



Développement durable et territoires

Économie, géographie, politique, droit, sociologie

Vol. 4, n°3 | Octobre 2013

Les conditions de production d'un transport durable

Émissions de CO₂ liées à la mobilité domicile-travail : une double lecture par le lieu de résidence et le lieu de travail des actifs à Lyon et à Lille

CO₂ emissions from commuting: a twofold approach through workers' residence and workplace in Lyon and Lille

Louafi Bouzouina, Bernard Quetelard et Florence Toilier



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/developpementdurable/10018>

DOI : 10.4000/developpementdurable.10018

ISSN : 1772-9971

Éditeur

Association DD&T

Référence électronique

Louafi Bouzouina, Bernard Quetelard et Florence Toilier, « Émissions de CO₂ liées à la mobilité domicile-travail : une double lecture par le lieu de résidence et le lieu de travail des actifs à Lyon et à Lille », *Développement durable et territoires* [En ligne], Vol. 4, n°3 | Octobre 2013, mis en ligne le 30 octobre 2013, consulté le 12 novembre 2019. URL : <http://journals.openedition.org/developpementdurable/10018> ; DOI : 10.4000/developpementdurable.10018

Ce document a été généré automatiquement le 12 novembre 2019.



Développement Durable et Territoires est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale 4.0 International.

Émissions de CO₂ liées à la mobilité domicile-travail : une double lecture par le lieu de résidence et le lieu de travail des actifs à Lyon et à Lille

CO₂ emissions from commuting: a twofold approach through workers' residence and workplace in Lyon and Lille

Louafi Bouzouina, Bernard Quetelard et Florence Toilier

Cet article a bénéficié du soutien de ANR dans le cadre du projet TransEnergy (décision d'aide n° ANR-2010-VILL-004-01).

- 1 La contrainte environnementale et le défi du changement climatique plaident aujourd'hui en faveur de la réduction de la consommation énergétique et des émissions de gaz à effet de serre dans les secteurs qui y contribuent fortement. Les engagements de la France à diviser par quatre le volume d'émissions de CO₂ à l'horizon 2050 ont donné lieu à différentes initiatives : Grenelle de l'environnement, agendas 21, Plans climat territoriaux qui comportent toutes un volet transport routier, responsable de 32 % des émissions de CO₂ hors UTCF¹. La voiture assure plus de 70 % du total des distances parcourues par les personnes résidant en France métropolitaine et 90 % des émissions de CO₂ liées au transport intérieur (Longuar et al., 2010 ; Levy et Le Jeannic, 2011). Malgré la diésélisation du parc et les améliorations techniques des véhicules, la crise économique et la hausse des prix des carburants ainsi que les changements de comportements, la voiture contribue encore à hauteur de 18 % aux émissions totales des différents secteurs (Citepa, 2011).
- 2 Autant d'éléments qui montrent que les évolutions actuelles sont porteuses d'enjeux environnementaux mais également d'enjeux économiques et sociaux. Les contraintes de financement des transports collectifs, dans un contexte de crise économique et de compétitivité territoriale (risque de délocalisation des entreprises), incitent à dépasser la

seule politique de l'offre et de tenter de réguler la demande de mobilité en se penchant également sur ses facteurs structurants : organisation spatiale des villes et localisation des ménages et des entreprises (Wegener, 1996 ; Mignot et al., 2004).

- 3 Qu'elles soient de nature coercitive ou incitative, les politiques agissant sur la demande ne sont cependant pas déconnectées de la logique de l'offre. Les mesures coercitives visant à réduire la compétitivité de la voiture dans l'accès aux zones centrales des villes prennent en compte l'offre alternative en transport collectif. Elles se traduisent directement sous forme de péage de circulation ou de stationnement, ou indirectement *via* des politiques de congestion et de réduction des vitesses automobiles à travers la mise en place de tramways ou de bus en site propre par exemple. Dans un contexte de contrainte budgétaire, les mesures incitatives, dites « douces », sont favorisées notamment à travers l'information, la communication et le ciblage des agents susceptibles de réduire leur niveau d'émissions de CO₂ liées au transport. Dans cette catégorie, les plans de déplacement des entreprises (PDE) et interentreprises (PDIE) font partie des politiques de « management de la mobilité » visant à modifier les comportements des individus et des entreprises par rapport à l'usage de la voiture (Faivre d'Arcier, 2008). Au-delà du développement de modes respectueux de l'environnement, cette démarche vise à rationaliser les déplacements quotidiens des salariés et des usagers de l'entreprise ou du site de production. Elle reste cependant basée sur le volontariat et ne cible pas assez les salariés, les emplois et les territoires les plus problématiques en termes de consommation énergétique et d'émissions de CO₂. Ainsi chaque entreprise ou site qui met en place un PDE/PDIE doit établir son propre diagnostic concernant la mobilité de ses salariés en termes de transport ou de distances parcourues. Proposer un indicateur d'émissions de CO₂ au lieu de travail, calculé à partir de données de mobilité quotidienne sur l'ensemble du territoire, permettrait de mieux distinguer les enjeux liés à la localisation et au type d'emploi/entreprise présents au niveau global.
- 4 La mobilité domicile-travail structure toujours fortement la mobilité quotidienne (Bonnell et Gabet, 1999 ; Boulahbal, 2001 ; Quetelard, 2010). À partir des cas de Lille et Lyon en 2006, cet article réaffirme ce constat et permet notamment d'identifier les zones les plus émettrices aux lieux de résidence et d'emploi. Ce faisant, il permet de repérer d'éventuelles « lacunes spatiales » et de contribuer à l'élaboration d'un diagnostic territorial global indispensable à la mise en place de politiques publiques locales à l'échelle d'une aire urbaine. Les travaux académiques portant sur le changement de comportement de mobilité ciblent pratiquement exclusivement l'individu ou le ménage à travers le lieu de résidence considérant ainsi la localisation de l'emploi comme exogène. Pourtant la géographie des emplois et la localisation des entreprises structurent la mobilité des actifs, et la stricte recherche de l'efficacité économique est souvent en contradiction avec l'objectif de réduction des distances de déplacement. La tendance globale dans la répartition des entreprises étant la concentration, selon différents paradigmes (Hotelling, 1929 ; Fujita et Thisse, 1986 ; Krugman, 1991), les actifs et les habitants parcourent de longues distances pour rejoindre leur travail et effectuer leurs activités. Les analyses au lieu de travail des distances de mobilité des actifs sont rares (Shearmur, 2006) et celles s'intéressant aux émissions de CO₂ associées aux pratiques de déplacements sont inexistantes. Ce travail propose une double lecture des émissions de CO₂ liées aux migrations alternantes, à partir du lieu de résidence et du lieu d'emploi. Il s'inscrit dans le cadre du projet ANR TransEnergy qui vise à comprendre les stratégies d'adaptation des ménages et des entreprises face à la transition énergétique, à travers la

comparaison des métropoles de Lille et de Lyon. Il vise à identifier les lieux et les caractéristiques des entreprises/emplois et des actifs les plus émetteurs de CO₂, ce qui permet, à travers la comparaison, de mettre en évidence les points communs et les différences, entre actifs et entreprises mais aussi entre villes.

- 5 Après avoir présenté les contextes lillois et lyonnais et la méthode de calcul de CO₂, nous analyserons ces émissions à partir des enquêtes ménages déplacements (EMD) lilloise et lyonnaise ainsi que des données de mobilité domicile-travail issues du recensement de 2006. Cela permettra de mettre en évidence les catégories d'actifs les plus émetteurs, au lieu de résidence d'une part et au lieu d'emploi de l'autre, afin d'identifier les activités et les types d'établissements les plus générateurs. La confrontation de ces deux analyses permettra de souligner les territoires les plus concernés par les émissions. Nous concluons enfin sur des éléments de comparaison des deux aires urbaines mettant en avant quelques enseignements en termes de politiques urbaines.

1. Mobilité domicile-travail et émissions de CO₂ : contexte et méthode

1.1. Une comparaison de deux contextes urbains différents : Lille et Lyon

- 6 Les émissions de CO₂ sont liées au niveau d'équipement des ménages, aux caractéristiques du véhicule utilisé (motorisation, carburant, âge), mais aussi à son usage à travers les distances parcourues. Axés sur les individus et leur lieu de résidence, différents travaux à l'échelle intra-urbaine mettent en évidence le rôle du statut de la personne par rapport à l'emploi, l'impact du niveau de revenu, ainsi que la localisation résidentielle et l'opposition centre/périphérie sur le niveau d'émissions de CO₂ liées à la mobilité quotidienne (Reckien et al., 2007 ; Bouzouina et Nicolas, 2009 ; Merle et al., 2009). D'autres travaux analysant les niveaux d'émission de CO₂ entre pays et villes montrent l'impact du contexte économique et social mais aussi de la taille et de la structure urbaine des villes (Martínez-Zarzoso et al., 2007 ; Glaeser et Kahn, 2010). Le choix des deux aires urbaines de Lyon et Lille permet d'identifier les territoires les plus émetteurs de CO₂ au lieu de résidence et au lieu d'emploi et leurs caractéristiques dans deux contextes urbains bien distincts.
- 7 En effet, bien qu'elles soient de population relativement comparable (1,7 millions d'habitants à Lyon et 1,2 millions d'habitants à Lille en 2006), l'aire urbaine lyonnaise est plus dynamique tant sur le plan démographique qu'économique. Selon les données du recensement de 1975 et 2006, la population augmente de 0,8 % par an à Lyon contre 0,3 % par an à Lille, et le nombre d'emploi progresse de 1,2 % à Lyon contre +0,6 % seulement à Lille. Par ailleurs, les ménages lyonnais sont relativement plus aisés que leurs homologues lillois. En 2004, le revenu moyen annuel par foyer fiscal est de 17 000 € à Lyon et de 15 000 € à Lille (en euro constant 1998), avec de fortes hétérogénéités à l'intérieur de chacune des deux aires urbaines. Lyon est très marquée par une opposition entre l'Est pauvre et l'Ouest aisé alors qu'à Lille, les populations modestes sont plus concentrées dans les centres urbains de Lille et Roubaix-Tourcoing. En concentrant chacune plus de 60 % de foyers fiscaux non-imposés, la composition socioéconomique de ces deux dernières communes est proche de celle des communes de la banlieue Est lyonnaise

comme par exemple la commune de Vaulx-en-Velin (66 % de foyers non-imposables en 2004, Bouzouina, 2007).

