COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE

le point sur

n°137
Août
2012

OBSERVATION ET STATISTIQUES
ÉNERGIE

Les émissions directes de CO_2 des ménages selon leur localisation

Pour réduire les émissions de gaz à effet de serre conformément à l'accord de Kyoto et à la politique de l'Union européenne, il est important de limiter les émissions directes de dioxyde de carbone (CO_2) des ménages. Les deux sources principales de ces émissions sont, par ordre d'importance décroissante, les logements et les navettes vers le lieu de travail ou d'études. Les logements émettent en moyenne 3 150 kg de CO_2 par an ; les émissions atteignent 4 200 kg de CO_2 par an sous les climats montagnard et semi-continental. Les maisons individuelles des pôles urbains, souvent anciennes et chauffées au fioul, émettent plus de CO_2 que celles du périurbain, plus récentes et souvent dotées d'un chauffage 100 % électrique. À l'inverse, les émissions liées aux navettes sont plus importantes dans le périurbain, où les besoins de transport sont importants mais l'offre de services de transports réduite.

Selon les données des enquêtes Logement (2002 et 2006) de l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee), les ménages résidant dans une maison individuelle équipée d'une chaudière au fioul consomment en moyenne 30 000 kWh par an, soit un tiers de plus que ceux chauffés au gaz naturel et plus du double de ceux ayant un chauffage « tout électrique ». La consommation des appartements est plus faible que celle des maisons individuelles ; elle est deux fois moindre pour le chauffage électrique que pour le gaz naturel. En ramenant la consommation d'énergie à la surface habitable, les écarts se réduisent : équipé de chauffage électrique, un appartement consomme en moyenne 120 kWh par m² et une maison 140 kWh ; avec une chaudière au gaz, la consommation est respectivement de 190 et 210 kWh par m² ; elle atteint 250 kWh par m² pour les maisons à chaudière au fioul (*tableau*).

Pour une maison individuelle, le chauffage au fioul émet sept fois plus de CO_2 que le chauffage électrique

Ces différences de consommation se répercutent sur le niveau des émissions de CO_2. Une maison individuelle émet un peu plus de 1 000 kg de CO_2 par an avec un chauffage électrique, 4 500 kg avec une chaudière au gaz naturel et plus de 7 500 kg lorsque la chaudière est au fioul. Les émissions des appartements sont plus faibles, en grande partie du fait de leurs plus petites surfaces : 600 kg pour le chauffage « tout électrique », 2 800 kg pour les chaudières au gaz de ville et 900 kg pour les appareils de chauffage indépendants. Un appartement ou une maison individuelle utilisant du chauffage électrique émettent de l'ordre de 10 kg de CO_2 par m² et par an. Les chaudières au gaz naturel émettent quatre fois plus de CO_2 par m² habitable, celles au fioul des maisons individuelles six fois plus (*tableau*).

Consommation énergétique et émissions de CO_2

	Quantité d'énergie MWh	Quantité d'énergie/m² kWh/m²	Émissions de CO_2 kg	Émissions de CO_2/m² kg/m²
Maisons individuelles				
Chauffage électrique individuel	14,2	136	1 079	10,3
Chaudière individuelle au gaz	22,3	205	4 515	41,5
Chaudière individuelle au fioul	30,3	246	7 615	62,0
Autres modes de chauffage	15,3	158	1 475	15,2
Appartements				
Chauffage électrique individuel	6,6	123	609	11,4
Chaudière individuelle au gaz	13,5	188	2 762	38,7
Autres modes de chauffage	8,2	146	909	16,3

Source : enquêtes Logement Insee* 2002 et 2006.

