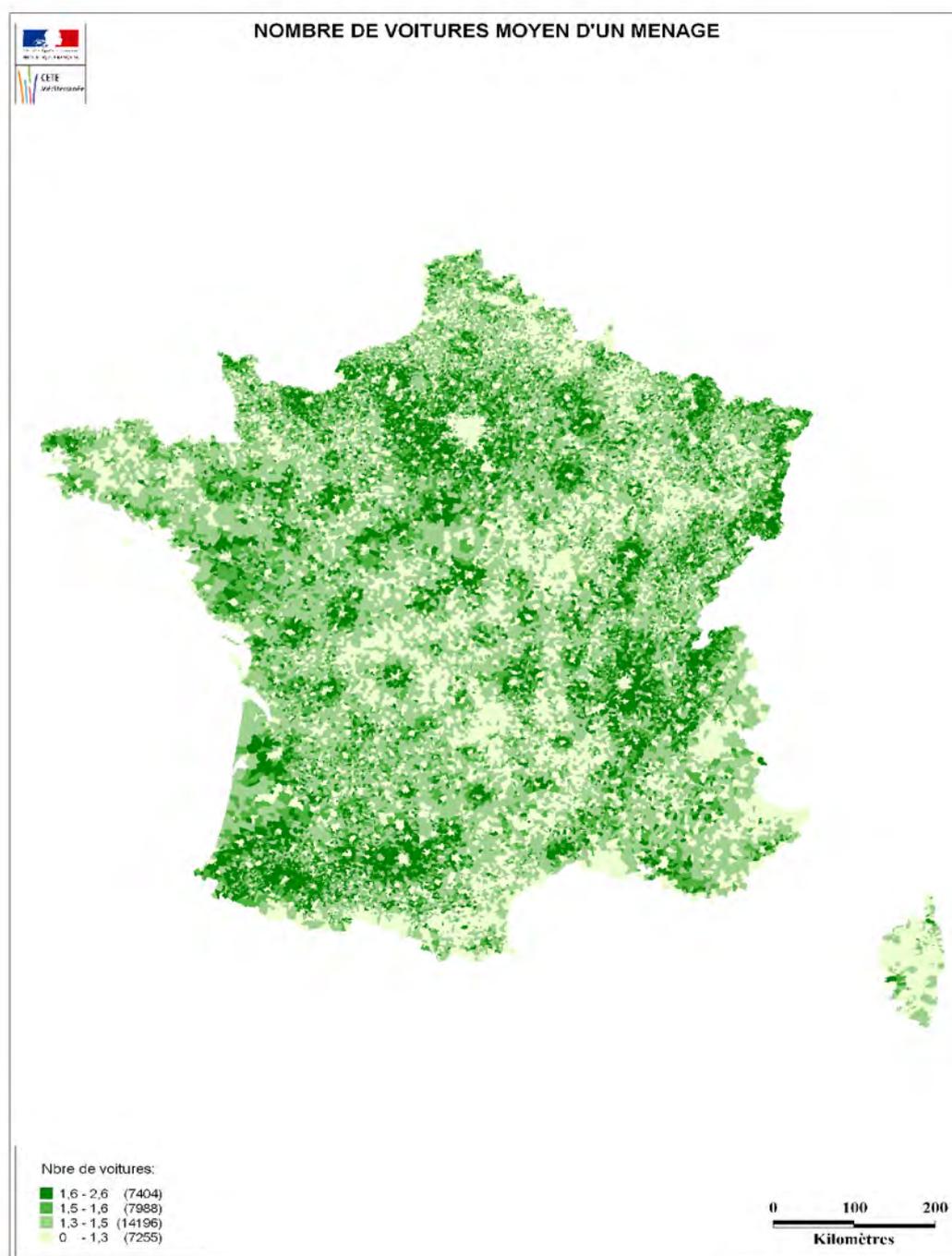
À quelques rares exceptions, la voiture reste de loin le mode dominant. Elle est en revanche moins présente du fait de la marche ou du travail à domicile en milieu rural et de la part importante des transports en commun en Île-de-France.



Carte 2 : part modale de la voiture pour les déplacements domicile-travail

En 2006, la grande majorité des déplacements réalisés par les actifs en voiture pour se rendre à leur travail se fait dans une commune extérieure à leur commune de résidence (plus de 70 %), et pour un peu moins de 30 % d'entre eux dans leur commune de résidence (restent à peu près 1 à 2 % qui travaillent à l'étranger).

On compte plus de 880 000 navettes différentes (c'est-à-dire un couple commune de résidence, commune de travail différente). Pour plus de 70 % d'entre elles, moins d'une dizaine d'actifs ont déclaré faire ce trajet en voiture (moins d'une trentaine pour 90 % des trajets réalisés), ce qui montre l'impossibilité de massifier les transports sur la grande majorité des déplacements, et les difficultés de promotion du covoiturage.



Carte 3 : nombre moyen de voitures par ménage en fonction de la commune de résidence

Le nombre de voitures moyen par ménage dessine les contours du périurbain français : des villes et des campagnes avec un nombre de voiture par ménage relativement faible à l'inverse des espaces sous influence urbaine.

Les territoires où la part modale de la voiture pour les déplacements domicile-travail est faible (de 2 % à 55 %, voir carte 2) correspondent à ceux où le nombre moyen de voitures par ménage en fonction de la commune de résidence tourne autour de 0 et 1,3. Ces zones correspondent soit à des espaces très faiblement peuplés, tels que le Massif central et la frontière pyrénéenne et alpine, soit à des zones urbaines où l'offre de transports en commun est dense et le coût d'utilisation d'une voiture est élevé (stationnement difficile, congestion, etc.), mais aussi où le nombre de personnes par ménage peut être moins important.

2.1.2 Analyse des distances parcourues entre le lieu de résidence et le lieu de travail

Distance parcourue en 2006 par l'ensemble des actifs utilisant la voiture pour leur déplacement domicile-travail (actifs résidant en France métropolitaine)

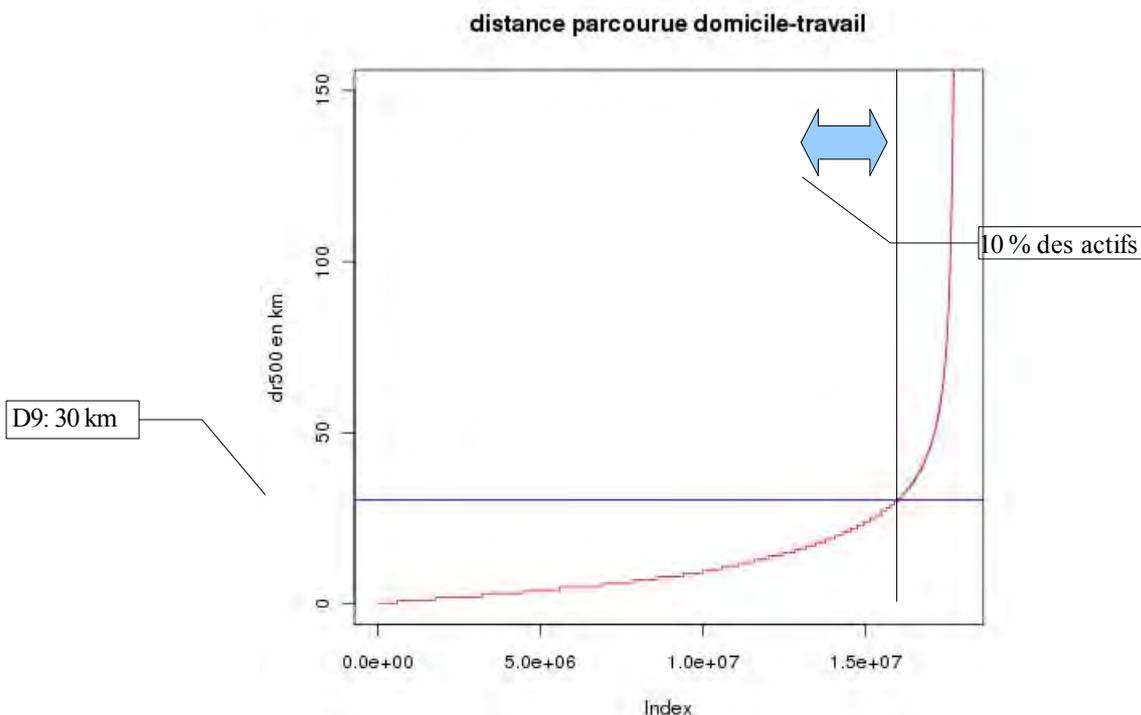
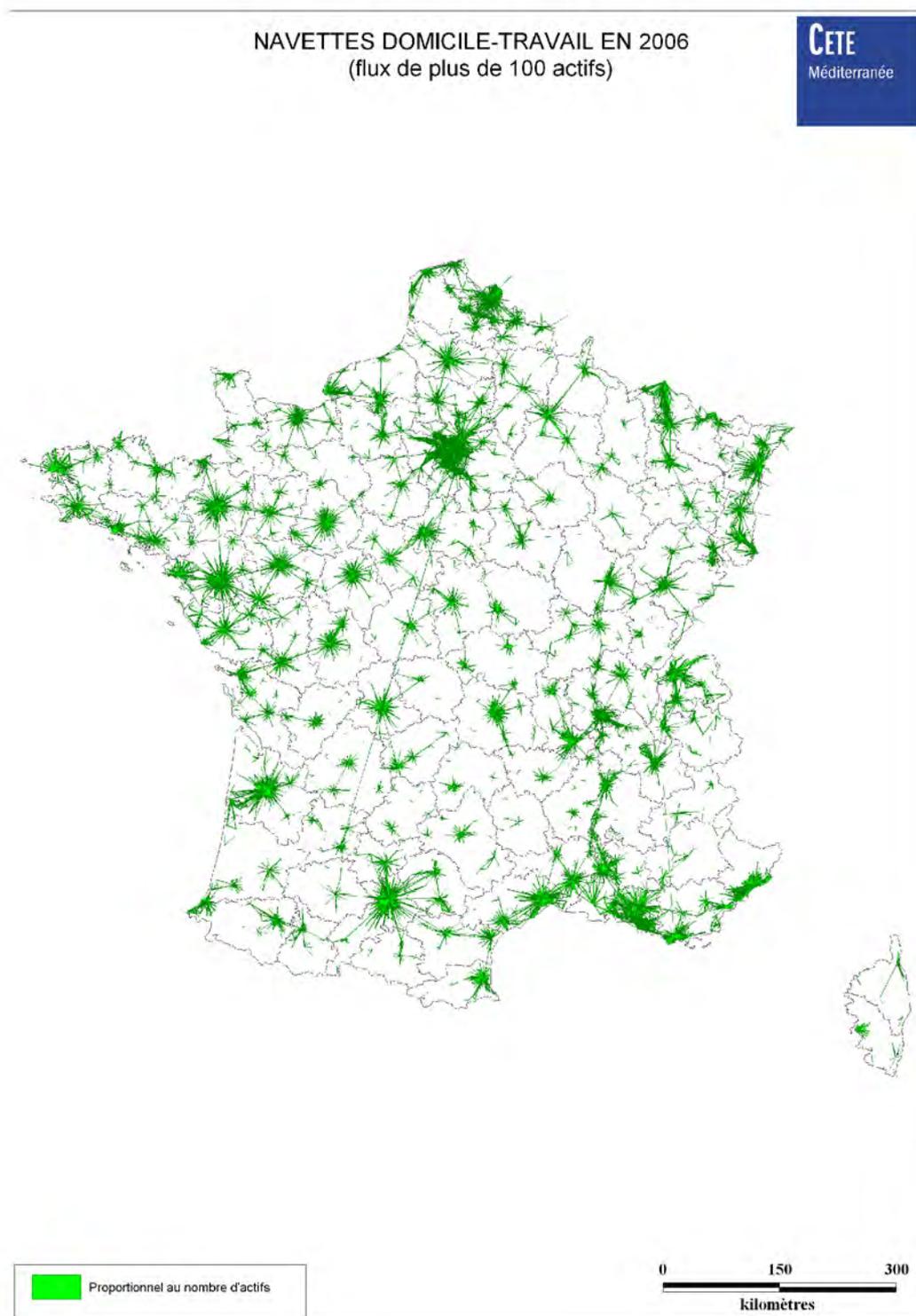


Illustration 1 : distances allers en km parcourues par les actifs français pour se rendre à leur travail

Lecture : 90 % des actifs français métropolitains utilisant la voiture pour leurs trajets domicile-travail effectuent une distance aller de moins de 30 km, tandis que les 10 % restant doivent parcourir des distances allers fortement supérieures (les distances allers au-delà de 150 km sont négligées, voir 3.1.3).

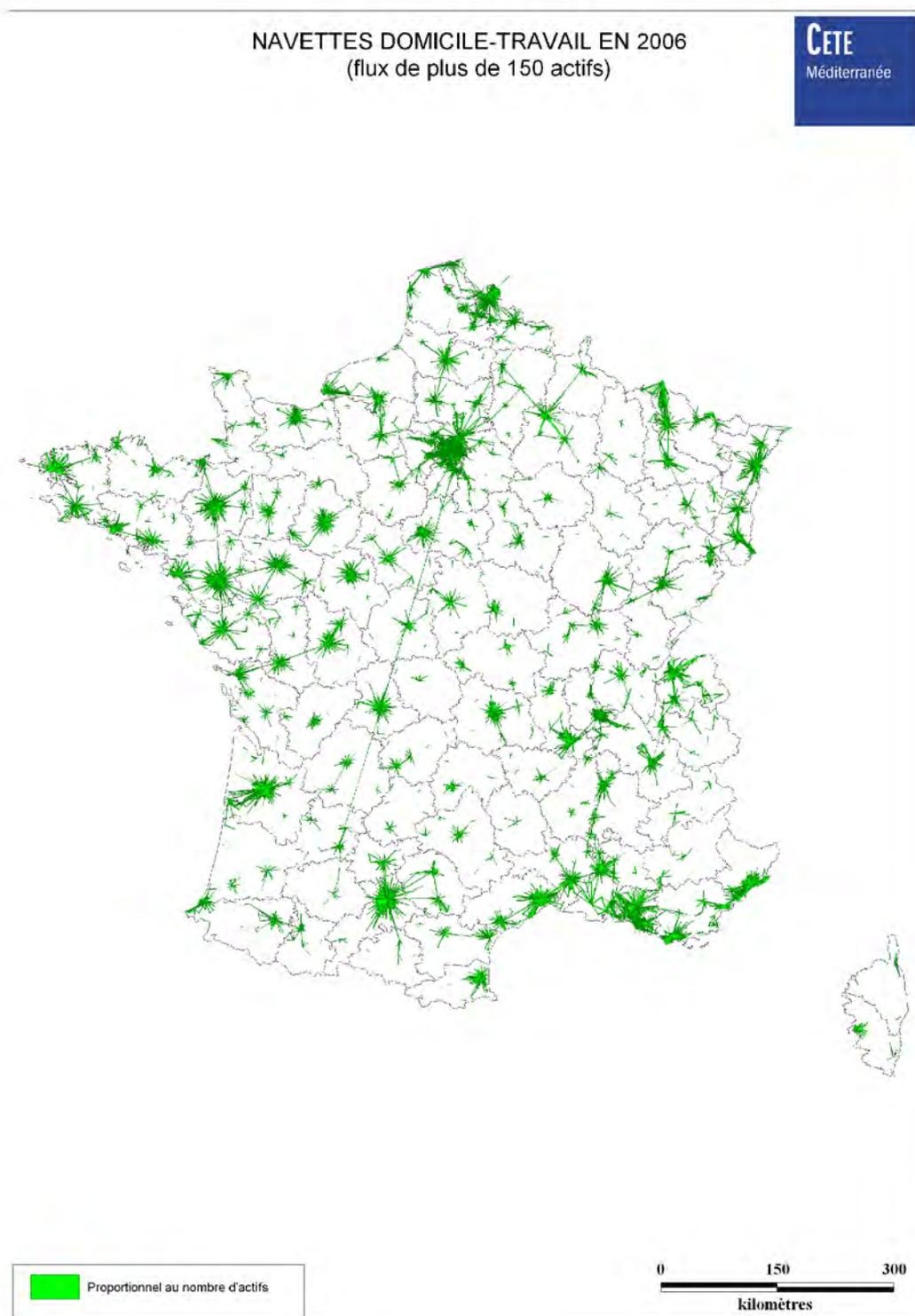
Les actifs les plus vulnérables sont à rechercher dans ces actifs qui font plus de 30 km, seuil au-delà duquel la pente s'inverse rapidement.



Carte 4 : navettes domicile-travail en 2006 (flux de plus de 100 actifs)

Cette carte représente les trajets réalisés en voiture par au moins 100 actifs sortant de leur commune (6 341 268 d'actifs des 17 916 242 utilisant la voiture, soit 35 % de la population active, ce qui représente 39 % des actifs travaillant hors de leur commune de résidence).

S'ils masquent la majorité des trajets, ces flux importants dessinent les contours des espaces sous influence urbaine, l'attractivité des pôles d'emploi et les interdépendances entre réseaux de ville.



Carte 5 : navettes domicile-travail en 2006 (flux de plus de 150 actifs)

Cette carte représente en 2006 les trajets réalisés en voiture par au moins 150 actifs sortant de leur commune (5 176 995 d'actifs sur les 17 916 242 utilisant la voiture soit 29 % de la population active, ce qui représente 32 % des actifs travaillant hors de leur commune de résidence).

Les cartes précédentes mettent en avant les dépendances à l'automobile et aux pôles d'emploi à la fois sur les parts modales, le taux de motorisation et les trajets domicile-travail.

Parmi les actifs travaillant en dehors de leur commune de résidence, on constate par ailleurs qu'il existe des flux importants non négligeables de personnes travaillant à l'étranger : Annemasse, Charleville-Mézière, Strasbourg, Lille.

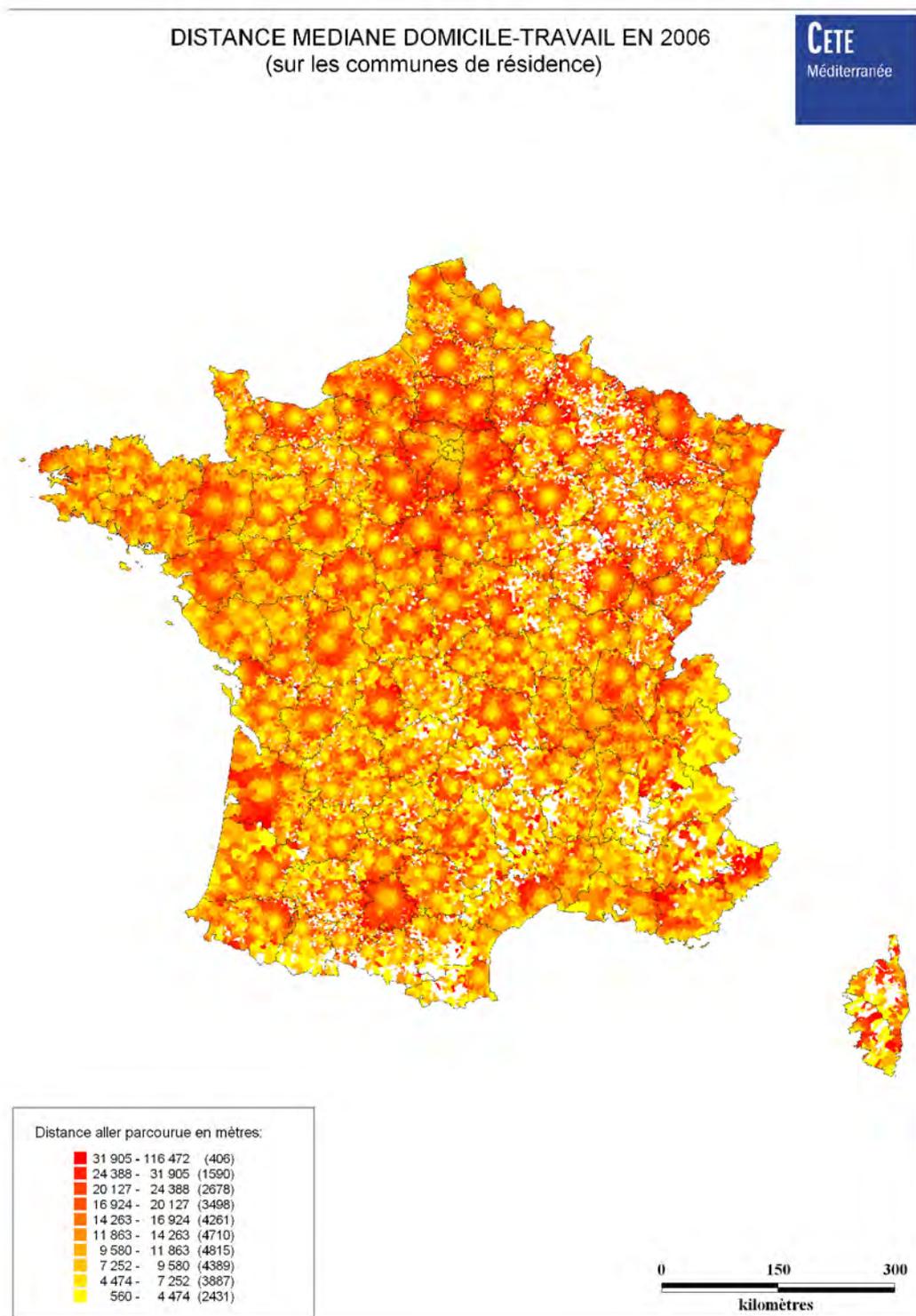
Afin de comparer les territoires entre eux, les cartes suivantes agrègent les déplacements de l'ensemble des actifs utilisant la voiture à la commune de résidence.

Elles mettent très distinctement en évidence des territoires sous influence urbaine : le grand périurbain toulousain, bordelais avec l'attraction du littoral, amiénois...

Elles montrent cependant que les distances domicile-travail parcourues par les actifs d'une commune ne sont pas directement liées au poids des emplois ou à la proximité immédiate des pôles urbains. Jouent les multiples attractions des pôles d'emplois (territoire entre Rennes et Nantes, périurbain du Var multipolarisé, Charleville-Mézière et le Luxembourg, la vallée du Rhône).

2.1.3 Représentation agrégée à la commune du lieu de résidence des distances routières parcourues par les actifs utilisant la voiture

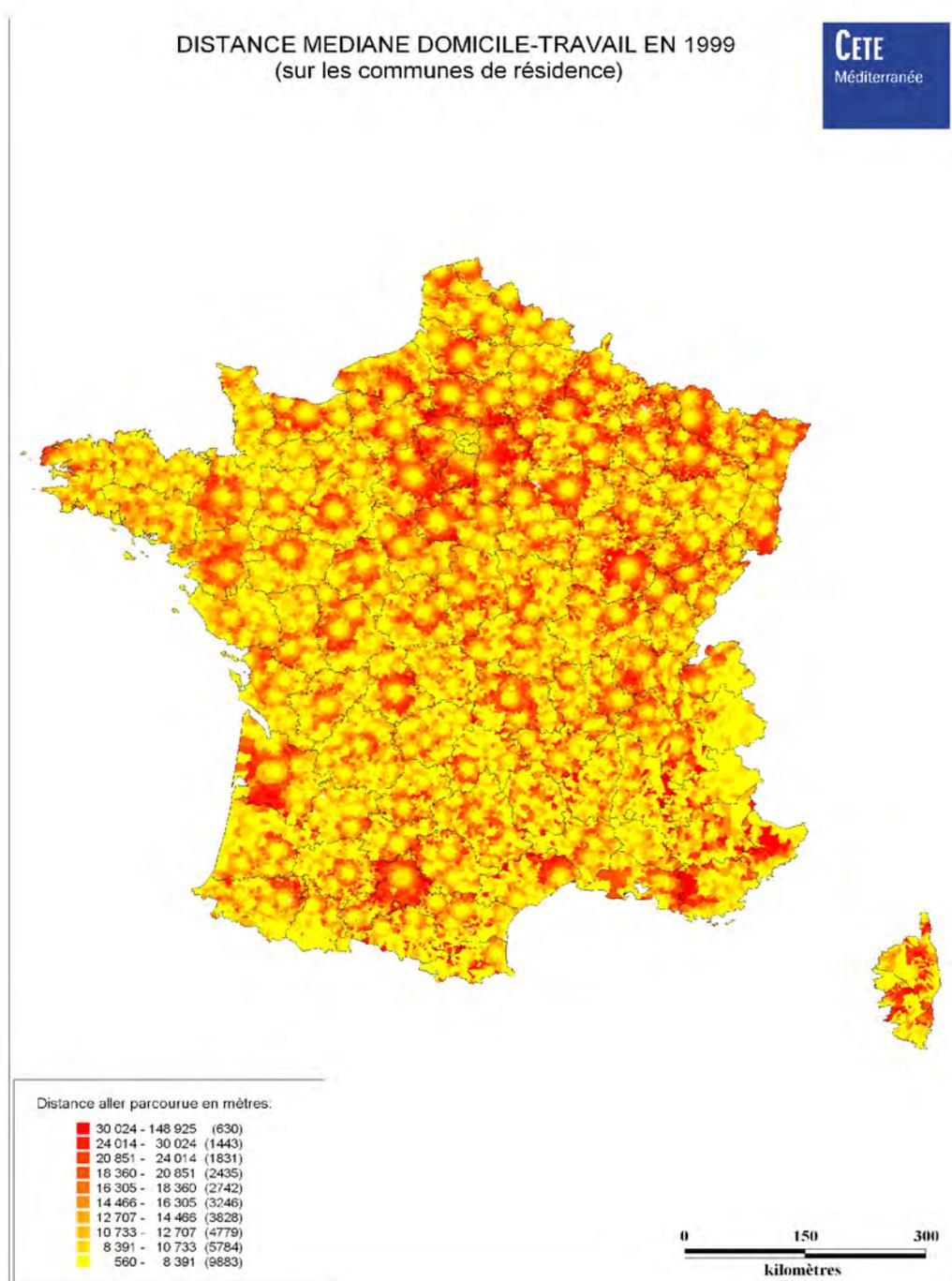
La comparaison entre les distances minimales qu'est amenée à parcourir en voiture plus de la moitié des actifs résidents d'une commune met en avant les deuxièmes couronnes des pôles d'emploi.



Carte 6 : médiane des distances routières calculées à partir des déplacements des actifs de chaque commune de résidence

Les deux cartes suivantes représentent à la commune la distance minimale parcourue pour se rendre à son travail (trajet aller) par plus de la moitié des actifs y résidant.

Les cartes de 1999 et 2006 ci-contre ont été réalisées avec des classes identiques afin de pouvoir être comparées.