- 8 L'autre différence entre ces deux agglomérations concerne la structure urbaine : Lille est polycentrique alors que Lyon est largement monocentrique. En effet, dans un travail d'identification des centres secondaires parmi les communes de plus de 2000 emplois, Bouzouina (2008) montre dans un cas l'autonomie de Roubaix et Tourcoing par rapport à Lille et dans l'autre la dominance du centre à Lyon. Néanmoins, l'analyse de la spécialisation sectorielle de l'emploi révèle que ces centres secondaires, ainsi que l'ensemble des pôles d'emplois identifiés, sont loin de concurrencer le centre historique. Malgré leur reconversion difficile, Roubaix et Tourcoing constituent des centres secondaires complémentaires au centre de Lille, ce qui peut représenter une opportunité de rapprocher emplois et actifs résidents (Mignot et al., 2004) permettant ainsi de réduire les émissions de CO₂ liées à la mobilité domicile-travail.
- 9 La comparaison des aires urbaines lilloise et lyonnaise trouve ainsi un intérêt particulier : les actifs les plus émetteurs et les emplois les plus générateurs de CO₂ sont-ils répartis de la même manière ? Le schéma centre/périphérie est-il valable dans les deux villes aussi bien pour les actifs que pour les emplois ? Les liens entre niveau d'émission de CO₂ et caractéristiques des actifs et des emplois sont-ils concordants entre les deux contextes ? Le polycentrisme lillois est-il moins générateur d'émissions de CO₂ ?

1.2. Une combinaison de deux sources de données pour mesurer les émissions de CO₂ : EMD et RGP 2006

- 10 Les enquêtes ménages déplacements (EMD), réalisées selon une méthodologie standard élaborée par le CERTU, représentent une source incontournable dans l'analyse des pratiques de mobilité quotidienne et un outil indispensable d'élaboration et d'évaluation des politiques de transport urbain (Quetelard, 2010). La disponibilité d'informations détaillées et statistiquement représentatives sur les ménages et les individus les composant, sur le parc automobile et sur la mobilité de la veille en semaine, permet de calculer le niveau de consommation énergétique et d'émissions de CO₂ correspondant à chaque déplacement.

Encadré 1. Méthodologie de calcul des émissions de CO₂ à partir de l'EMD

Les premiers travaux de calcul des émissions de CO₂ à partir d'une EMD ont été réalisés par l'INRETS dans les années 1990 à travers l'élaboration de BEED (Budgets Énergie Environnement Déplacements) sur plusieurs agglomérations françaises (Gallez et Hivert, 1998). Les programmes CORINAIR puis MEET (Hickman et al., 1999) ont permis ensuite d'harmoniser les facteurs d'émissions des transports routiers au niveau européen et de développer la méthodologie COPERT (Ntziachristos et Samaras, 2000). COPERT III a ainsi été appliqué sur Lyon (Nicolas et al., 2001 ; Verry, 2006 ; Vanco, 2011) et Lille (Merle et al., 2009), puis réactualisé par les équipes lilloise (CETE Nord Picardie) et lyonnaise (LET) du projet TransEnergy pour estimer les émissions de CO₂ sur les deux aires urbaines².

Pour les voitures, la méthode fournit les équations d'émission et de consommation unitaires en grammes par véhicule.kilomètre, selon la vitesse moyenne sur le parcours, la cylindrée, la norme et le type de carburation pour chaque classe de véhicule. Ces informations sont directement disponibles dans l'EMD ou peuvent être estimées à partir de cette dernière. La norme EURO du véhicule peut être ainsi déduite à partir de son âge. La cylindrée est inférée à partir des statistiques du panel Parc Auto SOFRES et des informations de puissance fiscale, d'âge et de carburation liées au véhicule déclarées dans l'EMD (Gallez et Hivert, 1998). Par souci de comparabilité entre les deux aires urbaines, nous avons calculé la distance rectilinéaire entre chaque centroïde de zones fines de tirage de l'EMD, afin de déduire la vitesse moyenne à partir du temps de déplacement déclaré. Le calcul des émissions liées à chaque déplacement est ensuite affiné en ajoutant un coefficient de démarrage à froid grâce aux heures de départ et d'arrivée des déplacements (Nicolas et al., 2001). Ces premiers calculs fournissent une estimation des émissions du véhicule utilisé, qu'il reste alors à attribuer à la personne concernée. L'enquête ménages déplacements n'apporte pas d'information sur l'occupation du véhicule, les émissions de CO₂ ont-elles été entièrement attribuées au conducteur. Cependant, à Lille, ces informations détaillées sur le parc ne sont pas disponibles sur une partie du territoire de l'aire urbaine située à l'extérieur du périmètre des transports urbains (PTU), puisqu'il s'agit dans ces espaces d'une enquête téléphonique (Enquête déplacements Grands Territoires). Une méthodologie simplifiée a alors été proposée dans le cadre du projet TransEnergy sur ce territoire (Merle, 2011), à partir d'une clé de répartition fonction du mode de transport et de classes de distances définies sur la base des émissions calculées à l'intérieur du PTU. Pour les transports collectifs, l'information sur le taux de remplissage et le type de véhicule de chaque ligne n'est pas disponible, ce qui rend impossible l'établissement d'un bilan désagrégé au niveau du déplacement. Une émission moyenne par voyageur kilomètre a dès lors été estimée à partir du nombre annuel de voyages sur le réseau, fourni par la base TCU du Certu, et par la distance moyenne par déplacement établie à partir des deux enquêtes ménages déplacements à Lille et Lyon. Les émissions des modes à traction électrique (trolleybus, tramway et métro) ont été posées égales à zéro.

- 11 Ainsi, la mesure des émissions de CO₂ à partir de l'EMD permet d'effectuer des analyses détaillées selon différents motifs de déplacement, en portant sur l'individu, son ménage ou son quartier de résidence. Concernant les déplacements pour le motif travail, divers indicateurs pertinents peuvent être extraits : outre le mode de transport détaillé et le niveau d'émission kilométrique associé, le fait d'être allé au travail ou pas, le nombre d'allers-retours entre le domicile et le lieu de travail, le temps de déplacement et la distance parcourue. Cependant, l'EMD ne garantit aucune représentativité quand il s'agit d'affecter ces émissions au lieu d'activité, travail en particulier. De plus, les zones périphériques sont souvent de périmètre très large du fait des seuils statistiques et ne permettent pas des analyses fines et localisées dans ces territoires hétérogènes.
- 12 Par ailleurs, les données désagrégées de mobilité domicile-travail du recensement général de la population sont exhaustives et fournissent des informations sur la commune de résidence et de travail de chaque actif (ce qui permet de déduire les distances intercommunales), son mode de déplacement habituel ainsi que d'autres variables sociodémographiques. Cependant, les modes sont très agrégés et ne distinguent pas le vélo des deux-roues motorisés, les métro/tramway des bus, ni le statut de conducteur de celui de passager, pour les déplacements en voiture. De surcroît, il n'existe aucune information sur les caractéristiques du véhicule ou sur les pratiques de déplacements journaliers des actifs.

- 13 Dès lors, la méthode d'estimation combine la finesse des données de l'EMD et l'exhaustivité des données du recensement. L'objectif est ainsi d'enrichir les données désagrégées de mobilité domicile-travail du recensement par des informations sur le niveau d'émission du mode de transport utilisé et des pratiques de déplacements issues de l'EMD. Pour les déplacements réalisés en transports collectifs, une émission moyenne est affectée à chaque actif (de 23 g/km à Lyon et 25 g/km à Lille). Le recensement ne distinguant pas le vélo des deux roues moteur, leurs émissions sont considérées comme nulles. Lorsque le mode habituel du déplacement est la voiture, nous affectons pour chaque actif selon sa commune de résidence et sa commune de travail :
- le niveau d'émission kilométrique en voiture particulière ;
 - la part des déplacements réalisés en tant que conducteur ;
- 14
- le nombre de boucles domicile-travail ;
 - le taux d'actifs ayant travaillé la veille ;
 - enfin, un coefficient de correction des distances intercommunales (les distances rectilinéaires intercommunales étant moins précises que les distances calculées à partir du zonage du secteur fin de tirage issu de l'EMD).
- 15 Néanmoins, il est impossible d'avoir ces informations pour chaque origine-destination intercommunale du fait des seuils statistiques liés à l'EMD. Aussi, afin de garantir la représentativité statistique des résultats, est-il nécessaire de construire une matrice agrégée à partir d'un découpage en cinq zones à Lyon et quatre à Lille (Cf. Annexes 1 et 2). Ce découpage a été établi en prenant en compte la densité, la distance au centre (cercles concentriques) et le revenu des ménages (distinction Est-Ouest à Lyon et centre-centres secondaires à Lille). La densité détermine en partie le niveau de congestion, alors que le revenu et la localisation influencent le niveau de motorisation et les pratiques de mobilité ; ce qui impacte *in fine* le niveau d'émissions de CO₂ (Bouzouina et Nicolas, 2009 ; Bouzouina et al., 2011). Enfin, pour obtenir le volume d'émissions lié à chaque actif déclarant utiliser la voiture pour se rendre à son travail, il suffit de multiplier son poids dans le recensement par le niveau d'émission kilométrique et les différents ratios dans les matrices origine-destination. Ainsi, pour cette catégorie d'actifs, s'étant rendue au travail en voiture conducteur, le niveau d'émission moyen est-il identique à Lille et à Lyon (4,5 kg/j : cf. Annexe 1 et 2).
- 16 En combinant deux sources de données accessibles, cette méthodologie inédite a l'avantage d'être reproductible sur d'autres agglomérations en France. Elle permettra de dépasser les analyses basées sur la seule distance entre le lieu de résidence et le lieu de travail, en intégrant les émissions unitaires et les pratiques de déplacements.