* *Institut national de la statistique et des études économiques*

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Service de l'observation et des statistiques
www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr

Le climat influence fortement les émissions de CO_2 des départements

Les émissions de CO_2 varient en fonction des zones, non seulement en raison de différences climatiques, mais aussi parce que les logements ne sont pas uniformément répartis sur le territoire selon leur type ou leur mode de chauffage (*méthodologie*). Les maisons du nord-est du pays émettent ainsi plus de CO_2 que celles de la façade Atlantique et de la Manche (*carte 1*). Le constat est similaire pour l'ensemble des résidences principales, en rapportant les émissions au nombre d'occupants (*carte 2*), sauf pour les départements franciliens.

Les températures moyennes de novembre à mars jouent un rôle essentiel dans l'explication de ces résultats (*encadré*). En effet, la température moyenne pour ces cinq mois est de 4,1°C sous le climat semi-continental, de 6,5°C sous les climats plus ou moins océaniques et de 8,0°C sous le climat méditerranéen (*pour en savoir plus*).

Déterminants de la consommation énergétique et des émissions de CO_2

Des modèles économétriques estimés à partir des enquêtes Logement de 2002 et 2006 de l'Insee permettent d'analyser les déterminants de la consommation énergétique et des émissions de CO_2 liés aux caractéristiques de la localisation, du logement et du ménage.

La surface habitable est la première cause de variation de la consommation d'énergie. Ainsi, 10 m² de surface habitable supplémentaires engendrent une surconsommation de 8 à 12 % selon le mode de chauffage dans les appartements et à peu près moitié moins dans les maisons individuelles. Les immeubles construits après 1990 sont les plus économes en énergie ; un surcroît de consommation et d'émissions de CO_2 apparaît presque toujours pour les logements plus anciens. Il est en général inférieur à 20 %, mais parfois supérieur, comme pour les logements à appareils de chauffage indépendants. Mais selon les résultats des modèles, les logements où de gros travaux portant sur le chauffage, l'eau chaude sanitaire, l'isolation thermique ou la cheminée ont été réalisés n'ont pas une consommation ou des émissions de CO_2 significativement inférieures aux autres. Cela peut signifier que les ménages profitent du gain d'efficacité énergétique pour améliorer leur confort thermique, phénomène connu sous le nom d'« effet rebond ».

Le revenu a un effet certain sur la consommation énergétique et les émissions de CO_2 des ménages vivant en maison individuelle : les plus modestes consomment 10 % de moins et les plus riches 10 % de plus que la catégorie de référence (ménages dont le revenu est compris entre le premier quartile et la médiane des revenus). Cet effet est moins marqué pour les habitants des appartements. La composition du ménage et le « cycle de vie » ont aussi une influence. Les plus âgés consomment environ 10 % de plus dans les maisons individuelles, et de 8 à 30 % de plus dans les appartements. Les célibataires sans enfants consomment 15 % de moins que les ménages composés de plusieurs personnes pour la plupart des modes de chauffage. Chaque enfant supplémentaire entraîne une augmentation de la consommation énergétique de 2 à 4 % dans les maisons individuelles, sauf celles chauffées au fioul, et de 5 à 9 % dans les appartements. Ces effets de la composition du ménage résultent de la combinaison de causes multiples. La présence de personnes âgées ou de jeunes enfants induit une exigence de confort thermique plus important. Le surpeuplement, ou à l'inverse le sous-peuplement, par exemple dans le cas de ménages dont les enfants ont quitté le domicile, incite à chauffer plus ou moins de pièces.

