

Projet de Fin d'Études (PFE) 2022-2023

Évaluation des émissions de CO₂ des espaces urbains et périurbains : les mobilités des populations urbaines sont-elles plus vertueuses ?

Une lecture actualisée à l'échelle nationale de la compensation entre les déplacements de courtes et de longues distances : « l'effet barbecue »

Évaluation des émissions de CO₂ des espaces urbains et périurbains : les mobilités des populations urbaines sont-elles plus vertueuses ?

Une lecture actualisée à l'échelle nationale de la compensation entre les déplacements de courtes et de longues distances : « l'effet barbecue »

Directeur de recherche

Hervé Baptiste

Auteur.e

Maria Cros

Année

2022-2023

AVERTISSEMENT

Cette recherche a fait appel à des lectures, enquêtes et interviews. Tout emprunt à des contenus d'interviews, des écrits autres que strictement personnel, toute reproduction et citation, font systématiquement l'objet d'un référencement.

L'auteur (les auteurs) de cette recherche a (ont) signé une attestation sur l'honneur de non plagiat.

Formation par la recherche, Projet de Fin d'Etudes en génie de l'Aménagement et de l'Environnement

La formation au génie de l'aménagement et de l'environnement, assurée par le département aménagement et environnement de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, associe dans le champ de l'urbanisme, de l'aménagement des espaces fortement à faiblement anthropisés, l'acquisition de connaissances fondamentales, l'acquisition de techniques et de savoir faire, la formation à la pratique professionnelle et la formation par la recherche. Cette dernière ne vise pas à former les seuls futurs élèves désireux de prolonger leur formation par les études doctorales, mais tout en ouvrant à cette voie, elle vise tout d'abord à favoriser la capacité des futurs ingénieurs à :

- Accroître leurs compétences en matière de pratique professionnelle par la mobilisation de connaissances et de techniques, dont les fondements et contenus ont été explorés le plus finement possible afin d'en assurer une bonne maîtrise intellectuelle et pratique,
- Accroître la capacité des ingénieurs en génie de l'aménagement et de l'environnement à innover tant en matière de méthodes que d'outils, mobilisables pour affronter et résoudre les problèmes complexes posés par l'organisation et la gestion des espaces.

La formation par la recherche inclut un exercice individuel de recherche, le projet de fin d'études (P.F.E.), situé en dernière année de formation des élèves ingénieurs. Cet exercice correspond à un stage d'une durée minimum de trois mois, en laboratoire de recherche, principalement au sein de l'équipe Dynamiques et Actions Territoriales et Environnementales de l'UMR 7324 CITERES à laquelle appartiennent les enseignants-chercheurs du département aménagement.

Le travail de recherche, dont l'objectif de base est d'acquérir une compétence méthodologique en matière de recherche, doit répondre à l'un des deux grands objectifs :

- Développer toute ou partie d'une méthode ou d'un outil nouveau permettant le traitement innovant d'un problème d'aménagement
- Approfondir les connaissances de base pour mieux affronter une question complexe en matière d'aménagement.

Afin de valoriser ce travail de recherche nous avons décidé de mettre en ligne sur la base du Système Universitaire de Documentation (SUDOC), les mémoires à partir de la mention bien.

REMERCIEMENTS

Toute ma gratitude va à l'ensemble des personnes qui m'ont encadré, suivi et soutenu lors de la réalisation de ce projet de recherche.

Je voudrais remercier particulièrement mon tuteur M.Hervé Baptiste pour sa patience, sa disponibilité et surtout ces judicieux conseils qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

SOMMAIRE

Table des matières

AVERTISSEMENT	2
REMERCIEMENTS	5
SOMMAIRE	6
Introduction.....	7
1. Les différents types d'espaces engendrent de diverses mobilités.....	8
1.1. Le territoire divisé en espaces distincts : espaces urbains, périurbains et ruraux.....	8
1.2. Les mobilités : une réponse à un besoin, une envie ou une nécessité	9
2. Un lien étroit peut se tisser entre mobilités et lieu de vie	10
2.1. « L'effet barbecue » : un phénomène de compensation	10
2.2. Le lieu de résidence impacte les déplacements et les distances parcourues	11
2.3. Les déplacements à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre	12
3. L'actualisation de la recherche à l'échelle nationale	14
3.1. Les indicateurs et critères à la base de l'hypothèse de l' « effet barbecue »	14
3.2. Le périmètre de recherche pour l'actualisation	16
3.3. Les facteurs d'émissions.....	19
4. Les résultats et interprétation de l'actualisation	22
4.1. Les émissions pour la mobilité locale de semaine	22
4.2. Les émissions pour la mobilité locale de week-end	24
4.3. Les émissions pour la mobilité longue distance	26
4.4. Comparaison en fonction du type d'habitant et individualisation des résultats	28
Conclusion	30
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	32
BIBLIOGRAPHIE.....	33

Introduction

Le 4 avril 2022, un nouveau rapport du Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) est sorti, c'est le troisième volet du sixième rapport d'évaluation. De nombreux scientifiques se réunissent et publient ces rapports dans l'optique de guider les États à prendre des décisions vis-à-vis du changement climatique. Ce rapport est certes alarmant mais exprime tout d'un même un espoir, l'espoir de pouvoir encore agir afin de limiter nos émissions de gaz à effet de serre et la hausse de la température. Cet espoir est porté par les solutions mises en évidence : remplacement des énergies fossiles, réduction de la demande énergétique, captage du CO₂... Notre demande énergétique est fortement dépendante de nos modes de transports et de la façon dont on les utilise. Effectivement, l'usage des transports correspond à 32% de la consommation énergétique finale nationale (Statistiques Développement Durable, 2019). C'est pourquoi l'étude de nos comportements et de nos mobilités est primordiale afin de savoir sur quels leviers il faut agir et de quelle manière.

L'enjeu est de déduire des problématiques et des hypothèses face à nos habitudes de déplacements. Le sujet de recherche d'origine ici peut s'énoncer tel que : « *Espaces urbains Vs Espaces périurbains et ruraux. Evaluation des émissions de GES à partir d'enquêtes de mobilité nationales (ENTD, enquête mobilité des personnes 2019...) : les mobilités des populations urbaines sont-elles plus vertueuses ? Une lecture actualisée de l'effet "barbecue" à l'échelle nationale* »

En sachant que les populations urbaines profitent d'un environnement riche en équipements et en services et dans la plupart des cas, d'un système de transport performant, est ce que leur mobilité reflète ce mode de vie qui semble être plus vertueux, est ce que l'on peut vraiment affirmer que les urbains sont les moins émetteurs en termes de mobilités. Ce sujet a suscité de nombreuses recherches, dont une étude faite par JP. Orfeuill et D. Soleyret, c'est sur cette étude que notre sujet repose majoritairement.

En 2002 et à partir de données de 1994, ces derniers font apparaître un phénomène qu'ils ont décidé de nommer « l'effet barbecue » ou sinon aussi appelé effet de compensation. Cet effet exprime une compensation entre les mobilités de semaine et celles du week-end (ou de vacances) des urbains comparé à celles des périurbains. La somme des émissions de CO₂ pour toutes les mobilités des populations urbaines ne serait, en réalité, pas aussi avantageuse et remarquable que ce que l'on peut penser instinctivement.