1.3. Une mobilité structurante et fortement émettrice à l'échelle urbaine

- 17 Selon les résultats des deux précédentes enquêtes nationales transports déplacements (ENTD 1982-1994), le poids de la mobilité liée au travail dans la mobilité des Français a eu tendance à baisser durant cette période. Cette baisse liée à l'accroissement des déplacements pour les motifs personnels ou de loisirs a pu laisser conclure un peu vite que le motif travail n'était plus un motif structurant de la mobilité. Cette interprétation a perduré malgré des travaux à l'échelle locale (Bonnell et Gabet, 1999 ; Boulahbal, 2001) montrant l'effet toujours structurant de ce motif contraint sur la mobilité quotidienne et le rôle polarisant du lieu de travail sur la distribution spatiale des activités des individus.

Non seulement le poids des déplacements liés au motif travail progresse sur la période récente (1994-2008), en raison essentiellement de l'augmentation de la part des actifs occupés dans la population, mais leur longueur a continué d'augmenter pour représenter 41 % des distances parcourues localement³ (Quetelard, 2010). La mobilité liée au motif travail structure donc toujours les déplacements de semaine et explique une part importante du CO₂ émis. Calculées à partir du modèle COPERT IV sur les données de l'ENTD 2008, les émissions liées aux déplacements pour le motif travail représentent 57 % des émissions liées à la mobilité locale (Longuar et al., 2010).

- 18 En se basant sur la même méthode de calculs des émissions de CO₂, nos analyses des dernières enquêtes ménages déplacements sur les deux aires urbaines de Lille et de Lyon permettent d'étayer ce constat. Quel que soit l'indicateur retenu pour mesurer la mobilité pour le motif travail (par déplacement ou par boucle qui englobe l'ensemble des déplacements au départ du domicile jusqu'au retour au domicile), la part de la mobilité domicile-travail dans les émissions de CO₂ est globalement deux fois plus importante que leur poids dans la mobilité quotidienne (Tableau 1).

Tableau 1. Part de la mobilité domicile-travail dans la mobilité quotidienne

	Mobilité		Distance		CO ₂	
	Par déplacement	Par boucle	Par déplacement	Par boucle	Par déplacement	Par boucle
Lille	13 %	20 %	24 %	33 %	27 %	40 %
Lyon	18 %	27 %	34 %	45 %	41 %	55 %

Données EMD 2006 Lille et Lyon, calculs auteurs

- 19 La localisation du domicile et du lieu de travail détermine en grande partie les pratiques de mobilité quotidienne et les émissions de CO₂ qui y sont associées. La distance entre domicile et travail des actifs résidents explique 70 % de la variance entre zones de résidence des émissions de CO₂, liées à la mobilité quotidienne des Lyonnais comme des Lillois. L'aspect structurant de cette mobilité domicile-travail incite à se pencher sur les grands émetteurs (catégories d'actifs ou de lieux d'emplois) sur une base territoriale dans les contextes urbains lillois et lyonnais.

2. Émissions de CO₂ au lieu de résidence et au lieu de travail à Lille et à Lyon

2.1. Un niveau d'émission identique entre les deux villes, mais résultant de compensations complexes

- 20 En prenant en compte l'ensemble des actifs, quel que soit leur mode de transport, on observe un niveau moyen d'émission de CO₂ très proche entre les deux aires urbaines de Lille et de Lyon (respectivement, 2,47 kg/j et 2,51 kg/j). L'analyse étant limitée aux déplacements dont le lieu de résidence comme le lieu de travail se trouvent dans le périmètre de l'aire urbaine, le nombre d'actifs (estimé à partir du recensement 2006 des individus selon leur lieu de résidence) est équivalent au nombre d'emplois (recensement des individus selon leur lieu de travail) à Lyon (708 000) et à Lille (411 000), et le niveau d'émission moyen par actif et par emploi est identique. Par ailleurs, étant donnée la différence de taille, le total des émissions est plus important à Lyon (1780 tonnes par jour)

qu'à Lille (1014 tonnes par jour). Compte tenu de la part des émissions de CO₂ liées au motif travail (Tableau 1), le volume de CO₂ lié à l'ensemble de la mobilité quotidienne des habitants dans les deux aires urbaines est de 3236 tonnes/jour à Lyon et 2535 tonnes/jour à Lille.

- 21 Plusieurs facteurs contribuent de manière contradictoire à la convergence de la moyenne entre les deux villes. De prime abord, le pourcentage plus élevé d'actifs qui ne se sont pas déplacés à Lille pour aller travailler et le niveau d'émission kilométrique plus faible pour ceux qui se sont déplacés (Cf. annexe 1 et 2), laissait présager un niveau d'émission moyen largement plus faible dans cette aire urbaine. Mais le recours à la voiture en tant que conducteur un peu plus important à Lille (70 % contre 66 % à Lyon) et le retour à domicile plus fréquent en milieu de journée (1,32 boucles/j contre 1,16 boucles/j à Lyon) compense cet effet. De plus, la structure polycentrique de Lille ne plaide pas non plus pour des distances significativement plus faibles pour les actifs rejoignant leur travail en voiture en tant que conducteur, particulièrement pour ceux résidant en première et deuxième couronne (qui représentent 69 % des actifs et génèrent 77 % des émissions de CO₂). Alors que la distance moyenne directe parcourue par un actif entre commune de résidence et commune de travail, sous l'hypothèse d'un aller-retour dans la journée, est théoriquement nettement plus faible à Lille qu'à Lyon (15 km/boucle vs 18 km/boucle), les détours effectués par les actifs lillois pour les autres motifs intermédiaires conduisent à réduire cet écart (20 km/boucle à Lille contre 21 km/boucle à Lyon). Cela montre bien les limites des analyses basées sur la seule distance entre le lieu de domicile et le lieu de travail ainsi que la complexité des interactions entre la forme urbaine, la structure socioéconomique et la mobilité.
- 22 Enfin, la convergence du niveau d'émissions moyen dans les deux aires urbaines cache également de fortes hétérogénéités spatiales entre communes. Une politique efficace de réduction des émissions de CO₂ liées à la mobilité domicile-travail devrait commencer par identifier les lieux et les caractéristiques des actifs et des emplois les plus émetteurs.

2.2. Émissions de CO₂ au lieu de résidence : le modèle centre-périphérie confirmé

- 23 La répartition spatiale des émissions de CO₂ par actif dans les deux aires urbaines en 2006 confirme le modèle classique d'opposition centre/périphérie (Figure 1). Au-delà des différences entre les deux villes, l'analyse à l'échelle communale montre un niveau d'émission par actif largement plus faible dans les parties les plus centrales appartenant au périmètre des transports urbains. Bien que le niveau d'émission kilométrique des centres soit le plus élevé du fait de la congestion et de la faible vitesse (Cf. annexe 1 et 2), les distances et l'usage de la voiture sont les plus faibles ; ce qui peut être expliqué par l'appariement lieu de résidence/lieu de travail et la densité de l'offre en transport collectif. Cela ne doit pas occulter le fait que les enjeux et les marges de manœuvre liés à la réduction des émissions de CO₂ au niveau des centres sont encore importants, mais ils nécessitent de comprendre les interactions complexes entre structure urbaine, offre de transport, conditions socioéconomiques des ménages et comportements de mobilité. Le centre de Lyon-Villeurbanne concentre 36 % des actifs contribuant pour 20 % aux émissions totales alors que les centres de Lille – Roubaix – Tourcoing concentrent 33 % des actifs émettant 25 % du CO₂ total de l'aire urbaine. La part des déplacements motorisés occupe une place importante au sein de chacune de ces deux entités puisque

35 % des déplacements sont encore effectués en voiture au sein de Lyon-Villeurbanne et 49 % à Lille – Roubaix – Tourcoing alors que les emplois sont relativement accessibles en transports en commun.

- 24 Les communes dont les actifs résidents sont les plus émetteurs (plus de 4 kg par jour) se trouvent en périphérie du périmètre de la communauté urbaine à l'exception de Montanay, une commune pavillonnaire lyonnaise concentrant cadres et professions intermédiaires, et de Capinghem, Englos, Premesques et Ennetieres en Weppes à l'ouest du Grand Lille. Ces communes se concentrent à l'est de Lyon du fait de la bonne accessibilité routière sur ce territoire. À Lille, elles se trouvent à l'ouest du Scot de Lille métropole, mais aussi dans le sud-est. Ces communes ne représentent que peu d'actifs par rapport à l'ensemble de l'aire urbaine (5 % à Lille et 12 % à Lyon) mais pèsent pour une part significative du CO₂ émis (10 % à Lille et 23 % à Lyon) susceptible de s'accroître avec la permanence de la périurbanisation de l'habitat et la dissociation croissante entre lieu de résidence et lieu de travail. Étant donné ces enjeux qui dépassent le périmètre de l'intercommunalité, l'objectif de réduction des émissions de CO₂ des périurbains devrait ainsi cibler l'échelle plus large de l'inter-Scot.