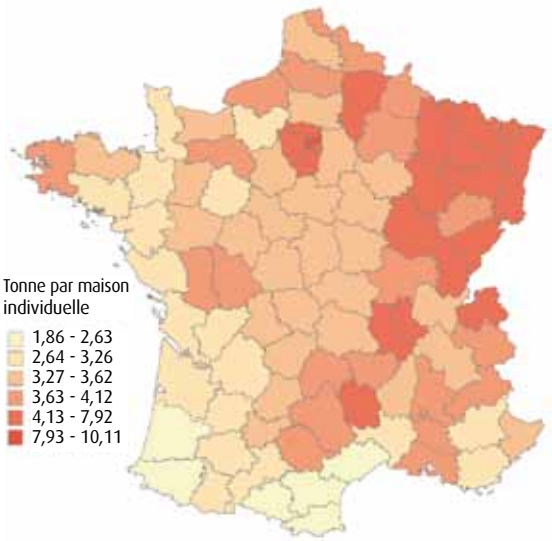
La première caractéristique locale est le climat. Une diminution de 1°C de la température moyenne des mois de novembre à mars engendre une augmentation de la consommation énergétique de 3 à 5 % pour les maisons individuelles selon leur mode de chauffage et de 5 % environ pour les appartements. Les émissions de CO_2 augmentent ainsi d'environ 3 à 4 %. La pluviométrie n'a pas d'effet univoque sur la consommation. Enfin, l'ensoleillement de janvier a tendance à faire diminuer la consommation de façon importante pour les maisons individuelles (- 4 % pour 100 heures en plus dans le cas du chauffage électrique). Le modèle ne fait pas apparaître de différence significative selon la localisation dans un pôle urbain, dans l'espace périurbain ou rural. Les différences territoriales selon ce gradient urbain-rural résultent donc de différenciations territoriales des caractéristiques du logement, par exemple de périodes de construction différentes.

L'effet du climat sur les émissions de CO_2 est donc très important.

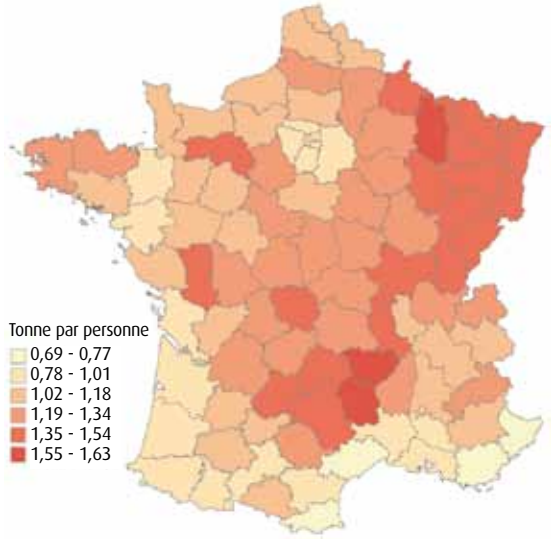
Le rôle du parc de logements dans les émissions de CO_2 à l'échelle infra-départementale

En raison du mode de chauffage et de l'ancienneté du parc de maisons individuelles situées dans les pôles urbains, celles-ci émettent en moyenne plus de CO_2 par an que celles du périurbain ou du rural (un lissage spatial, qui permet d'améliorer la lisibilité, produit un débordement

Carte 1 – Émissions de CO_2 des maisons individuelles par logement (départements)



Carte 2 – Émissions de CO_2 des résidences principales par personne (départements)

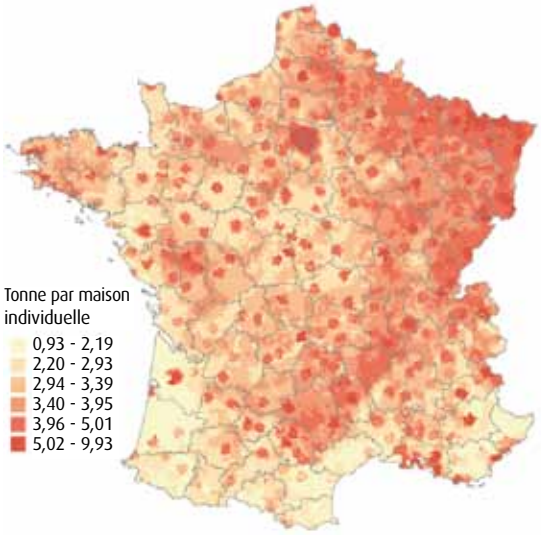


Source (cartes 1 et 2) : estimation à partir des enquêtes Logement de l'Insee* (2002-2006) et interpolation à partir du RP** 2007 (Insee). Calcul des auteurs (Inra UMR*** 1041 Cesaer****)