Dans un premier temps, il est important de définir les différents termes que l'on peut retrouver dans le sujet avant d'expliquer et de détailler « l'effet barbecue » en lui – même, la problématique et l'hypothèse viendront après. L'enjeu de ce projet de recherche est de valider cet effet de compensation à l'échelle nationale avec des données plus récentes. La démarche utilisée pour y répondre sera détaillée avant de présenter l'exploitation des résultats. Cette interprétation ne sera que factuelle et n'a pas pour but d'être explicative, en effet, ce projet de recherche ne prend pas en compte de nombreuses variables tel que les revenus, la catégorie socio-professionnelle ou encore le motif de déplacements, pourtant capable d'influencer les résultats et leur signification. Aussi, la démarche est agrégée, même si nous arrivons à déduire un comportement moyen d'un habitant, une approche individuelle des comportements pourrait altérer les résultats.

1. Les différents types d'espaces engendrent de diverses mobilités

1.1. Le territoire divisé en espaces distincts : espaces urbains, périurbains et ruraux

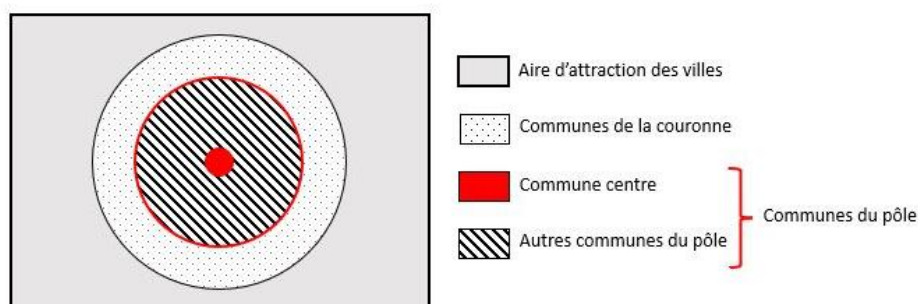
La concentration des fonctions, de la population et des activités au sein des villes modifient drastiquement les comportements des usagers. Effectivement, la mondialisation et la métropolisation sont à l'origine d'un changement des espaces et des territoires. L'accroissement des populations participe à une diffusion et un étalement de la ville et les usagers sont à la recherche de nouveaux espaces, on parle de périurbanisation. Avant de détailler ces espaces périurbains, il est nécessaire de définir l'espace urbain.

Différents critères permettent de définir une ville, la densité de population et de bâtiment, la taille ou le seuil de population ou encore la diversité des activités économiques permettent en quelque sorte de catégoriser chaque espace. Toutefois ces critères diffèrent en fonction des pays, le seuil de l'urbain par exemple peut être de 200 individus en Islande contre 50 000 au Japon (ONU, 2005). « La ville est un lieu étroit et unique, capable de concentrer une quantité impressionnante de richesse, de force de travail, d'intelligence, d'imagination, de conflit, de pouvoir, de savoir, de jouissance, d'exploitation, d'oppression et de libération (Tribillon, 2002: 5). » Cette définition de la ville de l'urbaniste JF. Tribillon montre la diversité du milieu urbain que ce soit la diversité des activités, des interactions sociales, des bâtiments, etc. C'est finalement la densité et la diversité de ces caractéristiques qui forge la ville, elles sont moindres dans un milieu rural ou périurbain.

Le périurbain se démarque du fait de « l'éloignement et la discontinuité du bâti vis-à-vis de l'agglomération » (Géoconfluences, 2019). Ces zones se sont développées à la suite d'un besoin et d'une nécessité. La croissance de la population et des activités urbaines entraîne les populations à aller à l'extérieur de la ville, à quitter le centre urbain et ses terrains devenus trop chers. Le désir de maison individuelle est rendu possible avec la périurbanisation, ainsi des services s'y développent aussi pour répondre aux différents besoins des périphéries des villes. Quant à l'espace rural, à l'inverse de l'espace urbain, il n'est pas en totalité « artificialisé » et on y retrouve des petites unités urbaines.

L'espace géographique est divisé en plusieurs zones et l'INSEE propose un découpage : le zonage en aire d'attraction des villes apparu en 2020 qui fait suite au zonage en aire urbaine mis à jour en 2010. Ce découpage permet de définir « l'étendue de l'influence de la ville sur les communes environnantes » (INSEE, 2020). On y retrouve donc un pôle avec une forte densité de population et à dominante urbaine. La commune la plus peuplée du pôle est la commune-centre. L'aire d'attraction des villes comprend aussi une couronne où le périurbain est majoritaire et « constituée des communes dont au moins 15% des actifs travaillent dans le pôle ». (INSEE, 2020)

De façon très schématique, on peut représenter ce zonage de la façon suivante :



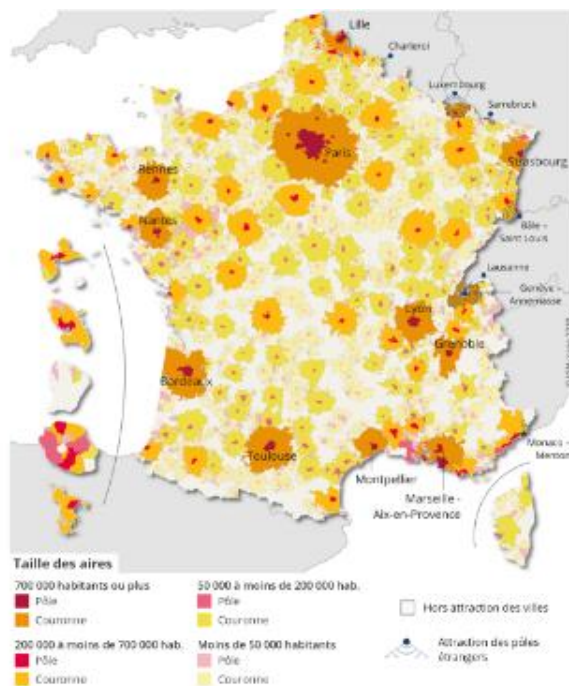


Figure 2 : Zonage en aire d'attraction des villes
Source : INSEE, 2020

Cependant, dans la réalité et à une échelle nationale, il peut y avoir une superposition des aires d'attractions des villes comme on peut le voir sur la figure 2 où Marseille et Aix-en-Provence sont deux communes centres de la même aire d'attraction. En termes de population en France, on relève que 9 personnes sur 10 habitent dans une aire d'attraction.

Toutefois, même si l'espace est divisé de façon géographique il ne faut pas négliger ni l'influence des comportements de la population ni l'importance des caractéristiques socio-économiques individuelles tel que le revenu par exemple. Plusieurs géographes admettent le fait que ces comportements caractérisent les territoires. En ce qui concerne l'espace urbain et la ville, la géographe Beaujeu-Garnier définit la ville « non pas comme une entité fixe mais comme un instrument détenant et propageant une forme de civilisation particulière, caractérisée par un ensemble de traits qui peuvent se diffuser de manière plus ou moins globale et plus ou moins parfaite » (Beaujeu-Garnier, 1998). On peut aussi relever la définition du périurbain par Roger Brunet : « tout ce qui est autour de la ville et en réalité fait partie de la ville par les activités et les modes de vie des habitants » (Brunet et al, 1992).