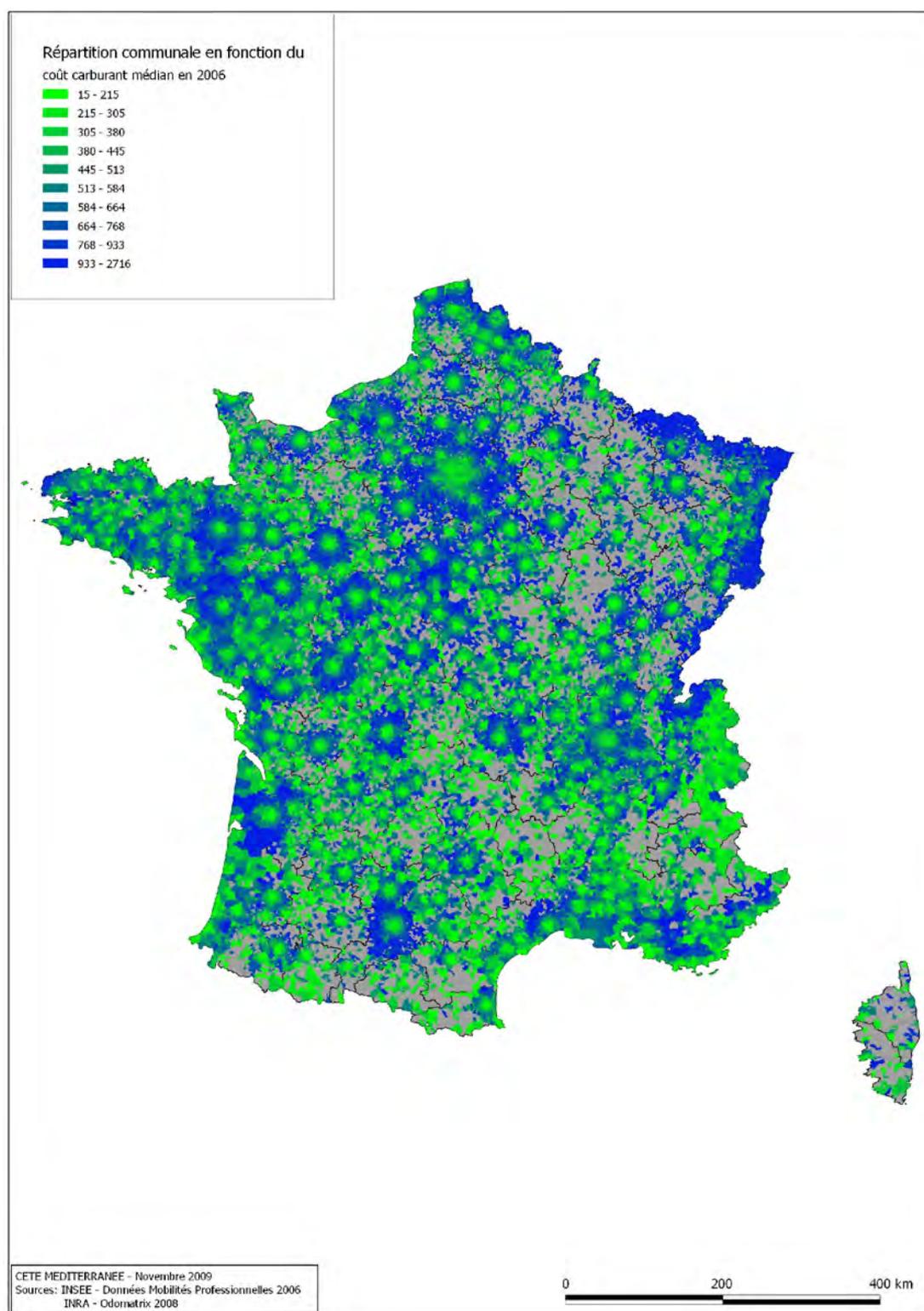


Carte 7 : médiane des distances routières calculées à partir des déplacements des actifs de chaque commune de résidence, 1999



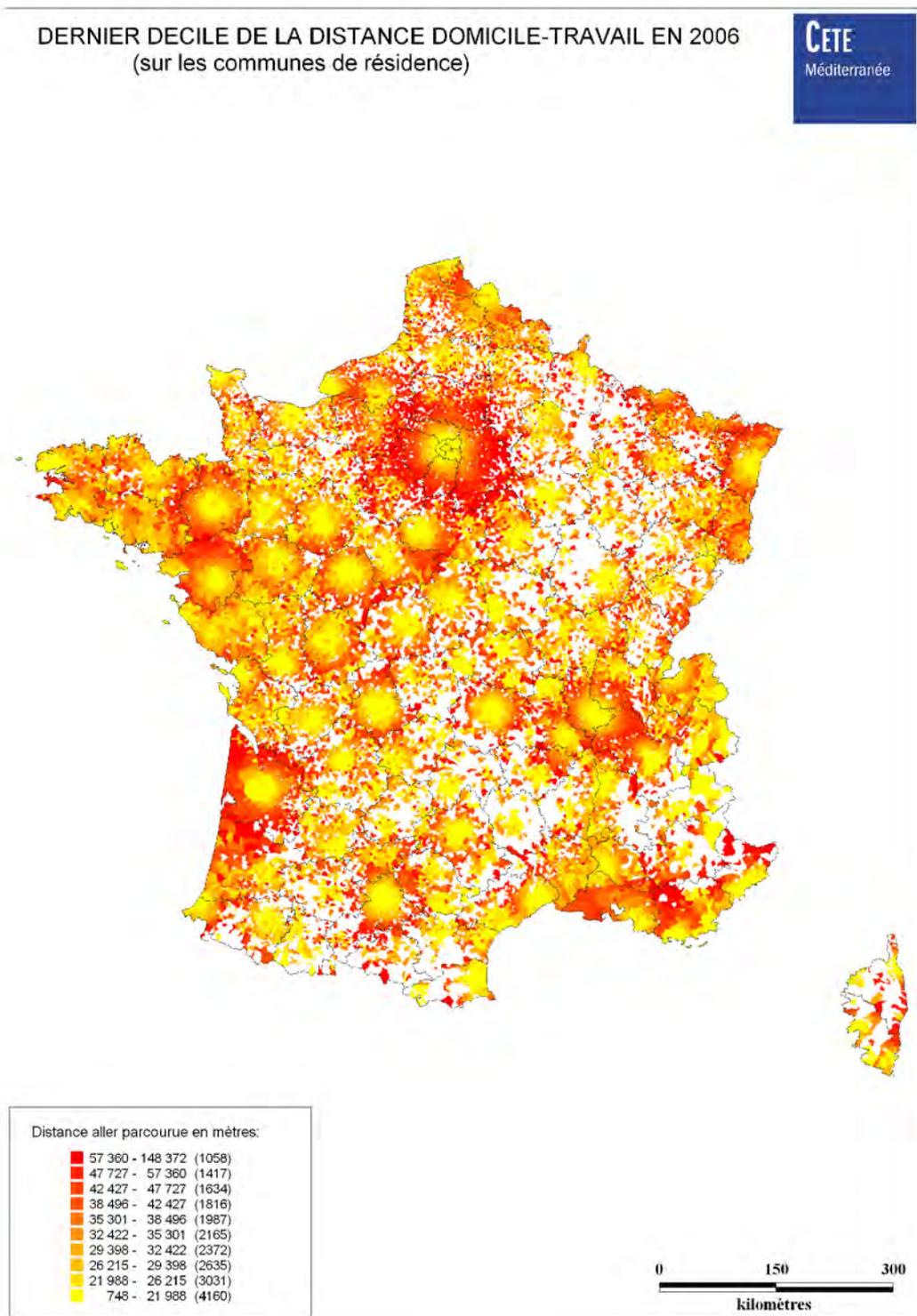
Carte 8 : médiane des distances routières calculées à partir des déplacements des actifs de chaque commune de résidence, 2006

La comparaison de ces deux cartes permet de voir que le nombre de personnes effectuant les distances minimales les plus longues pour les trajets domicile-travail ne diminue pas mais que, bien au contraire, en l'espace de 8 ans si l'on regarde les effectifs par classe, les classes des distances inférieures se sont vidées de leurs effectifs tandis que celles des distances supérieures se sont alourdies. En parallèle avec la carte 1, on peut voir aussi que c'est principalement autour des communes de plus de 10 000 habitants que les trajets les plus longs sont réalisés, ce qui confirme la force centripète de ces espaces vis-à-vis de leurs périphéries.



Carte 9 : valeur médiane des coûts de carburant des ménages à la commune pour les déplacements en 2006

Cette carte nous permet de voir les communes où les coûts de carburant des ménages sont les plus élevés. On constate au regard de la carte suivante, qui met en avant les distances minimales parcourues par les 10 % des actifs les plus éloignés de leur lieu de travail, que les ménages les plus éloignés supportent des coûts carburant annuels entre 933 € et 2 716 €.



Carte 10 : dernier décile des distances routières calculées à partir des déplacements des actifs de chaque commune de résidence

Cette carte représente à la commune la distance minimale parcourue pour se rendre à leur travail (trajet aller) par les 10 % des actifs résidant les plus éloignés de leur lieu de travail.

(En blanc les communes de résidence où le nombre d'actifs est jugé insuffisant.)

Elle montre que, selon les aires urbaines, l'éloignement des actifs peut être plus marqué et ne concerne plus l'ensemble des pôles d'emploi.

2.1.4 Distribution des distances routières parcourues en 2006 par les actifs utilisant la voiture en fonction du zonage en aire urbaine 1999 de leur commune de résidence (France métropolitaine).

2006

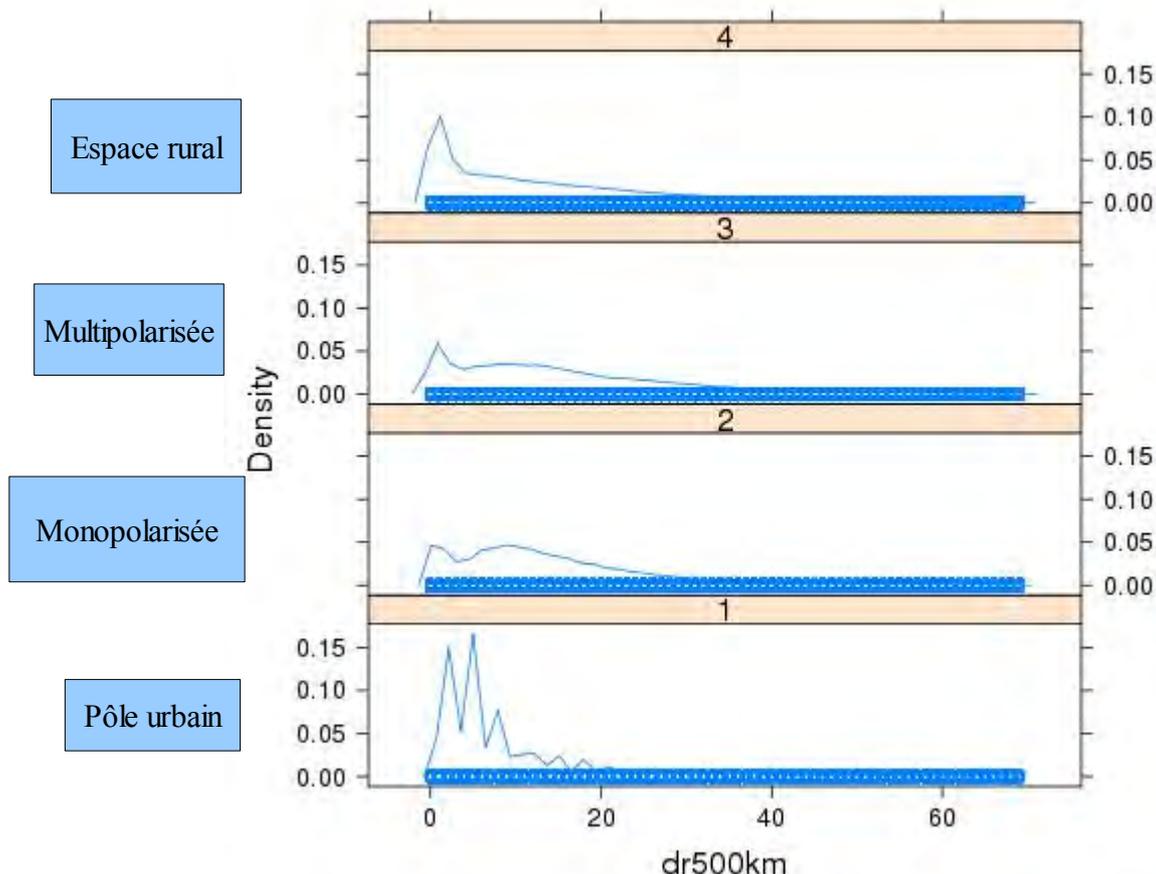


Illustration 2 : analyse de densité des distances routières motif travail en fonction du zonage en aire urbaine 1999 de la commune de résidence

Cette représentation met en avant les similitudes dans la distribution des déplacements par distance parcourue en voiture entre les espaces urbains et les espaces ruraux d'une part, et les espaces monopolarisés et multipolarisés d'autre part : des distances courtes pour le rural et l'urbain et sensiblement deux comportements dans les deux autres espaces, l'un de proximité et l'autre de distance plus lointaine.

Les effets de pic sont aussi dus au mode de calcul des distances parcourues par les actifs travaillant sur leur commune de résidence auxquels on a affecté la même distance moyenne par commune (voir méthodologie).

2.1.5 Sur-représentation de certains actifs parmi les actifs faisant plus de 30 km aller

L'estimation des distances parcourues pour chaque navette croisée avec les caractéristiques des actifs renseignés dans le recensement permet d'analyser les typologies d'actifs se déplaçant le plus. Faute d'informations sur les revenus des ménages, il n'est pas possible d'estimer un taux d'effort à partir des déplacements. En revanche, par ce biais, l'analyse des caractéristiques des ménages permet notamment de nuancer le lien entre déplacements importants – coûts de carburants importants et aggravation de la fragilité économique des ménages.

En effet, comme nous allons le voir, l'analyse des catégories socioprofessionnelles et des diplômes montre que les cadres, les professions intellectuelles supérieures, les professions intermédiaires et les plus diplômés sont sur-représentés dans les 10 % des actifs qui font le plus de km. Ce qui tend à nuancer l'association simpliste entre importance des kilomètres parcourus et poids des dépenses de carburant sur le budget des ménages. À l'inverse, on constate que parmi les 10 % des actifs qui font le plus de km, ce sont les contrats d'emploi précaires ou les stages, contrat d'apprentissage, qui sont sur-représentés, autrement dit les emplois sur lesquels les actifs n'ont pas de capacité à se projeter et vraisemblablement de choisir leur emploi ou d'optimiser leur choix résidentiel et de travail pour limiter les déplacements, étant donné le caractère provisoire ou contraint de l'emploi actuellement occupé. Les non-salariés en revanche sont nettement sous-représentés. On touche là aux limites de la source de données utilisées (absence des revenus, de la possibilité de ramener l'ensemble des déplacements au ménage) et à l'analyse sans croisement de variables.

Pour ce faire, des analyses de sur et sous-représentation ont été réalisées. Sont comparées les caractéristiques des ménages effectuant plus de 30 km aller en voiture pour se rendre à leur travail, soit les 10 % des actifs parcourant les distances les plus importantes (à l'exception des actifs faisant plus de 150 km exclus de la population d'analyse) et l'ensemble des actifs utilisant la voiture pour se rendre à leur travail.

Par exemple, cette comparaison confirme l'influence du lieu de résidence. Les actifs faisant plus de 30 km sont très nettement sous-représentés dans les pôles urbains. En revanche, elle montre que ces grands mobiles sont particulièrement sur-représentés dans les communes multipolarisées et les communes rurales, et de manière moins significative dans les communes périurbaines.

| Population active de 15 ans ou plus ayant un emploi résidant en France métropolitaine en 2006, travaillant en France métropolitaine ou à l'étranger, utilisant la voiture comme mode de transport avec une distance domicile-travail comprise ... | Lieu de résidence (cod_au99) | | | | Total (a) |
|---|------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|------------|
| | Pôles urbains | Communes périurbaines | Communes multipolarisées | Communes rurales | |
| entre 0 et 150 km | 9 428 857 | 3 804 082 | 1 109 848 | 3 329 962 | 17 672 749 |
| % ligne (1) | 53,4 %* | 21,5 %** | 6,3 %** | 18,8 %* | 100 % |
| entre 30,342 (D9) et 150 km | 665 385 | 434 289 | 184 636 | 483 236 | 1 767 546 |
| % ligne (2) | 37,6 % | 24,6 % | 10,4 % | 27,3 % | 100 % |
| Sur ou sous-représentation (2) / (1) | 0,7 | 1,1 | 1,7 | 1,5 | 1,0 |
| (a) hors non renseignés pour le code ZAU99 | | | | | |

| Population active de 15 ans ou plus ayant un emploi résidant en France métropolitaine en 2006, travaillant en France métropolitaine ou à l'étranger, utilisant la voiture comme mode de transport avec une distance domicile-travail comprise ... | Catégorie socioprofessionnelle | | | | | | Total |
|---|--------------------------------|--|---|----------------------------|-----------|-----------|------------|
| | Agriculteurs exploitants | Artisans, commerçants et chefs d'entreprises | Cadres et professions intellectuelles supérieures | Professions intermédiaires | Employés | Ouvriers | |
| entre 0 et 150 km | 219 999 | 1 074 324 | 2 591 647 | 4 670 249 | 4 599 435 | 4 534 654 | 17 690 308 |
| % ligne (1) | 1,2% | 6,1% | 14,7% | 26,4% | 26,0% | 25,6% | 100,0% |
| entre 30,342 (D9) et 150 km | 8 631 | 66 215 | 360 581 | 548 679 | 330 785 | 454 138 | 1 769 028 |
| % ligne (2) | 0,5% | 3,7% | 20,4% | 31,0% | 18,7% | 25,7% | 100,0% |
| Sur ou sous-représentation (2) / (1) | 0,4 | 0,6 | 1,4 | 1,2 | 0,7 | 1,0 | 1,0 |

| Population active de 15 ans ou plus ayant un emploi résidant en France métropolitaine en 2006, travaillant en France métropolitaine ou à l'étranger, utilisant la voiture comme mode de transport avec une distance domicile-travail comprise ... | Diplôme le plus élevé | | | | | | Total |
|---|--|-----------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------|------------|
| | Pas de scolarité, aucun diplôme ou CEP | BEPC seul | CAP, BEP ou équivalent | Baccalauréat ou brevet professionnel | Baccalauréat plus 2 ans | Diplôme supérieur | |
| entre 0 et 150 km | 2 615 940 | 991 154 | 5 253 809 | 3 295 805 | 2 907 619 | 2 625 981 | 17 690 308 |
| % ligne (1) | 14,8% | 5,6% | 29,1% | 18,6% | 16,4% | 14,8% | 100,0% |
| entre 30,342 (D9) et 150 km | 200 293 | 83 720 | 471 298 | 337 701 | 339 846 | 336 170 | 1 769 028 |
| % ligne (2) | 11,3% | 4,7% | 26,6% | 19,1% | 19,2% | 19,0% | 100,0% |
| Sur ou sous-représentation (2) / (1) | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,0 |

| Population active de 15 ans ou plus ayant un emploi, résidant en France métropolitaine en 2006, travaillant en France métropolitaine ou à l'étranger, utilisant la voiture comme mode de transport avec un distance domicile-travail comprise... | Condition d'emploi | | | | | | | | | Total |
|--|----------------------------|---------------------------------|--|------------------------------------|--|--|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------|
| | En contrat d'apprentissage | Placés par une agence d'intérim | Emplois-jeunes, CES, contrats de qualification | Stagiaires rémunérés en entreprise | Autres emplois à durée limitée, CDD, contrats courts, vacataire... | Emplois sans limite de durée, CDI, titulaire de la fonction publique | Non salariés : Indépendants | Non salariés : Employeurs | Non salariés : aides familiaux | |
| entre 0 et 150 km | 181 426 | 360 720 | 163 962 | 37 532 | 1 243 099 | 13 938 964 | 903 386 | 834 564 | 26 652 | 17 690 308 |
| % ligne (1) | 1,0 | 2,0 | 0,9 | 0,2 | 7,0 | 78,8 | 5,1 | 4,7 | 0,2 | 100,0 |
| entre 30.342 (D9) et 150 km | 25 609 | 38 544 | 12 010 | 5 726 | 133 977 | 1 449 115 | 48 541 | 54 245 | 1 261 | 1 769 028 |
| % ligne(2) | 1,4 | 2,2 | 0,7 | 0,3 | 7,6 | 81,9 | 2,7 | 3,1 | 0,1 | 100,0 |
| Sur ou sous-représentation (2)/(1) | 1,4 | 1,1 | 0,7 | 1,5 | 1,1 | 1,0 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 1,0 |

L'analyse des conditions d'emploi montre une sur-représentation des actifs ayant un contrat d'emploi provisoire ou précaire dans les 10 % des actifs réalisant le plus de km.

En terme de population ce nombre reste bas, le score restant concentré sur les emplois stables (CDI, emplois publics).

2.1.6 -Navettes de plus de 35 km

La carte ci-dessous représente les trajets de plus de 35 km pour lesquels on dénombre plus de 15 actifs.



Carte 11 : navettes de plus de 35 km

On retrouve les principaux pôles d'emploi et des fonctionnements multipolaires dans plusieurs Régions.

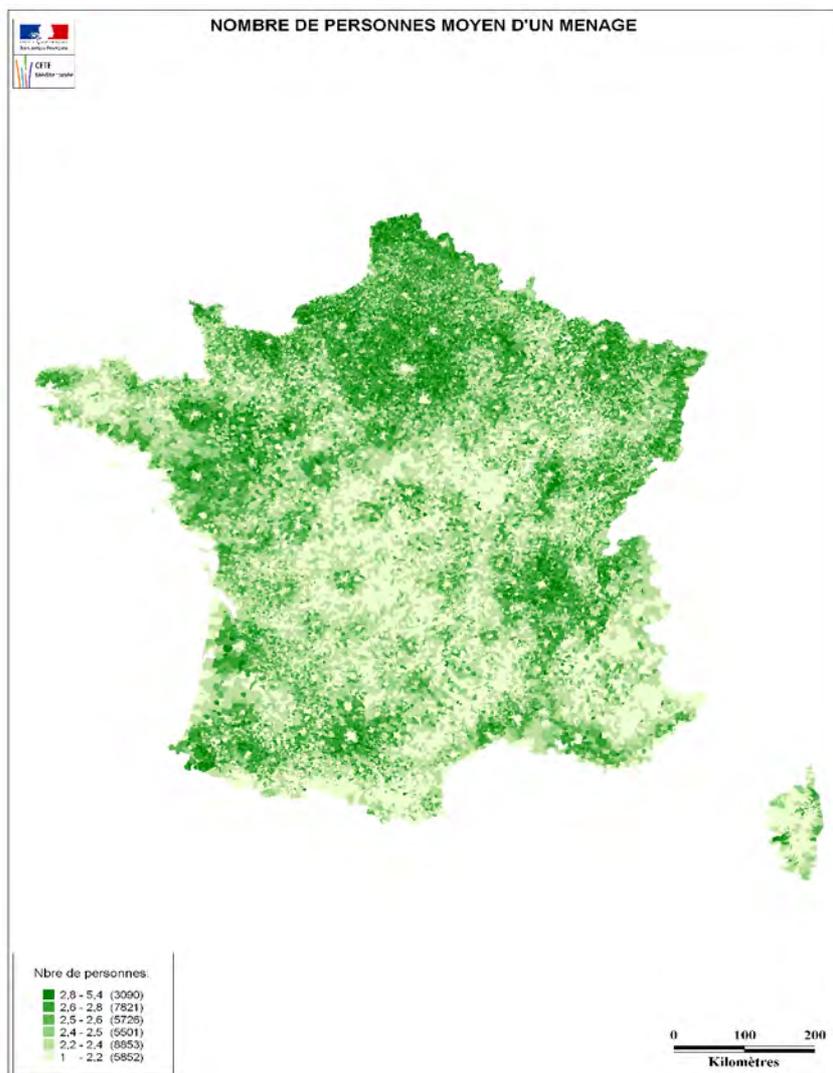
Cette analyse des déplacements domicile-travail au niveau national permet de faire quelques constats. Tout d'abord, on peut voir qu'au fil des années, l'usage de la voiture particulière s'est intensifié, entraînant un allongement des distances moyennes parcourues par les ménages et du même coup leurs dépenses de carburant. Ce phénomène est notamment la conséquence de l'étalement urbain et de l'accroissement de la périurbanisation. En effet, si l'on regarde la répartition sur le territoire des navettes domicile-travail réalisées en voiture, on peut voir une hyperconcentration de celles-ci autour des principaux pôles d'emploi. Si on regarde la destination de ces navettes, on remarque que la grande majorité est effectuée pour aller dans une ville extérieure de celle du domicile, effectuant des trajets quasi exclusivement de proximité (ne dépassant pas les 30 km aller). Les ménages vivent ainsi de plus en plus en périphérie des pôles urbains et dans leurs villes satellites. D'autant plus que ce phénomène rapporté à la taille du ménage entraîne un suréquipement des ménages en voitures autour des pôles. Ainsi l'espace de vie est déterminant vis-à-vis des distances à parcourir en voiture. On constate que plus on s'éloigne des pôles urbains dynamiques, plus la distribution des distances moyennes parcourues s'étale sur une échelle de 0 à 30 km.

En terme de vulnérabilité, reste à savoir quels sont les ménages qui supportent les plus fortes dépenses de carburant et pour lesquels ces dépenses sont les plus handicapantes. En toute logique, on constate que les espaces où les ménages effectuent les trajets les plus longs sont ceux qui concentrent les dépenses de carburant les plus importantes. Une première analyse en terme de CSP permet de relativiser un tant soit peu l'idée selon laquelle les dépenses de carburant importantes pèsent de la même manière sur tous les ménages. En effet, on pourra constater qu'il existe une sur-représentation des professions intermédiaires et des cadres, et des titulaires de diplômes supérieurs dans les ménages effectuant les plus longs trajets – des catégories de ménage qui sont censées avoir des revenus sécurisant. Pourtant on remarque aussi au regard de la situation d'emploi que ce sont les précaires qui sont sur-représentés dans les trajets les plus longs (stage, CDD, intérim), ce qui témoigne pour eux d'un revenu soit faible, soit d'un avenir incertain. Ils restent cependant contraints d'effectuer des trajets importants lié à des emplois qui peuvent être moins rémunérateurs.

Après nous être intéressé aux dépenses de carburant, nous allons analyser la situation des ménages au niveau des dépenses de logement pour compléter la situation des ménages en terme de dépenses énergétiques.

2.2 Analyse du poste énergétique des ménages pour le logement

Points de repère:



Carte 12 : taille moyenne des ménages par commune

On constate que les ménages de taille importante se concentrent fortement autour des principaux pôles urbains métropolitains. Il serait intéressant de comparer cette distribution des familles dans l'espace aux prix du foncier et de l'immobilier et à l'âge moyen. On peut raisonnablement émettre l'hypothèse que les espaces où il y a une majorité de petits ménages (entre 1 et 2,2 personnes) concernent une majorité de retraités dans les espaces ruraux (notamment le massif alpin et le centre de la France) et que les familles ont plus de difficultés à se loger dans les centres urbains – pour lesquels l'offre de logement impose à prix égal des surfaces plus petites – et migrent vers le périurbain afin de maintenir une certaine proximité avec les services (santé, scolaire, aides maternelles, etc.) et les emplois.



Carte 13 : nombre moyen de pièces des résidences principales à la commune

Certaines zones de la métropole proposent une offre de logements à grande superficie, avec en moyenne des logements de 5 pièces ou plus, notamment en Pays basque, Alsace et Lorraine. Si on reporte cette donnée avec la taille moyenne des ménages dans ces espaces (voir carte 12) où l'on peut identifier des foyers d'entre 2,5 et 5,4 personnes, on peut estimer qu'en moyenne les ménages de ces espaces risquent d'avoir de fortes dépenses énergétiques de logement, d'autant plus pesantes dans le budget familial que le ménage est grand.



Carte 14 : part des logements construits avant 1999

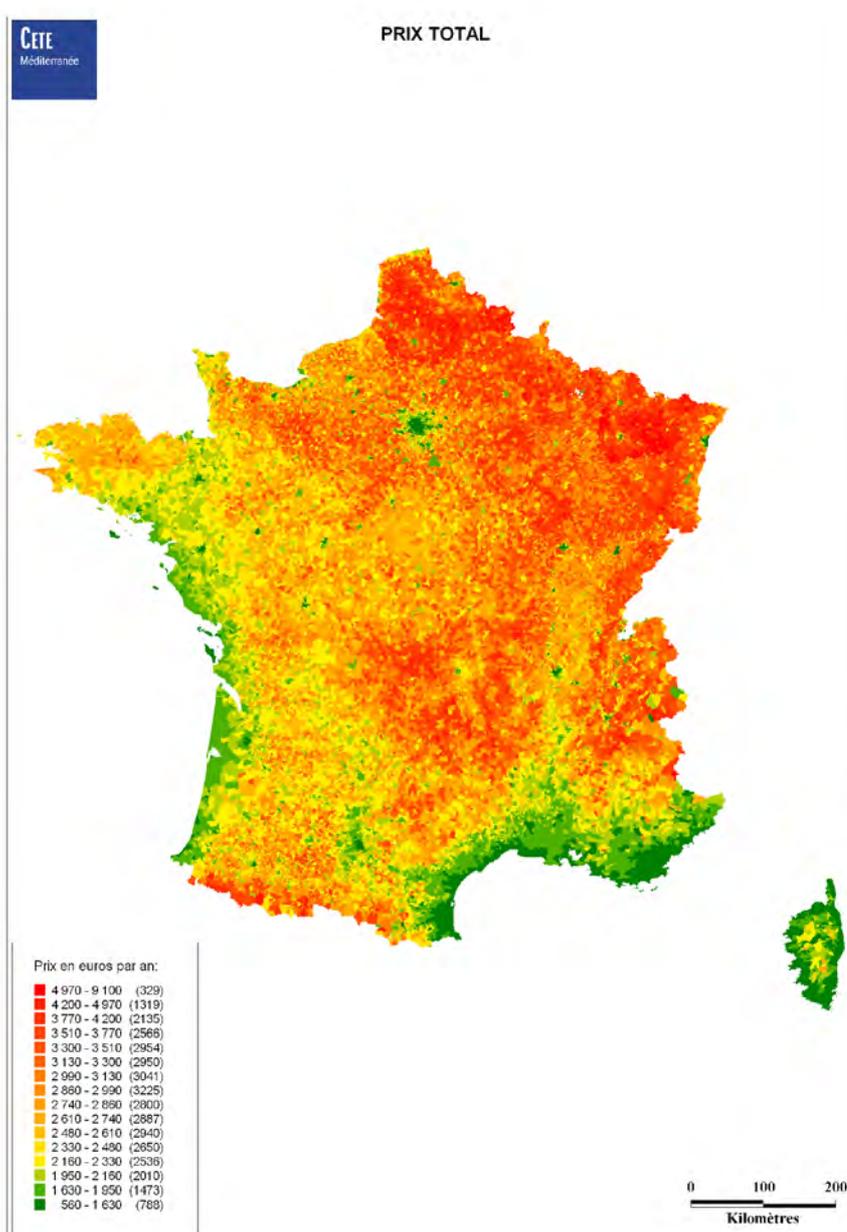
Les dépenses énergétiques domestiques sont directement liées à la qualité du bâti – sa vétusté les différentes dégradations subies avec le temps (mauvaises isolations, etc.) – mais aussi à l’investissement et l’amélioration des techniques de construction (généralisation des doubles vitrages...) qui ont été encouragées depuis les années 70 par l’instauration et la mise à jour progressive de la réglementation thermique. Le tournant des années 1999 est souvent repris dans les études pour approcher l’ancienneté du parc de logements.

Nous verrons par la suite comment ces différents paramètres (surface, taille des ménages, ancienneté du bâti) pris en compte en entrée du modèle et leur répartition géographique jouent in fine sur les dépenses énergétiques.

Les cartes ci-dessus présente une France métropolitaine dont la constitution du parc de logement est très dépendante du statut « urbain-rural » du territoire. Les logement les plus petits se situent principalement dans les centre urbains (liés aux valeurs foncières). On retrouve les communes à petite taille de ménage dans les centres urbains (en lien avec les tailles des logements) et dans l’espace rural. L’âge du parc est plus favorable au logement récent à l’extérieur des espaces ruraux, en périphérie des villes et dans certaines Régions plus attractives que d’autres.