* *Institut national de la statistique et des études économiques*
** *Recensement de la population*
*** *Institut national de la recherche agronomique, Unité mixte de recherche*
**** *Centre d'économie et sociologie appliquées à l'agriculture et aux espaces ruraux*

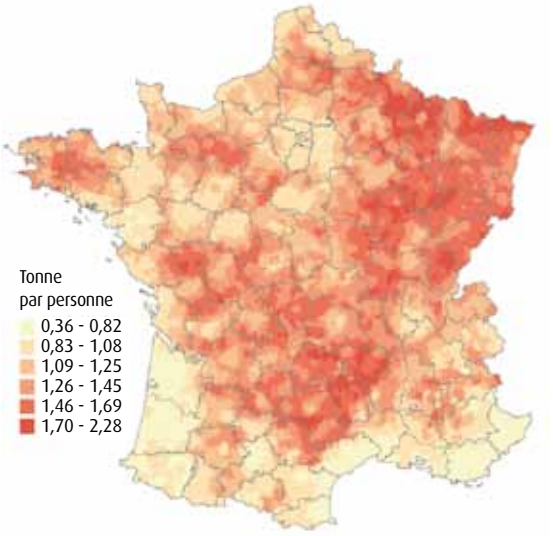
qui mord sur le périurbain) – (*carte 3*). Le mouvement de périurbanisation des quarante dernières années se traduit par un parc plus récent de maisons individuelles, qui sont le plus fréquemment équipées d'un chauffage « tout électrique », alors que dans les pôles urbains les maisons, plus anciennes, sont souvent chauffées au fioul.

Carte 3 – Émissions de CO_2 des maisons individuelles (par logement)



Cet effet urbain est moins sensible sur l'ensemble des résidences principales, dans la mesure où les appartements, surtout situés en zone urbaine, émettent moins de CO_2 que les maisons. Il disparaît même quand on rapporte l'ensemble des émissions des résidences principales à la population (*carte 4*). Cela provient sans doute du fait que la taille des ménages est plus importante dans les banlieues des pôles urbains.

Carte 4 – Émissions de CO_2 des résidences principales (par personne)



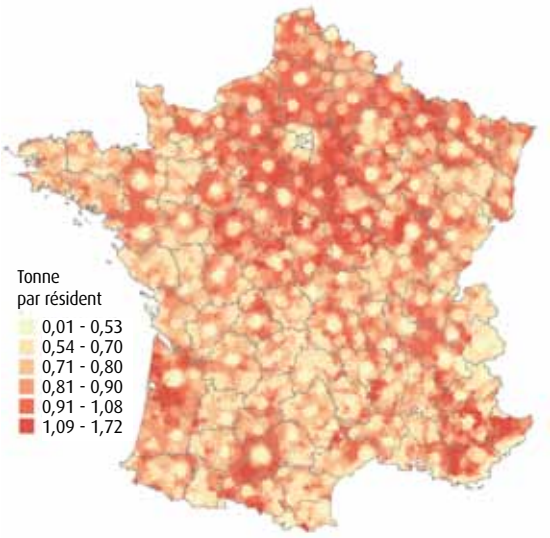
Source (cartes 3 et 4) : estimation à partir des enquêtes Logement de l'Insee* (2002-2006) et interpolation à partir du RP** 2007 (Insee). Calcul des auteurs (Inra*** UMR 1041 Cesaer****)

* *Institut national de la statistique et des études économiques*
** *Recensement de la population*
*** *Institut national de la recherche agronomique, Unité mixte de recherche*
**** *Centre d'économie et sociologie appliquées à l'agriculture et aux espaces ruraux*

Les émissions de CO_2 des déplacements sont presque le négatif de celles des maisons individuelles *(carte 5)*. Pour cela, on a pris en compte aussi bien les moyens de transports individuels que collectifs mais on s'est restreint aux déplacements domicile-travail et domicile-études des ménages. Les pôles urbains émettent moins de CO_2 que leur couronne périurbaine. Par ailleurs, les émissions de CO_2 sont faibles dans les espaces ruraux où le nombre de trajets domicile-travail est moindre.