L'idée est d'affirmer que l'urbain et le périurbain ne sont pas seulement des définitions d'un géotype mais aussi d'un sociotype. Finalement, ce ne sont pas exclusivement des espaces mais bien des groupes d'individus avec des caractéristiques communes. En allant plus loin, il est même possible qu'un urbain (de façon géographique) soit en réalité un périurbain d'un point de vue de son comportement, et inversement. C'est le cas de quelqu'un qui habite en centre-ville mais qui travaille en périphérie et qui y fait ses courses, son comportement se rapproche alors plus d'un périurbain que d'un urbain. Cette nuance implique une nouvelle réflexion mais il sera compliqué dans notre cas d'étude de le prendre en compte. En effet, la collecte de données vis-à-vis des comportements des populations est moins accessible que l'approche géographique du problème.

C'est pourquoi le sujet ne tiendra compte que de **la localisation de la résidence des habitants** et non de leur comportement dans la définition du périmètre. Aussi, nous faisons le choix ici d'adopter ces définitions et ces découpages que l'on peut retrouver sur la figure plus haut (cf figure 1).

1.2. Les mobilités : une réponse à un besoin, une envie ou une nécessité

Même si mobilités et déplacements sont, dans le langage courant, deux notions assez souvent confondues elles n'expriment pourtant pas la même pensée. La mobilité concerne un ensemble, la « propension d'une population à se déplacer » (Merlin et Choay, 2015) contrairement à un

déplacement qui est à l'échelle de l'individu, « le mouvement d'une personne d'une origine à une destination » (Merlin et Choay, 2015). La mobilité est évaluée grâce à des enquêtes par sondage, elle est liée à de nombreux facteurs, que ce soit la taille de la ville et la position du ménage dans l'espace, le niveau de vie, l'âge et le sexe, les activités professionnelles, l'organisation de la ville et des transports en commun et bien d'autres critères. En ce qui concerne les déplacements, on considère souvent le motif de déplacement, l'origine et la destination, le moyen et la durée du déplacement. Finalement, c'est grâce aux déplacements des individus que l'on obtient la notion de mobilité.

Nous sommes tous à l'origine de déplacements, et ce indépendamment de notre localisation du lieu de résidence dans le bassin de vie (commune-centre, couronne, rural...). Cependant, différentes tendances se remarquent en termes de déplacements et donc de mobilités en fonction de la localisation des habitants, elle peut être plus ou moins importante selon de nombreux critères (détaillés ultérieurement). Même si la mobilité peut se définir de diverses manières, il paraît important ici de différencier la mobilité longue distance de la mobilité courte distance. D'après différentes enquêtes mobilité des personnes, la mobilité courte ou encore mobilité quotidienne définit souvent une mobilité en jours de semaine, du lundi au vendredi, et pour des trajets concernant le travail, des courses, l'école... tous les motifs qui peuvent être répétitifs et habituels (INSEE). A l'inverse, la mobilité occasionnelle comprend la mobilité courte des week-ends ou encore la mobilité longue. Cette mobilité comporte souvent des déplacements plus lointains et exceptionnels et n'inclue pas les déplacements domicile – travail.

Ainsi, de nos modes de vies propres à chacun découle des mobilités différentes et des déplacements plus ou moins importants. Ces derniers sont grandement influencés et dictés par la localisation de notre lieu de résidence, un habitant du tissu urbain n'a pas le même mode de vie qu'un habitant du tissu périurbain et ce en partie à cause des déplacements. Le lien entre les mobilités et le lieu de vie peut parfois être complexe pourtant bien existant.

2. Un lien étroit peut se tisser entre mobilités et lieu de vie

2.1. « L'effet barbecue » : un phénomène de compensation

Un déplacement comprend nécessairement un moyen de déplacement allant de la marche à pied à l'avion, en passant par la voiture, le train, et bien d'autres. Ces différents moyens de transports émettent une quantité spécifique de CO₂, parfois nulle mais parfois à l'inverse particulièrement élevée. Dans un contexte mondial de réduction de CO₂, destructeurs de notre atmosphère, il est important de porter attention à la quantité émise par nos mobilités d'une part quotidiennes mais aussi occasionnelles.

Un phénomène mis en évidence par l'ingénieur et statisticien Jean-Pierre Orfeuil en 2002, « l'effet barbecue » présente l'existence d'un lien, d'une compensation entre les émissions de CO₂ des populations urbaines et celles des populations périurbaines. Cette idée se traduit par le fait que les émissions de CO₂ liées à la mobilité de l'ensemble urbain sont au total (soit sur une année par exemple) plus importantes que celles de l'ensemble périurbain ou rural. La notion de compensation, complexe dans ce cas, se situe entre les urbains qui émettent peu la semaine pour leur mobilité quotidienne comparé aux périurbains qui ont eux tendance à utiliser la voiture. Cependant, l'inverse se produit le week-end, les urbains vont avoir une mobilité plus importante que celle des périurbains. JP.Orfeuil explique ce phénomène par la possibilité de la population périurbaine à profiter de leur jardin pour faire un barbecue (d'où le nom donné à cet effet de compensation). (Orfeuil & Soleyret, 2002)

Cette notion implique donc un lien entre formes urbaines et mobilités. Elle remet aussi en question l'idée que la ville dense est l'avenir d'une ville durable où les mobilités et l'usage de la voiture sont moindres. « La sobriété des résidents centraux pour leurs déplacements quotidiens s'accompagne d'une mobilité plus intense à longue distance » (Orfeuil, 2020). Leur mobilité occasionnelle apparaît ici comme une limite à la ville compacte et à ses bienfaits.

La problématique qui en ressort alors, et qu'il s'agit de traiter est la suivante : **est-ce que l'hypothèse de « l'Effet Barbecue » énoncé en 2002 par Jean-Pierre Orfeuil et Danièle Soleyret peut être vérifiée avec des données actualisées ?**

Pour répondre à cette problématique, l'objectif est de rechercher les nouvelles données à disposition, de les structurer pour autoriser une analyse diachronique et de démontrer que cet effet de compensation est bien réel et actuel.

2.2. Le lieu de résidence impacte les déplacements et les distances parcourues

Nos déplacements sont, sans aucun doute, liés à notre localisation. Le mode de vie d'un urbain est, comme déjà énoncé, différent de celui d'un périurbain, et leur mobilité propre aussi. La question reste de savoir quel lien peut-on tisser entre ces deux notions et quelle est la conclusion que l'on peut en tirer.

« Pour résumer, plus on habite loin des centres et dans des zones de densité faible, plus on est amené à parcourir de kilomètres et à recourir intensément à l'automobile » (Orfeuil, 2002). La distance parcourue par les périurbains apparaît ici comme plus importante que celle des urbains. Cela est dû au fait que les espaces urbains sont factuellement attractifs que ce soit en termes d'emploi ou de services, ainsi le nombre de déplacement dont la destination est la ville est élevé. L'urbanisation et l'étalement urbain renforce cette différence en termes de déplacements, ils entraînent une augmentation de la distance parcourue pour atteindre la commune-centre. Généralement, la part des kilomètres parcourus lors de migration de semaine des périurbains sont donc plus élevés que celles des urbains. Cette idée a été exposée avec la « conjecture de Zahavi » qui affirme que « Les gains de vitesse se traduisent par un étalement urbain accentué par le fait que l'automobile permet d'accéder à tout le territoire. » (CROZET & JOLY, 2006).