2.2.1 Cartographie

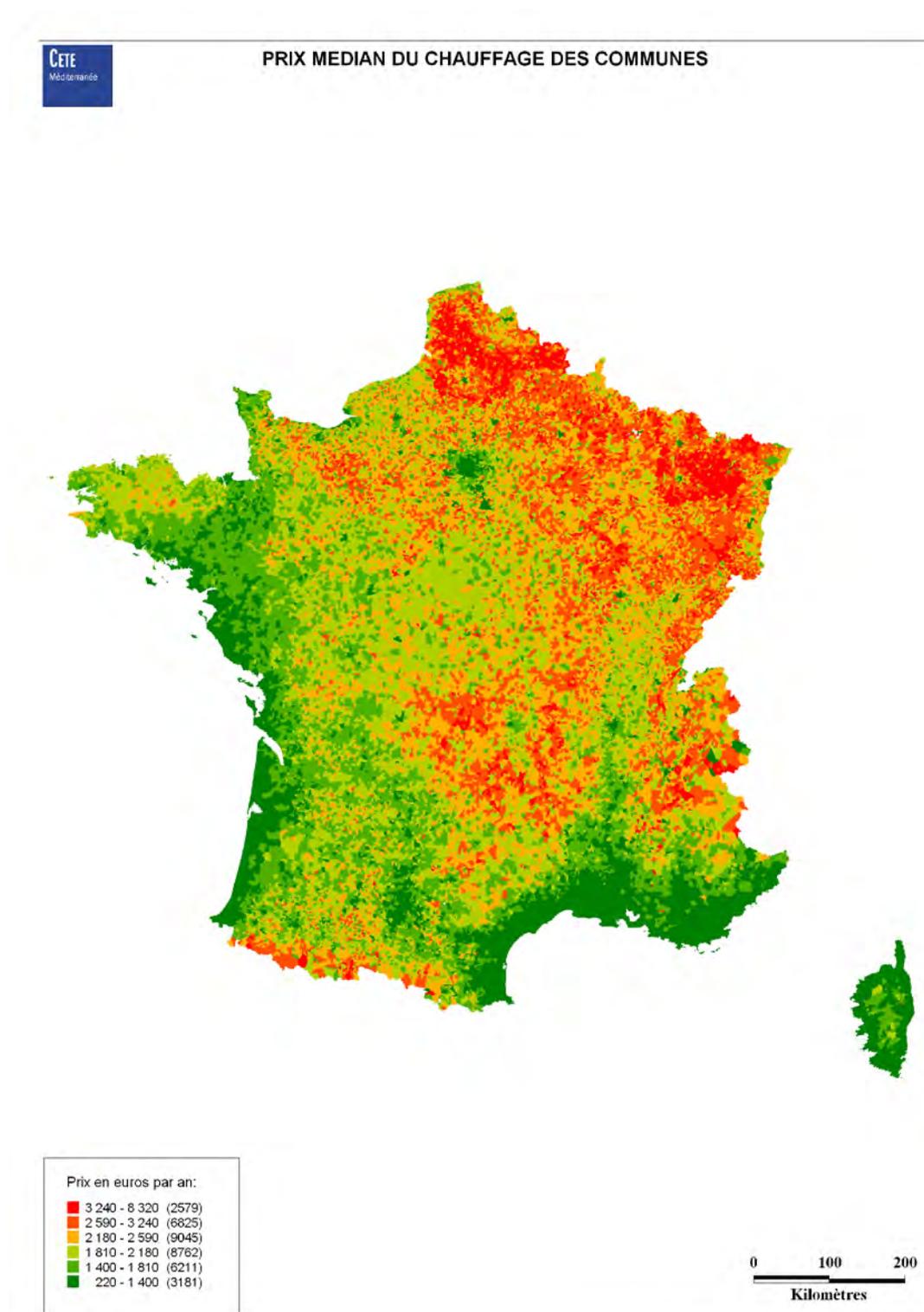
2.2.1.1 Coût total énergétique



Carte 15 : valeur médiane du budget énergétique des ménages calculée à la commune

Cette carte représente le coût total médian de l'énergie liée au logement calculé à la commune de résidence, ce qui englobe les dépenses de chauffage, eau chaude sanitaire, électricité spécifique et cuisson (abonnement plus consommation).

2.2.1.2 Prix médian du chauffage

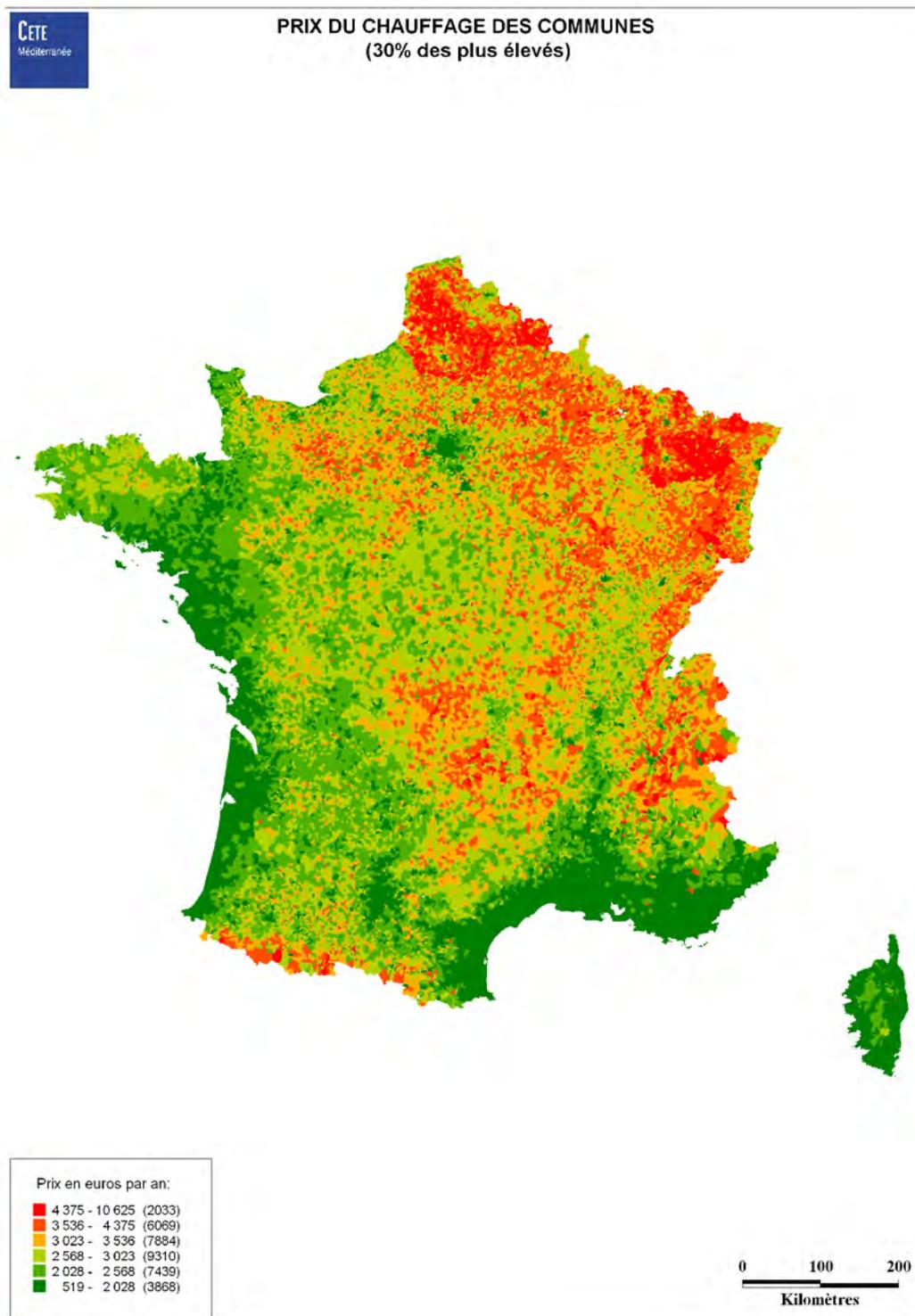


Carte 16 : valeur médiane du budget chauffage des ménages calculée à la commune

Cette carte représente l'une des composantes les plus importantes du budget domestique énergétique d'un ménage : les dépenses de chauffage.

2.2.1.3 -Dépenses de chauffage du septième décile

La carte suivante représente les dépenses de chauffage minimales que devront supporter les 30 % des ménages de chaque commune qui ont la facture énergétique pour le chauffage la plus importante.



Carte 17 : budget chauffage minimal des 30 % des ménages ayant la consommation la plus importante calculé à la commune

2.2.2 Décomposition des facteurs

Les cartes précédentes mettent en évidence une répartition des dépenses énergétiques dépendant de la situation géographique (Méditerranée ; façade océanique ; altitude ; secteur de climat continental) mais aussi de la caractéristique urbaine des territoires. Nous nous proposons ici de reprendre les facteurs qui jouent sur le calcul des dépenses et de spatialiser leur contribution (taille des logements, habitat collectifs, type d'énergie...) afin de les croiser avec les dépenses domestiques agrégées à la commune de résidence et d'observer dans quelle mesure ces facteurs amènent à distinguer le périurbain des autres territoires.

2.2.2.1 Énergie principale

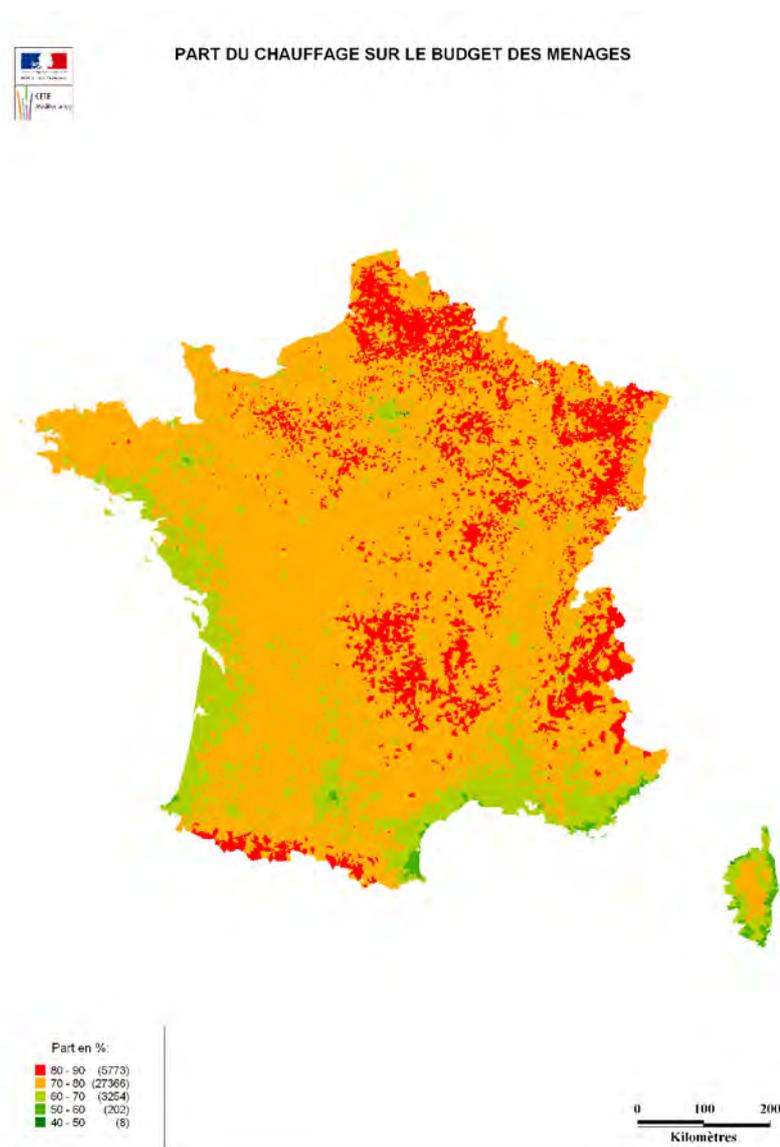


Carte 18 : énergie principale de chauffage dominante à la commune

La carte précédente invite à distinguer les villes-centres, espaces urbain, périurbain et rural. On retrouve les réseaux de chaleur urbain sur certaines villes centres, les réseaux de gaz naturel dans les espaces urbanisés, une prépondérance de l'électricité et du fioul en périurbain et de manière notable la déclaration d'une énergie autre dans le rural dont on peut faire l'hypothèse qu'il s'agit du bois ou du charbon. On peut imaginer que l'importance de l'utilisation du bois dans certains territoires ruraux amène à minimiser les factures d'énergie en utilisant du bois disponible ou à des tarifs avantageux.

On constate en outre que les énergies utilisées dépendent aussi des Régions et du type de climat.

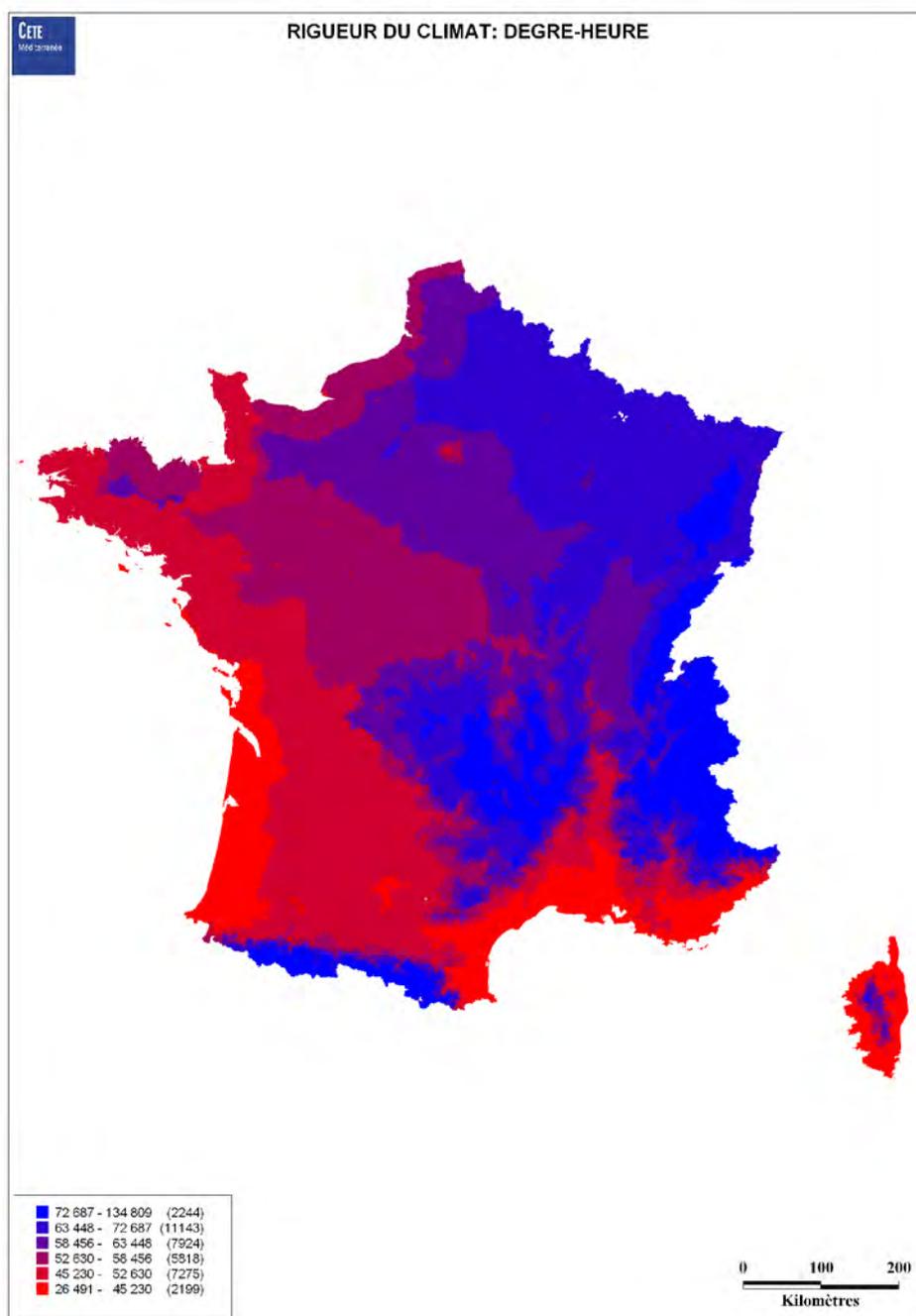
2.2.2.2 Part du chauffage dans le budget énergie domestique



Carte 19 : part du budget chauffage dans le budget énergétique domestique total

2.2.2.3 Rigueur climatique

La rigueur climatique est approchée par les degrés-heures (voir méthodologie) qui sont ici évalués à partir d'une formule du CSTB prenant en compte la rigueur climatique constatée à climat normal en moyenne départementale corrigée à la commune de l'altitude, de la distance à la mer, de l'effet d'agglomération et de l'effet d'insularité.



Carte 20 : estimation des degrés-heures (méthode CSTB)

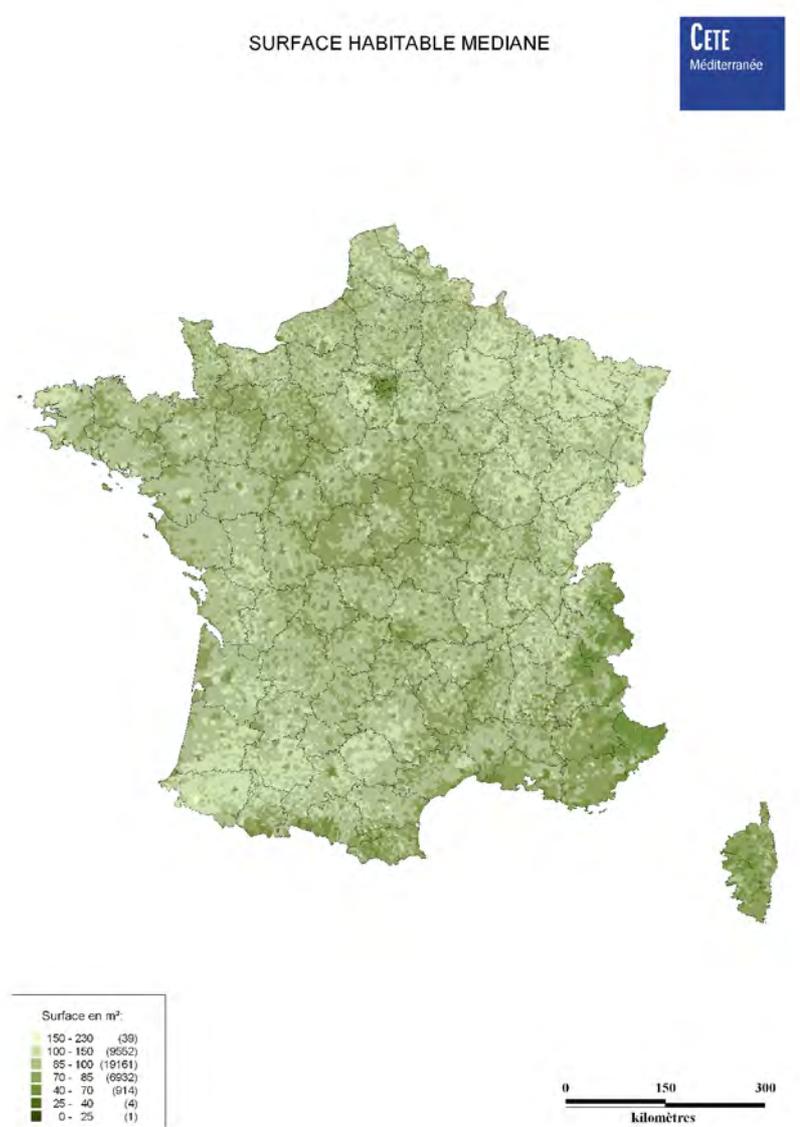
Les cartes 19 et 20 mettent en avant la proximité entre la rigueur climatique et les dépenses de chauffage. On constate que les ménages pour lesquels le poste « chauffage » représente la part maximale du énergétique (entre 80 et 90 %) se situent dans des espaces froids (en bleu foncé ci-dessus : Nord, Est, Massif central, Alpes et Pyrénées). Dans tous les cas, on remarquera que le chauffage correspond à la principale dépense énergétique d'un ménage (entre 70 et 80 % en moyenne).

2.2.2.4 Surface habitable

Les dépenses de chauffage sont directement liées aux déperditions surfaciques et linéaires du logement, aussi la taille du logement et en particulier la surface habitable est-elle un bon indicateur pour apprécier les dépenses d'énergie d'un logement.

En l'absence d'information sur le nombre de personnes d'un logement, la surface habitable, le nombre de pièces sont fréquemment utilisés dans les études pour l'évaluation de facture énergétique, le dimensionnement des systèmes de chauffage, d'eau chaude sanitaire et de cuisson.

La cartographie des surfaces habitables amène à distinguer les communes suivant les Régions et la tension du marché immobilier et foncier, les villes-centres et les territoires de montagne.



Carte 21 : estimation de la surface médiane des logements



Carte 22 : surface habitable moyenne à la commune

Les différentes données traitées par les cartes mettent en relief la diversité des facteurs à prendre en considération dans la détermination de la vulnérabilité énergétique des ménages en terme de logement. Leur analyse montre que la superposition de ces facteurs pour un même ménage alourdit ses dépenses énergétiques, notamment en terme de chauffage, ce qui représente la plus grande partie du budget énergétique d'un ménage.

On peut notamment mettre en parallèle deux espaces : le Nord-Est du territoire français, et les côtes méditerranéenne et atlantique. Le Nord-Est représente l'espace où la part chauffage du budget énergétique d'un ménage est la plus grande tandis que les côtes enregistrent des parts relativement faibles par rapport au reste du territoire (environ 50 % du budget énergétique d'un ménage). Il est alors intéressant de voir les différences de ces espaces en fonction des multiples facteurs influents identifiés. En terme de superficie des logements, on constate que le nord-est concentre une importante quantité de logements vastes (avec majoritairement des moyennes et médianes de surface habitable allant de 100 à 200 m²), des ménages assez peuplés, ce qui implique la nécessité de chauffer de plus grande quantité d'espaces, sans forcément pouvoir réguler la consommation (un logement vaste habité par un ménage nombreux offre moins de stratégie d'économie au ménage car la majorité des pièces sont alors occupées). On remarque aussi que les ménages du Nord-Est utilisent quasi exclusivement le fioul et le gaz de ville pour alimenter leurs chauffages. Or, comme on le constatera par la suite, ces deux combustibles ont des prix volatiles, calqués sur le baril de Brent, et sont assez chers. Les ménages de cet espace dépensent beaucoup en terme de chauffage car ils sont dans la zone la plus froide du territoire selon une analyse en terme de degré-heure (voir carte 20).

À présent, si on regarde les côtes méditerranéenne et atlantique, on constate que leur faible consommation de chauffage est due au fait que ce sont des zones où le climat est le plus chaud. Mais d'autre part, pour expliquer la relative faiblesse du poids du chauffage pour les ménages, on peut aussi constater que les logements y sont plus petits (avec notamment en Méditerranée des surfaces généralement comprises entre 30 et 90 m²), mais aussi majoritairement récent (construit après 1999) surtout en Atlantique, et donc sans doute mieux isolés. On constate par ailleurs que les ménages de ces espaces utilisent surtout l'électricité pour alimenter leurs chauffages, une énergie ayant un prix assez stable.

De ce fait, on peut retenir que le facteur climatique est très influent sur la consommation en terme de chauffage et que cette consommation est aussi proportionnelle à la surface de l'habitat. Si l'on réfléchit en terme de vulnérabilité énergétique, c'est-à-dire d'une estimation des capacités de réaction des ménages en cas de difficultés financières pour assurer leur consommation d'énergie, il faut aussi prendre en compte le type d'énergie utilisée pour le chauffage car, en fonction du prix de celui-ci et de ses évolutions, les ménages devant le plus chauffer seront plus vulnérables. Le nombre de personnes dans un ménage aussi est à prendre en compte car plus le ménage est nombreux, plus il a des dépenses importantes à fournir et plus la part budgétaire en terme de chauffage est contraignante sur son budget général. Partant de là, on peut constater au niveau national que les ménages du Nord-Est concentrent de nombreux facteurs de vulnérabilité énergétique en terme de logement.

2.3 Adaptabilité à l'évolution du prix des énergies

La question de la précarité énergétique s'intéresse d'une part aux factures réelles des ménages, au poids de celles-ci sur le revenu du ménage, et d'autre part aux ménages qui faute de moyens restreignent volontairement leur consommation, ce qui peut induire des problèmes autres que les seuls problèmes économiques (dans le logement: santé, dégradation accélérée du bâti..., dans les déplacements : isolement, difficultés d'accès aux services). Le travail réalisé permet d'approcher des consommations théoriques en fixant des éléments de confort minimaux (température de référence dans le logement, consommation d'eau chaude sanitaire par personne...). En revanche, il ne permet pas de calculer un taux d'effort pour les ménages ou de faire correspondre les dépenses transport et les dépenses logement à un même ménage. Ce qui constitue l'une des principales limites de ce travail.

Le concept de vulnérabilité énergétique des ménages ne se limite pas à l'analyse des consommations énergétiques à un instant donné. Il intègre aussi des considérations sur la volatilité des prix de certaines sources d'énergie et la capacité qu'ont les ménages à adapter leur consommation suivant la source d'énergie et le système de chauffage et d'eau chaude sanitaire. On s'intéressera dans cette partie à la sensibilité de certains territoires ou ménages à des évolutions rapides de certaines énergies.

2.3.1 Évolution du prix des énergies

L'évolution du prix des énergies est directement liée à son mode de production et au mécanisme de taxation et de régulation des prix. L'évolution du cours du baril de pétrole impacte directement les énergies dérivées des produits pétroliers, mais aussi les sources d'énergie dont les matières premières impliquent des transports (bois, charbon) et celles dont les augmentations lui sont indexées, comme le gaz naturel en 2006).

2.3.1.1 Évolution du prix des carburants

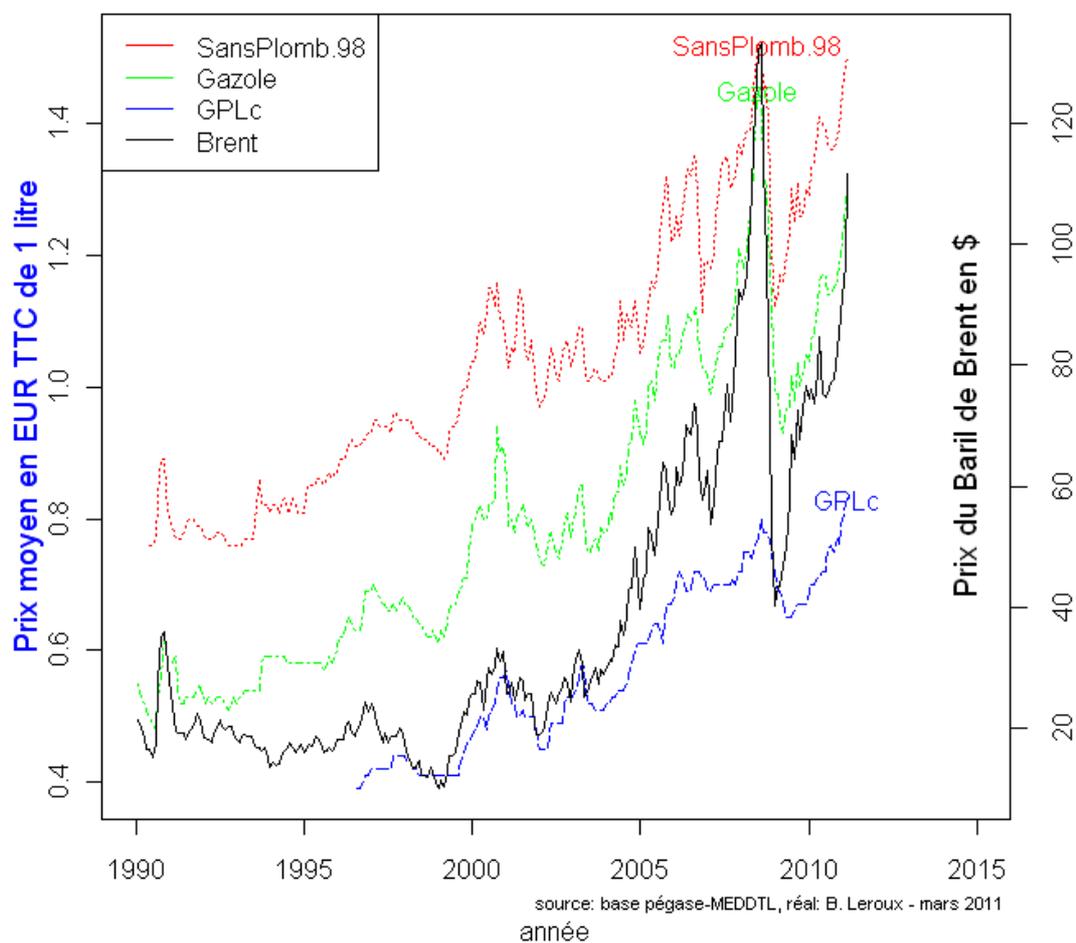


Illustration 3 : évolution en euros courants des prix des carburants et du baril de Brent

En mai 2008, le sans-plomb atteint 1,51 €/l et le gazole 1,45 €/l (contre respectivement 1,25 € (+20 %) et 1,07 € (+35 %) en moyenne sur 2006).