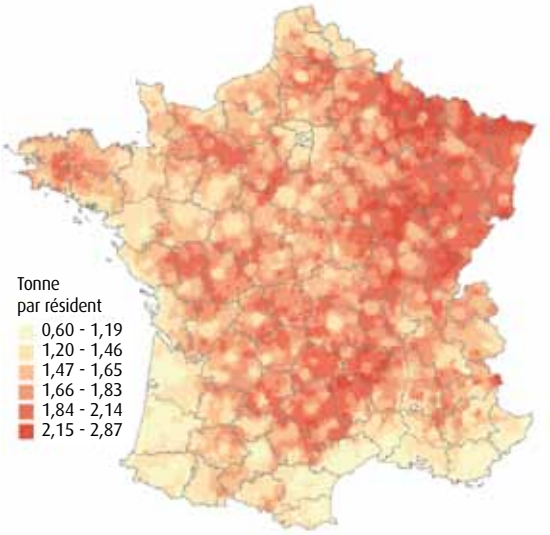
Si on additionne les deux types d'émissions précédentes et qu'on rapporte le résultat au nombre de personnes concernées (*carte 6*), l'effet du climat sur le chauffage l'emporte sur l'impact des déplacements au niveau régional. Au niveau local, c'est au contraire l'effet des déplacements qui l'emporte sur celui du climat, d'où une consommation totale plus faible dans les pôles urbains.

Carte 5 – Émissions de CO_2 des déplacements (par actif ou étudiant)



Source : D. Lévy et T. Le Jeannic (2011)

Carte 6 – Émissions de CO_2 domestiques (par personne)



Source : calcul des auteurs

Méthodologie

La consommation énergétique et les émissions de CO_2 des logements sont obtenues à partir de la dépense énergétique déclarée dans les enquêtes Logement de l'Insee de 2002 et 2006. La dépense est convertie en kWh en fonction des prix de l'énergie publiés par le SOeS dans la base Pégase. Enfin, l'émission de CO_2 est calculée à partir des coefficients de conversion de l'arrêté du 15 septembre 2006. Ils sont exprimés en kilogrammes de CO_2 par kWh mesurés au pouvoir calorifique inférieur (PCI) d'énergie finale. Il est ainsi possible d'expliquer la consommation d'énergie et les émissions de CO_2 par des modèles économétriques.

Les estimations sont faites sur des segments séparés du parc immobilier : type de logement (maison individuelle ou appartement), croisé avec le mode de chauffage principal (électricité, chaudières au gaz, au fioul, appareils indépendants, c'est-à-dire cheminées ou cuisinières chauffantes, et pour les maisons individuelles, fioul domestique). Lorsque les appartements ont un chauffage collectif, chauffage urbain ou chaudière centrale collective d'immeuble, la dépense énergétique n'est pas identifiée dans les enquêtes Logement de l'Insee. On fait l'hypothèse que leurs consommations d'énergie et leurs émissions de CO_2 sont les mêmes que celles d'appartements identiques équipés d'une chaudière individuelle au gaz. Les modèles expliquent la consommation et les émissions de CO_2 par les caractéristiques du logement (surface habitable, date de construction, existence de double vitrage, isolation, travaux économisant l'énergie...), du ménage (âge de la personne de référence, composition, revenu, profession et niveau d'études...) et du climat (température et pluviométrie des mois de novembre à mars, ensoleillement en janvier). Les données climatiques ont été obtenues par interpolation locale à partir des enregistrements des stations de Météo France.