En ce qui concerne les mobilités occasionnelles et celles de longues distances, un phénomène intéressant apparaît faisant face aux résultats des mobilités quotidiennes. En effet, les populations urbaines seraient les plus mobiles en ce qui concerne les longues distances. « Les exploitations de l'enquête transports sur le marché des déplacements à longue distance (Gouider, 1999) laissent en outre penser qu'il y a bien des vases communicants : les espaces résidentiels où la mobilité locale est la plus faible sont aussi, pour partie, ceux où la mobilité à longue distance est la plus élevée. » (Orfeuil, 2002). Cette mobilité élevée peut, pour certains, être expliquée par un désir de quitter la ville et son environnement dense, bruyant et polluant pour aller à la recherche de nature et de loisirs vers l'extérieur de la ville. La volonté de changer d'air ou d'environnement illustre cette mobilité plus importante chez les urbains que celle des périurbains, en considérant que ces derniers jouissent d'un environnement plus étendu, calme ou encore reposant. Le motif de déplacement peut alors être intéressant à prendre en compte, il permettrait alors une hypothèse d'explication. Cependant, ce projet de recherche vise seulement à décrire et à analyser factuellement le phénomène et non l'expliquer.

Le géographe et docteur en science Sébastien Munafó s'est lui aussi intéressé à cette problématique. Considérant le fait que les études menées à ce sujet et qui permettent d'affirmer que

la ville compacte est la représentation d'une ville durable, ne prennent pas en compte les données du week-end, le bureau d'études 6T (dont il est le directeur) a ainsi en 2017, étudié les mobilités des habitants de Genève et de Zurich (les deux plus grandes métropoles de Suisse). Après analyse, il démontre que les urbains ont finalement une mobilité annuelle plus importante que les périurbains comme on peut le voir sur la figure 3 à Zurich où l'on relève sur une année 27 057 km/personne pour le centre de Zurich contre 22 421 km/personne pour un périurbain de Zurich. Cela est à cause de la mobilité occasionnelle qui comprend plus de la moitié des kilomètres parcourus par personne sur l'année. « En fin de compte, ce sont les périurbains qui se démarquent des deux premiers groupes avec un total kilométrique annuel plus réduit » (Munafó, 2017). Ces résultats sont aussi en adéquation avec une étude menée à Paris et à Rome par le laboratoire LATTs.

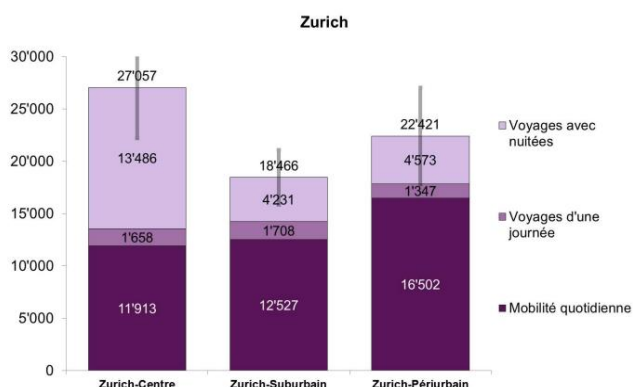


Figure 3 : Distances annuelles totales parcourues par personne en km
Source : Bureau 6t, Munafó

Même si raisonner en termes de distance parcourue nous informe sur les habitudes et comportements de chacun, aucune conclusion ne peut être tirée vis-à-vis de « l'effet barbecue ». En effet, ce dernier raisonne en émissions de CO₂ et non en déplacement. Bien que ces deux notions soient étroitement liées, l'un n'implique pas nécessairement l'autre.

2.3. Les déplacements à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre

L'étude effectuée par S.Munafó, a d'une part établi un lien entre la distance parcourue et le lieu de vie mais aussi avec les émissions de CO₂. Cette approche permet alors la mise en parallèle avec « l'effet barbecue » de JP. Orfeuill.

En effet, en raisonnant en énergie primaire relative à la mobilité annuelle, les recherches à Zurich et à Genève ont montré que les populations urbaines, malgré leur distance annuelle plus élevée, ne sont pas plus consommatrices que les populations périurbaines. En effet, en termes d'énergie primaire, ce sont les habitants du tissu périurbain qui consomment le plus à Zurich notamment pour la mobilité quotidienne avec près de 50 000 MJ sur une année contre 17 000 MJ pour ceux habitant dans le centre. (cf figure 4) Ces résultats ne sont pas rapportés à l'échelle individuelle dans l'étude mais nous savons que l'échantillon des habitants de Zurich centre est plus grand que celui des périurbains de Zurich (en effectifs pondérés : 222 pour le centre et 157 pour les périurbains). Le constat que l'on peut faire est que les urbains consomment bien plus pour la mobilité longue que pour la mobilité quotidienne, ce qui n'est assurément pas le cas des périurbains. Cela s'explique par l'habitude et la possibilité des urbains à utiliser les transports en communs quotidiennement, moins émetteur de gaz à effet de serre. Les périurbains sont eux contraints d'utiliser une voiture individuelle quotidiennement et leur bilan carbone en est affecté.

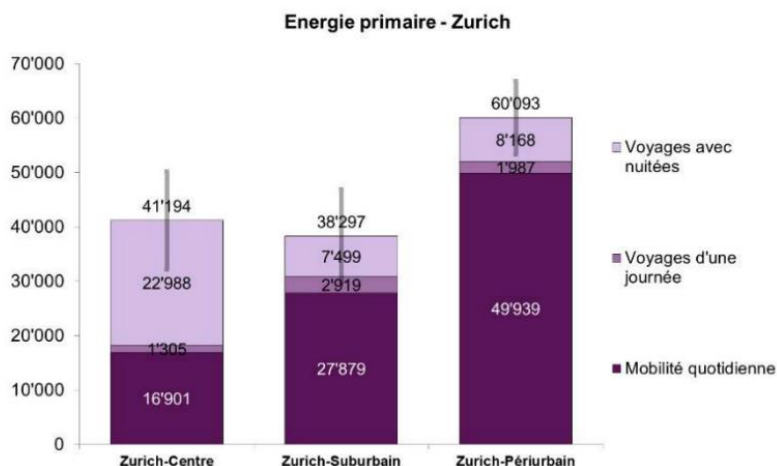


Figure 4 : Consommation d'énergie primaire relative à la mobilité annuelle à Zurich en MJ
Source : Bureau 6t, Munafó

Pour le cas de la ville de Genève, les dépenses énergétiques des populations urbaines et périurbaines sont finalement comparable, l'une n'est pas significativement plus élevée que l'autre, cependant les consommations pour les voyages avec nuitées sont plus élevées chez les urbains avec 16 760 MJ pour une année que les périurbains avec 13 330 MJ (voir figure 5).