Figure 1. Émission moyenne de CO₂ à la commune de résidence

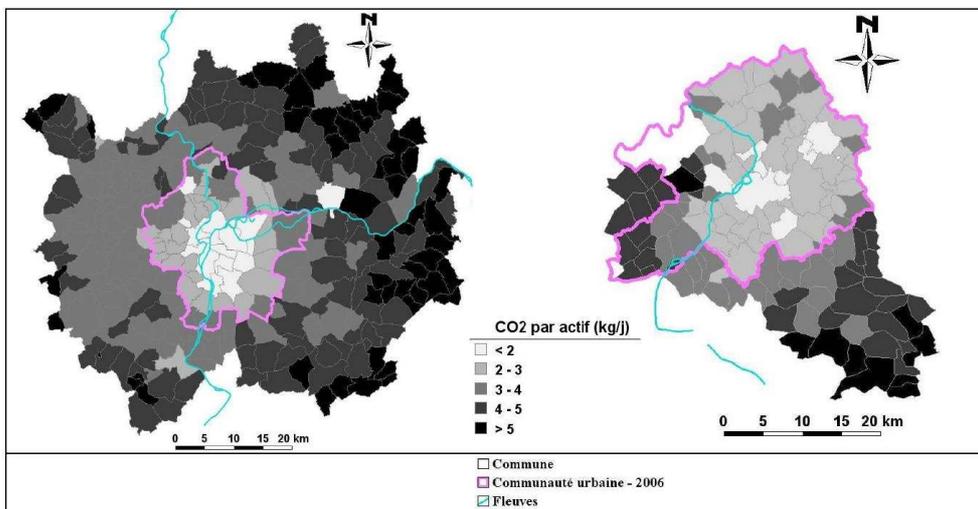


Tableau 2. Caractéristiques des cinq types de communes en fonction du CO₂ par actif

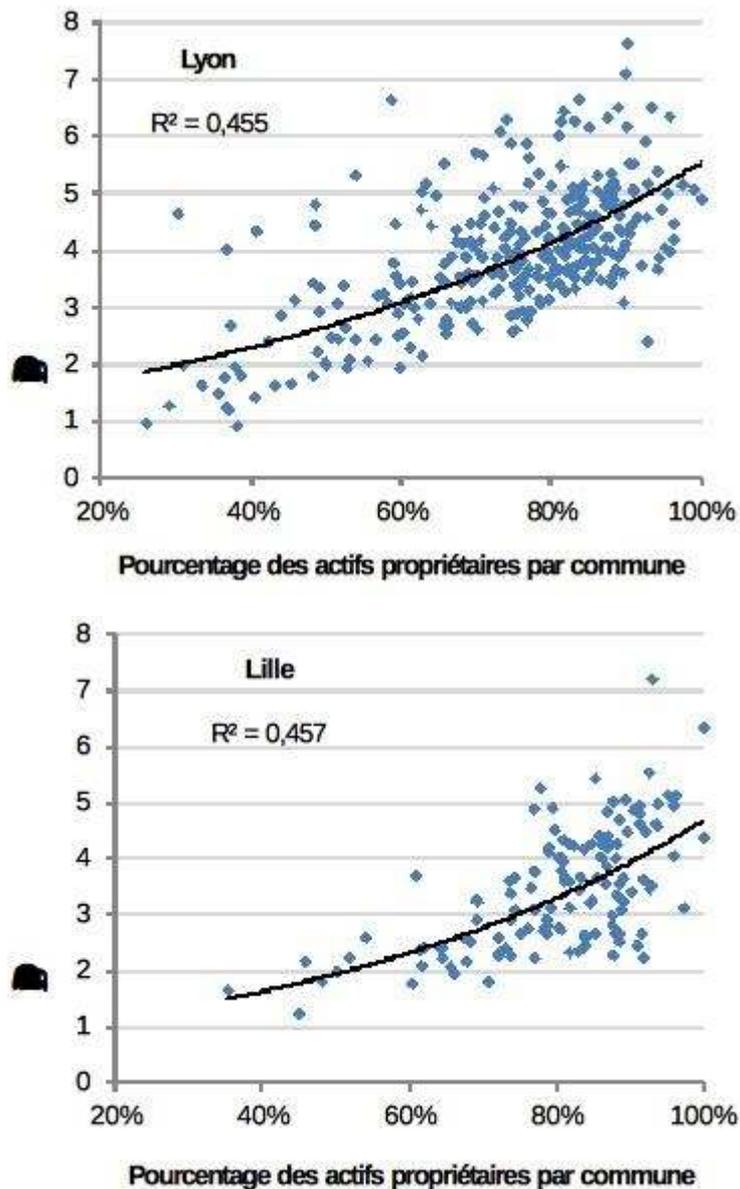
CO ₂ actif (kg/j)	% de propriétaires		% de maisons		% de ménages 35-44 ans		% de familles avec enfants		% de ménages biactifs		% de ménages multi-motorisés		Ratio emploi/actif	
	Lyon	Lille	Lyon	Lille	Lyon	Lille	Lyon	Lille	Lyon	Lille	Lyon	Lille	Lyon	Lille
<2	39	43	9	44	25	23	35	35	49	47	29	31	1,28	1,52
2-3	57	66	42	76	28	29	48	51	55	57	56	53	1,09	0,95
3-4	69	80	77	93	31	31	55	57	60	63	70	67	0,96	0,74
4-5	72	85	83	97	32	33	56	61	60	67	70	73	0,55	0,56
>5	83	88	94	98	33	36	58	62	67	68	78	73	0,41	0,37

Source : auteurs, données RGP-INSEE 2006 et EMD Lille et Lyon 2006

- 25 Les analyses sur les émissions de CO₂ liées à la mobilité quotidienne de l'ensemble des habitants mettent en avant le rôle déterminant du statut de la personne avec celui de la localisation résidentielle notamment sur les deux agglomérations de Lille et de Lyon (Bouzouina et Nicolas, 2009 ; Bouzouina et al., 2011 ; Merle et al., 2009). Cette analyse

effectuée sur la seule catégorie des actifs confirme l'impact de la localisation, à travers l'opposition centre-périphérie. Mais cette dernière regroupe plusieurs facteurs explicatifs des distances et des émissions de CO₂ tels que la mixité emploi/habitat, la position dans le cycle de vie, les conditions socioéconomiques et à l'accès à la propriété (Pochet et Routhier, 2002).

- 26 Une première analyse montre le lien dans les deux aires urbaines entre le niveau d'émission de CO₂ par actif de la commune et le pourcentage d'actifs propriétaires ou habitant une maison individuelle, mais aussi avec des variables de cycle de vie (pourcentage des actifs ayant entre 35 et 44 ans et pourcentage des familles avec enfants) et d'autres variables reflétant en partie le niveau économique du ménage (la biactivité et la multimotorisation). Le niveau d'émission est également associé à la spécialisation fonctionnelle, à travers le ratio emploi/actif, mettant en cause la dominance de l'habitat pavillonnaire au détriment des activités économiques. L'examen des corrélations à l'échelle communale montre une plus forte association entre le niveau d'émissions moyen et la proportion des actifs propriétaires de leur habitation. Cette variable explique 46 % de la variance du niveau de CO₂ entre les communes dans les deux aires urbaines de Lille et de Lyon (Figure 2). C'est globalement la recherche d'accès à la propriété, sous la contrainte du marché, qui pousse les ménages et les actifs à s'éloigner de leur lieu d'emploi en s'installant dans le périurbain où l'usage de la voiture devient inéluctable (Dupuy, 1999). Les plus émetteurs sont généralement des jeunes actifs appartenant à des familles avec enfants où le conjoint est également en activité, souvent propriétaires d'une maison et possédant au moins deux voitures. Le problème des émissions de CO₂ liées à la mobilité domicile-travail se combine finalement au désir du ménage d'être propriétaire, la contrainte du marché immobilier, la rigidité du marché du travail et la dépendance à l'automobile.
- 27 La croissance du coût de transport pour les ménages périurbains peut jouer en faveur d'un rapprochement au lieu de travail et d'un regain d'attractivité des centres. Mais, au-delà de la rigidité du marché de travail et de la spécialisation fonctionnelle qui restreignent les choix des actifs, les parties centrales des villes sont-elles capables d'offrir des opportunités pour les familles désirant être propriétaires ? Face à un marché de l'immobilier extrêmement sélectif au niveau du centre, l'amélioration de l'attractivité résidentielle des quartiers défavorisés de la proche banlieue qui sont relativement bien desservis par les transports collectifs semble être une bonne alternative. La lutte contre la ségrégation urbaine dans ces quartiers devient aujourd'hui socialement et environnementalement durables à condition d'anticiper les mobilités résidentielles (Bouzouina et Nicolas, 2009).

Figure 2. CO₂ par actif en fonction du pourcentage des actifs propriétaires dans la commune

Source : auteurs, données RGP-INSEE 2006 et EMD Lille et Lyon 2006

- 28 Cependant, en se focalisant sur les ménages, les individus ou les actifs, la plupart des travaux s'arrêtent à la remise en cause de l'habitat périurbain. Ils mettent en avant la nécessité de changement de comportement dans les choix de localisation résidentielle sans toutefois questionner le rôle de la localisation des entreprises dans les émissions de CO₂ liées à la mobilité domicile-travail de leurs actifs.

2.3. Émissions de CO₂ au lieu de travail : l'emploi périphérique et le rôle des zones d'activité

- 29 La géographie des emplois et la localisation des entreprises structurent la mobilité domicile-travail des actifs et leurs émissions de CO₂. Des travaux récents interrogent la

place de l'environnement et du développement durable au sein des entreprises (Demazière, 2007), plus particulièrement par rapport aux enjeux liés à l'éloignement de leurs salariés et la durabilité de leur mobilité domicile-travail (Lejoux, 2012 ; Babès et al. 2012). L'augmentation du prix à la pompe se répercute directement sur les dépenses en transports qui représentent 16 % du budget des ménages français vivant en métropole en 2006 (Bellamy et Léveillé, 2007). Les ménages modestes du périurbain et particulièrement les actifs sont ainsi les plus pénalisés (Nicolas et al., 2012). Devant la difficulté de se loger à proximité de leur emploi et les limites du réseau de transport collectif, ils sont contraints à parcourir de longues distances en voiture et à supporter un coût de transport élevé, ce qui pose des problèmes à une grande partie des entreprises en termes de recrutement mais aussi de turnover (Babès et al., 2012). La mise en place de PDE ou PDIE montre que le problème est bien perçu par une partie des entreprises et des acteurs locaux (Tissot, 2011). Mais cette démarche reste basée sur le volontariat et manque d'une vision territoriale globale permettant d'intégrer les territoires et entreprises dont les déplacements des salariés sont probablement les plus problématiques.