2.3.1.2 Évolution du prix des énergies domestiques

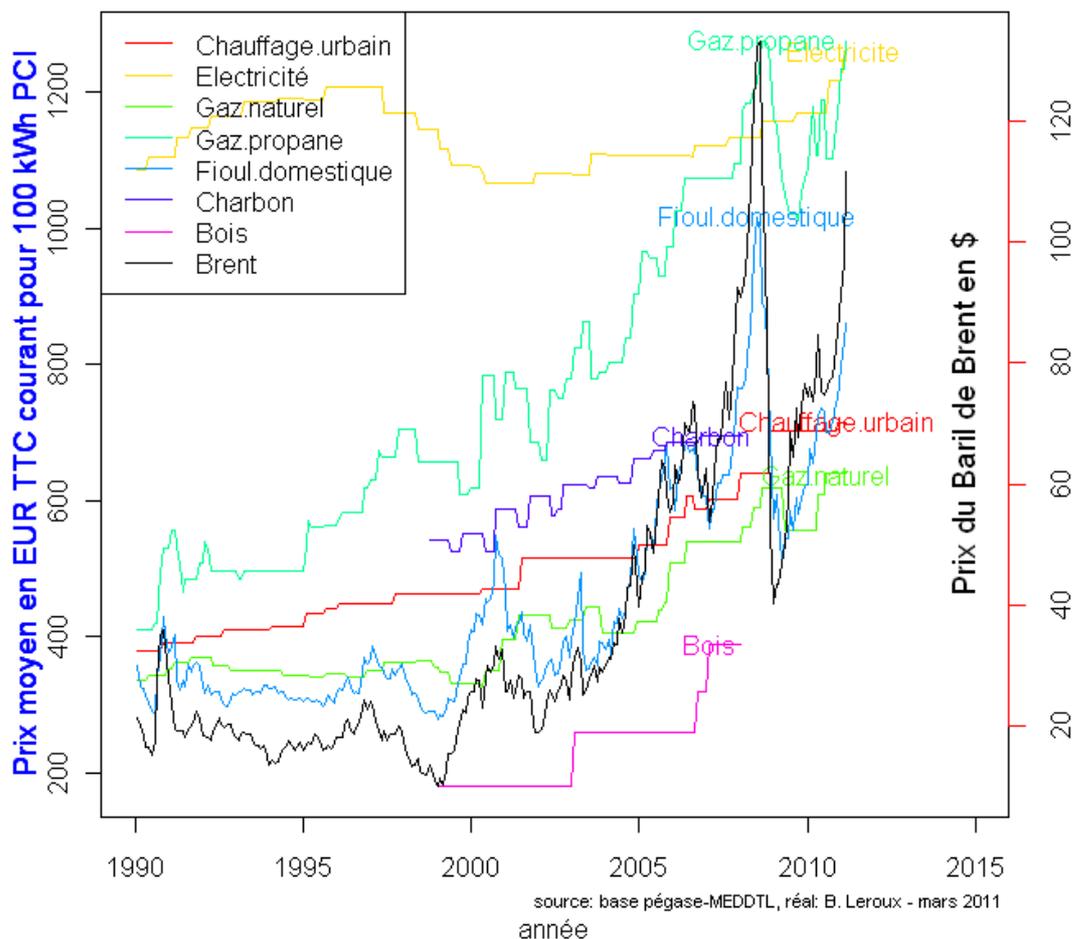


Illustration 4 : évolution en euros courants des prix des énergies domestiques et du baril de Brent

On constate que, hormis des énergies indépendantes de l'industrie pétrolière telles que le bois, le charbon et l'électricité dont les évolutions suivent des trajectoires propres à leur marché, des énergies comme le gaz propane et le fioul domestique (très présents dans les logements les plus anciens non rénovés et donc les plus énergivores) suivent les évolutions du prix du baril de Brent. En référence à la carte 18 montrant les énergies principalement utilisées pour le chauffage, on constate que le fioul est encore très présent, notamment dans les espaces où les dépenses de chauffage sont les plus élevées. Au regard de l'évolution globale des prix moyen en euros courants TTC pour 100 kWh PCI, la tendance reste à la hausse sauf pour l'électricité qui stagne depuis le début des années 2000, mais représente tout de même l'un des prix les plus élevés. Vu cette hausse constante⁸ et les évolutions fluctuantes et imprévisibles des énergies dérivées du pétrole, les dépenses de chauffage des ménages ne peuvent qu'augmenter à court et moyen terme.

⁸ Voir accélérée pour certaines énergies (si on regarde le gaz naturel que l'on peut apparenter sur la carte 18 au gaz de ville ou de réseau – qui constitue également un autre type d'énergie fortement utilisé pour le chauffage des ménages – entre 2005 et 2010 son prix a augmenté de 2 € passant de 4 € à 6 € courant TTC pour 100 kWh PCI en moyenne soit une augmentation de 50 %, alors qu'entre 1990 et 2005, le prix sera passé de 3 € à 4 €).

2.3.2 Sensibilité du budget chauffage à l'évolution du prix du pétrole

En 2006, année de référence de l'étude, le baril de Brent a évolué en moyenne mensuelle entre 58 \$ et 74 \$ avec une moyenne à 65 \$. En juillet 2008, il atteint 133 \$ pour redescendre à 40 \$ à la fin de l'année.

Quel serait l'impact territorialisé d'un maintien dans le temps des niveaux de prix observés autour de ce pic avec une consommation identique à celle calculée en 2006 ?

Les tarifs du fioul domestique et des carburants sont fortement corrélés au prix du baril, de même pour le gaz propane et le gaz naturel dont le prix est aujourd'hui indexé sur celui du pétrole. Une évolution importante du prix des énergies fossiles aurait vraisemblablement un effet sur l'ensemble des énergies (électricité, réseau de chaleur urbain selon la source utilisée et bois et charbon sur leur distribution).

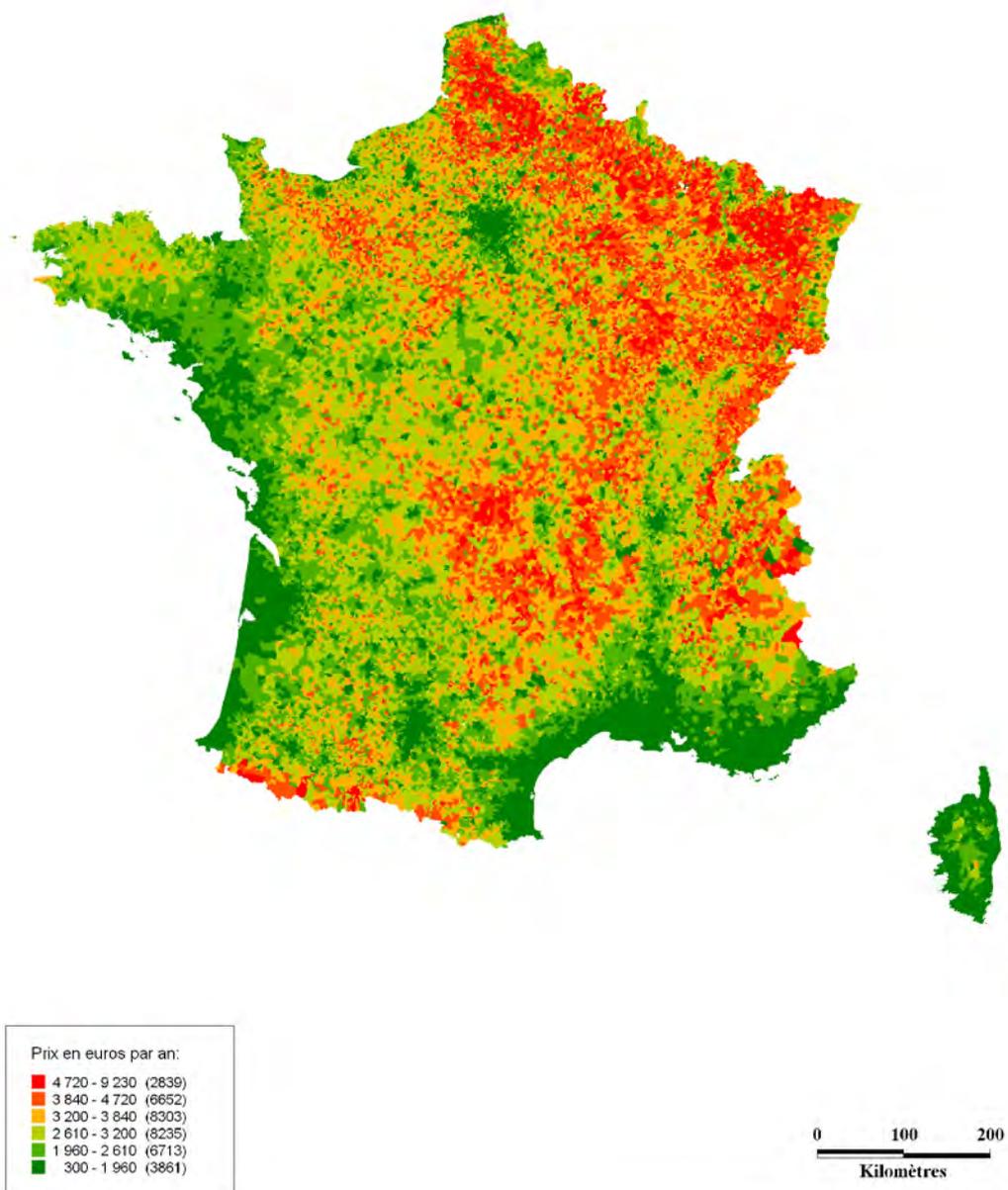
Les hypothèses suivantes ont été fixées : maintien des consommations calculées à climat normal en fonction de la structure du parc fournie par le recensement et d'hypothèses complémentaires pessimistes sur la réhabilitation des logements, et évolution du prix du kWh pour certaines sources d'énergie dans les proportions observées entre la moyenne de l'année 2006 et le maximum mensuel constaté en 2008.

| Source d'énergie | Évolution des prix du kWh |
|------------------|---------------------------|
| Bois | 0,00% |
| Charbon | 0,00% |
| Chauffage urbain | 0,00% |
| Électricité | 0,00% |
| Fioul domestique | 57,52% |
| Gaz naturel | 17,01% |
| Gaz propane | 23,30% |

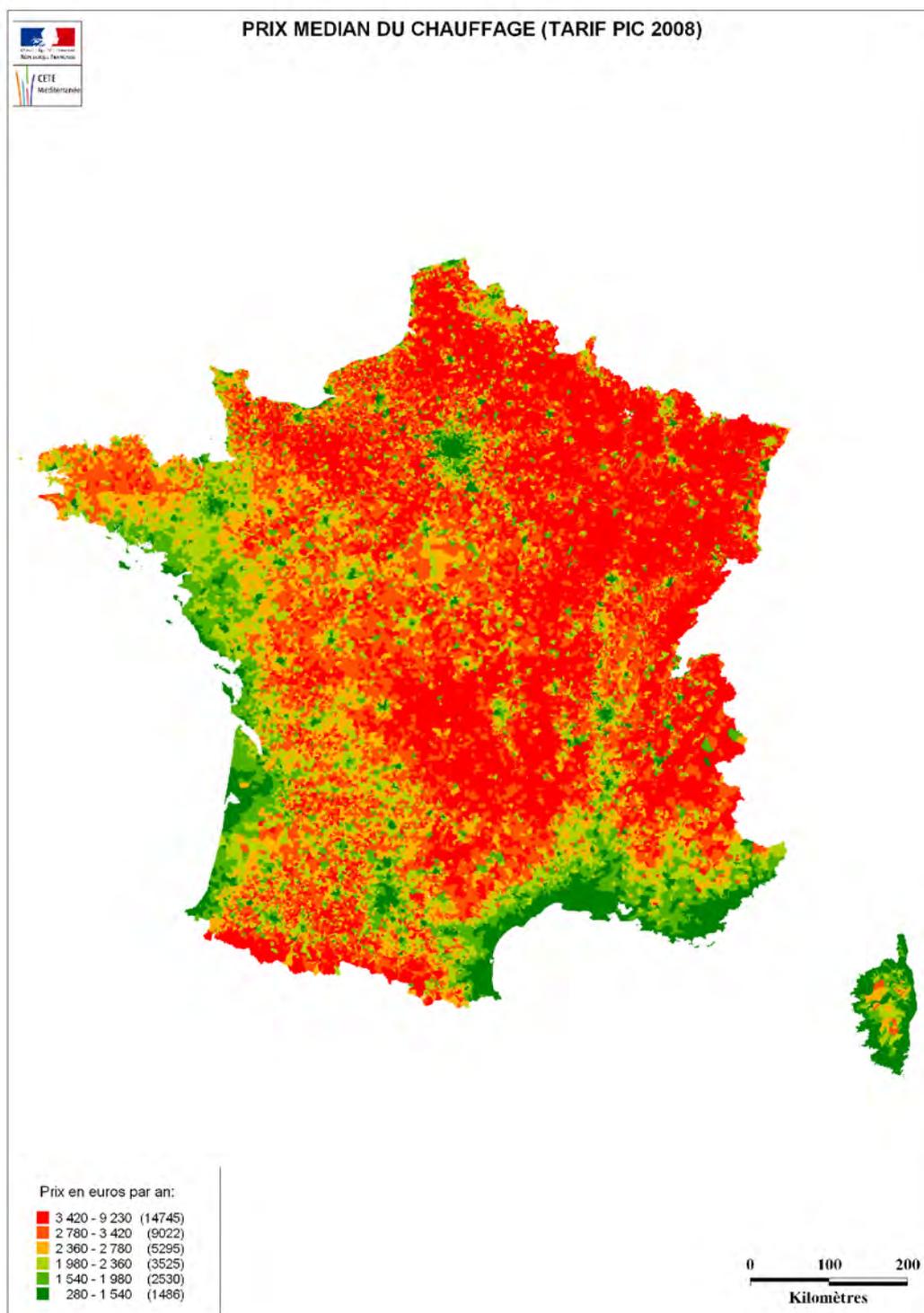
En rapportant ces évolutions des prix d'énergie au kWh aux caractéristiques de consommation enregistrées par le recensement, on arrive à l'élaboration d'un scénario montrant les espaces nationaux les plus marqués par une sensibilité budgétaire.



PRIX MEDIAN DU CHAUFFAGE (TARIF PIC 2008)



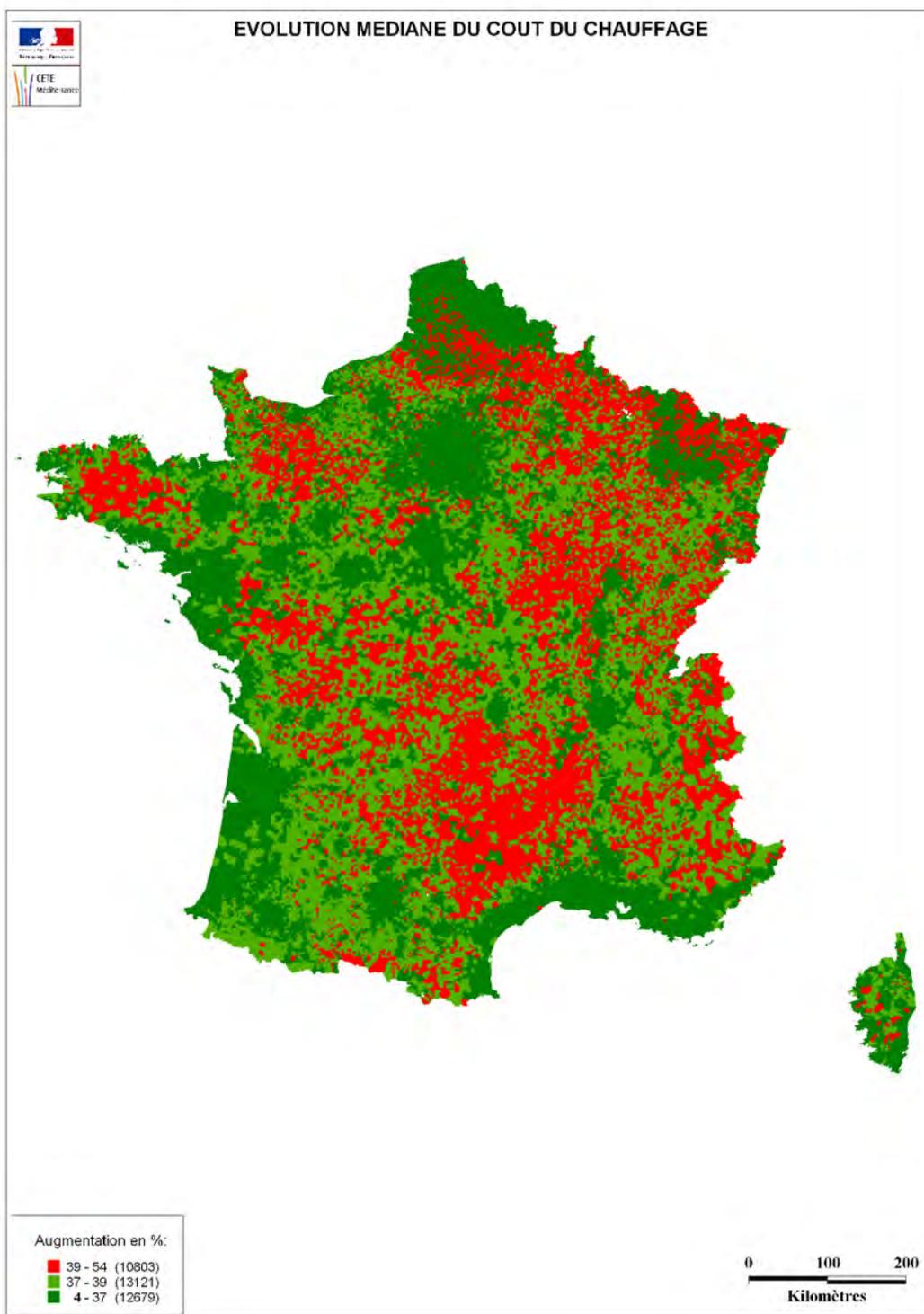
Carte 23: valeur médiane du budget chauffage des ménages calculée à la commune avec scénario de renchérissement des énergies



Carte 24 : valeur médiane du budget chauffage des ménages calculée à la commune avec scénario de renchérissement des énergies (classe 2006)

La carte ci-dessus reprend les valeurs de la carte précédente en utilisant les classes de valeur des communes réalisées pour la carte 16 : : valeur médiane du budget chauffage des ménages calculée à la commune à partir des tarifs moyens de l'énergie en 2006.

On constate que l'évolution des prix modifie radicalement la répartition des classes de communes calculée sur le prix annuel médian du chauffage.

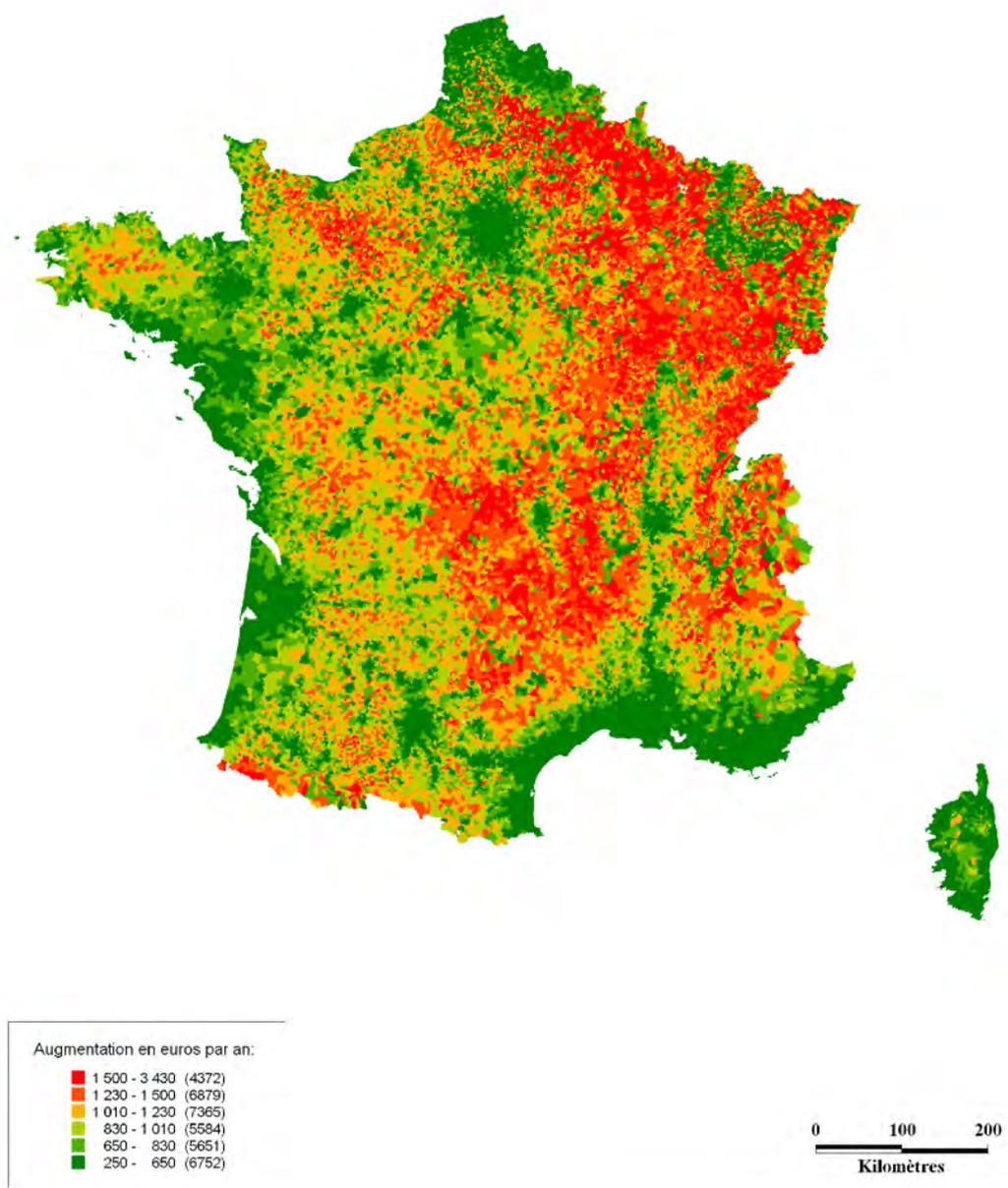


Carte 25 : augmentation en valeur relative du budget chauffage des ménages avec scénario d'évolution des prix

Si l'on reporte en terme de pourcentage l'évolution des budgets après l'application du scénario de renchérissement, on identifie les espaces les plus sensibles au niveau de l'évolution des prix. Le coût médian du chauffage augmentant entre 40 et 55 % (soit par an entre 1 500 € et 3 500 € de plus à payer pour les ménages), ces espaces sont marqués par des températures froides, un parc de logements majoritairement anciens (datant d'avant 1999 – voir carte 14) et des dépenses de chauffage généralement lourdes dans le budget énergétique (voir carte 19).



EVOLUTION MEDIANE DU COUT DU CHAUFFAGE



Carte 26 : augmentation en valeur absolue du budget chauffage des ménages avec scénario d'évolution des prix

2.3.3 Capacité à adapter sa consommation en fonction du système de chauffage

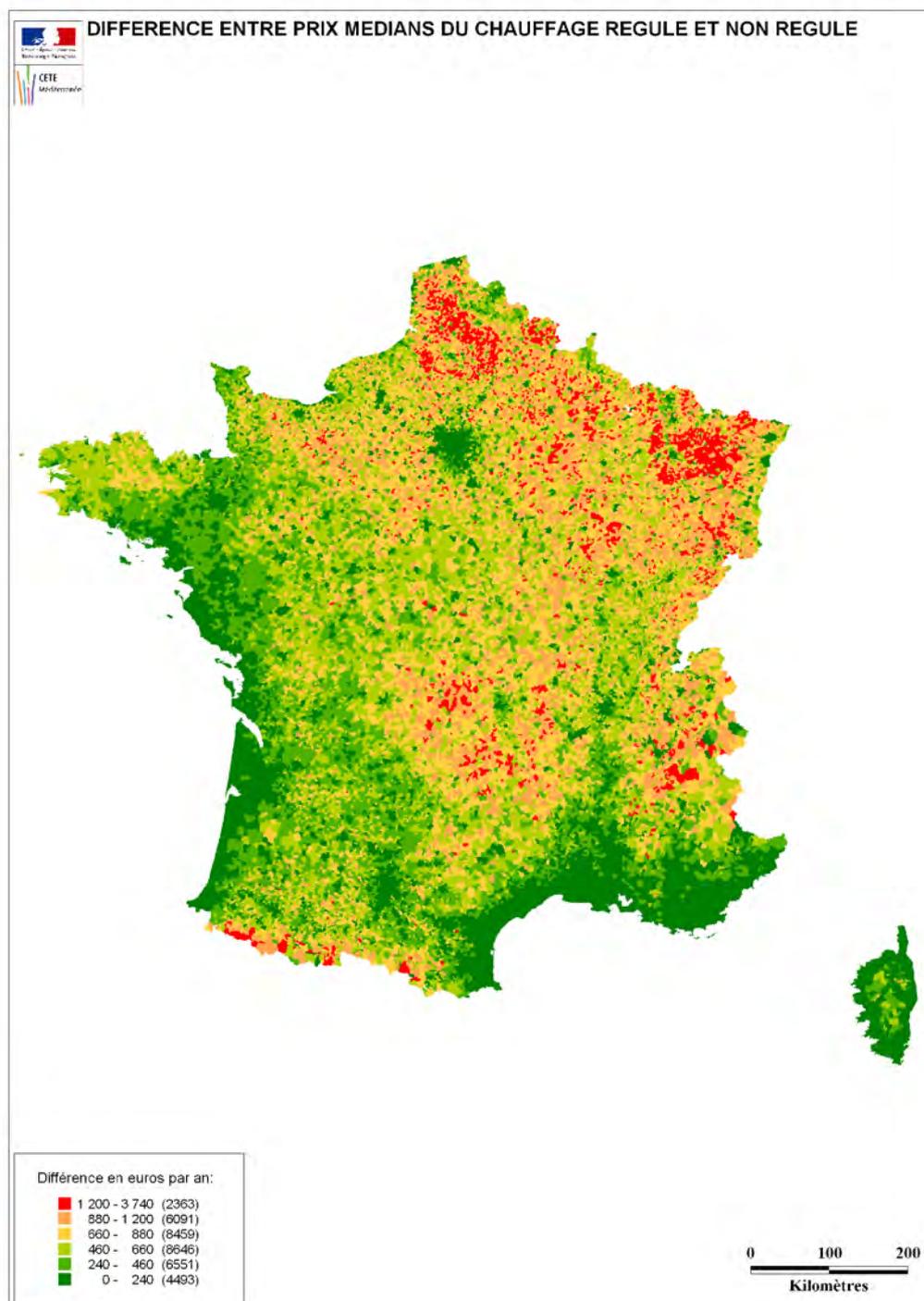
Les calculs précédents font plusieurs hypothèses réductrices.

Les ménages n'adaptent pas leur consommation en fonction des prix des énergies : la période de chauffe, la température de confort sont maintenues. Plusieurs travaux de recherche ont montré les différentes tactiques des ménages pour limiter leur consommation d'énergie : cela va de l'installation d'un programmateur, pour prendre en compte l'heure, l'activité et l'occupation du logement, en passant par la réduction du chauffage de quelques degrés ou sa limitation à la pièce à vivre ou les chambres, jusqu'à la fermeture du chauffage principal et l'utilisation de chauffage d'appoint et de vêtement d'extérieur à l'intérieur du logement.

Les ménages n'ont pas de stratégie d'achat de l'énergie. On applique à la consommation des ménages les prix moyens corrigés calculés sur une année (*Cf. méthodologie détaillée*). Or, les ménages peuvent adapter plus ou moins leur consommation et leur achat en fonction de différents paramètres : par exemple, les tarifs heure pleine-heure creuse de l'énergie, la variation saisonnière du prix du fioul domestique (remplir la cuve en été)...

Afin de prendre en compte partiellement la possibilité pour les ménages de réguler leur consommation, on fera l'hypothèse qu'un ménage adapte sa consommation s'il dispose d'un logement avec chauffage individuel, et plus facilement s'il est chauffé à l'électricité qu'avec une autre source d'énergie : au-delà de 1 200 € de facture, la consommation d'énergie est réduite de moitié si le ménage est chauffé à l'électricité et d'un tiers s'il s'agit d'une autre source d'énergie. Elle reste la même pour les ménages avec un chauffage collectif⁹.

⁹ Le seuil de 1 200 € est proposé par Énergie Demain dans son modèle pour affiner énergie conventionnelle et énergie réellement dépensée. Pour affiner les types de biens ou de ménages où il y a effectivement régulation, on pourrait s'appuyer sur les travaux sur l'élasticité des besoins en chauffage (voir entre autres : Penot-Antoniou, Têtu, CGDD, mai 2010).



Carte 27 : gain estimé si certains ménages adoptent une stratégie de régulation de leur consommation

On constate ainsi que les ménages ayant les plus fortes dépenses en terme de chauffage sont les plus motivés à adopter des stratégies de régulation de leur consommation car ils réaliseraient des économies importantes (de 1 000 € à 3 800 € de moins à payer par an). Mais, bien que basés sur une estimation caricaturale, les gains réalisables montrent une plus grande capacité d'adaptation de la consommation pour les ménages dépensant le plus. Cela pourrait permettre d'émettre l'hypothèse d'une certaine surconsommation de ces ménages dont la consommation ne serait pas si ajustable théoriquement si elle découlait d'une consommation optimale.

2.3.4 Des possibilités de report pour les actifs utilisant la voiture vers les transports en commun

Sauf à changer de logement, d'emploi ou de véhicule, en matière de déplacement domicile-travail, la possibilité d'adapter sa consommation de carburant est limitée.

Dans l'hypothèse d'un renchérissement des coûts du carburant plus important que les progrès technologiques et le renouvellement du parc, ces hypothèses ne sont pas à exclure, tout comme celle d'une baisse temporaire des taxes sur les carburants évoquée en mai 2008¹⁰.

Ces scénarios sont difficiles à intégrer. En revanche, il est possible de s'interroger sur la possibilité qu'auraient les actifs utilisant leur voiture de se reporter sur les transports en commun.

Le report modal dépend de la proximité entre le domicile, le lieu de travail et un point d'entrée sur un réseau, de la qualité de service (fréquence, desserte, lisibilité du réseau, etc.). Il est donc difficile de l'apprécier à une maille communale en l'absence d'informations complémentaires.