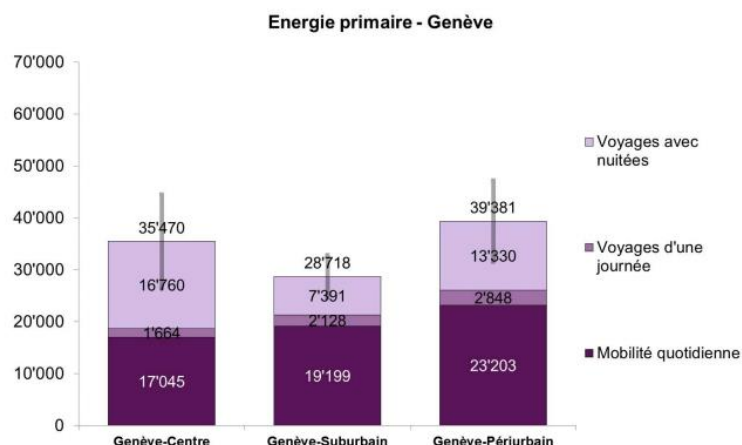


Figure 5 : Consommation d'énergie primaire relative à la mobilité annuelle à Genève, en MJ
Source : Bureau 6t, Munafó

Finalement, pour S.Munafó, l'hypothèse de « l'effet barbecue » n'est pas réelle, il soutient que c'est un raccourci émis à partir du constat que l'ensemble urbain a un bilan de distances annuelles bien plus élevés que l'ensemble périurbain lorsque l'on considère les mobilités occasionnelles. Néanmoins, il ne comptabilise pas d'écart en termes de consommation énergétique et donc d'émissions de gaz à effet de serre. Les urbains ne sont pas plus polluants que les périurbains et il affirme qu'il faut prendre en compte la socio démographie pour avoir une étude encore plus poussée ou bien une étude à but explicatif et non factuellement descriptive. En effet, ici n'est pas pris en compte le revenu, l'âge ou encore la catégorie socio professionnelle.

Tous les chercheurs ne sont pas du même avis, suite à l'enquête menée à Paris et à Rome, Nicolas Louvet a pour le coup lui affirmé l'hypothèse de « l'effet barbecue » : « L'effet barbecue existe donc

bel et bien ! Au terme de la recherche le constat est sans appel : il existe des déplacements de loisirs compensatoires qui peuvent aller jusqu'à inverser le bilan Carbone transports de ménages vertueux dans la vie de tous les jours. » (Louvet, 2011). Il parle d'inversion du bilan carbone surtout présent en Ile-de-France où la mobilité occasionnelle est la cause de cette inversion. L'offre de transport en France est conséquente, les usagers ont donc le choix et l'opportunité d'utiliser des modes de transports consommateurs. S'ajoute à cela le fait que pour quitter Paris et partir en vacances, le nombre de kilomètres est souvent considérable vu la situation géographique de la capitale. Ce résultat est beaucoup moins visible pour la ville de Rome où l'on peut considérer que les destinations de vacances sont plus proches.

« L'effet barbecue » suscite des avis divergents, certains pensent que c'est un raccourci alors que d'autres soutiennent cette hypothèse. L'intérêt de vérifier factuellement cette notion avec des données actualisées prend une toute autre importance, cela permettrait ainsi de se forger notre propre avis sur la question et d'agir en conséquence.

3. L'actualisation de la recherche à l'échelle nationale

3.1. Les indicateurs et critères à la base de l'hypothèse de l'« effet barbecue »

L'actualisation de cet effet de compensation passe d'abord par une étude des différents indicateurs qui ont permis d'admettre cette idée. Ainsi, en se basant sur ceux que JP.Orfeuill a utilisé pour émettre ce concept, nous pourrions ensuite les appliquer à notre cas.

Tout d'abord, l'étude de JP.Orfeuill s'appuie sur les résultats d'une enquête nationale : l'enquête transports et communication de 1994. Cette dernière avait pour objectif d'analyser et de comprendre les déplacements des Français, les comportements vis-à-vis de la mobilité et les différents modes de transports utilisés.

La taille du marché retenue pour cette étude ne comprend pas la marche à pied, en effet les données disponibles de l'enquête ne relèvent pas la marche à pied les fins de semaines, il est donc impossible de le prendre en compte. Trois types de mobilités sont ensuite définis :

- La *mobilité locale de semaine* qui comprend les déplacements à moins de quatre-vingts kilomètres du domicile entre le lundi et le vendredi
- La *mobilité locale de fin de semaine*, à moins de quatre-vingts kilomètres aussi mais comprise entre le samedi et le dimanche
- La *mobilité de longue distance* qui elle concerne les déplacements de plus de quatre-vingts kilomètres du domicile

Ces mobilités sont étudiées grâce à différents critères : le nombre de déplacements, la distance parcourue par les véhicules (les véhicules comprennent seulement les automobiles) et la distance parcourue par les personnes. Chaque critère expose des résultats différents. Lorsque l'on prend en compte le nombre de déplacements, c'est la mobilité locale de semaine qui est la plus importante. La mobilité locale elle, affiche le poids le plus important pour ce qui est de la distance parcourue par les automobiles. Enfin, en considérant les distances parcourues par tout type de modes de transports (on considère la distance parcourue par une personne), les résultats sont assez similaires pour la mobilité à longue distance et la mobilité locale de semaine.

Le motif est un élément à prendre en compte, cependant on considère seulement le motif de destination pour éviter toute complexité. Les motifs de la mobilité locale sont divisés en plusieurs catégories : on considère les déplacements obligés, pour le travail ou l'école par exemple, ces derniers

représentent la plus grande partie pour la mobilité locale de semaine (cf figure 6). Un autre motif concerne les déplacements pour des affaires personnelles (achats, services, accompagnement...) et enfin les loisirs qui représentent la plus grande part de la mobilité globale et celle de la mobilité à longue distance.

	Poids des motifs (%)			Ensemble
	obligés	affaires personnelles	loisirs	
Mobilité locale, dont	36,8	34,2	29,0	100
mobilité locale de semaine	47,6	33,3	19,1	100
mobilité locale de fin de semaine	11,8	39,7	48,5	100
Mobilité à longue distance	16,6	9,9	73,5	100
Ensemble	28,9	25,3	45,8	100

Calculs à partir des documents de l'enquête transports INRETS-INSEE 1993-1994 (Madre et Maffre, 1997a).

Figure 6 : Poids des motifs sur les marchés (en pourcentage des distances parcourues)

Source : JP. Orfeuill et D. Soleyret

La mobilité à longue distance est particulière et l'on peut relever des motifs spécifiques à cette mobilité comme les visites, les vacances en France ou à l'étranger, les déplacements liés au travail, les résidences secondaires ou autre.

Les émissions de gaz à effet de serre, enjeu majeur pour cette étude, dépendent des divers modes de transports utilisée pour les déplacements. En effet, raisonner en nombre de déplacements ou en distance parcourue ne suffit pas. Les modes de transports considérés ici sont la voiture, les deux-roues et les transports en commun. La mobilité globale s'effectue le plus souvent en voiture avec 73,9% des distances parcourues et les services de transport sont le moyen le plus utilisé pour la mobilité à longue distance avec 46% des distances parcourues. Comme déjà énoncé, la marche à pied n'est pas prise en compte ici.

	Parts des distances parcourues (%)		
	en voiture	en deux-roues	par service de transport
Mobilité locale, dont	86,4	2,1	11,3
mobilité locale de semaine	83,7	2,1	13,9
mobilité locale de fin de semaine	93,5	2,1	4,4
Mobilité à longue distance	53,7	0,3	46,0 ^(*)
Ensemble	73,9	1,3	24,8

(*) Tous services, y compris bateau et non déclaré

Calculs à partir des documents de l'enquête transports INRETS-INSEE 1993-1994 (Madre et Maffre, 1997a).