- 30 Les communes dont les emplois sont les plus générateurs de CO₂ (plus de 4 kg par jour) se trouvent en des lieux spécifiques situés près des principaux axes de transports en 1^{ère} et 2^{ème} couronne (Figure 3), et la plupart d'entre elles accueillent des parcs et des zones industrielles ou d'activités. À Lyon, toutes ces communes se trouvent à l'extérieur du Grand Lyon, à l'exception de Corbas qui accueille plusieurs plateformes logistiques⁴ au sud-est et Limonest spécialisé notamment dans les services supérieurs aux entreprises. À Lille, plusieurs communes appartenant à cette classe se trouvent à l'intérieur même du périmètre de la communauté urbaine, comme c'est le cas de Lezennes, spécialisée dans les services supérieurs aux entreprises, et Lesquin, qui abrite le Centre Régional de Transport. Ce dernier est considéré comme le plus grand pôle logistique du Nord-Pas-de-Calais avec environ 400 entreprises et 10 000 emplois. En plus des services aux entreprises, plus présents à Lille qu'à Lyon, les secteurs surreprésentés dans ce groupe sont généralement le transport et logistique, le commerce de gros et l'industrie de biens intermédiaires (35 % à Lyon et 52 % à Lille). Cette lecture des niveaux d'émissions de CO₂ au lieu de travail permet de clarifier les enjeux. À Lyon, les communes dépassant le seuil de 4 kg de CO₂ regroupent 10 % de l'emploi de l'aire urbaine, mais génèrent 17 % du CO₂. Si nous élargissons le seuil à 3 kg/emploi (Figure 3) ces proportions passent à 40 % du CO₂ pour 27 % des emplois. À Lille, le premier groupe (> 4 kg/emploi) ne regroupe que 6 % des emplois pour 10 % du CO₂ total. À un seuil de 3kg par jour, c'est 19 % de l'emploi qui génère plus de 26 % du CO₂ de l'aire urbaine. À l'opposé, les centres de Lyon-Villeurbanne et de Lille sont parmi les moins générateurs d'émissions de CO₂ par emploi (entre 1 et 2 kg/jour). Le premier concentre 43 % de l'emploi et 31 % du CO₂ de l'aire urbaine lyonnaise et le second 29 % de l'emploi pour 23 % du CO₂ de l'aire urbaine de Lille. Les centres secondaires de Roubaix et Tourcoing génèrent plus de CO₂ par emploi que le centre et la moyenne de l'aire urbaine. Ils contiennent 16 % de l'emploi pour 18 % du CO₂ lié à la mobilité domicile-travail. La forte concentration de l'emploi au niveau du centre ne conduit pas inéluctablement à des distances plus élevées comme on peut le déduire à partir des hypothèses des modèles économiques de localisation puisque l'emploi n'est pas exclusif au niveau du centre et qu'il y a bien une mixité fonctionnelle emploi/habitat (Cf. tableau 3).

Figure 3. Émission moyenne de CO2 à la commune de travail

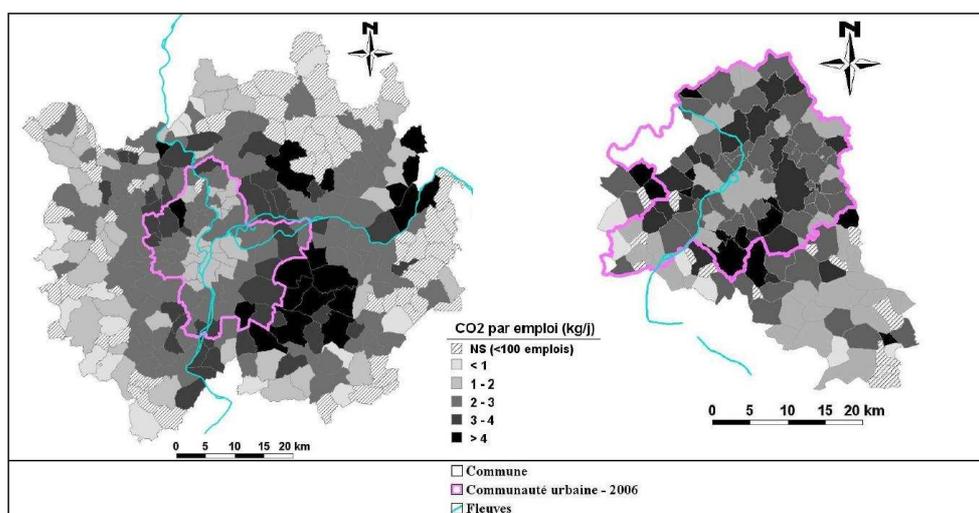


Tableau 3. Caractéristiques des cinq types de communes en fonction du CO2 par emploi

CO ₂ /emploi (kg/j)	% d'établissements de 50 salariés et plus		% d'emplois des établissements moins de 10 salariés		% d'emplois T&L, CG, IBI		% d'emplois en CDI		% d'emplois à temps plein		Ratio Emploi/actif	
	Lyon	Lille	Lyon	Lille	Lyon	Lille	Lyon	Lille	Lyon	Lille	Lyon	Lille
<1	0,0	0,8	80	59	9	10	42	58	77	76	0,31	0,28
1-2	1,2	1,6	39	33	11	10	77	78	80	80	1,11	1,23
2-3	1,8	1,8	34	28	18	13	78	78	83	81	0,99	0,87
3-4	2,2	3,4	31	23	28	32	79	82	85	83	1,19	1,45
>4	3,2	4,0	26	20	35	52	80	85	87	87	1,51	2,44

Source : auteurs, données SIRENE 2011 et RGP de l'INSEE 2006 et EMD Lille et Lyon 2006

- 31 Le lien établi au lieu de résidence entre niveau d'émission et spécialisation fonctionnelle se retrouve également au lieu de travail, mais il met en cause cette fois-ci la dominance sur le même territoire des activités économique au détriment de l'habitat. Les communes les plus génératrices de CO₂ (> 4 kg/j) sont celles où le ratio emploi par actif est le plus élevé (1,51 à Lyon et 2,44 à Lille). L'analyse de ce ratio par catégorie d'actif et d'emploi montre une plus forte spécialisation dans ce groupe de communes pour les ouvriers (2,3 à Lyon et 4,3 à Lille). Le mauvais appariement emploi/actif et le niveau élevé d'émissions générés sont aussi liés aux caractéristiques des entreprises et des emplois. Les communes les plus génératrices de CO₂ sont celles accueillant les grandes entreprises, notamment de 50 salariés et plus, qui concentrent une part importante des emplois. Les 3,2 % et 4 % des entreprises de plus de 50 salariés qui génèrent plus de 4 kg de CO₂ par emploi et par jour regroupent 50 % et 52 % de l'emploi de ces communes à Lyon et Lille, respectivement. L'adresse étant disponible dans les fichiers SIRENE, on observe que la plupart de ces entreprises se trouvent dans des zones d'activités spécialement aménagées. Inversement, la concentration de l'emploi des petites entreprises (moins de 10 salariés) est associée à un faible niveau d'émissions de CO₂, ce qui met en avant la durabilité de ce type d'entreprises qu'il faut encourager. En plus de la corrélation entre le pourcentage des secteurs du transport et de la logistique, du commerce de gros et de l'industrie de biens intermédiaires et le niveau de CO₂ généré par emploi, ce dernier semble également lié aux conditions d'emploi proposé (CDI, Temps plein). Ces éléments sont importants pour

l'accès à la propriété et permettent aux actifs, dans leurs arbitrages complexes, d'accepter un travail loin de leur lieu de résidence. Malgré le taux de chômage élevé, les entreprises situées dans le périurbain peinent à trouver des salariés du fait du coût de transport et de la précarité de l'emploi proposé (Babès et al., 2012). Enfin, la taille de l'entreprise détermine avec le secteur d'activité non seulement le besoin d'espace et la localisation périphérique mais aussi le périmètre du marché de l'emploi élargi du fait de la spécialisation sectorielle et fonctionnelle. Si l'aménagement des zones d'activités est parfois considéré comme un outil de politique fiscale plus que comme un outil de développement économique (Serrano et Demazière, 2009), il est également problématique sur le plan environnemental eu égard à la mobilité domicile-travail et aux émissions de CO₂ générées par les emplois implantés dans ces zones.

- 32 Cette analyse de la mobilité domicile-travail pourra être complétée par la prise en compte des émissions liées au transport de marchandises inter-établissements afin de fournir un diagnostic plus complet et approprié à la démarche PDIE. En effet, les secteurs les plus émetteurs identifiés sont également ceux qui sont les plus générateurs de flux de livraisons ou d'enlèvements de marchandises (Gérardin et al., 2000).