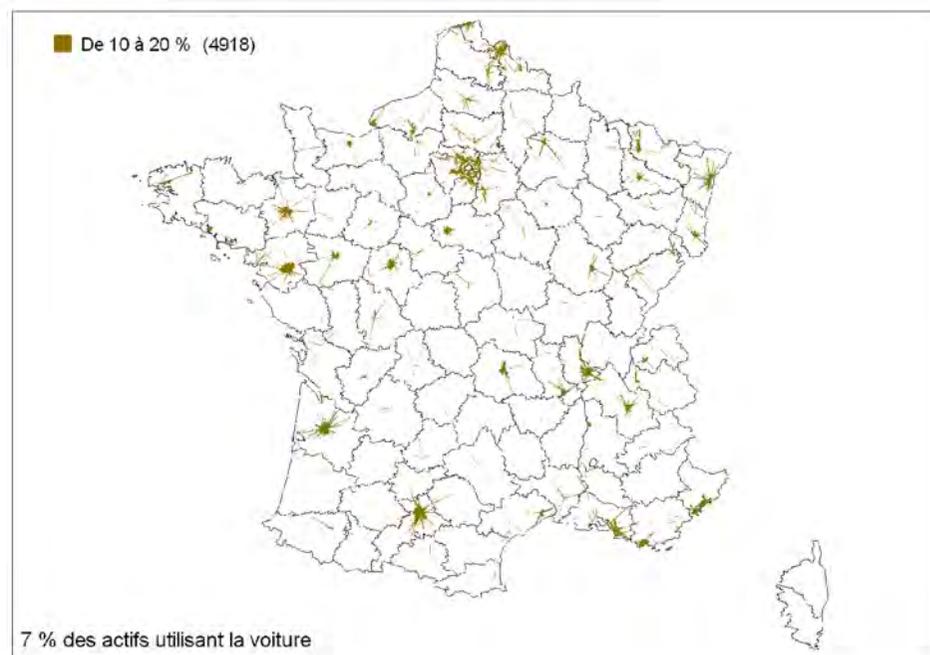
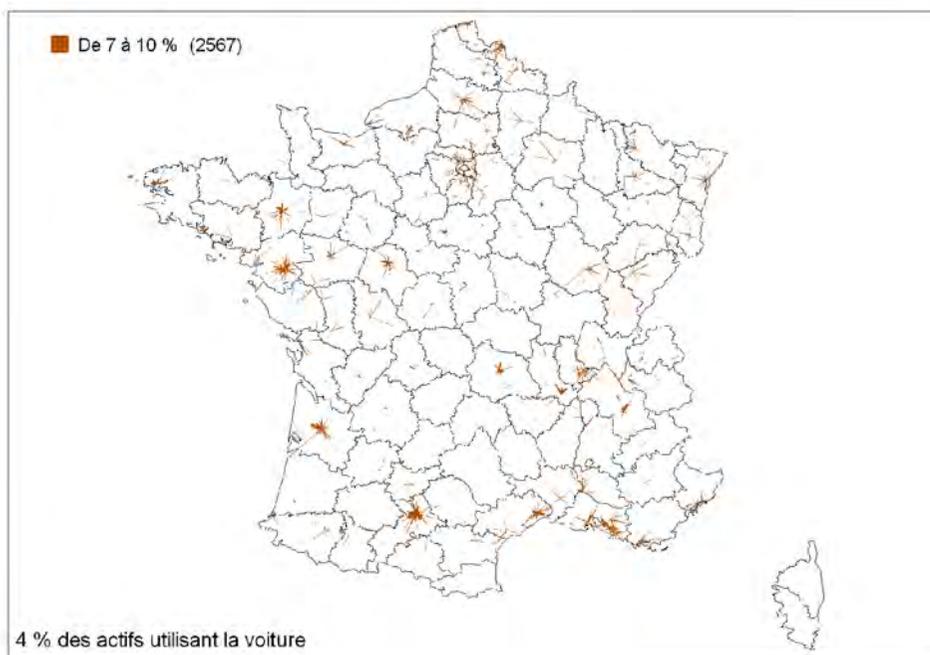
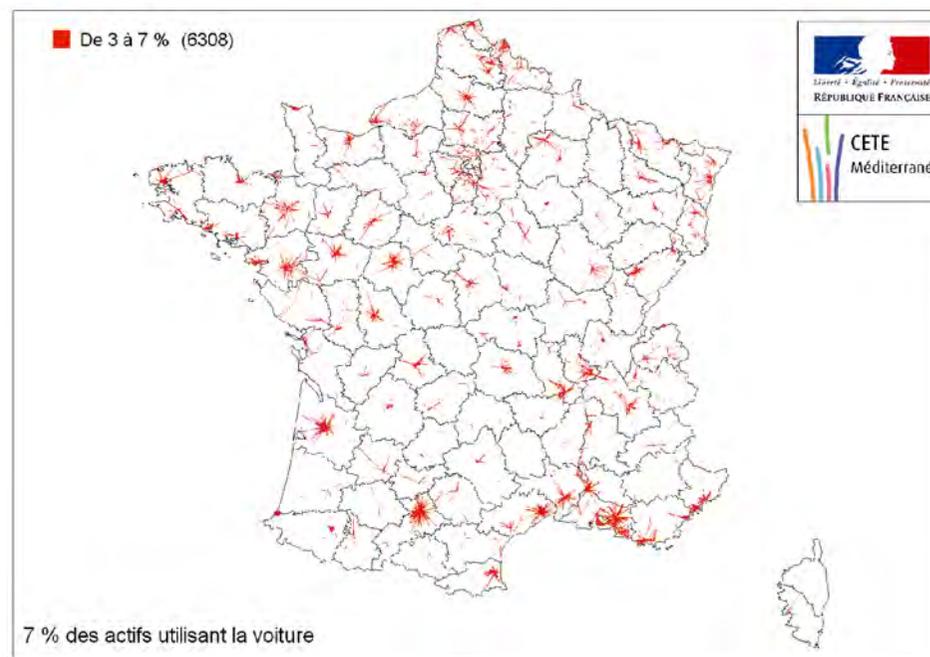
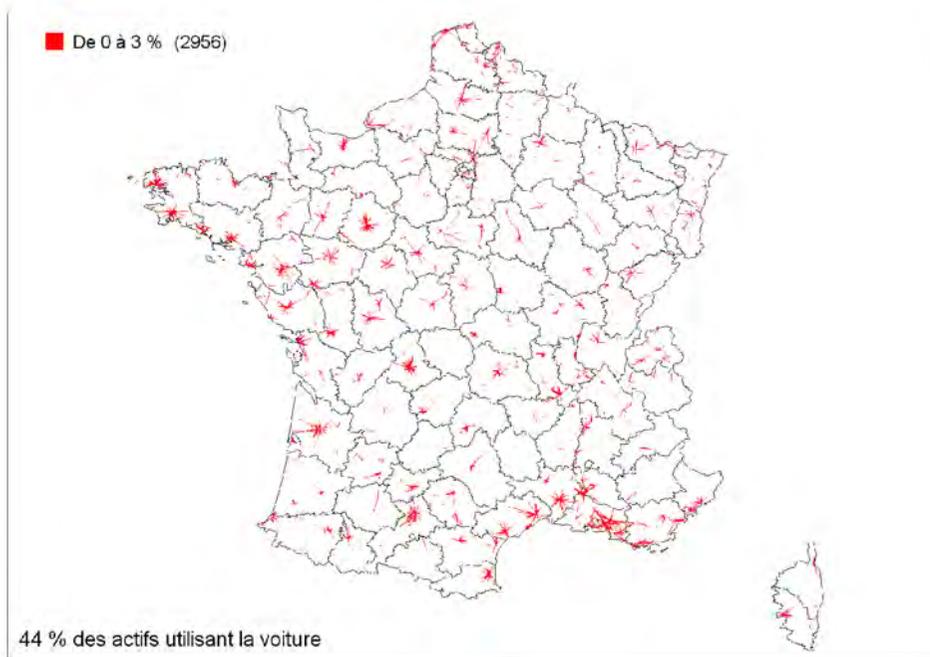
On fera néanmoins l'hypothèse qu'il n'existe pas d'alternative efficace (absence d'offre, fréquence insuffisante, transport engorgé) pour les actifs effectuant une navette en voiture particulière si un nombre significatif d'actifs n'a pas déclaré réaliser le même trajet en transport en commun. L'inverse est plus difficile à valider puisque la possibilité de prendre les transports en commun implique que les actifs utilisant la voiture résident, comme les actifs utilisant les transports en commun, à proximité des stations de bus, tramway, métro ou train...

| N° | Déplacement | Rapport entre le nb d'actifs ayant déclaré utilisé les TC et le nb d'actifs déclarant utilisé un v.p pour la même navette | Nb d'actifs utilisant la voiture | Part des actifs pour cette classe |
|----|-----------------|---|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | vers l'étranger | [0,3] | 142 189 | 1% |
| 2 | sortant | [0,3] | 7 790 834 | 44% |
| 3 | sortant | [3,7] | 1 182 498 | 7% |
| 4 | sortant | [7,10] | 627 983 | 4% |
| 5 | sortant | [10,20] | 1 319 847 | 7% |
| 6 | sortant | [20,30] | 639 300 | 4% |
| 7 | sortant | [30,50] | 540 203 | 3% |
| 8 | sortant | [50,75] | 473 245 | 3% |
| 9 | stable | [0,3] | 2 007 006 | 11% |
| 10 | stable | [3,7] | 806 506 | 5% |
| 11 | stable | [7,10] | 369 450 | 2% |
| 12 | stable | [10,20] | 650 354 | 4% |
| 13 | stable | [20,30] | 632 522 | 4% |
| 14 | stable | [30,50] | 317 328 | 2% |
| 15 | stable | [50,75] | 93 274 | 1% |
| | Totaux: | | 17 592 541 | 100,00% |

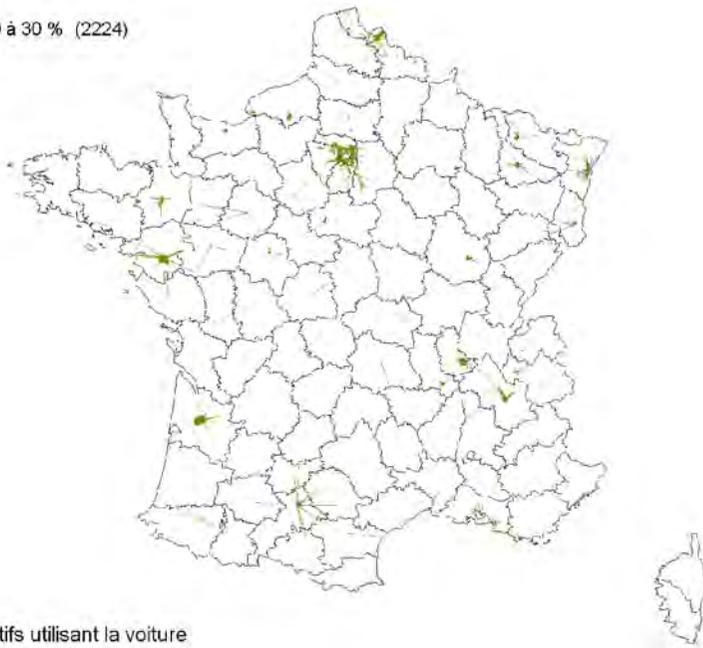
Note de lecture : ligne 4, 627 983 actifs utilisent la voiture pour des trajets en dehors de leur commune de résidence pour lesquels, pour 100 actifs utilisant la voiture, 3 à 7 actifs utilisent dans le même temps les transports en commun.

¹⁰ L'année dernière, les taxes (TVA et TIPP) représentaient 63,6 % du prix de vente à la pompe pour le super 95, 62,4 % pour le SP 98 et 55,3 % pour le gazole, selon la direction générale de l'énergie et des matières premières. (*Le Monde*, 17 juin 2008, « Des pistes pour réduire le coût du carburant »)

Actifs sortants : travaillant sur une autre commune que leur commune de résidence.

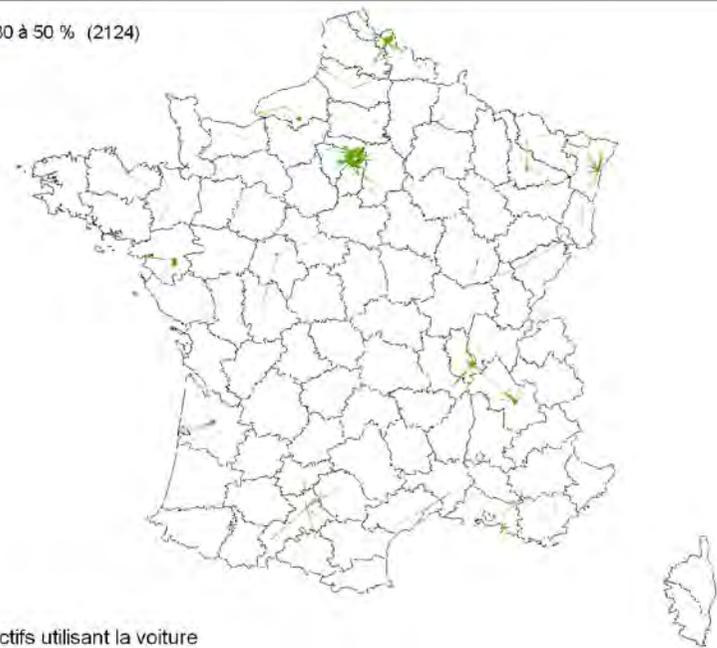


■ De 20 à 30 % (2224)



4 % des actifs utilisant la voiture

■ De 30 à 50 % (2124)



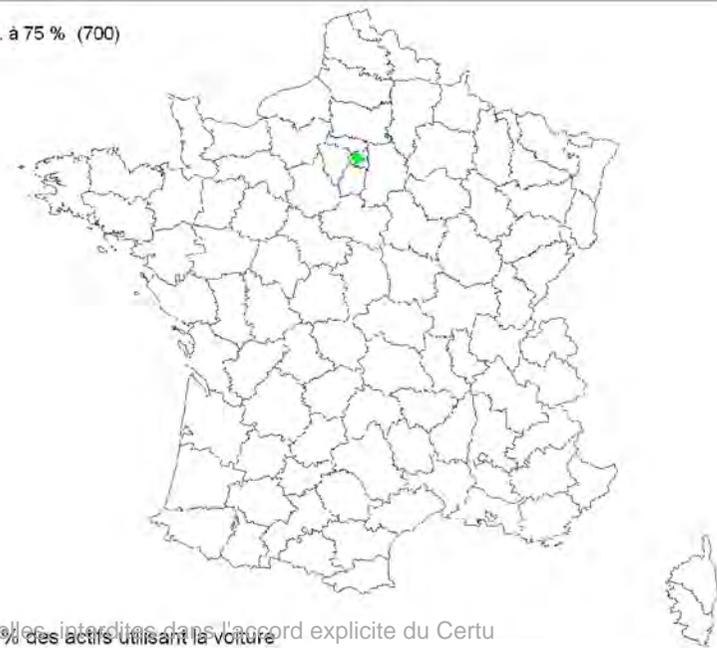
3 % des actifs utilisant la voiture

■ De 50 à 75 % (1313)



3 % des actifs utilisant la voiture

■ Sup. à 75 % (700)



Moins d'1 % des actifs utilisant la voiture

Les deux cartes précédentes représentent les trajets importants effectués par les actifs en voiture. Ces trajets domicile commune A-travail commune B sont décomposés en fonction du nombre d'actifs qui résident sur la même commune A et vont travailler sur la même commune B, et qui ont déclaré faire ce même trajet en transport en commun.

Par exemple : la première carte représente les trajets pour lesquels pour 100 actifs qui utilisent la voiture, il existe moins de 3 actifs déclarant faire le même trajet en transports en commun. Seul les trajets importants (> 50 actifs) sont représentés sur la carte. Si l'on prend en compte tous les actifs utilisant la voiture pour se rendre à leur travail, les actifs utilisant la voiture dans une situation où la part modale équivalente pour le même trajet est comprise entre 0 et 3 % correspondent à 44 % des actifs français utilisant la voiture pour se rendre à leur travail (stable, sortant, vers l'étranger).

Autrement dit, la première carte montre tous les trajets pour lesquels on a la certitude que les automobilistes n'ont pas de possibilité de report : l'absence de déclaration d'actifs utilisant les transports en commun permet de refléter l'absence d'offre efficace. Plus la part modale équivalente est importante, plus on peut imaginer que les actifs ont des possibilités de report, en revanche sans garantie, puisqu'il faut alors prendre en compte la situation de l'offre de transport dans la commune, sa capacité à absorber une demande croissante, etc.

3. Méthodologie détaillée

3.1 Coûts de déplacement : analyse des distances et coûts carburants des actifs utilisant leur voiture pour se rendre à leur travail

Les distances routières aller parcourues par les actifs sont calculées à partir de la commune ou de l'arrondissement municipal de résidence et de la commune de travail déclarée (« l'endroit où vous commencez habituellement votre travail ») pour les enquêtés utilisant une voiture, un camion ou une fourgonnette comme « mode de transport principal utilisé le plus souvent pour aller travailler ».

Les kilomètres parcourus par chaque actif s'appuient sur l'hypothèse d'un aller-retour quotidien, d'une stabilité d'emploi et d'un nombre de jours ouvrés moyen par an.

En faisant l'hypothèse que chaque actif supporte seul l'ensemble des coûts de carburant liés à sa navette, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de covoiturage, il est possible d'évaluer le budget carburant moyen des actifs à leur lieu de résidence à partir de la consommation unitaire moyenne d'un véhicule particulier et des prix des carburants à l'année du recensement.

3.1.1 Table des migrations domicile- travail

Données utilisées :

Source : INSEE, RGP99 ; RP99 Navettes lieux résidence-travail exploit princip MET ; Tableau navettes domicile-travail 99 selon les moyens de transport

Source : INSEE, RP06 ; MOBPRO fichier Mobilités professionnelles (domicile-lieu de travail) ; Tableau navettes domicile-travail 06 selon les moyens de transport

Les migrations sont évaluées sur la base des migrations domicile-travail issues du recensement général de la population de l'INSEE 99 (INSEE, RGP99 ; RP99 Navettes lieux résidence-travail exploitation principale MET : Navettes domicile-travail 99 selon les moyens de transport) et du fichier détaillé 2006 MOBPRO fichier Mobilités professionnelles (domicile-lieu de travail).

N.B. : Entre 1999 et 2006, les modalités proposées pour les modes de transport utilisés ont changé. En 2006, est déclaré le mode de transport principal, tandis qu'en 1999 il était possible de déclarer que plusieurs modes de transport cumulés étaient utilisés. Les trajets pour lesquels plusieurs modes de transport sont impliqués (XTRANS RGP99) sont exclus de l'analyse, ce qui limite les comparaisons à deux dates.

• Les migrations domicile-travail : données du RGP99 et données du RGP2006

Nous prendrons dans la suite les trajets pour lesquels seule la voiture a été utilisée (en 1999 champ TRVOIT, en 2006 modalité TRANS = '4'). Dans la suite, de manière implicite, on parlera des déplacements pour désigner les trajets domicile-travail effectués uniquement en voiture. Les données des navettes domicile-travail du recensement de l'INSEE permettent de connaître le mode de transport utilisé mais pas de savoir si l'actif est conducteur ou covoituré. Nous ferons l'hypothèse pessimiste qu'au déplacement d'un actif correspond un trajet véhicule conducteur.

3.1.2 Réalisation d'un distancier pour les navettes entre lieu de résidence et lieu de travail déclarés

La réalisation d'un distancier global implique de distinguer les navettes correspondant aux actifs sortant France, aux actifs stables et aux actifs travaillant à l'étranger.

3.1.2.1 Le distancier pour les actifs sortant, travaillant dans une commune française

En l'absence de données infracommunales fines sur la répartition des logements et des emplois, les distances parcourues entre la commune de résidence et la commune de travail sont assimilées au plus court chemin entre les deux chefs-lieux de commune.

La réalisation d'un distancier se fait en affectant à chaque tronçon du réseau routier un coût de traversée. Le coût de traversée d'un tronçon correspond à la longueur du tronçon pour une recherche du plus court chemin en distance, à un temps pour une recherche du plus court chemin en temps. Un algorithme de recherche de chemin (par exemple, Dijkstra ou A*) permet de trouver un trajet qui minimise la somme des coûts des tronçons utilisés entre deux nœuds du réseau.

Le coût en temps affecté à chaque tronçon (ou à chaque sens) est calculé à partir d'hypothèses concernant une vitesse théorique réglementaire (fonction du type et du nombre de voies...) corrigée du trafic (en fonction de la charge connue, ou plus souvent des territoires traversés – densité de population, zones bâties) et des ralentissements liés à la topographie (correction planimétrique pour prendre en compte la sinuosité de la route, correction altimétrique pour prendre en compte la pente).

Source utilisée : logiciel Odomatrix INRA-CESAER d'après Route 500 et BDALTI 500 (IGN)

Les distances parcourues entre communes françaises ont été estimées à partir du logiciel Odomatrix réalisé par Mohamed Hilal (INRA-CESAER). Le logiciel Odomatrix calcule le chemin le plus court entre deux chefs-lieux de commune en minimisant la distance kilométrique routière (dr500). Il utilise le réseau routier Route 500 de l'IGN, intègre partiellement les charges sur les tronçons en fonction des territoires traversés (couronne périurbaine des aires urbaines, ville-centre, zone bâtie de Corine Land Cover avec des classes de population). Il calcule en outre un temps de trajet en heures creuses et en heures pleines à partir d'hypothèses de vitesse en 35 classes, fonction :

- du type de voies: « autoroute », « 2 x 2 voies », « principale et régionale », « locale à 1 voie », « bretelle » ;
- des zones traversées : « Ville-centre des aires urbaines », « Tache urbaine des aires urbaines hors ville-centre » (Corine Land Cover), « Reste de l'aire urbaine, reste du pôle rural, espaces ruraux » segmentés en 3 classes de population.

La base Route 500 est du millésime 2004 et les codes communes sont ceux des chefs-lieux de commune français existant ou ayant existé entre le 1^{er} janvier 1999 et le 1^{er} janvier 2007.

L'utilisation du logiciel Odomatrix par le ministère du Développement durable dans le cadre du présent travail constitue une expérimentation de ses capacités d'usage. Elle est connue et autorisée par l'INRA-CESAER.

Pour plus d'informations :

<http://www2.dijon.inra.fr/esr/pagesperso/hilal/ODOMATRIX%20ss%20CLUF.pdf>

Pour aller plus loin :

Le distancier créé par Odomatrix à partir des couples de communes issus du RGP permet d'approcher les distances parcourues par les actifs sortant d'une commune allant travailler dans une autre commune française. Ne disposant pas du réseau à l'étranger, il ne permet pas en revanche d'estimer la distance parcourue par les actifs allant travailler à l'étranger. Là où il est plus court de traverser une frontière pour se rendre à son travail plutôt que d'utiliser le seul réseau routier français, le logiciel augmentera artificiellement les distances parcourues. Utilisant un algorithme du plus court chemin en distance, il peut négliger les distances réelles parcourues par des actifs qui choisiront le plus court chemin en temps.

Il pourrait être intéressant de constituer un distancier à partir des plus courts chemins en temps sur la base d'un réseau routier plus large et de prendre en compte le décalage entre la concentration des logements et des emplois effectifs et les chefs-lieux de commune.

Les couples de communes correspondant à des navettes effectuées par des actifs sortant (lieu de résidence différent du lieu de travail), résidant et travaillant en dehors des DOM-TOM, et déclarant utiliser la voiture pour se rendre à leur emploi sont extraits de la base des migrations alternantes et entrés dans Odomatrix¹¹. Les navettes en métropole impliquant de prendre un bac sont supprimées (exemple entre la Corse et le continent).

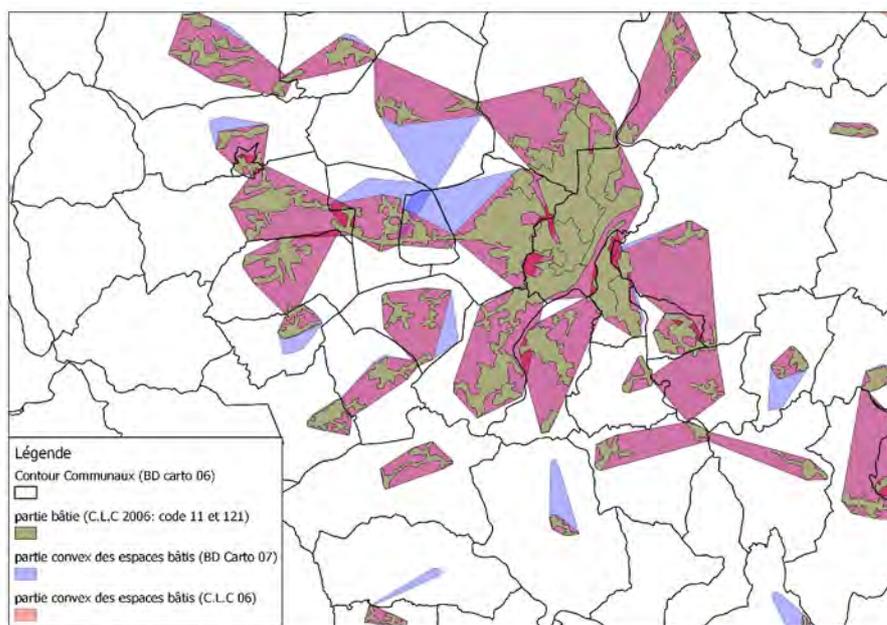
¹¹ Une correction des communes fusionnées avant 1999 et rétablies après 2007 doit être faite manuellement.

3.1.2.2 Création d'un distancier pour les déplacements des actifs stables

En l'absence d'informations complémentaires sur les trajets effectivement réalisés au sein de la commune de résidence par les actifs déclarant habiter et travailler dans la même commune, on utilisera les méthodes utilisées dans les enquêtes ménages.

Pour les enquêtes ménages, les distances effectuées par les personnes se déplaçant au sein d'une zone de tirage sont le plus souvent calculées en prenant comme distance le rayon du cercle dont la surface est équivalente à celle de la zone étudiée. Cette méthode fonctionne assez bien pour des zones de tirage fines mais pose des difficultés lorsque l'on dispose d'une information limitée à la maille communale. En effet, les distances sont surévaluées pour des communes de superficie importante pour lesquelles emplois et logements ne sont pas répartis uniformément (par exemple Arles, qui est une des plus grandes communes de France, inclut sur son territoire le parc de la Camargue : utiliser la surface de la commune revenait à faire l'hypothèse que les stables parcouraient près d'une dizaine de kilomètres aller).

Afin de limiter ce biais, on prendra comme distance moyenne parcourue par les actifs stables le rayon du cercle de la surface équivalente à celle de l'enveloppe convexe regroupant les parties urbanisées de la commune. La partie urbanisée de la commune est évaluée à partir des données Corine Land Cover 2006. Sur certaines communes, il n'y pas de zone urbanisée : on prendra dans ce cas une surface équivalente à l'unité minimale de collecte de la source de données.



Pour aller plus loin :

La moyenne des distances parcourues par les stables pourrait être approchée par d'autres bases de données :

- grâce à la déclaration annuelle des données sociales (DADS), l'INSEE dispose pour les communes de plus de 10 000 habitants des coordonnées géographiques de l'adresse des salariés et des lieux d'emploi.

<http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/dec-ann-don-soc.htm>

- grâce aux enquêtes ménages, on dispose sur certaines Régions de données plus fines sur les déplacements des stables.

3.1.2.3 Création d'un distancier pour les actifs travaillant à l'étranger

Le recensement général de la population fournit la ville de destination des actifs travaillant à l'étranger pour les pays frontaliers ayant conclu un accord avec l'INSEE. Le RGP permet de connaître la ville de destination pour la majorité des destinations situées en Allemagne, Belgique, Luxembourg, Monaco et en Suisse grâce à un code établi par l'INSE. En revanche, il n'existe qu'une modalité – le pays – pour l'Espagne, l'Italie, les Pays-Bas et le Royaume-Uni. Seuls les déplacements vers une ville connue sont pris en compte.

Les communes à l'étranger correspondent au champ dcflt: ex: AL111. Ce code est propre au recensement. La documentation accompagnant les fichiers reprend les modalités de cette variable (ex : AL111 correspond à ILLINGEN). À partir du pays et du nom de la destination, les destinations sont géolocalisées (voir encart suivant).

Point méthode 1 : la géolocalisation des lieux de travail à l'étranger à l'aide de la base de données ouvertes GEONAMES

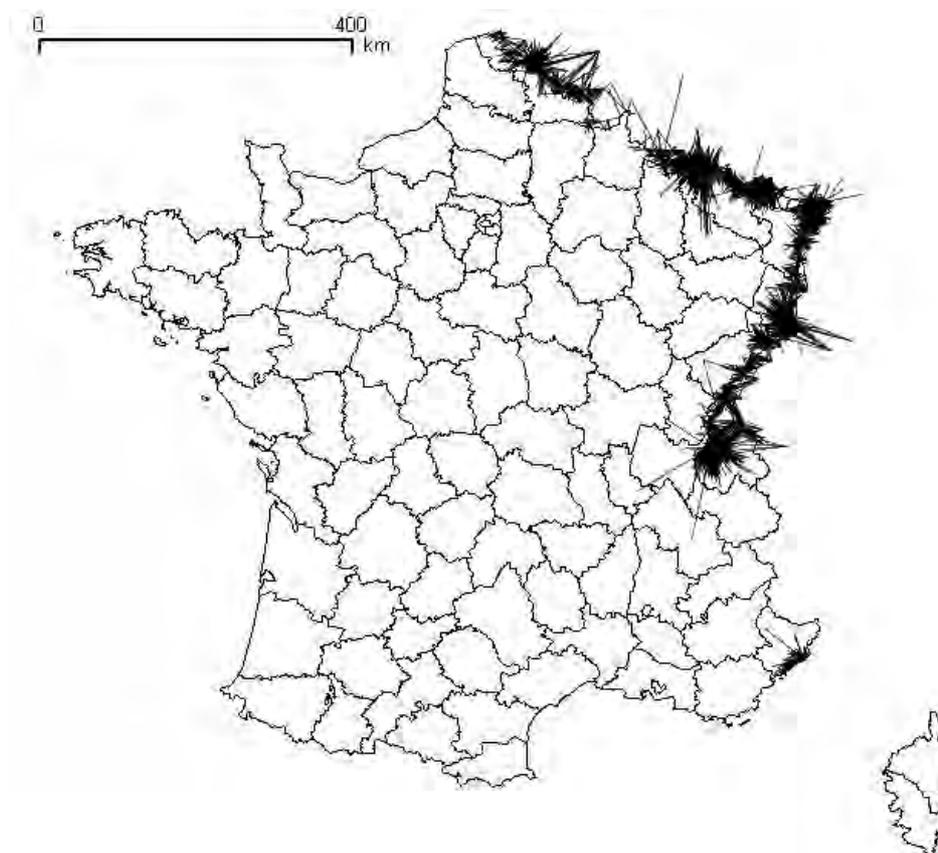
Source : GEONAMES, <http://download.geonames.org/export/dump/>

La base de données GEONAMES fournit les coordonnées de différents échelons administratifs dont le nom peut être recherché en plusieurs langues.