Figure 7 : Parts des distances parcourues dans les différents modes sur les marchés

Source : JP. Orfeuill et D. Soleyret

« L'effet barbecue » établit un lien entre formes urbaines et mobilités, or aucun n'indicateur nous permet pour l'instant de faire ce lien. L'information sur la localisation résidentielle est appréciée à l'aide de deux critères : la taille du bassin de vie et la localisation dans le bassin de vie. D'après l'INSEE, le bassin de vie est « le plus petit territoire sur lequel les habitants ont accès aux équipements et services les plus courants » (INSEE). On retrouve alors une différenciation des tailles d'agglomération en trois catégories : l'agglomération parisienne, celles de plus de 100 000 habitants et celles de moins de 100 000 habitants. (cf figure 8) La localisation au sein du bassin de vie est davantage divisée avec :

- Hors Ile de France : le centre, la banlieue, la périphérie et le rural

- En ile de France : Paris, la petite couronne et la grande couronne

	Distances par personne et par semaine (km)								
	Taille d'agglomération			Localisation au sein du bassin de vie					
	agglomération parisienne	plus de 100 000 habitants	moins de 100 000 habitants	hors Île-de-France				en Île-de-France	
				centre	banlieue	périphérie	rural	Paris	petite couronne
Mobilité locale de semaine	107	95	119	85	104	124	140	61	94
Mobilité locale de fin de semaine	49	53	52	50	45	63	60	27	38
Mobilité à longue distance	148	92	78	97	94	68	54	231	113
Ensemble	304	240	249	232	243	255	254	319	245

Exploitations spécifiques de l'enquête transports INRETS-INSEE 1993-1994.

Figure 8 : Distances parcourues par semaine selon la taille de l'agglomération et la position de la commune de résidence
Source : JP. Orfeuill et D. Soleyret

L'agglomération parisienne est très souvent mise de côté ou du moins n'est pas étudiée dans le même temps que toutes les autres agglomérations françaises. Du fait de sa population et de l'organisation de son armature urbaine, l'agglomération parisienne se différencie des autres agglomérations, c'est la raison pour laquelle JP.Orfeuill a décidé de l'étudier spécifiquement. Son hypothèse de « l'effet barbecue » est d'ailleurs plus marquée pour les Parisiens qui sont les premiers à voir leur bilan carbone inversé à cause de leur mobilité longue. « La surmobilité francilienne par rapport à la moyenne française [...] mérite d'être analysée, tant les spécificités franciliennes susceptibles de l'expliquer sont nombreuses : proportion de cadres plus importante, populations plus jeunes conservant des attaches en province, densité pouvant porter un besoin de sortir, dessertes ferrées et aériennes exceptionnelles... » (Orfeuill, 2002) Néanmoins, même si JP.Orfeuill tentait d'expliquer cet effet de compensation, ce sujet de recherche vise à comparer factuellement les résultats qu'il a pu obtenir avec ceux que nous allons obtenir, nous ne tenterons pas de se « risquer » ici à entrer dans le terrain de l'explication.

3.2. Le périmètre de recherche pour l'actualisation

La nouvelle enquête de 2018-2019 « Mobilités des personnes » fait suite à l'enquête nationale transports et de déplacements (de 2007 – 2008) et à l'enquête transports et communications (de 1993-1994). Ces enquêtes se font généralement tous les 10 ans. Elle permet elle aussi de décrire les comportements, à l'échelle nationale, de la mobilité des ménages. Cette enquête a donc été effectuée avant la pandémie du Covid19, les résultats sont exploitables, aucun confinement ou restrictions ne vient altérer les tendances. Elle couvre la période entre avril 2018 et avril 2019 et porte sur plus de 21 000 logements. Le SDES (services des études statistiques) met à disposition les résultats de cette enquête, ce qui nous permet de repérer les indicateurs à prendre en compte. L'enjeu étant de vérifier l'hypothèse émise par JP.Orfeuill, l'idée est ici de se rapprocher le plus possible de son périmètre, ses indicateurs et ses critères. Cependant, des critères ont évolué, l'étude ne sera nécessairement pas la même, l'enjeu est aussi de s'approprier les indicateurs et les adapter à notre société actuelle mais aussi à nos hypothèses et à nos choix.

Le périmètre d'étude, point important lors de l'élaboration d'une étude comme celle-ci, ne concerne ici que les communes pour lesquelles les mobilités vers les communes centres sont importantes. En se basant sur le zonage en aire d'attraction des villes de l'INSEE, la localisation du lieu de résidence dans le bassin de vie est alors définie par trois indicateurs : les autres communes du pôle, les communes du pôle et les communes-centres (les communes hors attraction des villes ne sont pas prise en compte). La figure 9 est un exemple de tableau effectué à partir du tableau d'origine

disponible grâce au SDES et en ne considérant que les informations nécessaires, ici la mobilité locale de semaine en fonction de la localisation dans le bassin de vie.

	Autres communes en pôle	Communes des couronnes	Communes-centres	Ensemble
Population concernée (en milliers)	13 981,2	24 983,5	16 670,7	55 635,3
Nombre de déplacements par personne	3,0	3,0	3,1	3,0
Distance moyenne par déplacement (en km)	7,6	11,0	5,7	8,1
Nombre de déplacements (en millions)	41,8	75,9	51,9	169,6
Nombre de voyageurs-km (en millions)	316,4	834,2	293,7	1 444,3

Figure 9 : Mobilité locale de semaine en fonction de la localisation du lieu de résidence

Source : SDES, Auteure : Maria Cros

La taille du bassin de vie est différenciée par trois critères : les aires de moins de 200 000 habitants, celles de plus de 200 000 habitants et l'aire de Paris. La figure 10 ci-dessous, présente le tableau accessible à l'origine de l'enquête sur lequel des couleurs ont été ajoutés afin de mettre en évidence les données dont nous avons besoin et sur lesquelles nous allons nous appuyer pour répondre à la problématique. On retrouve en rose clair les aires de moins de 200 000 habitants, en orange celles de plus de 200 000 habitants et puis en rouge l'aire de Paris.

	Communes hors attraction des villes	Aires de moins de 50 000 habitants	Aires de 50 000 à moins de 200 000 habitants	Aires de 200 000 à moins de 700 000 habitants	Aires de 700 000 habitants ou plus (hors Paris)	Aire de Paris
Population concernée (en milliers)	3 847,1	7 796,2	10 219,8	14 115,3	11 615,3	11 888,7
Nombre de déplacements par personne	2,9	3,0	3,1	3,2	3,0	2,9
Distance moyenne par déplacement (en km)	12,0	10,1	8,8	7,9	8,4	8,1
Temps moyen par déplacement (en mn)	19,6	17,9	18,2	18,3	21,1	26,2
Nombre de déplacements (en millions)	11,2	23,0	31,4	45,4	35,4	34,5
Nombre de voyageurs-km (en millions)	134,5	231,5	275,9	360,5	297,5	278,8

Figure 10 : La mobilité locale un jour de semaine selon la taille des aires d'attraction des villes

Source : SDES, Auteure : Maria Cros

Au final, les critères sont plus ou moins similaires avec ceux de 2002, le découpage en fonction de la localisation du lieu de résidence dans le bassin de vie est comparable pour les deux études :

- *Centre* (critère de JP.Orfeuill) devient les *communes-centres* (nouveau critère)
- *Banlieue* (critère de JP.Orfeuill) devient les *communes du pôle* (nouveau critère)
- *Périphérie* (critère de JP.Orfeuill) devient les *autres communes du pôle* (nouveau critère)

La différenciation avec l'agglomération parisienne n'est cependant pas faite pour la localisation du lieu de résidence, on ne la retrouve que pour la taille de l'aire d'attraction. L'hypothèse portée en particulier sur l'agglomération de Paris ne pourra pas être étudiée en conséquence de la même façon qu'elle l'a été en 2002.