2.4. Entre mixité et spécialisation fonctionnelle : le tandem attractivité économique et attractivité résidentielle en question

- 33 La superposition du niveau d'émission de CO₂ au lieu de travail et au lieu de résidence permet de détecter les zones où tant les emplois présents que les actifs résidents génèrent beaucoup de CO₂ par rapport à la moyenne de l'aire urbaine (Figure 4).
- 34 Nous constatons d'abord que le niveau le plus faible d'émission de CO₂ lié à la mobilité domicile-travail est associé à la partie la plus centrale des deux aires urbaines. Dans cette zone qui contient le centre et quelques communes limitrophes, le niveau d'émission moyen par actif comme par emploi est inférieur à la moyenne de l'aire urbaine (2,5 kg/jour). Cette zone est marquée par une forte mixité fonctionnelle, bien que les emplois soient surreprésentés pour les deux catégories d'employés et de professions intermédiaires notamment à Lille. Nous retrouvons ici les vertus des centres historiques caractérisés par un fort niveau d'accessibilité aux activités et à l'emploi en particulier, ce qui ne nécessite pas forcément un recours à la voiture. En offrant la meilleure accessibilité à l'emploi et aux aménités de la ville, la localisation centrale est la plus à même de réduire les distances entre le lieu de domicile et le lieu de travail et la dépendance automobile, comme le signalent Ewing et Cervero (2010, p. 276) "*Almost any development in a central location is likely to generate less automobile travel than the best designed, compact, mixed-use development in a remote location.*"
- 35 Dans les centres secondaires de Roubaix et Tourcoing tout comme la ceinture Est qui entoure le centre (Figure 4), le niveau d'émission de CO₂ par actif est plus faible que la moyenne de l'aire urbaine mais celui par emploi est légèrement plus élevé. L'analyse de Barbonne et al. (2008), des migrations alternantes au lieu de travail sur la ville de Montréal, montre également que la polynucléarisation de l'emploi conduit à l'adoption de comportements de mobilité moins durables de la part des actifs. Bien qu'ils offrent des opportunités de rapprochement des emplois aux actifs résidents, les centres secondaires permettent également aux autres actifs de se localiser en périphérie dans des communes proches mais non-desservies par les transports en commun. En effet, une grande partie

des emplois est occupée par des actifs extérieurs utilisant la voiture comme mode de transport. Les actifs utilisant la voiture représentent 73 % de l'ensemble des actifs occupant un emploi à Roubaix et Tourcoing et 76 % à Villeneuve d'Ascq, alors qu'ils représentent 59 % des actifs travaillant à Lille. Il faut signaler que ces communes sont liées au centre de Lille par deux lignes de métro et deux lignes de tramway, ce qui favorise l'usage de transports en commun. Alors que 14 % seulement des actifs lillois utilisent les transports en commun pour aller travailler, ceux se déplaçant entre Roubaix-Tourcoing et Lille le fréquentent à 30 % soit moins que ceux travaillant entre Lille et Villeneuve d'Ascq qui les utilisent à environ 40 %.

Figure 4. Émission moyenne de CO₂ à la commune de travail et à la commune de résidence

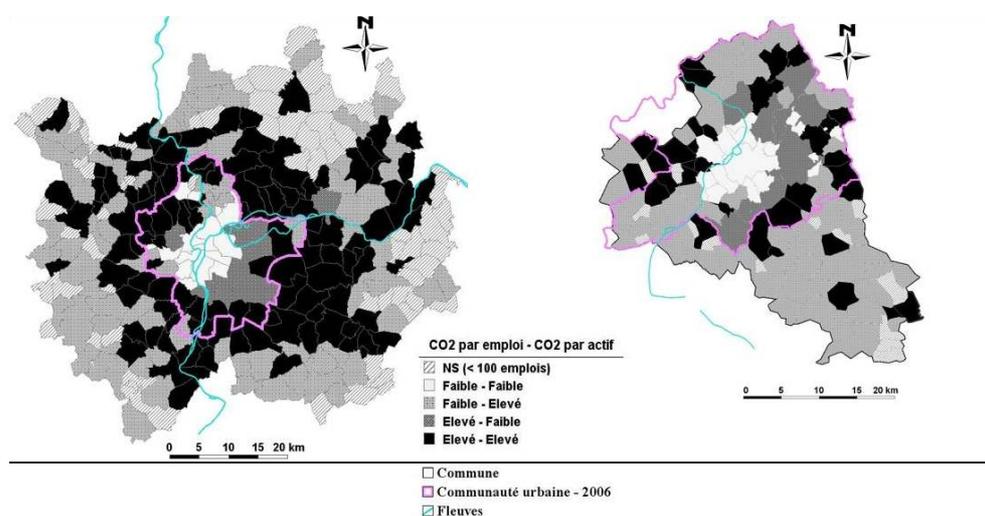


Tableau 4 : Spécialisation fonctionnelle des quatre types de communes (CO₂ par emploi-CO₂ par actif)

Typologie CO ₂ /emploi- CO ₂ /actif	Ratio emploi/actif		Ratio Emploi cadre/actif cadre		Ratio emploi P. intermédiaire/actif P. intermédiaire		Ratio emploi employé/actif employé		Ratio emploi ouvrier/actif ouvrier	
	Lyon	Lille	Lyon	Lille	Lyon	Lille	Lyon	Lille	Lyon	Lille
Faible-Faible	1,15	1,24	1,09	1,04	1,16	1,31	1,24	1,39	1,05	1,12
Faible-Elevé	0,43	0,51	0,24	0,29	0,33	0,40	0,51	0,52	0,51	0,70
Elevé-Faible	1,48	1,47	2,50	1,74	1,89	1,66	1,13	1,39	1,15	1,22
Elevé-Elevé	1,06	0,90	0,90	0,54	1,02	0,74	0,96	0,87	1,41	1,49

Source : auteurs, données RGP-INSEE 2006 et EMD Lille et Lyon 2006

- 36 Malgré leur attractivité économique, ces centres secondaires ainsi que toutes les communes appartenant à la 3^{ème} catégorie ne sont pas comparables au centre historique car ils présentent un déficit en termes d'attractivité résidentielle indispensable à l'appariement habitat/emploi. Il s'agit du même constat pour les communes de la banlieue est lyonnaise où les actifs résidents sont peu émetteurs alors que les emplois génèrent en moyenne beaucoup plus d'émissions de CO₂. Ces communes sont fortement spécialisées, notamment dans les emplois qualifiés (cadres et professions intermédiaires) à Lille comme à Lyon, et une grande partie des emplois est occupée par des actifs venant de loin. Par ailleurs, les enjeux semblent plus importants à Lille puisqu'elles regroupent 38 % des emplois qui sont responsables de 45 % des émissions de CO₂ par rapport à Lyon où ces communes accueillent 18 % de l'emploi qui génère 20 % du CO₂. L'amélioration de

l'attractivité résidentielle de ces communes, notamment dans la banlieue lyonnaise et à Roubaix-Tourcoing qui souffrent d'une image négative liée à la polarisation sociale, pourrait remédier à long terme à la périurbanisation de l'habitat et à la spécialisation fonctionnelle.

- 37 Enfin, les communes les plus problématiques, celles où le niveau d'émission moyen est élevé que se soit par actif ou par emploi sont généralement celles de la deuxième couronne (Figure 4). Les enjeux sont largement plus importants sur l'aire urbaine lyonnaise car les communes appartenant à cette classe regroupent 30 % des actifs émettant 42 % du CO₂ et 29 % des emplois générant 40 % du CO₂. À Lille, elles ne regroupent que 12 % des actifs émettant 17 % du CO₂ et 10 % de l'emploi générant 12 % du CO₂. L'objectif de réduction des émissions de CO₂ sur ces zones est certainement plus difficile à atteindre du fait de la complète dissociation entre les logiques de localisation des entreprises et celles de localisation des ménages. Malgré la mixité fonctionnelle emploi/actif, de fortes hétérogénéités existent entre catégories avec la sous-représentation de l'emploi qualifié, notamment à Lille, et la surreprésentation de l'emploi ouvrier. Vu la place qu'occupe aujourd'hui la présence des aménités urbaines dans le choix de localisation des ménages, il semble indispensable de revoir ce modèle d'attractivité économique basé sur la seule spécialisation fonctionnelle ou de l'adapter de manière à recréer des espaces de vie afin de limiter les déplacements automobiles. Les diagnostics fins sur les origines et les destinations comme sur les modes utilisés peuvent apporter des suggestions adaptées en termes de politiques d'offre et/ou de demande. La contrainte liée à la croissance du coût de la mobilité est susceptible, par convergence des intérêts, de jouer aujourd'hui un rôle important et permissif dans l'introduction de nouvelles pratiques de mobilité plus durables. Une bonne partie des entreprises et des salariés en sont probablement conscients.

Conclusion

- 38 La combinaison des données de mobilité domicile-travail de l'enquête ménages déplacements et celles issues du recensement de la population a permis d'estimer les émissions de CO₂ et d'effectuer des comparaisons interurbaines, entre l'aire urbaine de Lille et celle de Lyon, mais aussi intra-urbaine au lieu de résidence et au lieu de travail.
- 39 Au-delà de la convergence des deux niveaux d'émission moyens entre les deux aires urbaines, le polycentrisme lillois semble favoriser des pratiques de mobilité peu durables. En encourageant l'usage de la voiture et le retour à domicile des actifs motorisés, il contribue à l'allongement des distances parcourues et à l'augmentation des émissions de CO₂. La structure multipolaire actuelle étant en partie le produit de la croissance de l'usage de la voiture, il semble difficile d'inverser la causalité sans une relative substituabilité entre mode individuel et mode collectif et une certaine cohérence entre attractivité économique et attractivité résidentielle. Or, les transports collectifs mis en place dans l'agglomération lilloise depuis les années 1980 pour lier les principaux pôles sont loin de concurrencer la voiture et les centres secondaires de Roubaix-Tourcoing demeurent fortement complémentaires sur le plan économique et largement moins attractifs sur le plan résidentiel. Une difficile mais nécessaire articulation entre attractivité économique et attractivité résidentielle est à rechercher pour favoriser les appariements habitat/emploi.