La géolocalisation du lieu de travail pose problème lorsque l'on a des homonymes. On va faire l'hypothèse que la commune concernée correspond à la commune dont le nom correspond à la modalité précisée dans la documentation qui se trouve être la plus proche de la commune française avec laquelle elle échange le plus d'actifs. Ainsi, pour un code donné (AL111), on sélectionne toutes les communes du pays (Allemagne) correspondant au nom de la commune fourni dans la documentation (ILLINGEN) (en ayant au préalable normalisé les noms de communes de la base GEONAMES : majuscule sans tiret ni accent). On sélectionne la commune de France qui échange le plus d'actifs avec AL111. La distance à vol d'oiseau entre cette commune française et les communes homonymes est calculée. La commune recherchée correspond à celle qui minimise la distance à vol d'oiseau.

Plusieurs noms de communes étrangères sont mal orthographiés dans la base INSEE ou ne correspondent pas au nom utilisé dans le pays. Plusieurs corrections manuelles ont dû être faites. Toutes les communes étrangères où travaillent plus de 100 actifs d'une commune française ont été géoréférencées. Malgré les vérifications, des erreurs peuvent subsister.

Déplacements vers l'étranger de moins de 150 km déclarés par plus de 10 actifs.



La distance routière parcourue est calculée à partir d'une distance à vol d'oiseau corrigée entre le chef-lieu de commune de résidence et la localité de destination à l'étranger.

Point méthode 2 : calculer la distance parcourue par les actifs à partir de la distance à vol d'oiseau

On va chercher à estimer la distance routière effectivement parcourue par les actifs (drp) à partir de la distance à vol d'oiseau (dvo) entre le lieu de résidence et le lieu de travail.

On utilisera comme approximation les distances rectilinéaires pondérées (DRP) proposées par Caroline Gallez (1996) pour le traitement de l'EGT en Île-de-France.

- pour des distances domicile-travail inférieure à 20 km on prendra

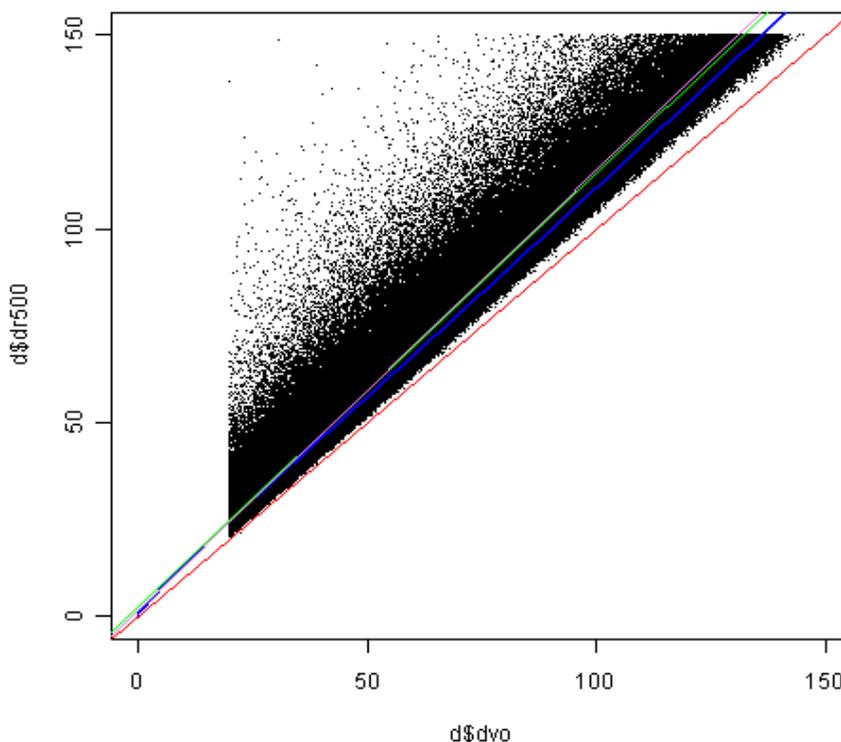
$$DRP = DVO * (1,1 + 0,3e^{(-DVO/20)}) \text{ où } e \text{ est la fonction exponentielle}$$

- pour les distances domicile-travail supérieure ou égale à 20 km :

$$DRP = DVO * 1,21$$

La comparaison entre les distances à vol d'oiseau corrigées et les distances calculées par l'algorithme du plus court chemin entre deux communes par Odomatrix montre une bonne approximation des distances pour la plupart des territoires, à l'exception des territoires de montagne, des trajets qui impliquent la traversée d'un fleuve (traversée de la Seine par exemple) ou les baies (bassin d'Arcachon, golfe du Morbihan).

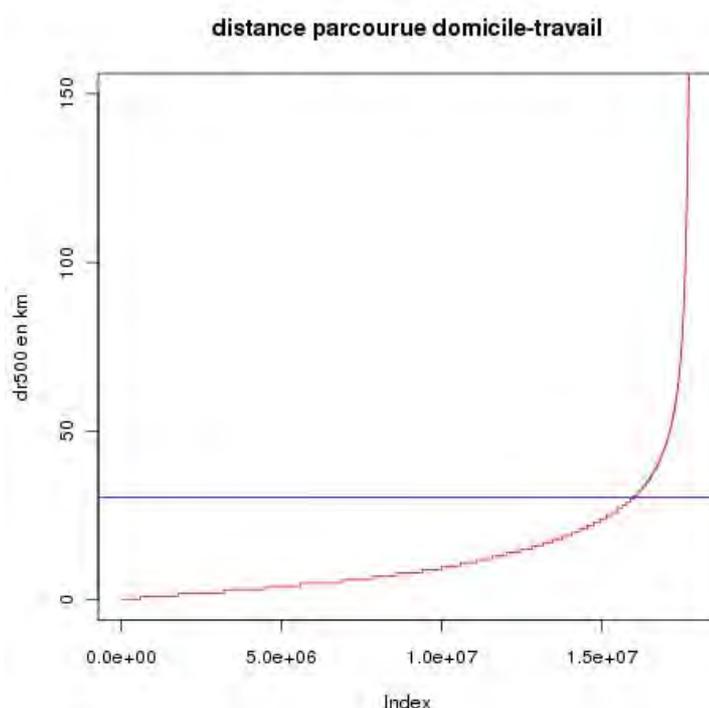
Comparaison formule et régression



En abscisse, la distance à vol d'oiseau en km, en ordonnée la distance routière calculée par Odomatrix pour les navettes des actifs sortants. En bleu, la courbe des distances rectilinéaires pondérées, en vert la courbe de régression de dr500 par dvo pour les navettes de 20 à 150 km (non pondéré par le nombre d'actifs).

3.1.3 Représentation des navettes dominantes : traitement de la table domicile-travail, flux, distance, temps.

À chaque actif du fichier détail est affecté une distance routière aller correspondant à la navette réalisée (voir graphique ci-après). Il apparaît qu'un certain nombre de déplacements ne peuvent correspondre à un trajet réel effectué quotidiennement. Un saut significatif se fait au-delà de 30 km (90 % des actifs parcourent moins de 30 km).



Plusieurs hypothèses peuvent expliquer ces longues distances : le mode de transport a mal été renseigné (par exemple, il s'agit de déplacement en train demandant l'utilisation préalable de la voiture), le lieu de résidence principale ne correspond pas au logement utilisé en semaine, il n'y a pas le lieu de travail « quotidien », le siège de l'entreprise est renseigné...

Dans les faits, certains actifs déclarent un lieu de résidence principale qui ne correspond pas au lieu d'habitation depuis lequel l'actif va travailler (par exemple, un actif résidant à Aix-en-Provence, mais travaillant à Paris en semaine et disposant d'un logement de fonction ou d'un appartement secondaire), d'autres déclarent un lieu de travail correspondant au siège social de leur entreprise sans réalité avec le trajet effectué. Afin de corriger ces biais, les actifs ayant déclaré un lieu de résidence et un lieu de travail induisant un trajet aller supérieur à un seuil sont considérés comme des valeurs aberrantes.

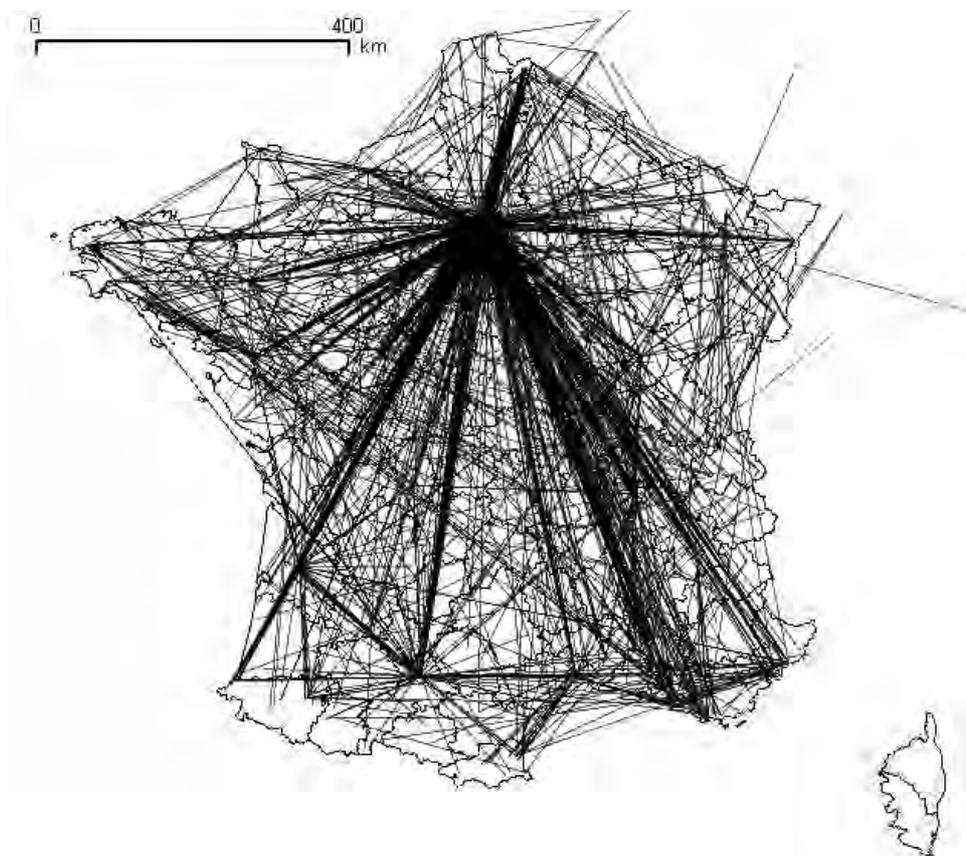
Nous faisons l'hypothèse que les distances aller supérieures à 150 km ne correspondent pas à des trajets quotidiens. Ce seuil est couramment utilisé par l'INSEE.

Néanmoins, afin de tester la validité de ce seuil, nous représentons les distances allers déduites des lieux déclarés parcourues par les actifs français utilisant la voiture pour se rendre à leur travail.

Les géométries des lieux de résidence (localisant du chef-lieu de la commune française GEOFLA08) et des lieux de travail (localisant du chef-lieu de la commune française GEOFLA ou localisant de la localité du lieu de travail à l'étranger GEONAME) sont ajoutés à la table, ainsi qu'un linéaire représentant le trajet domicile-travail et un tampon proportionnel aux nombres d'actifs effectuant la navette.



Cette représentation permet d'analyser plus finement les trajets négligés :



Trajets de plus de 150 km déclarés par plus de 10 actifs.

On constate qu'une grande partie des déplacements négligés convergent vers la région Île-de-France.

Pour aller plus loin : il pourrait être intéressant d'écarter les déplacements aberrants en fonction des navettes, du nombre de personnes ayant déclaré faire ce trajet et non plus en fonction d'une distance maximale, mais d'un temps.

3.1.4 Calcul des dépenses en euros en fonction de la consommation de carburant super, diesel et de l'utilisation du véhicule résultant des navettes quotidiennes

On fait l'hypothèse que le trajet lieu de résidence-lieu de travail déclaré par les actifs est réalisé quotidiennement en aller-retour 5 jours par semaine pendant 52 semaines à l'exception de 25 jours de congés et de 10 jours fériés par an.

Le budget correspondant au carburant nécessaire au trajet aller-retour est évalué à partir d'une consommation unitaire moyenne (des véhicules du parc national avec une cylindrée moyenne et du prix des carburants en euros courants à l'année n) et en intégrant les coûts d'utilisation et l'amortissement (d'après les barèmes de la déclaration d'impôts à frais réels). On fait l'hypothèse implicite que la consommation n'est pas fonction de la vitesse.

3.1.4.1 Nombre de navettes annuelles

• **J : le nombre moyen de jours travaillés par an**

Le nombre de jours travaillés par an est estimé à 225 jours : 5 jours par semaine pendant 52 semaines à l'exception de 25 jours de congés et de 10 jours fériés par an.

N. B. : On fait donc l'hypothèse que le lieu de travail est constant au cours de l'année. Ces hypothèses supposent donc que l'emploi occupé au moment du recensement est un emploi fixe. Elles sous-estiment les distances parcourues pour les personnes qui rentrent chez elles le midi et les surestiment pour celles qui travaillent à temps partiel ou ne vont pas tous les jours à leur lieu de travail. Seuls les déplacements au lieu de travail sont pris en compte, ce qui néglige tous les déplacements liés au travail qui peuvent être importants pour certains métiers.

Nous allons chercher à évaluer pour l'année n (1999, 2006) :

- la consommation en litre de carburant d'un véhicule particulier moyen (super et diesel) pour 100 km,
- les coûts correspondant à un litre de super et diesel.

3.1.4.2 Consommation en litre et dépense de carburant pour 100 km réalisés avec un véhicule moyen

• **ECDE_L** : Tarifs domestiques des carburants

On va chercher à ramener les différents coûts recherchés à un litre de supercarburant et de diesel

Source : DGEMP / Observatoire de l'énergie année 2000 : pour le prix des énergies

| Unité | Observation | 1 | € 1999 | € 2006 |
|------------------|---------------------------------|---|--------|--------|
| l supercarburant | un litre (super 95 et super 98) | 1 | 0,95 | 1,25 |
| l diesel | un litre de gazole | 1 | 0,69 | 1,07 |

N. B. : Le prix du litre de super est calculé à partir de la moyenne du prix du super 95 et du super 98 aux années où deux valeurs sont données.

• **D3 : consommation unitaire en l aux 100 km d'une voiture particulière essence, d'une voiture particulière diesel**

Source : DAEI/SES-INSEE "les comptes des transports"; données annuelles / nationales www.statistiques.equipement.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=421

| | l/100 km En 1999 | l/100 km En 2006 |
|---------------------------|---------------------|---------------------|
| Vp fonctionnant au super | 8,25 | 7,62 |
| Vp fonctionnant au diesel | 6,65 | 6,39 |

• **D3bis : répartition du parc de voitures particulières selon le carburant (essence, gazole)**

Source : ministère des Transports ; données annuelles nationales 1999, régionales et départementales 2006 à partir des immatriculations

http://www.statistiques.equipement.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=32

le parc de véhicule est pris comme suit :

| | Parc 1999 | Parc 2006 |
|--------|--------------|--------------|
| Super | 67,1 % | 46,5 % |
| Diesel | 34,6 % | 53 % |

ECDE_100km : Calcul des coûts de carburant d'un vp moyen pour 100 km

À partir de D3, D3bis et ECDE_L, on évalue la consommation unitaire d'un vp moyen diesel ou essence en fonction du parc national exprimé en l/100 km: **ECDE_100km**. Pour 100 km d'un vp moyen du parc 1999, on trouve :

| km | l en 1999 | l en 2006 | EURO 1999 | EURO 2006 |
|-----|-----------|-----------|-----------------|-----------------|
| 100 | 7,72 | 6,93 | 6,77 € / 100 km | 8,05 € / 100 km |

Pour aller plus loin :

La consommation d'un véhicule est dans les faits fonction de l'ancienneté du véhicule, du temps et de la vitesse du véhicule auxquels on ajoute la consommation liée au démarrage à froid. Le modèle Computer programme to calculate emissions from road transport (COPERT v.4) est un modèle développé pour le compte de l'Union européenne pour calculer les émissions de gaz à effet de serre. (<http://lat.eng.auth.gr/copert/>). Le logiciel impact de l'ADEME est conçu à partir de ce modèle.

Les données d'immatriculation détenues par les préfetures permettent quant à elles de connaître précisément la composition du parc automobile.

En prenant en compte les vitesses sur chaque tronçon et l'âge moyen du parc à la commune, il serait possible d'approcher de manière plus fine la consommation de carburant.

• Estimation des coûts carburants et d'utilisation annuelle pour un actif en fonction des kilomètres parcourus

Le budget carburant annuel pour un actif pour un trajet aller est obtenu à partir de la distance calculée entre le lieu de résidence et le lieu de travail, de la consommation unitaire pour 100 km d'ECDE_L en multipliant le résultat précédent par 2 (aller-retour) et par le nombre de jours travaillés (j).

Le budget d'utilisation du véhicule intégrant les dépenses liées au coût entretien, assurance, carburant correspondant aux seuls déplacements liés au motif travail est calculé à partir des barèmes utilisés pour déclarer ses impôts à frais réels.

-- Calcul coût kilométrique à partir des calcul DGI

-- hypothèse pour un véhicule de 5 CV barème kilométrique impôt sur le revenu 2003 pour 1999

Le coût DGI varie en fonction de la distance annuelle parcourue.

- Pour une distance inférieure ou égale à 5 000 km, le coût DGI est égal à :
dr500/1 000*225*2*0,469
- Pour une distance comprise entre 5 000 et 20 000 km inclus, il est égal à :
dr500/1 000*225*2*0,257+1 060
- Pour une distance strictement supérieure à 20 000 km, il est égal à :
dr500/1 000*225*2*0,310

--hypothèse pour 5 CV barème kilométrique du bulletin officiel des impôts de mars 2006

Le coût DGI varie en fonction de la distance annuelle parcourue.

- Pour une distance inférieure ou égale à 5 000 km, le coût DGI est égal à :
dr500/1 000*225*2*0,483
- Pour une distance comprise entre 5 000 et 20 000 km inclus, il est égal à :
dr500/1 000*225*2*0,270+1 063
- Pour une distance strictement supérieure à 20 000 km, il est égal à :
dr500/1 000*225*2*0,23

3.1.5 Table des distances, coûts carburant et coûts d'utilisation par actif

À partir de la table des navettes, une table des actifs est constituée. Cette table reprend pour chaque actif sa commune de résidence, son lieu de travail, la typologie en aire urbaine 99 de sa commune de résidence, la distance parcourue pour se rendre à son travail, les coûts de carburant et d'utilisation annuels en résultant et, pour les trajets en 2006, une série de caractéristiques sur l'actif : (âge, sexe, diplôme, contrat de travail, nombre de personne du ménage, type de logement...)

Une nouveauté du recensement général de la population 2006 est la mise à disposition des fichiers détails. Cette base de données enrichie des distances routières parcourues permet d'analyser plus finement à l'échelle de la France ou d'un territoire les catégories de population effectuant des trajets domicile-travail importants.

3.1.6 Table données agrégées au lieu de résidence et au lieu de travail : flux, distance moyenne, budget moyen à la commune : D4

L'étape suivante consiste à agréger les données pour chaque commune de résidence et chaque lieu de travail. Pour chaque commune sont calculés les moyennes et déciles des km annuels parcourus, des coûts de carburant et des coûts d'utilisation (pour les actifs utilisant la voiture).

| |
|---|
| Distance maximale (A-R)/2 parcourue par les 30 % des actifs résidant dans la commune A qui sont les plus proches de leur lieu de travail |
| Distance minimale que met la moitié des actifs résidant dans la commune A pour se rendre sur leur lieu de travail |
| Distance minimale (A-R)/2 parcourue par les 30 % des actifs résidant dans la commune A qui sont les plus éloignés de leur lieu de travail |

La géographie communale est ajoutée à cette table pour représenter ces données par des aplats de couleur. Les communes où le nombre d'actifs est inférieur à 100 sont blanches. La moyenne est calculée sur les actifs faisant moins de 150 km.

3.2 Coûts énergétiques des logements : chauffage, eau chaude sanitaire, électricité spécifique et cuisson

Cette partie évalue les coûts relatifs au chauffage d'un logement, à sa climatisation, à la production d'eau chaude sanitaire, à la cuisson, l'éclairage et l'électroménager.

3.2.1 Différentes méthodes d'estimation des dépenses énergétiques : mesure, modélisation des besoins, relevés des factures

Le calcul des dépenses énergétiques se fait le plus souvent dans le cadre d'un projet (en référence à la réglementation thermique), d'un diagnostic énergétique d'un logement réel (diagnostic de performance énergétique) ou de l'installation d'un système de chauffage ou d'un appareil de climatisation.

Ces coûts sont fonctions de différents éléments :

1. Les dépenses liées au chauffage (Echf) sont fonction du volume du local chauffé, des déperditions du logement (la nature des parois et des vitres, les ponts thermiques), de la configuration du logement (maison isolée, appartement, maison de ville), du climat et du confort recherché (nombre d'heures de chauffe pour atteindre une température ressentie), de son orientation, de l'occupation du local (nombre d'occupants, temps d'occupation et activités), du type de ventilation et enfin du système de chauffage (auxiliaire, central ou individuel, rendement, apport solaire) et de l'énergie utilisée.
2. Les dépenses liées à l'eau chaude sanitaire (Eecs) sont fonction du nombre d'occupants, de leur âge, leur mode de vie, du nombre de jours où le logement est occupé, de l'énergie utilisée.
3. Les dépenses liées à la climatisation (Eclim) sont fonction des volumes concernés, du climat, de l'exposition, de l'inertie du bâtiment et du confort recherché, du rendement du système de climatisation et de l'énergie utilisée.
4. Les dépenses liées à la cuisson, et les dépenses électriques spécifiques (l'éclairage et l'électroménager) (Eautres) sont essentiellement fonction de l'équipement des ménages et de leur usage, du rendement des appareils et de l'énergie utilisée.

L'exercice consiste à adapter ces méthodes pour évaluer les consommations d'un parc de logements dont on ne connaît pas toutes les caractéristiques et dont on ignore les usages des occupants. Pour ce faire, il existe plusieurs sources incontournables :

Les méthodes liées à la préparation d'un projet en cours ou à la réglementation thermique offrent des éléments de référence d'un usage moyen : une température intérieure de référence permet d'approcher le confort. À défaut de connaître le nombre d'occupants et leurs usages, des ratios au m² de surface habitable permettent d'approcher les consommations du logement.

Les évaluations, mesures et sondages faits par différents organismes – l'INSEE, le CEREN, le CSTB, l'ADEME, Météo France en particulier – permettent de connaître les usages et l'équipement moyens des ménages, les caractéristiques de certaines catégories de matériaux de construction, les rendements moyens des systèmes de chauffage, de climatisation, de production d'eau chaude sanitaire, les énergies et les dates de construction des logements, le relevés des factures et des consommations pour un type de bien, la rigueur du climat.

De plus, la réglementation thermique a évolué au cours des dernières années (RT88, RT2000, RT2005). Elle fixe des normes à respecter pour garantir des déperditions admissibles en fonction de la localisation du projet. Le territoire métropolitain est partagé en plusieurs zones (zones climatiques été et hiver). Un projet de construction doit respecter des seuils en fonction de sa zone et de l'altitude. La réglementation thermique va aujourd'hui jusqu'à fixer des objectifs de conception pour les bâtiments neufs concernant le confort d'été. En fonction de l'année de construction du logement et donc de la réglementation thermique qui s'appliquait, il est possible d'en déduire les normes de construction que celui-ci devait respecter au moment de sa construction. Des mesures réalisées par le CEREN permettent d'apprécier les déperditions moyennes des logements antérieures à 1975.

Enfin, l'ADEME propose à l'attention des collectivités certaines simplifications des éléments de référence pour réaliser leur bilan carbone.

En première approximation, il est possible d'approcher les différentes dépenses en utilisant les simplifications suivantes :

- Les usages sont ramenés à des usages moyens par nombre d'occupants, occupation moyenne du logement et/ou surface habitable à partir d'un nombre de jours occupés type (incluant certains jours de vacance).
- Le climat peut être approché par différentes méthodes plus ou moins fines (détaillées dans la suite) : zonage de la réglementation thermique (regroupement de départements) corrigée de l'altitude, retour aux normales saisonnières soit aux températures moyennes mensuelles mesurées au niveau des stations de Météo France, soit aux degrés jours unifiés et aux degrés-heures, enfin modélisation des températures ou des DJU/DH à la commune par différentes méthodes.
- La qualité des matériaux de construction, la conception des logements sont approchées par l'année de construction du logement.
- Le rendement des systèmes de chauffage, de climatisation, de production d'eau chaude sanitaire sont considérés comme moyens, pour une énergie donnée et un système de chauffage collectif ou individuel.

Le calcul des dépenses pour les ménages d'une commune revient alors à estimer :

1. Les dépenses liées au chauffage (Echf) en fonction de l'énergie de chauffage et du rendement moyen d'un système fonctionnant avec cette source d'énergie, de la surface habitable, du type de logement (collectif ou individuel) ou des niveaux des pièces, de l'année de construction, du type de chauffage (collectif ou individuel), des caractéristiques climatiques de la commune (fonction du nombre de jours où la température extérieure descend en deçà d'une température de référence).
2. Les dépenses liées à l'eau chaude sanitaire (Eecs) en fonction de l'énergie utilisée, du rendement du système de production d'eau chaude sanitaire (fonction de l'année de construction du logement et de l'énergie utilisée), des besoins en eau chaude sanitaire (fonction de la surface habitable).
3. Les dépenses liées à la climatisation (Eclim) en fonction de la surface habitable et des caractéristiques climatiques de la commune et de l'énergie utilisée.
4. Les dépenses liées à la cuisson, l'éclairage et l'électroménager (Eautres) en fonction de l'énergie utilisée et de la surface habitable.

3.2.1.1 Connaître le parc de logement : qualité thermique et énergies utilisées

Les seules données exhaustives à la commune nous renseignant sur le parc de logements proviennent des recensements de population (RP) de l'INSEE ou des fichiers FILOCOM (dérivés des données de la taxe d'habitation, du fichier des impôts sur le revenu et du fichier des propriétés bâties de MAJIC de la Direction générale des impôts).

Ces deux sources permettent de distinguer les logements individuels et collectifs.

- Les données du recensement de la population permettent de connaître la période d'achèvement du logement, la surface du logement (en 6 classes)¹²; de distinguer les maisons des appartements ; de connaître « *le principal moyen de chauffage du logement* »¹³, « *le combustible principal du logement* »¹⁴. L'INSEE a mis à disposition gratuitement l'exploitation du parc de logement 1999 agrégée à la commune croisée entre la période d'achèvement de l'immeuble (ACHI), le chauffage central du logement (CHFL), le combustible principal du logement (CMBL). Le fichier détail logement du RP 2006 offre plus de possibilités. Il fournit entre autres pour chaque logement : sa catégorie (résidence principale ou secondaire), sa commune ou arrondissement municipal pour Lyon, Marseille, Paris, la période d'achèvement du logement, le type de combustible principale utilisé, le type de chauffage (collectif ou individuel), la surface habitable du logement par classe, le nombre de pièces principales, le nombre de personnes, le type de construction (maison, immeuble, logement groupé), marché libre ou marché social (HLM) et les caractéristiques détaillées des occupants.
- Le fichier des propriétés bâties des parties principales d'habitation (art 40) de MAJIC2 renseigne entre autres l'année de construction (jannat), l'année de mutation du bien, le niveau d'étage du logement (DNIV), le nombre de niveau du logement (dbniv), la surface du logement (dsupdc), les matériaux des gros murs (dmatgm)¹⁵, les matériaux des toitures (dmatto)¹⁶, le niveau d'entretien, la présence d'eau, d'électricité, du gaz, d'un chauffage central.

Le fichier MAJIC a l'avantage de fournir des informations au logement qui peuvent être géolocalisées à la parcelle. Il renseigne aussi sur les matériaux de construction ou le nombre de niveaux qui permettraient, éventuellement, d'affiner les besoins en chauffage. En revanche, il ne renseigne pas le système de chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire. De fait, ce fichier permettrait aujourd'hui une évaluation des besoins en chauffage et des déperditions à partir de l'année de construction, mais ne permet pas de remonter à la consommation énergétique finale et aux dépenses de chauffage. De plus, son acquisition est payante auprès des services fiscaux et son utilisation est soumise à une déclaration préalable à la CNIL. Certains champs sont mal ou pas toujours renseignés. En outre, il est difficile d'isoler les résidences principales des résidences secondaires et des logements vacants. Pour ce faire, il faut croiser les données foncières avec le fichier de la taxe d'habitation.