Les critères étudiés dans cette analyse sont le nombre de déplacements et le nombre de voyageurs-km, une unité de mesure qui correspond au transport d'un voyageur sur une distance d'un kilomètre (INSEE).

En ce qui concerne la mobilité locale de semaine et de week-end, soit « l'ensemble des déplacements pour une activité dans un rayon de 80km à vol d'oiseau autour du domicile » (Ministère de la Transition Ecologique), les modes de transports étudiés sont ceux recensés sur la figure 11 : la marche à pied, le vélo, les transports en commun, la voiture, les deux roues motorisées et autre. Un

autre tableau (cf figure 12) permet aussi d'avoir le lien entre la localisation dans le bassin de vie et le mode de transport en structure de voyageurs-km.

	Marche à pied	Vélo	Transports en commun	Voiture	Deux roues motorisées	Autre	Ensemble
Distance moyenne par déplacement (en km)	1,0	3,1	11,8	11,3	12,1	14,9	8,7
Temps moyen par déplacement (en mn)	14,4	18,0	42,0	19,5	24,2	24,4	20,4
Nombre de déplacements (en millions)	42,9	4,9	16,7	113,6	2,0	0,8	180,9
Nombre de voyageurs-km (en millions)	40,8	15,2	197,6	1 288,9	24,1	12,2	1 578,8

Figure 11 : La mobilité locale un jour de semaine selon le mode de transport

Source : SDES, Auteure : Maria Cros

Structure des voyageurs-km (en %)					
	Communes hors attraction des villes	Autres communes en pôle	Communes des couronnes	Communes-centres	Ensemble
Mode principal					
Marche à pied	1,3	3,4	1,3	5,9	2,6
Vélo	0,7	1,0	0,7	1,9	1,0
Transports en commun	3,7	25,0	7,9	16,2	12,5
Voiture	92,0	67,8	88,1	73,5	81,6
Deux roues motorisé	1,2	2,1	1,3	1,9	1,5
Autre	1,1	0,8	0,8	0,6	0,8
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Figure 12 : La mobilité locale un jour de semaine selon le mode de transport et selon la localisation du lieu de résidence

Source : SDES, Auteure : Maria Cros

Pour la mobilité longue distance, d'autres modes de transports ont été détaillés, on y différencie la voiture, le train, l'avion, l'autocar et la catégorie autres. Ces données sont aussi exprimées en fonction de la localisation dans le bassin de vie et en pourcentage de voyageurs-km. (cf figure 13)

Répartition des voyageurs-kilomètres (%)					
	Communes hors attraction des villes	Autres communes en pôle	Communes des couronnes	Communes-centres	Total
Mode de transport principal (des déplacements du voyage) ¹					
Voiture	59,6	36,0	48,7	36,4	42,3
Train	6,2	12,1	5,3	15,8	10,1
Avion	29,4	48,0	41,8	43,1	43,2
Autocar	3,1	1,7	2,0	2,5	2,1
Autre mode	1,7	2,2	2,2	2,2	2,2
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Figure 13 : La mobilité longue distance selon le mode de transport

Source : SDES, Auteure : Maria Cros

Les motifs ne sont définis pas de la même façon pour la mobilité locale ou pour la mobilité longue distance, ils sont alors plus détaillés lorsqu'il ne s'agit pas d'une mobilité de semaine. La mobilité locale de semaine ne différencie que les déplacements domicile-travail, ceux pour les affaires personnelles, ceux pour l'école et les déplacements secondaires. La mobilité locale de fin de semaine et la mobilité longue distance sont bien plus détaillées et distinguent les visites, du sport, du retour au domicile, des vacances, des motifs professionnels... Cette distinction de nombreux motifs n'apporte pas grand intérêt pour la recherche. Effectivement, l'idée est de démontrer une relation entre les mobilités locales de semaine et les mobilités de fin de semaine ou occasionnelle, il n'est pas nécessaire ici de distinguer les différents motifs de déplacements pour démontrer cette notion. D'autant plus que la démonstration se fait de façon descriptive et non explicative.

En somme, les indicateurs et les critères pris en compte pour l'actualisation sont assez semblables à ceux identifiés pour l'étude originale. Une comparaison pourra alors être possible entre nos résultats obtenus et ceux obtenus en 2002 par JP.Orfeuil, à l'exception de l'analyse à l'échelle de l'Île de France.

Effectivement, n'ayant pas encore la possibilité de distinguer les données pour l'Île de France des données nationales, nous n'avons pas l'opportunité d'analyser ces dernières individuellement. Pourtant, cela pourrait être judicieux en sachant que les mobilités de l'Île de France sont remarquables et se différencie de la plupart des autres métropoles.

3.3. Les facteurs d'émissions

Les données de l'enquête mobilités personnes s'expriment avec différentes unités : déplacements, km, passager.km... mais elles ne sont pas suffisantes pour exprimer la quantité de CO₂ émise. En effet, il faut se baser sur des facteurs d'émissions qui permettent justement de faire le lien entre des kilomètres parcourus et la quantité de CO₂ équivalente émise par exemple. Plusieurs sources proposent des facteurs d'émissions notamment en fonction de différentes unités, certaines s'expriment en fonction des km parcourus, d'autres en fonction des passager.km.

Nous avons choisi ici d'utiliser les facteurs d'émissions de la base Carbone de l'ADEME (site web : Bilan GES ADEME). Ces facteurs sont souvent utilisés pour effectuer un bilan GES (gaz à effet de serre), ils sont issus de différentes sources comme le manuel des facteurs d'émissions pour le transport routier (HBEFA recense les facteurs d'émissions, la consommation de carburant et d'énergie pour divers types de véhicules), la SNCF ou encore le calculateur TRAMAAC (Traitements et Analyses des rejets émis dans l'Atmosphère par l'Aviation Civile). Ces derniers sont, en majorité, exprimés en kgCO₂e/passager.km. Le lien pour calculer les émissions équivalentes aux différents déplacements est alors direct puisque les données de l'enquête sont pour la plupart exprimées en passager.km.

L'enquête mobilité personne recense les déplacements en fonction des modes de transports, ces différents moyens de transports ont un facteur d'émissions propre à chacun que nous allons détailler (*cf tableau 14*). Tous les facteurs d'émission choisis ici prennent en compte seulement le poste amont et combustion, soit du puit à la roue, on ne considère pas le poste de fabrication pour une raison de simplification. Le poste amont correspond aux émissions indirectes liées à la mise à disposition des combustibles (extraction, raffinage, transport et distribution) et le poste combustion aux émissions liées à la combustion du carburant. Le poste fabrication lui comprend les émissions liées à la fabrication du matériel de transport. Aussi, toutes les données proviennent de la même année : 2018 (ce qui correspond le plus souvent à la dernière mise à jour).