- 40 L'analyse intra-urbaine des émissions de CO₂ donne d'abord une vision générale des lieux de localisation des actifs et des emplois les plus émetteurs de CO₂ en lien avec la mobilité domicile-travail, ce qui peut être utile en amont d'une démarche de type PDE/PDIE à l'échelle de l'aire métropolitaine. En le complétant par le bilan du transport de marchandises des entreprises, ce type d'analyse spatiale est susceptible de fournir un diagnostic plus complet et approprié à cette démarche pour des secteurs d'activité dont la mobilité des salariés est déjà la plus problématique. L'analyse du CO₂ au lieu d'emploi met en avant les secteurs du transport et de la logistique, le commerce de gros, l'industrie de biens intermédiaires comme étant les plus émetteurs mais aussi le facteur de la taille de l'entreprise. Celle-ci détermine avec le secteur d'activité non seulement le besoin d'espace et la localisation périphérique mais aussi l'étendue du marché de l'emploi qui s'élargit avec la spécialisation sectorielle et fonctionnelle. Ces entreprises se retrouvent souvent dans des zones spécialement aménagées à proximité des axes autoroutiers ; cette logique de localisation remet en cause la durabilité environnementale de ce type de développement dans un contexte de contrainte énergétique et financière et met en avant la nécessité de favoriser les services de proximité à court terme et de recréer de la mixité fonctionnelle à plus long terme.
- 41 La superposition des deux éclairages, au lieu de résidence et au lieu de travail, permet de détecter les territoires où se juxtaposent les emplois et les actifs les plus émetteurs mais aussi les moins émetteurs de CO₂. Bien que le centre soit le lieu d'un plus important appariement domicile/travail et d'un plus faible usage de la voiture, il y a encore des marges de manœuvre pour un changement de comportement plus large des actifs centraux. Les enjeux liés à la périurbanisation et la spécialisation fonctionnelle ne doivent pas faire oublier que la lutte contre la croissance des émissions de CO₂ se fait également au niveau du centre où l'usage de la voiture recule au profit des modes doux. Cette nouvelle dynamique entretenue en partie par la croissance du coût de transport mérite d'être accompagnée et pérennisée. Au-delà du regard sévère porté sur l'habitat pavillonnaire périurbain, se pose les questions de la capacité de l'offre de logement à répondre à la demande des familles à l'intérieur des agglomérations urbaines et de l'attractivité résidentielle des zones défavorisées (la première couronne Est de Lyon ou Roubaix-Tourcoing à Lille). Ainsi, la mobilité domicile-travail représente un gisement important de réduction de la consommation énergétique et des émissions de CO₂ liées aux transports. Mais compte tenu des fortes contraintes pesant sur les localisations et l'accès à l'emploi, de tels gains nécessitent, à court terme, d'orienter les efforts de sensibilisation et d'incitation aux modes alternatifs à la voiture auprès des établissements ou des lieux d'activité les plus générateurs de CO₂ dans leur accès. À plus long terme, les systèmes de localisation résidentiels et des activités économiques doivent être pensés de façon coordonnée, à l'échelle du bassin d'emploi, et en privilégiant les opportunités de transport durables.

BIBLIOGRAPHIE

- Babès M., Bigot R., Hoibian S., 2012, *Les problèmes de logement des salariés affectent 40 % des entreprises*, CREDOC, Collection des rapports, n° 280, 82 p.
- Barbonne R., Shearmur R., Coffey W., 2008, « Les nouvelles dynamiques intra-métropolitaines de l'emploi favorisent-elles des migrations pendulaires plus "durables" ? Le cas de la région métropolitaine de Montréal, 1998-2003 », *Géographie, économie, société*, vol. 10, n° 1, p. 103-120.
- Bellamy V., Léveillé L., 2007, « Enquête Budget de famille 2006 », *Insee résultats*, n° 73 Sociétés, décembre 2007.
- Bonnel P., Gabet P., 1999, *Mesure de l'effet de l'évolution des localisations et de la motorisation sur la part de marché des transports collectifs*, Laboratoire d'Économie des Transports, ENTPE, CNRS, Université Lumière Lyon 2. Rapport de recherche financée par la DRAST, Ministère de l'Équipement des Transports et du Logement. Lettre de commande N° 98 MT96, PREDIT.
- Boulahbal M., 2001, « Effet polarisant du lieu de travail sur le territoire de la vie quotidienne des actifs », *Recherche-Transport-Sécurité*, n° 73, p. 43-63.
- Boulter P., McCrae I., (eds.), *ARTEMIS: Assessment and reliability of transport emission models and inventory systems*, TRL report, Wokingham, UK, 2007, 337 p.
- Bouzouina L., 2007, « Concentrations spatiales des populations à faible revenu, entre polarisation et mixité : une analyse de trois aires urbaines en France ». *Pensée plurielle*, De Boeck, n° 16, p. 59-72.
- Bouzouina L., 2008, *Ségrégation spatiale et dynamiques métropolitaines*, Thèse de doctorat en sciences économiques, Université lumière Lyon 2, 323 p.
- Bouzouina L., Nicolas J-P., 2009, « Harmoniser politiques sociale et environnementale : évaluation de l'impact d'une réhabilitation de quartiers défavorisés sur les émissions de CO₂ liées aux déplacements », *Vertigo- la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], vol. 9, n° 2, mis en ligne le 29 septembre 2009. URL : <http://vertigo.revues.org/8771>
- Bouzouina L., Nicolas J-P., Vanco F., 2011, « Évolution des émissions de CO₂ liées aux mobilités quotidiennes : une stabilité en trompe l'œil », *Recherche-Transport-Sécurité*, vol. 27, n° 2, p. 128-139.
- Citepa, 2011., *Émissions dans l'air en France Métropole : substances relatives à l'accroissement de l'effet de serre*, rapport Citepa, mai 2011, 25 p, www.citepa.org
- Demazière C., 2007, « Les entreprises peuvent-elles promouvoir le développement durable ? », *Les cahiers français*, développement et environnement, n° 37, avril, p. 83-89.
- Dupuy G., 1999, *La dépendance automobile. Symptômes, analyses, diagnostic, traitements*, Anthropos, 160 p.
- Ewing R., Cervero R., 2010, "Travel and the Built Environment. A Meta Analysis", *Journal of the American Planning Association*, vol. 76, n° 3, p. 265-294.
- Faivre d'Arcier B., 2008, « Le mobility management : vers une gestion individualisée de la demande ? », in Chalas Y., Paulhiac F (dir.), *La mobilité qui fait la ville*, Lyon, CERTU, p. 216-245.

- Fujita M., Thisse J-F., 1986, "Spatial competition with a land market: Hotelling and Von Thunen unified", *Review of Economic Studies*, n° 53, p. 819-841.
- Gallez C., Hivert L., 1998, *BEED : mode d'emploi. Synthèse méthodologique pour les études "budget énergie environnement des déplacements"*, Rapport de convention ADEME-INRETS, 85 p.
- Gérardin B., Patier D., Routhier J-L., Segalou E., 2000, *Diagnostic du transport de marchandises dans une agglomération*, MELT-DRAST, 96 p.
- Glaeser E.L., Kahn M.E., 2010, "The greenness of cities: carbon dioxide emissions and urban development", *Journal of Urban Economics*, n° 67, p. 404-418.
- Hickman J., Hassel D., Joumard R., Samaras Z., Sorenson S., 1999, *MEET-Methodology for calculating transport emissions and energy consumption*, European Commission, DG VII, 362 p. <http://www.inrets.fr/ur/lte/cost319/M22.pdf>
- Hotelling H., 1929, "Stability in Competition", *Economic Journal*.
- Krugman P., 1991, "Increasing returns and economic geography", *Journal of Political Economy*, vol. 99, n° 3, p. 483-499.
- Lejoux P., 2012, *Entreprises et mobilité durable en territoires périurbains. Le cas du bassin annecien*, Lyon, CERTU, 35 p.
- Levy D., Le Jeannic Th., 2011, « Un habitant de pôle urbain émet deux fois moins de CO₂ que la moyenne pour se rendre à son lieu de travail ou d'études », *Insee Première*, n° 1357, Juin 2011.
- Longuar Z., 2010, *Analyse des facteurs socioéconomiques pour expliquer les émissions de CO2 liées aux mobilités individuelles dans l'Enquête Nationale Transports et Déplacements de 2008*. Mémoire de Master Transports Espace Réseaux, Université de Lyon, 2010, 91 p.
- Longuar Z., Nicolas J-P., Verry D., 2010, « Chaque Français émet en moyenne deux tonnes de CO₂ par an pour effectuer ses déplacements », in Le Jeannic Th., Roussel Ph., François D (eds), *La mobilité des Français, Panorama issu de l'enquête nationale transports et déplacements, 2008*, La revue du CGDD, p. 163-176.
- Martínez-Zarzoso I., Bengochea-Morancho A., Morales-Lage R., 2007, "The impact of population on CO2 emissions: evidence from European countries", *Environmental and Resource Economics*, n° 38, p. 497-512.
- Merle N., Dupont A., Quetelard B., Hivert L., 2009, *Diagnostic Énergie Environnement des Déplacements (DEED) 1987 / 1998 / 2006 de la Communauté Urbaine de Lille*, Rapport INRETS et CETE Nord Picardie pour LMCU, Région Nord et ADEME Nord.
- Merle N., 2011, *Calcul des émissions de CO2 et de la consommation énergétique des déplacements des ménages dans l'aire urbaine de Lille en 2006*, note méthodologique, CETE Nord Picardie, 6 p.
- Mignot D., Aguiléra A., Bloy D., 2004, *Permanence des formes de la métropolisation et de l'étalement urbain*, Rapport final, Recherche financée par l'ADEME, LET - INRETS, Lyon, 114 p.
- Nicolas J-P., Pochet P., Poimboeuf H., 2001, Indicateurs de mobilité durable. Application à l'agglomération lyonnaise, Lyon, LET, coll. Etudes & Recherches, n° 16, 127 p.
- Nicolas J-P., Vanco F., Verry D., 2012, "Mobilité quotidienne et vulnérabilité des ménages", *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, n° 1, p. 19-44.
- Ntziachristos L., Samaras Z., 2000, COPERT III, *Computer programme to calculate emissions from road transport, Methodology and emission factors*, Technical report No 49, European Environment Agency, 86 p.

Pochet P., Routhier J-L., 2002, « Mobilité résidentielle et allongement des distances de migrations alternantes dans la région urbaine de Lyon », in Lévy J-P, Dureau F (eds), *L'accès à la ville. Les mobilités spatiales en questions*, Paris, L'Harmattan, coll. Habitat et Sociétés, p. 167-184.

Quetelard B., 2010, « Se rendre au travail ou faire ses courses motive toujours un déplacement quotidien sur deux. Le recours à la voiture se stabilise », in Le Jeannic Th., Roussel Ph., François D (eds), *La mobilité des Français, Panorama issu de l'enquête nationale transports et déplacements 2008*, *La revue du CGDD*, p. 25-48.