Nous partirons des exploitations du RP disponibles gratuitement sur le site de l'INSEE.

12 Moins de 25 m² ; de 25 à moins de 40 m² ; de 40 à moins de 70 m² ; de 70 à moins de 100 m² ; de 100 à moins de 150 m² ; 150 m² ou plus.

13 Chauffage collectif (chaudière commune à plusieurs logements de l'immeuble ou réseau de chauffage urbain) ; chaudière individuelle (propre au logement) ; chauffage individuel « tout électrique » ; poêle, cheminée, cuisinière, etc.

14 1 chauffage urbain ; 2 gaz de ville ou de réseau ; 3 fioul (mazout) ; 4 électricité ; 5 gaz en bouteille ou citerne ; 6 charbon ; 7 bois en 1999. En 2006, les modalités 6 et 7 sont remplacés par « autres ».

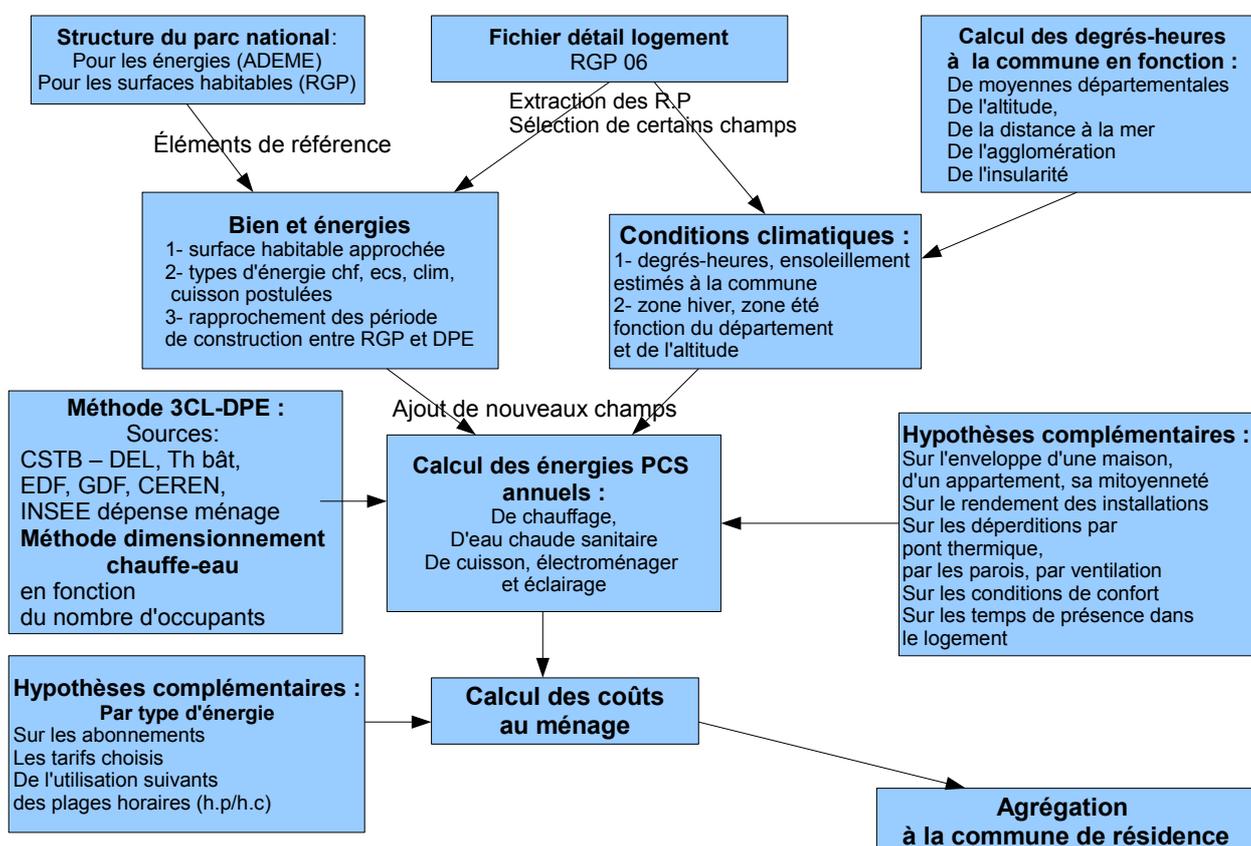
15 0 : indéterminé ; 1 : pierre ; 2 : meulière ; 3 : béton ; 4 : briques ; 5 : aggloméré ; 6 : bois ; 9 : autres.

16 0 : indéterminé ; 1 : tuiles ; 2 : ardoises ; 3 : zinc, aluminium ; 4 : béton.

3.2.1.2 Schéma de principe du modèle utilisé

La consommation énergétique d'un logement se calcule le plus souvent soit en appliquant un ratio par logement ou par m² de surface habitable issus des mesures du CEREN, suivant une décomposition du parc par année/type de logement/énergie, ou par nombre d'occupants (pour la consommation d'eau chaude sanitaire), soit en évaluant les déperditions thermiques théoriques à partir des caractéristiques architecturales du bien (méthodes CSTB, ADEME 3CL-DPE, ENERTER du bureau d'études Énergies Demain).

Le calcul des consommations conventionnelles dans les logements réalisé ici reprend les principes de calcul de la méthode 3CL v.15 qui sert au diagnostic de performance énergétique sur un logement donné. Cette méthode a l'avantage de proposer une procédure précise et simplifiée avec des valeurs par défaut et de limiter les variables nécessaires par rapport à l'analyse complète d'un thermicien ou d'un chauffagiste. L'enjeu consiste alors à rapprocher les caractéristiques connues du parc de logements des valeurs d'entrée de la méthode 3-CL et d'introduire une correction climatique suivant la commune de résidence.



Source : diagnostic de performance énergétique (DPE) ; la méthode de calcul 3CL-DPE (v. 15)

La méthode 3CL-DPE a été testée sur un panel de plusieurs milliers de logements avec l'aide de plusieurs organismes spécialistes du domaine : EDF, CEREN... Elle s'appuie sur différentes sources : la réglementation thermique RT88 et RT2000, la méthode DEL2 pour le climat du CSTB, l'enquête INSEE 2000, les ratios EDF et GDF.

Pour plus d'information sur cette méthode, consulter l'arrêté du 9 novembre 2006 « portant approbation de diverses méthodes de calcul pour le diagnostic de performance énergétique en France métropolitaine »¹⁷. Dans la suite sont développées plus particulièrement les hypothèses complémentaires pour appliquer cette méthode à un parc de logements.

3.2.2 Caractéristiques du parc de résidences principales et sources d'énergie utilisées

Les résidences principales sont extraites des données du fichier détail logement du recensement de la population. Certains champs sont sélectionnés et les pondérations recalculées. La taille du fichier détail ne permet pas d'utiliser les tableurs courants, cela implique d'utiliser des logiciels de base de données ou de statistiques spécifiques pour sélectionner les enregistrements intéressant le territoire d'étude. Le système de gestion de base de données relationnelle PostgreSQL a été utilisé pour l'étude. On obtient une table d'environ 10 millions de lignes pour 18,9 millions de résidences principales en métropole.

À partir des données du recensement, il va falloir reconstituer les différentes énergies utilisées pour les postes autres que le chauffage, ainsi que la surface habitable et les périodes de construction.

• Surface corrigée

Le fichier détail logement donne les surfaces de logements par classe. Afin de calculer les déperditions, il est nécessaire de calculer une surface théorique. La surface des biens a été calculée à partir du fichier des propriétés bâties de la Direction général des impôts en reconstituant les classes de surface et de nombre de pièces utilisées par l'INSEE. Une surface moyenne de logement a été calculée sur cette base pour chaque modalité des variables de surface (SURF) et de nombre de pièces (NBPI). Faute de données complémentaires, il peut être utile de prendre le milieu de classe.

Pour aller plus loin : les surfaces habitables pourraient être estimées à partir des fichiers fonciers des impôts en calculant la moyenne des surfaces déclarées à la commune ou pour des tranches de population par classe d'âge de construction, par classe de surface et nombre de pièces.

17 Arrêté du 15 septembre 2006 « relatif aux méthodes et procédures applicables au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments existant proposés à la vente en France métropolitaine ».

Arrêté du 9 novembre 2006 « portant approbation de diverses méthodes de calcul pour le diagnostic de performance énergétique en France métropolitaine ».

Arrêté du 6 mai 2008 « portant confirmation de l'approbation de diverses méthodes de calcul pour le diagnostic de performance énergétique en France métropolitaine ».

Justificatifs 3CL <http://www.logement.gouv.fr/IMG/pdf/Justificatifs-3CL.pdf>

• Sources d'énergie utilisées

Les énergies de chauffage, d'eau chaude sanitaire, de climatisation et les autres usages (cuisson, électroménager, éclairage) sont déduites du combustible principal du logement, à partir de données fournies par l'ADEME.

Voir en annexe le tableau d'équivalence des énergies. table_eq_nrij

À la différence du RGP 1999, il n'existe plus au recensement de la population 2006 de modalités bois ou charbon. En fonction des énergies déclarées en 1999 et des communes de résidence, la modalité autre est recodée en bois ou charbon¹⁸.

Pour aller plus loin : ce travail pourrait être affiné à partir de l'enquête nationale logement pour prendre en compte les périodes de construction des logements.

• Les périodes d'achèvement de la maison ou de l'immeuble

Les périodes d'achèvement de la maison ou de l'immeuble sont en 15 classes. Afin de reconstituer les caractéristiques thermiques des logements, ces classes sont rapprochées des grandes dates d'évolution de la qualité d'isolation des constructions (notamment évolution de la réglementation thermique), ou de l'efficacité des installations de chauffage ou d'eau chaude sanitaire.

Les 15 classes du RP sont transformés en 7 classes :

avant 1948, [1949,1974], [1975,1977],[1978,1982],[1983,1988],[1989,2000], après 2001

Pour aller plus loin : à partir des périodes d'achèvement des recensements précédents ou des dates de construction renseignées dans les fichiers des propriétés bâties, certaines classes pourraient être affinées : il pourrait être intéressant de distinguer une classe avant 1915, et une classe [1915, 1949] en raison des évolutions de la construction.

¹⁸ Lorsque le combustible principal est déclaré « autres », on considérera que le combustible est du bois à l'exception des communes de plus de 10 000 habitants où l'utilisation du charbon est plus importante que le bois ou des communes de moins de 10 000 habitants situées dans un département où le charbon est plus utilisé que le bois.

3.2.3 Caractéristiques climatiques de la commune de résidence

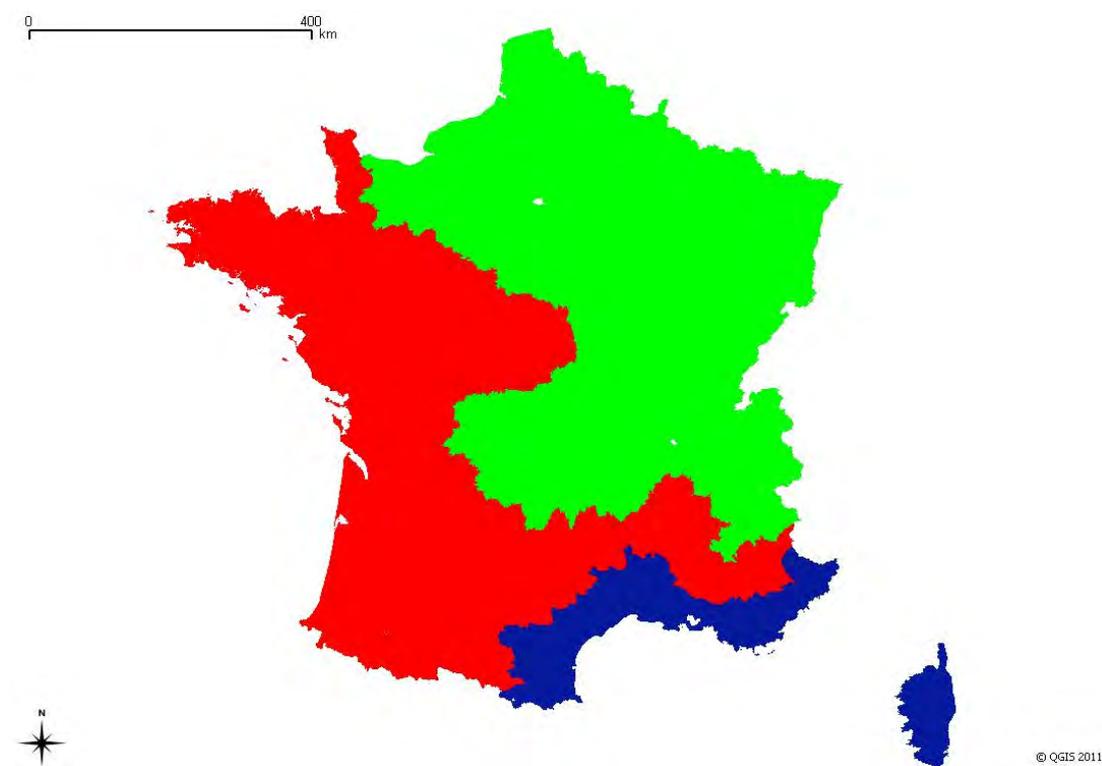
Le chauffage est la première dépense des ménages. Les consommations énergétiques de chauffage sont calculées à climat normal puis corrigées en fonction de la situation du logement.

Les données climatiques sont estimées à la commune ou à l'arrondissement municipal de résidence.

Il existe différents indices de rigueur climatique. La réglementation thermique (RT2005) distingue trois grandes zones climatiques : des moyennes départementales permettant de connaître les besoins en énergie à compenser pour maintenir une température de confort dans le logement sont calculées à partir de quelques stations météorologiques. Les chauffagistes utilisent les données des stations météorologiques les plus proches pour dimensionner et régler les chaudières.

• Les zones climatiques de la réglementation thermique 2000

Les zones été et hiver qui servent de référence pour les réglementations thermiques et qui permettent d'inférer certaines obligations en matière d'isolation des constructions sont données au département. Une correction est prévue en fonction de l'altitude : « *Les localités situées à plus de 800 mètres d'altitude sont en zone H1 lorsque leur département est indiqué comme étant en zone H2 et en zone H3 lorsque leur département est indiqué comme étant en zone H3.* »



• Les degrés-heures et l'ensoleillement

Les degrés-heures ou les degrés-jours unifiés sont spécialement calculés pour évaluer les besoins en chauffage d'un logement pour le maintenir à une température de référence : « *Le degré-heure est égal au produit du nombre d'heures chauffées par la différence de température (DeltaT) entre la température extérieure moyenne et la température intérieure de consigne. La température intérieure de consigne utilisée pour le calcul des degrés heures est de 18 °C.* »

Les méthodes de DPE fournissent pour les degrés-heures et l'ensoleillement des moyennes départementales à climat normal calculé sur une trentaine d'années en fixant une température intérieure de consigne et une période de chauffe : « *Les degrés-heures sont égaux à la somme, pour toutes les heures de la saison de chauffage pendant laquelle la température extérieure est inférieure à 18 °C, de la différence entre 18 °C et la température extérieure. Ils prennent en compte une inoccupation d'une semaine par an pendant la période de chauffe ainsi qu'un réduct des températures à 16 °C pendant la nuit de 22 heures à 6 heures.* »

À l'échelle d'un bâtiment ou pour la mise en place d'une chaudière, le calcul se fait en achetant à Météo-France les données de la station la plus proche :

<http://climatheque.meteo.fr/okapi/accueil/okapiWeb/index.jsp> .

Entre la méthode ad hoc fondée sur la proximité d'un site de mesure et la moyenne départementale, le CSTB propose une méthode simplifiée d'estimation à la commune des degrés-heures. Le calcul des degrés-heures et de l'ensoleillement suivant la méthode DEL-2 est plus précis que la méthode 3CL-DPE qui s'en inspire. Les degrés-heures et l'ensoleillement sont calculés à partir des moyennes départementales corrigées de l'altitude (altitude moyenne de la commune de résidence source : GEOFLA), de la distance à la mer (calcul de la distance minimale entre le trait de côte et le centre du chef-lieu de commune), du caractère insulaire de la commune (construction par requête géographique¹⁹), et des agglomérations de plus de 100 000 habitants.

Pour aller plus loin : aujourd'hui, les moyens de traitement modernes de l'information permettent de prendre en compte les effets locaux d'une multitude de facteurs et de dépasser la limite des mesures prises en certains points du territoire (stations météorologiques).

Voir Daniel Joly, Thierry Brossard, Hervé Cardot, Jean Cavailhes, Mohamed Hilal et Pierre Wavresky, « Les types de climats en France, une construction spatiale », *Cybergeo : European Journal of Geography*, Cartographie, Imagerie, SIG, article 501, mis en ligne le 18 juin 2010, modifié le 18 juin 2010. URL : <http://cybergeo.revues.org/index23155.html> . Consulté le 27 juillet 2010.

¹⁹ Les communes inscrites dans les polygones construits par agrégation des départements français (GEOFLA) et distinction des polygones fermés non contigus, triés par surface décroissante à l'exception du premier (la France continentale).

3.2.4 Besoins en chauffage en fonction des déperditions et des gains gratuits

Hypothèses complémentaires communes à tous les logements :

Les parois du bâtiment ne sont pas enterrées, les fenêtres sont prises avec volet. Il n'y a pas de véranda. Les déperditions par la porte sont négligées. L'inertie du bâtiment est moyenne. Les apports solaires gratuits pour le chauffage sont seulement fonction de la surface vitrée et de l'ensoleillement. L'orientation du bâtiment n'est pas prise en compte, un masque moyen est appliqué. Les apports internes qui sont fonction du nombre d'occupants, de leurs comportements et de leur mode de vie sont négligés.

• pour les maisons individuelles (MI)

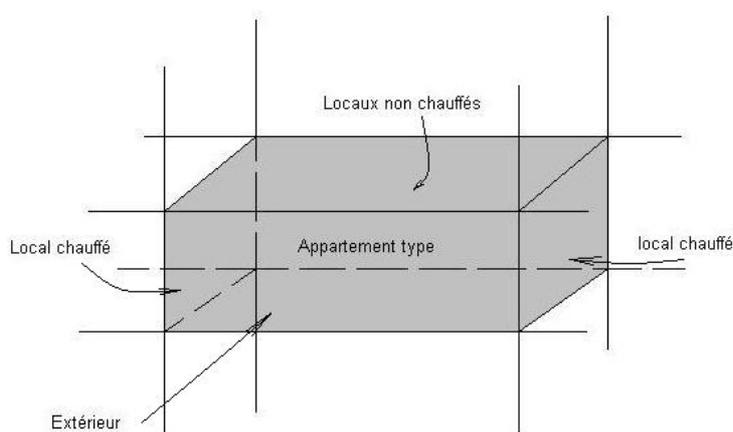
On fait l'hypothèse qu'il s'agit d'une maison sur deux niveaux. Toutes les pièces sont chauffées, 2,5 m de hauteur sous plafond, pas de fenêtre sur le toit, le plancher est sur terre-plein. Le plafond donne sur les combles non habités.

La maison peut être indépendante (c'est-à-dire pas une maison non mitoyenne, d'un seul bloc, configuration a), ou une maison avec une mitoyenneté moyenne (accolée sur un côté, facteur 0,5) Les dimensions de la maison (surfaces des murs, surfaces vitrées, plafond, plancher) sont fonction de la surface habitable (voir table_S).

• pour les immeubles collectifs (IC)

Les consommations de chauffage d'un appartement peuvent varier de 1 à 20 selon la situation de l'appartement dans l'immeuble : la situation la plus coûteuse est l'appartement en décrochage, en dernier étage. La situation la plus favorable est l'appartement en étage intermédiaire entouré d'immeubles.

On choisira la situation d'un appartement en étage intermédiaire, parallélépipédique dont 30 % du périmètre donne sur l'extérieur, 30 % donne sur les parties communes et les 50 % restants donnent sur des locaux chauffés. L'appartement est un simplex, toutes les pièces sont chauffées, il y a 2,5 m de hauteur sous plafond. Les parties communes sont en circulation centrale, il n'y a pas de SAS.



Pour aller plus loin : il serait possible de corriger les données calculées pour une commune en prenant en compte la typologie des immeubles : nombre d'étages, appartement en rez-de-chaussée, en dernier étage.

• selon l'année de construction

On choisira l'hypothèse pessimiste selon laquelle les rendements de l'installation de chauffage et d'eau chaude sanitaire, le dispositif d'extraction d'air, les déperditions par parois et ponts thermiques sont liés à l'année d'achèvement du logement. Autrement dit, le logement n'a pas fait l'objet de travaux d'isolation depuis sa construction ; pour un logement ancien, le chauffe-eau ou le ballon d'eau chaude, la chaudière ou les convecteurs sont antérieurs à 1988.

Les matériaux de construction (mur, plafond et plancher), le type de vitrage dépend du type de logement (appartement ou maison) et de la période de construction, elle-même calculée pour correspondre à l'évolution de la réglementation thermique : les qualités thermiques d'un bâtiment sont égales aux obligations réglementaires minimales de la réglementation thermique en vigueur au moment de la construction du logement et aux pratiques de construction (exemple : la ventilation, l'utilisation de la pierre avant 1948, du béton entre 1948 et 1975), (voir tableaux).

| | | |
|------------|--|----------------------------------|
| table_k | Coefficient de déperdition linéique | calcul des ponts thermiques |
| table_S | Rapport entre les surfaces déperditives et la surface habitable ($S \cdot SH$ en m^2) | calcul des déperditions |
| table_U | Coefficient de déperdition thermique (en $W/m^2.K$) | calcul des déperditions |
| table_MIT | Coefficient de réduction des surfaces mur extérieur en fonction de la mitoyenneté de la maison | calcul des surfaces |
| table_Ich | Inverse du rendement moyen annuel de l'installation ($1/R$ génération x R distribution x R émission x R régulation) | calcul de l'énergie de chauffage |
| table_LeCS | Inverse des rendements d'eau chaude sanitaire | calcul de l'énergie d'ECS |

Les coefficients de déperdition sont choisis en fonction de l'année de construction du logement, du type (maison individuelle ou logement collectif) et de la zone climatique.

Ils reprennent partiellement les valeurs proposées par la méthode 3CL-DPE. En particulier, une classe d'année supplémentaire a été ajoutée.

Remarque: les rendements sont exprimés en PCS, les prix sont donnés pour 100 kWh/PCI, d'où la nécessité d'une conversion.

Pour aller plus loin : pour coller à l'évolution des normes thermiques, il serait intéressant de distinguer les logements du marché privé des logements HLM.

Les niveaux des immeubles collectifs jouent dans les déperditions des appartements suivant leur configuration. En fonction des classes de population, il serait possible de segmenter les appartements en fonction de leur configuration (étage intermédiaire, rez-de-chaussée, dernier étage) pour le calcul des moyennes communales. Enfin, une géographie des matériaux et des partis pris architecturaux permettrait d'affiner l'analyse.

3.2.5 Calcul des énergies finales à partir des rendements des systèmes de chauffage et d'ECS

On ne calcule pas d'énergie des auxiliaires, ni d'énergie pour les parties communes des immeubles (ascenseur).

3.2.5.1 L'énergie eau chaude sanitaire Eecs

Les besoins en eau chaude sanitaire sont fonction du nombre d'occupants, de leurs âges, de leur mode de vie, du nombre de jours où le logement est occupé. Ceux-ci varient entre 25 et 60 litres d'eau chaude à 50 °C par jour et par personne.

Eecs peut être calculée de deux façons : l'une fonction de la surface habitable utilisée par EDF²⁰ (1), l'autre utilisée dans le dimensionnement des chauffe-eau fonction du nombre d'occupants (2).

Hypothèses implicites :

On fait l'hypothèse qu'il y a un seul système d'ECS, sans système solaire.

Le chauffe-eau est réglé sur une température de chauffage de 40 °C (hypothèse plus faible que 3CL-DPE : 50°C).

Les températures d'eau froide sont prises à partir d'une moyenne sur tous les mois de l'année pour chaque zone climatique (France partagée en trois zones : H1, H2, H3).

Méthode 1 : Le logement est inoccupé pendant 4 semaines, les besoins en ECS sont calculés à la semaine pour une semaine moyenne puis multipliés par 48 pour avoir des besoins annuels (1).

| Surface habitable | Vecs (l/semaine) |
|------------------------------|------------------|
| 30 < SH < 60 m ² | 1 298,3 |
| 60 < SH < 100 m ² | 1 100,38 |
| SH > 100 m ² | 1 112,54 |

| Surface habitable | Vecs (l/semaine) |
|------------------------|-------------------|
| SH ≤ 27 m ² | 17,7 * SH |
| SH > 27 m ² | 470,9*ln(SH)-1075 |

Enquête de consommations de l'INSEE et du CEREN. Consommation d'ECS approchée dans les RT2000 et RT2005.

Méthode 2 : Une personne a besoin en moyenne de 33 litres d'eau chaude par jour (hypothèse basse, sinon 50 litres) sur une période de 365 x 11/12 jours occupés.

²⁰ Les besoins sont calculés d'après la méthode 3CL-DPE (à partir des évaluations utilisées par la RT88 et corrigées suite à l'enquête INSEE 2000).

Rappel : le rendement du ballon d'eau chaude est fonction de l'année de construction et du combustible. Le ballon ou la chaudière sont pris à accumulation, avec veilleuse, horizontale et réseau collectif isolé pour la chaudière.

(Voir table_Iecs, colonne Iecs1, pour connaître les rendements en fonction du combustible et de l'année de construction.)

$e_ecs = f(\text{sh}, Z\text{Chiv}, \text{TYPL}, \text{chf_cc_ci}, \text{nrj_ecs}, \text{période})$

$e_ecs2 = f(\text{inper}, Z\text{chiv}, \text{TYPL}, \text{chf_cc_ci}, \text{nrj_ecs}, \text{période})$

3.2.5.2 L'énergie de climatisation Eclim

La climatisation est calculée mais n'est pas comptabilisée dans l'énergie totale, car il n'existe pas à notre connaissance de données sur le parc de climatisation des ménages.

Hypothèse : énergie électrique... on fait l'hypothèse que toute la surface habitable est climatisée.

Les besoins de climatisation sont fonction de la zone été (France en 4 zones: Ea, Eb, Ec, Ed.)

$e_clim = f(\text{sh}, Z\text{Cété}, \text{TYPL})$

Les coûts liés à la climatisation n'ont pas été intégrés dans les coûts totaux, faute de connaissance plus fine sur le parc de climatisation.

3.2.5.3 Énergie pour les usages : cuisson, éclairage et électroménager

Ces consommations sont réparties suivants l'énergie de cuisson utilisée :

Eaue : si cuisson électrique, $e_aue = f(\text{sh}, \text{nrj_chf}, \text{nrj_ecs})$

Eaug : si cuisson au gaz ou au GPL, $e_aug = f(\text{sh}, \text{nrj_chf}, \text{nrj_ecs})$

Les calculs se font suivant la méthode 3CL-DPE, dont les ratios sont ceux de la réglementation thermique 1988 corrigée à partir de l'enquête budget des ménages INSEE 2000 qui montre que ces consommations ne sont pas proportionnelles à la surface habitable (le ratio au m² est plus fort pour les petits logements).

Les hypothèses implicites de la méthode 3CL-DPE sont les suivantes :

On fait l'hypothèse que, s'il y a un compteur individuel gaz ou du GPL (cuve ou bouteille), l'énergie de cuisson utilisée est le gaz ou le GPL, sinon l'électrique.

La consommation est fonction de la surface habitable.

3 kWh/m² sont pris en compte pour l'éclairage et l'électroménager.

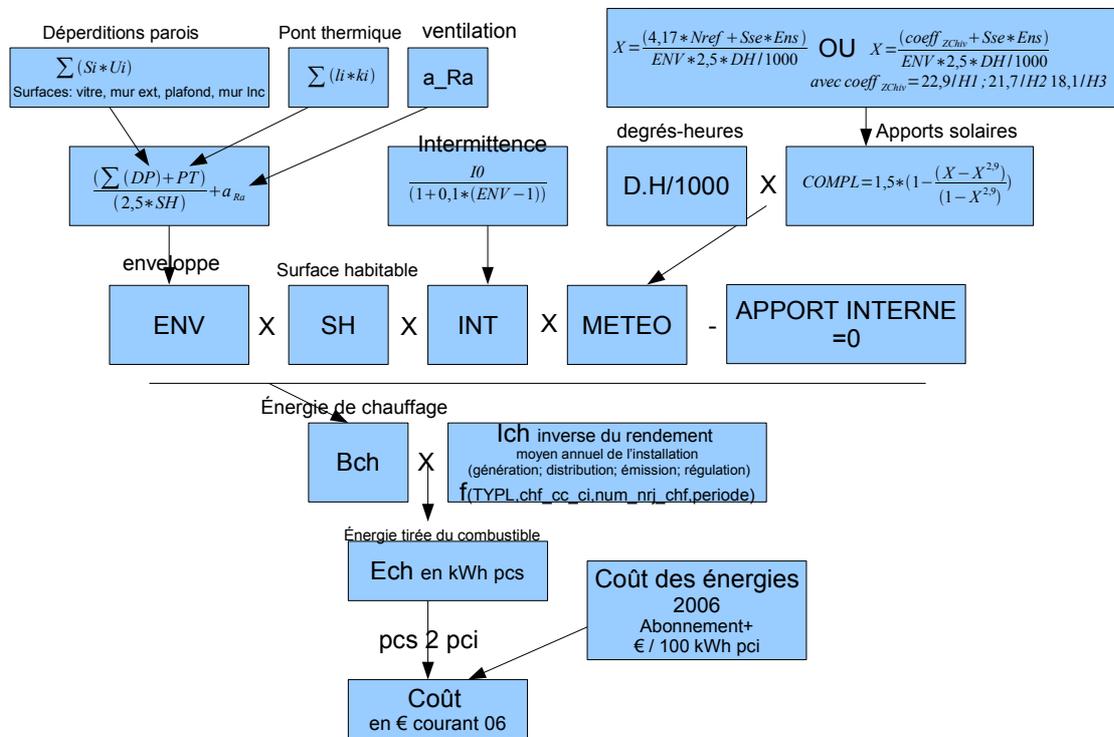
Énergie des auxiliaires : ***nous ferons l'hypothèse qu'il n'y a pas d'auxiliaires de chauffage et de ventilation.***

3.2.5.4 Énergie de chauffage

Le calcul de la consommation de chauffage est fonction de l'enveloppe du bâtiment, des niveaux d'isolation thermique selon l'année des travaux d'isolation, de l'évaluation des coefficients K, des apports, du climat et des rendements.

$$e_chf = f(sh, ZChiv, periode, Pref, Nref, DhrefCor, TYPL, nrj_chf, chf_cc_ci, type)$$

Le schéma ci-après détaille la décomposition du calcul réalisé pour chaque logement.