Un premier modèle économétrique permet d'isoler l'effet propre de chaque déterminant : on analyse les déterminants de la consommation d'énergie et des émissions de CO_2 avec toutes les variables explicatives possibles des enquêtes Logement de l'Insee, caractérisant le logement, le ménage et la localisation (*encadré*). Un second modèle n'utilise que les variables climatiques et celles disponibles dans le recensement de la population de 2007 (à savoir type de logement, date de construction, nombre de pièces, surface, statut d'occupation, HLM, mode et type de chauffage). Il permet d'obtenir des valeurs prédites de consommation d'énergie et d'émission de CO_2 selon ces variables. L'émission de CO_2 d'une commune se calcule ensuite comme la somme des émissions ainsi prévues de chacun de ses logements. Pour les cartes communales, un lissage spatial a été réalisé pour améliorer la lisibilité (*cartes 3 à 6*).

Les résultats sont des ordres de grandeur qu'il faut examiner avec prudence. Ils sont cumulés aux dépenses énergétiques et aux émissions de CO_2 dues aux déplacements domicile-travail et domicile-école, analysés par l'Insee et le SOeS.

Households' direct CO_2 emissions according to location

Limiting direct emissions of carbon dioxide (CO_2) by households is an important factor for achieving reductions in greenhouse gas emissions in compliance with the Kyoto Protocol and European policy. The two main sources of emissions are, in descending order, housing and commuting between home and the workplace or place of study. Average housing-related emissions are 3,150 kg of CO_2 per year, reaching 4,200 kg of CO_2 per year in mountain and semi-continental climates. Individual houses in urban centres, often old and with fuel-oil heating, emit more CO_2 than peri-urban dwellings, which are more recent and often have 100% electric heating. Conversely, emissions from commuting are higher in peri-urban areas, where the needs for transport are greater but less transport services are on offer.

Pour en savoir plus :

- Le budget « énergie du logement » : *les déterminants des écarts entre les ménages*, Calvet L., Marical F,. CGDD-SOeS, Le point sur, n° 56, 6 p., 2010.
- *La consommation d'énergie des ménages en France*, Cavailhès J., Joly D., Brossard T., Cardot H., Hilal M., Wavresky P., Dijon, Inra, rapport final convention MEEDDM, 15 p., 2011
- *Les types de climat en France, une construction spatiale*, Joly D., Brossard T., Cardot H., Cavailhès J., Hilal M., Wavresky P , Cybergeo, article 501, 32 p., 2010
- *Un habitant de pôle urbain émet deux fois moins de CO_2 que la moyenne pour se rendre à son lieu de travail ou d'études*, Lévy D., Le Jeannic T., CGDD-SOeS et Insee, Le point sur n° 87 et Insee Première n° 1 357, 4 p., 2011
- *Modélisation des performances énergétiques du parc de logements.* État énergétique du parc en 2008, Marchal J., 26 p., 2008
- *Modélisation économétrique des consommations de chauffage des logements en France*, Penot-Antoniou L., Têtu P., CGDD, Études et Documents n° 21, 16 p., 2010
- *Pour une prospective de l'amélioration de la performance énergétique du parc des logements lorrains*, Thirion B. Insee Lorraine n° 223-224, 14 p., 2010

Jean Cavailhès et Mohamed Hilal (Inra-Cesaer, Dijon) en partenariat avec le SOeS

Les auteurs remercient l'Insee qui a permis que les estimations économétriques soient faites sur son Centre d'accès sécurité distant (CASD).

le point sur

Commissariat général au développement durable

Service de l'observation et des statistiques

Tour Voltaire
92055 La Défense cedex

Mél : diffusion.soes.cgdd@developpement-durable.gouv.fr

Fax : (33/0) 1 40 81 13 30

Directeur de la publication : Sylvain Moreau
Rédactrice en chef : Anne Bottin
Coordination éditoriale : Patricia Repérant
Conception et réalisation : CHROMATIQUES ÉDITIONS
Impression : Bialec, Nancy (France), utilisant du papier issu de forêts durablement gérées.
ISSN : 2100-1634
Dépôt légal : août 2012