Reckien D., Ewald M., Edenhofer O., Lüdeke M.K.B., 2007, "What Parameters Influence the Spatial Variations in CO₂ Emissions from Road Traffic in Berlin? Implication for Urban Planning to Reduce Anthropogenic CO₂", *Urban Studies*, n° 2, p. 339-355.

Serrano J., Demazière C., 2009, « Développement économique et gestion de l'espace agricole et naturel. Les tensions au niveau local, le cas de l'agglomération de Tours (France) », *Territoires wallons*, n° 3, p. 123-134.

Shearmur R., 2006, "Travel from home: an economic geography of commuting distances in Montreal", *Urban Geography*, vol. 27, n° 4, p. 330-359.

Tissot C., 2011, *Plans de déplacements entreprises et inter-entreprises, des dispositifs efficaces pour faire changer les comportements de mobilité ? Freins et facteurs de succès*, Mémoire de Master Professionnel *Transports Urbains et Régionaux de Personnes*, ENTPE-Université Lyon 2, 111 p.

Vanco F., 2011, *Formes urbaines et durabilité du système de transports*, thèse de doctorat en sciences économiques, Université Lumière Lyon 2, 395 p.

Verry D., 2006, « Systèmes de transports urbaines et impacts environnementaux : quelle évaluation ? Une analyse comparative des agglomérations de Bordeaux, Grenoble, Lyon et Paris », *XLII^{ème} colloque de l'ASRDLF - XII^{ème} colloque du GRERBAM*, Sfax, 2006, 21 p.

Wegener M., 1996, "Reduction of CO₂ emissions of transport by reorganisation of urban activities", in Hayashi, Y., Roy, J., (eds.): *Transport, Land-Use and the Environment*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 103-124.

ANNEXES

Annexe 1. Facteurs d'émissions de CO₂ par zone de résidence et de travail pour les actifs Lyonnais effectuant leurs déplacements en voiture

Zone domicile	Zone travail	CO ₂ (g/km)	part conducteurs	nombre boucle/actif/j	part actifs travaillant	distance /boucle (km)	CO ₂ (kg/actif/j)
1-CH	1-CH	281	0,88	1,17	0,78	11	2,2
1-CH	2-1CE	232	0,89	1,12	0,83	18	4,0
1-CH	3-1CO	236	0,95	1,12	0,84	18	4,1
1-CH	4-2C	202	0,91	1,05	0,91	32	6,2
1-CH	5-3C	169	0,94	1,03	0,98	48	8,5
2-1CE	1-CH	229	0,90	1,09	0,79	19	3,9
2-1CE	2-1CE	238	0,91	1,26	0,75	12	2,9
2-1CE	3-1CO	219	0,94	1,13	0,83	20	5,2
2-1CE	4-2C	188	0,91	1,21	0,91	22	4,9
2-1CE	5-3C	163	0,87	1,05	0,94	41	6,4
3-1CO	1-CH	245	0,93	1,10	0,86	18	4,1
3-1CO	2-1CE	225	0,91	1,08	0,79	25	4,9
3-1CO	3-1CO	237	0,92	1,26	0,74	13	2,8
3-1CO	4-2C	204	0,90	1,12	0,88	25	4,7
3-1CO	5-3C	178	1,00	1,05	0,88	41	7,7
4-2C	1-CH	198	0,95	1,05	0,83	32	6,4
4-2C	2-1CE	195	0,95	1,13	0,80	26	5,0
4-2C	3-1CO	204	0,94	1,14	0,83	24	5,0
4-2C	4-2C	202	0,91	1,31	0,76	17	3,4
4-2C	5-3C	173	0,92	1,28	0,88	31	6,2
5-3C	1-CH	184	0,94	1,02	0,82	44	9,0
5-3C	2-1CE	181	0,94	1,03	0,81	45	7,7
5-3C	3-1CO	187	0,94	1,09	0,78	37	8,2
5-3C	4-2C	184	0,96	1,13	0,89	30	6,3
5-3C	5-3C	190	0,93	1,32	0,84	19	3,8
Moyenne		209	0,92	1,16	0,81	21	4,5

Source : calculs LET ; données EMD 2006 et RGP 2006

Annexe 2. Facteurs d'émissions de CO₂ par zone de résidence et de travail pour les actifs Lillois effectuant leurs déplacements en voiture

Zone domicile	Zone travail	CO ₂ (g/km)	part conducteurs	nombre boucle/actif/j	part actifs travaillant	distance /boucle (km)	CO ₂ (kg/actif/j)
1-CH	1-CH	221	0,90	1,43	0,73	12	3,5
1-CH	2-CS	149	0,92	1,06	0,89	37	5,3
1-CH	3-1C	185	0,89	1,41	0,78	19	4,3
1-CH	4-2C	179	0,84	1,24	0,84	24	4,4
2-CS	1-CH	173	0,96	1,15	0,73	35	6,7
2-CS	2-CS	214	0,85	1,37	0,77	11	2,7
2-CS	3-1C	195	0,91	1,28	0,77	19	4,2
2-CS	4-2C	165	0,99	1,19	0,83	40	7,8
3-1C	1-CH	177	0,90	1,26	0,77	19	3,8
3-1C	2-CS	195	0,97	1,31	0,81	19	4,7
3-1C	3-1C	196	0,92	1,41	0,75	16	4,0
3-1C	4-2C	171	0,96	1,25	0,85	28	5,7
4-2C	1-CH	150	0,94	1,15	0,77	31	5,0
4-2C	2-CS	169	0,94	1,20	0,83	33	6,4
4-2C	3-1C	164	0,94	1,24	0,78	31	5,9
4-2C	4-2C	174	0,94	1,41	0,70	18	4,1
Moyenne		180	0,92	1,32	0,76	20	4,5

Source : calculs CETE NP ; données EMD - EDGT 2006 et RGP 2006

NOTES

1. Utilisation des terres, leur Changement et la Forêt.

2. Des modèles d'émissions plus récents existent aujourd'hui, avec les travaux du projet ARTEMIS (Boulter, Mc Crae, 2007) et la version 4 du modèle COPERT (<http://lat.eng.auth.gr/copert/>). Mais, l'objectif étant surtout d'assurer les conditions de comparabilité entre Lille et Lyon, nous sommes restés sur l'ancienne version. Par ailleurs, basés sur la consommation énergétique, les calculs d'émissions de CO₂ des véhicules particuliers ne sont pas affectés par ces actualisations (Longuar, 2010).

3. La mobilité locale des Français regroupe l'ensemble des déplacements réalisés sur le territoire national dans un rayon de 80 kilomètres autour de leur domicile. Cette mobilité, assimilable à l'échelle urbaine, représente 99 % de leurs déplacements mais seulement 60 % des kilomètres parcourus.

4. Avec le transfert du marché de Gros Agroalimentaire de Perrache à Corbas en janvier 2009 ses émissions devraient s'accroître davantage.

RÉSUMÉS

Dans un contexte de fortes contraintes financières, énergétiques et environnementales, réduire la consommation d'énergie fossile dans le domaine des transports devient non seulement une urgence mais impose un changement de paradigmes en termes de politiques de transport. Il ne suffit pas aujourd'hui d'améliorer l'offre ; cibler la demande de déplacements et impulser des changements de comportements devient indispensable. En particulier, la mobilité domicile-travail structurante des pratiques de déplacement est aussi fortement émettrice de CO₂. En combinant données de recensement et enquêtes ménages déplacements dans deux aires urbaines de structure assez différente, Lille et Lyon, notre objectif est de mesurer les émissions de CO₂ liées à la mobilité domicile-travail, et d'identifier les zones les plus émettrices du point de vue des résidences mais aussi des emplois dans les deux contextes étudiés. Les résultats sont discutés dans une perspective d'élargissement et d'amélioration des démarches collectives (PDE/PDIE) centrées sur les migrations domicile-travail. Ils permettent par ailleurs de mettre en avant quelques facteurs explicatifs et de questionner le rôle que pourrait tenir la forme urbaine, à travers les centralités et la spécialisation fonctionnelle, dans la réduction des émissions de CO₂.

In a context of strong financial, environmental and energy constraints, to reduce the consumption of fossil energy in the field of transport becomes not only an emergency but imposes a paradigm shift in terms of transport policy. It is not sufficient today to improve the supply, to target travel demand and stimulate behavior change becomes necessary. In particular, commuting structuring mobility practices also strongly contributes to CO₂ emissions. By combining census data and household travel surveys in two different urban areas, Lille and Lyon, our aim is first to measure the CO₂ emissions related to commuting and secondly, to identify the most emitting CO₂ zone from the point of view of the residences and jobs location in the two contexts. The results are discussed in a perspective of enlargement and improvement of collective approaches (Company or Inter-company Travel Plans) focused on home-work migration. They highlight some explaining factors but also the role that could take the urban form in the reduction of CO₂ emissions, through the centralities and the functional specialization.

INDEX

Mots-clés : mobilité domicile-travail, émissions de CO2, population active, localisation résidentielle, localisation des entreprises

Keywords : commuting, CO2 emissions, working population, residential location, firm location

AUTEURS

LOUAFI BOUZOUINA

Louafi Bouzouina est chargé de recherche au Laboratoire d'Économie des Transports (UMR CNRS n° 5593, ENTPE – Université Lyon 2) depuis 2009. Ses domaines de recherche concernent les interactions entre dynamiques métropolitaines et mobilités urbaines, en mettant l'accent sur les dimensions sociale et environnementale du développement durable et leurs articulations.

BERNARD QUETELARD

Bernard Quetelard a été directeur d'études déplacements au CETE Nord-Picardie/département villes et territoires jusqu'à son départ à la retraite en décembre 2012. Ses travaux portaient sur l'observation de la mobilité quotidienne et la méthodologie des enquêtes ménages déplacements.

FLORENCE TOILIER

Florence Toilier est ingénieur d'études au Laboratoire d'Économie des Transports (UMR CNRS n° 5593, ENTPE – Université Lyon 2) depuis 2000. Ses domaines de recherche portent sur la modélisation du transport de marchandises en ville et de la localisation des entreprises.fr