Hypothèses :**Période de chauffe :**

La période de chauffe est implicite et reprend les hypothèses des valeurs moyennes des degrés-heures départementales.

La saison de chauffe va du 15 octobre au 15 mai.

Les degrés-heures sont égaux à la somme, pour toutes les heures de la saison de chauffage pendant laquelle la température extérieure est inférieure à 18 °C, de la différence entre 18 °C et la température extérieure. Ils prennent en compte une inoccupation d'une semaine par an pendant la période de chauffe ainsi qu'une réduction des températures à 16 °C pendant la nuit de 22 heures à 6 heures.

La température de consigne est toujours la même (confort) : degrés-heures calculés pour 18 °C.

N.B. : Certains ménages en situation de précarité énergétique chaufferont seulement quelques pièces avec une température de référence plus faible. La diminution de confort qui en résulte apparaîtra dans nos calculs en euros mais sera en décalage avec les consommations effectivement mesurées, que l'on s'attend à voir plus basses que dans nos hypothèses pessimistes.

Les besoins en chauffage correspondent à l'énergie perdue par déperdition à compenser moins les apports fournis par d'autres sources que le système de chauffage. Parmi les déperditions on trouve les déperditions par les parois et par les ponts thermiques, et les déperditions liées au renouvellement de l'air. Parmi les apports, on trouve les apports récupérés, les gains liés à l'ensoleillement qui sont fonction des surfaces de parois vitrées et de leur orientation, et la chaleur dégagée par les occupants qui est fonction du temps d'occupation et de l'activité physique.

Les déperditions :

DP : les déperditions par les parois

Voir table_U et table_S

PT : les déperditions par les ponts thermiques

Voir table_k et table_l

a_RA : les déperditions par renouvellement d'air (selon système de ventilation) et des défauts d'étanchéité.

Les apports gratuits :

Les apports externes sont limités aux apports solaires. L'ensoleillement est estimé à la commune (méthode DEL.2, contrairement à 3CL-DPE qui donne des moyennes départementales). Les surfaces vitrées sont proportionnelles à la surface de mur extérieur (fonction de la surface habitable et du type de construction : maison isolée, jumelée ou appartement pris comme indicateur de mitoyenneté).

Les apports internes des occupants, les pertes récupérables sur le système de chauffage ou d'ECS ne sont pas pris en compte. Ils sont très difficiles à évaluer : ils dépendent du choix vestimentaire, de la corpulence, de l'activité physique, du temps d'occupation, du moment de la journée²¹.

²¹ On trouve parfois comme valeur : $QI = 4 \cdot SH \cdot 24 / 1000$ en kWh ; QI : les apports thermiques, en kWh ; 24 est la durée en heures de la journée.

Les apports solaires

Calcul de l'enveloppe :

$env = f(sh, ZChiv, periode, TYPL, typc)$

Calcul des apports solaires et internes récupérés :

Calcul du ratio apport gratuit/déperdition.

$x = f(sh, ZChiv, env, Pref, Nref, DhrefCor, TYPL, typc)$

Hypothèse de la méthode 3CL-DPE pour les apports solaires :

Les apports solaires font l'hypothèse d'un vitrage sud dégagé, où les parois vitrées orientées au sud-est et au sud-ouest ont une surface totale au moins égale à 1/9 de la surface habitable du logement. Pour ces parois, les obstacles sont vus sous un angle inférieur à 15°.

L'énergie à générer par le système de chauffage correspond aux besoins en chauffage multipliés par les rendements du système de chauffage (rendements de distribution, de génération, d'émission, de régulation).

Hypothèse sur le système de chauffage :

On fait l'hypothèse que le système de chauffage est d'autant plus ancien que le logement l'est.

La chaudière est sans programmateur, mais avec robinet thermostatique lorsque c'est possible, selon l'énergie utilisée. On fait l'hypothèse qu'il n'y a pas de chauffage d'appoint.

Pour aller plus loin : le rendement du système de chauffage pourrait être corrigé en fonction de l'ancienneté du logement en estimant le renouvellement probable de l'équipement.

3.2.6 Calcul des coûts par poste d'énergie et par source

3.2.6.1 Les énergies PCS sont transformées en énergie PCI

| Facteur de conversion | PCI en PCS |
|-----------------------|---|
| Gaz naturel | consommation PCS = 1,11 consommation PCI. |
| GPL | consommation PCS = 1,09 consommation PCI. |
| Fioul | consommation PCS = 1,07 consommation PCI. |
| Charbon | consommation PCS = 1,04 consommation PCI. |

3.2.6.2 Prix des énergies et abonnements en euros courants 2006

Les tarifs domestiques des énergies sont fournis en euros courants par la base Pégase de la DGEC.

Source : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/energie/statisti/pegase/pegase/pegase.php>
DGEC/Observatoire de l'énergie base de données Pégase

On prendra le prix moyen de 100 kWh PCI en euros TTC, pour une consommation annuelle type, données moyennes annuelles en euros courants TTC.

Cette source de données distingue : électricité simple tarif ; électricité double tarif ; gaz naturel ; fioul domestique (moyenne France entière) ; propane (valeur région parisienne) ; charbon ; chauffage urbain (moyenne région parisienne) ; bois.

Certains tarifs ne sont pas calculés sur l'ensemble du territoire, ce qui introduit des biais, notamment dans l'utilisation des énergies autres (bois, charbon) qui peuvent être importants dans certaines Régions.

Sources initiales : électricité : EDF ; gaz naturel : GdF ; propane, fioul, carburant : CFBP, DIREM ; charbon : CDF ; chauffage urbain : COCIC, CPCU ; bois : ADEME/Itebe.

Les prix calculés intègrent :

- le prix au kWh
- le coût de l'abonnement
- le système de chauffage
- le système d'ECS

| | |
|-----------------------------------|--|
| • supercarburant et gazole | prix au litre, (le prix du supercarburant est pris comme moyenne super 95 et super 98) |
| • électricité | on prend le double tarif pour une consommation annuelle type de 7 500 kWh/an dont 2 500 en heures creuses, 9 kVA un ratio heures creuses/heures pleines est intégré |
| • fioul domestique | prix de 100 kWh PCI pour une livraison de 2 000 à 4 999 litres (tarif C1) |
| • chauffage urbain | prix de 100 kWh PCI pour une consommation annuelle de 740 214 kWh (puissance souscrite de 500 kW) |
| • propane, GPL | prix de 100 kWh PCI en vrac pour une livraison < 2 tonnes usage domestique |
| • charbon | prix de 100 kWh PCI aggloméré non fumeux |
| • bois | prix de 100 kWh PCI bûches pour le chauffage domestique indépendant (PCI 1 700 kWh/stère) |
| • gaz naturel | prix de 100 kWh PCS tarif de base pour une consommation de 23 260 kWh PCS tarif B1 |

N.B. : les prix de l'observatoire de l'énergie sont exprimés pour 100 kWh PCI, les énergies calculées sont en kWh PCS.

Pour aller plus loin : le tarif de l'électricité et du gaz naturel pourrait être modifié en fonction des postes énergétiques du logement (chauffage, ECS, cuisson...).

4. Bibliographie

ADEME, INRETS, « DEED, Diagnostic énergie environnement déplacements », <http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=13711>

ADEME, logiciel IMPACT de modélisation des émissions de polluants et consommation liées à la circulation routière, <http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=13708>

ADEME, 2006, *La méthode 3CL-DPE, note de justification de calcul des consommations conventionnelles dans les logements*, 33 p.

ADEME, 2007, « Précarité énergétique : pour une solution durable », *ADEME&VOUS*, n° 8, septembre 2007.

ADEME, 2008, « Le poids des dépenses énergétiques dans le budget des ménages en France : développer la maîtrise de l'énergie pour limiter les inégalités sociales », *ADEME&VOUS*, n° 11, 3 avril 2008.

Alterre Bourgogne, 2007, rapport technique : *Cartographie de la vulnérabilité énergétique des ménages bourguignon*, juillet 2007.

ANAH, Marchal J., 2008, *Modélisation des performances énergétiques du parc de logements : état énergétique du parc en 2008*, janvier 2008, 26 p.

Antoni J.-P., Flety Y., Vuidel G., de Sede-Marceau M.-H., 2009, « Vers des indicateurs locaux de performance énergétique : les étiquettes énergétiques territoriales », convention ADEME – laboratoire Théma – CNRS UMR 6040 – université Franche-Comté, juin 2009.

Arrêté du 15 septembre 2006 « relatif aux méthodes et procédures applicables au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments existants proposés à la vente en France métropolitaine ».

[Arrêté du 9 novembre 2006](#) « portant approbation de diverses méthodes de calcul pour le diagnostic de performance énergétique en France métropolitaine ».

Arrêté du 6 mai 2008 « portant confirmation de l'approbation de diverses méthodes de calcul pour le diagnostic de performance énergétique en France métropolitaine ».

Atelier parisien d'urbanisme, 2007, *Consommation d'énergie et émission de gaz à effet de serre liées au chauffage des résidences principales parisiennes*, décembre 2007, 42 p.

Baudelle G., Darris G., Ollivro J., Pihan J., 2004, « Les conséquences d'un choix résidentiel périurbain sur la mobilité : pratiques et représentations des ménages », *Cybergeo : revue européenne de géographie*, n° 287, 15 octobre 2004, GT23, pp. 1-17

Briand E., Catalan E., Maulat J., Moncourtois A., 2008, *La transition énergétique induit-elle l'entrée en crise du modèle périurbain ? Les cas de deux communes périurbaines de l'Essonne*, mémoire de master aménagement, septembre 2008, université Paris-I, CSTB, IAU, 173 p.

Centre d'analyse stratégique, 2010, « Les choix énergétiques dans l'immobilier résidentiel à la lumière de l'analyse économique », *La Note de veille*, avril 2010, n° 172, 10 p.

Certu, CETE, 2008, *Estimation du volume des déplacements automobiles sur les aires urbaines ; deux applications : émissions de polluants et coûts pour les ménages*, Rapports d'étude, 111 p.

CETE-Certu, *Guide méthodologique GES SCOT*.

CGDD/SEEID, Calvet L., Marical F., 2010, « Le budget énergie du logement : les déterminants des écarts entre les ménages », in *Le Point sur*, série économie et évaluation, CGDD, n° 56, juin 2010.

CGDD/SOeS, 2010, « Bilan énergétique de la France pour 2009 », *Références*, CGDD, juin 2010, 60 p.

COPERT, logiciel de modélisation des émissions polluantes imputables aux transports routiers, version 4, <http://lat.eng.auth.gr/copert/>

Coulombel N., Leurent F., Deschamps M., 2007, « Residential Choice and Household Strategies in the Greater Paris Region », European Transport Conference, 17-19 octobre, Noodwijkerhout, The Netherlands.

De Quero A., Lapostolet B., Pelletier P., 2009, *Plan bâtiment Grenelle : rapport groupe de travail sur la précarité énergétique*, décembre 2009, 55 p.

Desjardins X., Llorente M., 2009, « Quelle contribution de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire à l'atténuation du changement climatique? », rapport MEEDDM/PUCA, juin 2009

Demange D., Dias D., Langumier J., 2008, « Mutabilité du périurbain : le modèle pavillonnaire face aux crises énergétique et environnementale », *Les Annales de la recherche urbaine*, n° 140, juin 2008, pp.149-156.

ÉNERGIE DEMAIN, ENERTERRE : outil de modélisation énergétique territoriale, <http://www.energies-demain.com/spip.php?article13>

Gallez C., 1995, *Les budgets énergie environnement des déplacements en Île-de-France, analyse de la dépense énergétique et des émissions polluantes liées à la mobilité des Franciliens*, rapports de convention INRETS/ADEME

Gallez C., Hivert L., 1995, « Qui pollue où ? Analyse de terrain des consommations d'énergie et des émissions polluantes de la mobilité urbaine », *Transports urbains*, n° 89, octobre-décembre 1995, p. 15-22.

Gascon M.-O., Quetelard B., Patiès C., Valgalier J.-L., 2009, *Calcul a posteriori des distances dans les enquêtes ménages déplacements*, Rapport du Certu, 45 p.

Girault, M., Lecouvey, F., 2001, « Projection tendancielle de la consommation d'énergie des logements », in *Notes de synthèse du SES*, septembre-octobre 2001.

Gusdorf F., 2007, *L'inertie des systèmes urbains et le tempo des politiques publiques face aux risques énergétiques et climatiques*, thèse de l'École nationale des ponts et chaussées, école doctorale Ville Environnement, 181 p.

Hivert L., Lecouvey F., Bourriot F., Madre F., 2006, « Bilan CO₂ des ménages. Les exemples de la région Île-de-France et de l'arrondissement de Lille », rapport CEREN/INRETS, mars 2006.

INSEE, Clerc M., Marcus V., 2009, « Élasticité-prix des consommations énergétiques des ménages », INSEE/ Direction des études et synthèses économiques, série des documents de travail, août 2009, 2009/08, 20 p.

Orfeuill J.P., Polacchini A., 1999, « Les dépenses des ménages franciliens pour le logement et les transports », *Recherche transports sécurité*, n° 63, avril-juin 1999, p. 31-44.

Penot-Antoniou L., Têtu P., « Modélisation économétrique des consommations de chauffage des logements en France », *Études et documents*, CGDD, n° 21, mai 2010.

Plateau C., 2006, « Les émissions de gaz à effet de serre des ménages selon les localisations résidentielles : les exemples de la région Île-de-France et de l'arrondissement de Lille », *Notes de synthèse du SESP*, n° 163, juin-décembre 2006.

Raux C., Traisnel J.-P., Nicolas J.-P., Maizia M., Delvert K., 2005, *Bilans énergétiques transport-habitat et méthodologie BETEL*, ETHEL, rapport R2, action concertée CNRS/ministère de la Recherche, LET, Lyon.

Rougé L., 2005, « Accession à la propriété et modes de vie en maison individuelle des familles modestes installées en périurbain lointain toulousain », *Les « captifs » du périurbain*, université de Toulouse-Le Mirail, CIRUS-cieu, 381 p.

Rougé L., 2007, « Inégale mobilité et urbanité par défaut des périurbains modestes toulousains : entre contraintes, tactiques et captivité », *EspacesTemps.net*, Textuel, 25 avril 2007, disponible sur internet : www.espacestems.net/document2237.html

Vanco F., Verry D., 2009, « La vulnérabilité des ménages face à l'augmentation du prix des carburants : une comparaison française », communication du colloque Eurocities Datta, 8-9 janvier 2009, Namur.

Vanco F., Verry D., 2010, « Augmentation des prix du pétrole et vulnérabilité des ménages : une comparaison française », *Transflash* n° 335, sur internet : http://www.certu-liste.com/IMG/pdf_Transflash_355_juillet-aout.pdf

Index des illustrations

| | |
|--|----|
| Carte 1 : nombre d'actifs utilisant la voiture pour se rendre à leur travail, 2006, communes de plus de 10 000 habitants..... | 17 |
| Carte 2 : part modale de la voiture pour les déplacements domicile-travail..... | 18 |
| Carte 3 : nombre moyen de voitures par ménage en fonction de la commune de résidence.. | 19 |
| Carte 4 : navettes domicile-travail en 2006 (flux de plus de 100 actifs)..... | 21 |
| Carte 5 : navettes domicile-travail en 2006 (flux de plus de 150 actifs)..... | 22 |
| Carte 6 : médiane des distances routières calculées à partir des déplacements des actifs de chaque commune de résidence..... | 24 |
| Carte 7 : médiane des distances routières calculées à partir des déplacements des actifs de chaque commune de résidence, 1999..... | 25 |
| Carte 8 : médiane des distances routières calculées à partir des déplacements des actifs de chaque commune de résidence, 2006..... | 26 |
| Carte 9 : valeur médiane des coûts de carburant des ménages à la commune pour les déplacements en 2006..... | 27 |
| Carte 10 : dernier décile des distances routières calculées à partir des déplacements des actifs de chaque commune de résidence..... | 28 |
| Carte 11 : navettes de plus de 35 km..... | 32 |
| Carte 12 : taille moyenne des ménages par commune..... | 34 |
| Carte 13 : nombre moyen de pièces des résidences principales à la commune..... | 35 |
| Carte 14 : part des logements construits avant 1999..... | 36 |
| Carte 15 : valeur médiane du budget énergétique des ménages calculée à la commune..... | 37 |
| Carte 16 : valeur médiane du budget chauffage des ménages calculée à la commune..... | 38 |
| Carte 17 : budget chauffage minimal des 30 % des ménages ayant la consommation la plus importante calculé à la commune..... | 39 |
| Carte 18 : énergie principale de chauffage dominante à la commune..... | 40 |
| Carte 19 : part du budget chauffage dans le budget énergétique domestique total..... | 41 |
| Carte 20 : estimation des degrés-heures (méthode CSTB)..... | 42 |
| Carte 21 : estimation de la surface médiane des logements..... | 43 |
| Carte 22 : surface habitable moyenne à la commune..... | 44 |
| Carte 23: valeur médiane du budget chauffage des ménages calculée à la commune avec scénario de renchérissement des énergies..... | 50 |
| Carte 24 : valeur médiane du budget chauffage des ménages calculée à la commune avec scénario de renchérissement des énergies (classe 2006)..... | 51 |
| Carte 25 : augmentation en valeur relative du budget chauffage des ménages avec scénario d'évolution des prix | 52 |
| Carte 26 : augmentation en valeur absolue du budget chauffage des ménages avec scénario d'évolution des prix..... | 53 |
| Carte 27 : gain estimé si certains ménages adoptent une stratégie de régulation de leur consommation..... | 55 |

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| 1. Objet de l'étude..... | 6 |
| 1.1 Finalités et parti pris..... | 10 |
| 1.2 Présentation sommaire de la méthodologie..... | 12 |
| Méthodologie coût logement..... | 14 |
| 2. Principaux résultats..... | 16 |
| 2.1 Analyse des déplacements domicile-travail..... | 16 |
| Points de repère:..... | 16 |
| 2.1.1 Les navettes effectuées en voiture par les actifs..... | 17 |
| 2.1.2 Analyse des distances parcourues entre le lieu de résidence et le lieu de travail. | 20 |
| 2.1.3 Représentation agrégée à la commune du lieu de résidence des distances routières parcourues par les actifs utilisant la voiture..... | 24 |
| 2.1.4 Distribution des distances routières parcourues en 2006 par les actifs utilisant la voiture en fonction du zonage en aire urbaine 1999 de leur commune de résidence (France métropolitaine)..... | 29 |
| 2.1.5 Sur-représentation de certains actifs parmi les actifs faisant plus de 30 km aller. | 30 |
| 2.1.6 Navettes de plus de 35 km..... | 32 |
| 2.2 Analyse du poste énergétique des ménages pour le logement..... | 34 |
| Points de repère:..... | 34 |
| 2.2.1 Cartographie..... | 37 |
| 2.2.1.1 Coût total énergétique..... | 37 |
| 2.2.1.2 Prix médian du chauffage..... | 38 |
| 2.2.1.3 Dépenses de chauffage du septième décile..... | 39 |
| 2.2.2 Décomposition des facteurs..... | 40 |
| 2.2.2.1 Énergie principale..... | 40 |
| 2.2.2.2 Part du chauffage dans le budget énergie domestique..... | 41 |
| 2.2.2.3 Rigueur climatique..... | 42 |
| 2.2.2.4 Surface habitable..... | 43 |
| 2.3 Adaptabilité à l'évolution du prix des énergies..... | 46 |
| 2.3.1 Évolution du prix des énergies..... | 46 |
| 2.3.1.1 Évolution du prix des carburants..... | 47 |
| 2.3.1.2 Évolution du prix des énergies domestiques..... | 48 |
| 2.3.2 Sensibilité du budget chauffage à l'évolution du prix du pétrole..... | 49 |
| 2.3.3 Capacité à adapter sa consommation en fonction du système de chauffage..... | 54 |
| 2.3.4 Des possibilités de report pour les actifs utilisant la voiture vers les transports en commun..... | 56 |
| 3. Méthodologie détaillée..... | 60 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1 Coûts de déplacement : analyse des distances et coûts carburants des actifs utilisant leur voiture pour se rendre à leur travail..... | 60 |
| 3.1.1 Table des migrations domicile- travail..... | 60 |
| 3.1.2 Réalisation d'un distancier pour les navettes entre lieu de résidence et lieu de travail déclarés..... | 61 |
| 3.1.2.1 Le distancier pour les actifs sortant, travaillant dans une commune française..... | 61 |
| 3.1.2.2 Création d'un distancier pour les déplacements des actifs stables..... | 63 |
| 3.1.2.3 Création d'un distancier pour les actifs travaillant à l'étranger..... | 64 |
| 3.1.3 Représentation des navettes dominantes : traitement de la table domicile-travail, flux, distance, temps..... | 67 |
| 3.1.4 Calcul des dépenses en euros en fonction de la consommation de carburant super, diesel et de l'utilisation du véhicule résultant des navettes quotidiennes..... | 70 |
| 3.1.4.1 Nombre de navettes annuelles..... | 70 |
| 3.1.4.2 Consommation en litre et dépense de carburant pour 100 km réalisés avec un véhicule moyen..... | 70 |
| 3.1.5 Table des distances, coûts carburant et coûts d'utilisation par actif..... | 72 |
| 3.1.6 Table données agrégées au lieu de résidence et au lieu de travail : flux, distance moyenne, budget moyen à la commune : D4..... | 73 |
| 3.2 Coûts énergétiques des logements : chauffage, eau chaude sanitaire, électricité spécifique et cuisson..... | 75 |
| 3.2.1 Différentes méthodes d'estimation des dépenses énergétiques : mesure, modélisation des besoins, relevés des factures..... | 75 |
| 3.2.1.1 Connaître le parc de logement : qualité thermique et énergies utilisées..... | 77 |
| 3.2.1.2 Schéma de principe du modèle utilisé..... | 78 |
| 3.2.2 Caractéristiques du parc de résidences principales et sources d'énergie utilisées | 79 |
| Surface corrigée..... | 79 |
| Sources d'énergie utilisées..... | 80 |
| Les périodes d'achèvement de la maison ou de l'immeuble..... | 80 |
| 3.2.3 Caractéristiques climatiques de la commune de résidence..... | 81 |
| Les zones climatiques de la réglementation thermique 2000..... | 81 |
| Les degrés-heures et l'ensoleillement..... | 82 |
| 3.2.4 Besoins en chauffage en fonction des déperditions et des gains gratuits..... | 83 |
| 3.2.5 Calcul des énergies finales à partir des rendements des systèmes de chauffage et d'ECS..... | 85 |
| 3.2.5.1 L'énergie eau chaude sanitaire Eecs..... | 85 |
| 3.2.5.2 L'énergie de climatisation Eclim..... | 86 |
| 3.2.5.3 Énergie pour les usages : cuisson, éclairage et électroménager..... | 86 |
| 3.2.5.4 Énergie de chauffage..... | 87 |
| 3.2.6 Calcul des coûts par poste d'énergie et par source..... | 90 |
| 3.2.6.1 Les énergies PCS sont transformées en énergie PCI..... | 90 |
| 3.2.6.2 Prix des énergies et abonnements en euros courants 2006..... | 90 |
| 4. Bibliographie..... | 93 |

House energy budget – Atlas of vulnerable areas

Access to land that is cheaper than in town centres and to affordable energy has made it possible to meet the aspirations of a large number of households: being able to buy a house in the country, with a larger surface area than in town, and one that is comfortable all year round.

Peak oil production in the summer of 2008 brought fuel costs back into the limelight. These costs are still not clearly identified by households as compared with other expenses such as rent or loan repayments, or are wrongly perceived as residual; the prospect of a rapid increase in this item of expenditure has brought specific analyses on this topic back into favour.

Because of the many dynamics that affect the concept of "peri-urban", these areas that are far from sites where historically populations, services and activities have been concentrated, have become a key area for study and experimentation for the promotion of towns that consume less energy.

This document proposes a method for spatializing the energy vulnerability of households. The aim is to identify areas in which household consumption is greater or more sensitive to higher energy prices. This analysis takes into account the domestic energy expenditure of households and fuel costs related to the movement of people of working age going to work by car

Presupuesto energético de los hogares – Atlas de los territorios vulnerables

El acceso a terrenos menos caros que en el centro de las ciudades y a una energía asequible ha permitido responder a las aspiraciones de buen número de hogares: acceder a una casa en el campo, con una mayor superficie que en ciudad, y cómoda en todas las estaciones...

El pico petrolero del verano de 2008 llamó la atención sobre los precios de carburantes. Éstos últimos son todavía mal identificados por los hogares, respecto a otros gastos, como los alquileres o los reembolsos de préstamo, o percibidos sin razón como residuales. La perspectiva de un incremento rápido de este puesto ha rehabilitado los análisis específicos sobre este tema.

Por las múltiples dinámicas que tienen que ver con la noción de «periurbano», estos territorios a distancia de los lugares históricos de concentración de las poblaciones, servicios y actividades se han convertido en una zona importante de estudio y experimentación para la promoción de una ciudad ahorradora de energía.

Este documento propone un método de espacialización de la vulnerabilidad energética de los hogares. El objetivo es localizar los territorios donde los consumos de los hogares son más importantes o más sensibles a un aumento del precio de las energías. Este análisis tiene en cuenta los gastos energéticos domésticos de los hogares y los gastos de carburante relacionados con los desplazamientos de los activos para ir al trabajo en coche.

© Certu 2011

Service technique placé sous l'autorité du ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, le centre d'Études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques a pour mission de faire progresser les connaissances et les savoir-faire dans tous les domaines liés aux questions urbaines. Partenaire des collectivités locales et des professionnels publics et privés, il est le lieu de référence où se développent les professionnalismes au service de la cité.

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement du Certu est illicite (loi du 11 mars 1957). Cette reproduction par quelque procédé que se soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Coordination – Maquettage : service éditions Certu (S.Paris)

Dépôt légal : novembre 2011

ISBN : 978-2-11-099593-3

Bureau de vente :

9 rue Juliette Récamier

69456 Lyon Cedex 06 – France

Tél. 04 72 74 59 59 – Fax. 04 72 74 57 80

Internet : <http://www.certu>.

Cette collection regroupe des ouvrages qui livrent de l'information sur un sujet de manière plus ou moins exhaustive.

Il peut s'agir d'études sur une technique ou une politique nouvelle en émergence, d'une question (dans le champ de compétences du Certu) qui fait l'objet d'analyses et qui mérite d'être mise à disposition du public, de connaissances capitalisées à travers des colloques, des séminaires ou d'autres manifestations. Ces ouvrages s'adressent à des professionnels ou à tout public cherchant des informations documentées sur un sujet.

Ces ouvrages n'ont pas de caractère méthodologique bien que des analyses de techniques en émergence puissent alimenter les savoirs professionnels. Dans ce cas, les pistes présentées n'ont pas été validées par l'expérience et ne peuvent donc pas être considérées comme des recommandations à appliquer sans discernement.

Budget énergétique des ménages

Atlas des territoires vulnérables

L'accès à un foncier moins cher qu'en cœur des villes et à une énergie abordable a permis de répondre aux aspirations de bons nombre de ménages : accéder à une maison à la campagne, ayant une plus grande superficie qu'en ville, et confortable en toutes saisons ...

Le pic pétrolier de l'été 2008 a remis sous les projecteurs les frais de carburants. Ces derniers sont encore mal identifiés par les ménages par rapport à d'autres charges comme les loyers ou les remboursements de prêt, ou perçus à tort comme résiduels ; la perspective d'un accroissement rapide de ce poste a réhabilité les analyses spécifiques sur ce thème.

Par les multiples dynamiques qui touchent la notion de « périurbain », ces territoires à distance des lieux historiques de concentration des populations, services et activités sont devenus une zone d'enjeu d'étude et d'expérimentation pour la promotion d'une ville économe en énergie.

Ce document discute et pose les bases d'une méthode de spatialisation de la vulnérabilité énergétique des ménages. L'objectif est de repérer les territoires dont les consommations des ménages sont plus importantes ou plus sensibles à une hausse du prix des énergies. Cette analyse prend en compte les dépenses énergétiques domestiques des ménages et les dépenses de carburant liées aux déplacements des actifs pour se rendre au travail en voiture.

SUR LE MÊME THÈME

- **Le périurbain. Quelle connaissance ? Quelles approches ?
Espaces sous influence urbaine - Analyse bibliographique**

Certu, 2007
en téléchargement gratuit sur le site www.certu.fr

- **Étude méthodologique sur la connaissance des déplacements urbains - Tome 1
Analyse de l'enjeu des périurbains en déplacements**

Certu, 2004
en téléchargement gratuit sur le site www.certu.fr

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir

www.certu.fr

Prix : 15 €
ISSN : 0247-1159
ISBN : 978-2-11-099593-3