Un des facteurs d'émissions dont nous avons besoin est celui de la voiture. Après différentes hypothèses, un ajout du taux de remplissage (pour avoir les données en passager.km) et un couplage des données entre HBEFA et le Comptes des transports de 2019, la base carbone de l'ADEME expose les facteurs d'émissions GES puits à la roue en fonction des différentes catégories : gazole, essence, GNV, GPL et E85 mais aussi courte et longue distance. Nous avons ici choisi la situation la plus générale, soit la voiture à motorisation moyenne et mixte pour la distance, pour laquelle le facteur d'émission est de 0,119 kgCO₂e/passager.km avec une incertitude non négligeable de 60%. Ce facteur d'émission d'une voiture moyenne pour le carburant et mixte pour la distance est calculé d'après la répartition suivante :

- 59% de moteur gazole, 39% de moteur essence, 2% autres (Statistique développement durable)
- Et une hypothèse : pour les longues distances la consommation est de -10% par rapport à la moyenne et pour les courtes distances + 10% par rapport à la moyenne

Pour ce qui est des transports en commun, la base carbone s'appuie sur les données de l'UTP (Union des Transports Publics) et de la RATP (région autonome des transports parisiens). Après

diverses hypothèses, il en résulte des facteurs d'émissions pour les autobus, les métros, les RER et transiliens, les tramways et les trolleybus. Sachant que chacun de ces modes de transports sont classés en fonction de la taille de l'agglomération, nous avons d'abord effectué une moyenne entre les différentes valeurs correspondant aux tailles des villes puis une moyenne des valeurs de chaque mode de transports. On obtient alors le tableau ci-dessous (cf figure14) qui est finalement une approximation du réel, il serait possible d'améliorer ce calcul en effectuant une moyenne pondérée mais la question ne se pose pas ici. Il est tout à fait possible de continuer les calculs avec cette approximation étant donné que nous savons que nous en avons fait une, les résultats ne seront pas faux et il n'est pas nécessaire d'ajouter de la précision. Les incertitudes sont toutes ici à 60% sauf pour les transports de l'Ile de France où l'incertitude baisse à 20%.

<i>Modes de transports</i>	<i>Facteurs d'émissions (kgCO₂e/passager.km)</i>	<i>Incertainité</i>
Voiture moyenne - mixte -2018	0,119	60%
Autobus moyen - aggro de 100 000 hab à 250 000 hab	0,137	60%
Autobus moyen - aggro de plus de 250 000 hab	0,129	60%
Autobus moyen - aggro de moins de 100 000 hab	0,146	60%
Autobus moyen - moyenne des différentes tailles d'agglo	0,137	
Métro - 2018 - Ile de France	2,60E-03	20%
RER et transilien - 2018 - Ile de France	4,50E-03	20%
Tramway - 2018 - Ile de France	2,30E-03	20%
Métro Tramway Trolleybus - 2018 - Agglo > 250 000 hab	2,98E-03	60%
Métro Tramway Trolleybus - 2018 - Agglo de 100 000 à 250 000 hab	4,72E-03	60%
Moyenne des métro / tramways dans les différentes villes	3,42E-03	
Moyenne transports en commun	0,0704	

Figure 14 : Les facteurs d'émissions en kgCO₂e/passager.km et leur incertitude en fonction des modes de transports
Source : ADEME, base carbone bilan GES / Auteure : Maria Cros

Les données d'entrées comptabilisent aussi les déplacements en deux roues et une catégorie autres, seulement le facteur d'émission pour les deux roues motorisées n'étant pas exprimé en passager.km mais juste en km, il est impossible de pouvoir l'intégrer à notre calcul au risque de fausser le résultat. Nous avons donc fait le choix de ne pas prendre en compte les deux roues motorisées et la catégorie autre, ces derniers n'ont de toute façon pas de réelle influence sur le résultat étant donné qu'il représente en moyenne autour de 2% dans la répartition des transports.

Pour les mobilités longues, les moyens de transports étudiés sont le train, l'avion et l'autocar. La plupart des données pour le transport ferroviaire est issue de la SNCF. Ici aussi, une moyenne a été faite entre les trains grandes lignes, les TGV et les TER avec traction moyenne, on obtient un résultat

de 0,011 kgCO₂e/passager.km (cf figure 15). On remarque que les résultats pour le TER sont moins certains que pour les TGV et les trains grandes lignes, avec une incertitude de 60% pour les TER contre 20% pour les autres.

Quant à l'avion, la DGAC (direction générale de l'aviation civile) avec le calculateur TRAMAAC permet d'obtenir des facteurs d'émissions déclinés en fonction des courts, moyens et longs courriers. Ajouté aux émissions de CO₂ par la production et combustion du carburant, les trainées de condensations des avions sont aussi un motif de pollution atmosphérique. Cependant, nous avons pris en compte ici des données sans trainées puisqu'elles sont plus stables et que l'incertitude est moindre vis-à-vis de celles avec trainées (on passe de 10% à 70% pour les avions avec trainées). En effet, ces dernières sont encore un sujet de recherche scientifique actuel. Finalement, nous arrivons à une moyenne de 0,109kgCO₂e/passager.km.

Enfin, le facteur d'émission pour l'autocar roulant au gazole est de 0,02949 kgCO₂e/passager.km avec une incertitude de 60%.

<i>Modes de transports</i>	<i>Facteurs d'émissions (kgCO₂e/passager.km)</i>	<i>Incertitude</i>
Voiture moyenne - mixte -2018	0,119	60%
Train grandes lignes - 2018	0,006	20%
TGV - 2018	0,002	20%
TER - 2018 - Traction moyenne	0,027	60%
Moyenne Train	0,011	
Avions passagers - court courrier - 2018 - sans trainées	0,141	10%
Avions passagers - moyen courrier - 2018 - sans trainées	0,102	10%
Avions passagers - long courrier - 2018 - sans trainées	0,083	10%
Moyenne Avion	0,109	
Autocar - Gazole	0,02949	60%

Figure 15 : Les facteurs d'émissions en kgCO₂e/passager.km et leur incertitude en fonction des modes de transports
Source : ADEME, base carbone bilan GES / Auteure : Maria Cros

Après avoir estimé et déterminé les différents facteurs d'émissions, il faut passer au calcul des émissions des différentes populations. D'abord nous allons calculer les émissions de CO₂ pour la mobilité locale d'un jour de semaine, puis celle du week-end et pour finir la mobilité longue. Ces résultats vont ensuite être individualisés pour qu'une interprétation soit possible et que l'on puisse ainsi les comparer à l'hypothèse de départ et savoir si cet « effet barbecue » est observé avec de nouvelles données ou pas.

4. Les résultats et interprétation de l'actualisation

4.1. Les émissions pour la mobilité locale de semaine

La mobilité locale d'un jour de semaine, comme indiqué plus haut, concerne surtout les déplacements domicile-travail. On retrouve dans les données téléchargées de l'enquête mobilité personnes, l'annotation suivante : « Sauf mention contraire, les données figurant dans ce fichier concernent les déplacements locaux (qui amènent à moins de 80 km du domicile) réalisés un jour de semaine (du lundi au vendredi). » (Enquête sur la mobilité des personnes, 2018-2019)

Ces données de l'enquête mobilité personnes, disponibles en téléchargement, nous permettent de construire le tableau ci-dessous. Etant donné que nous avons la part des différents modes de transport en fonction de la localisation du lieu de résidence ainsi que le nombre de voyageurs-km total, il est possible de calculer le nombre de voyageurs-km pour chaque localisation du lieu de résidence et par modes de transport. Enfin, en multipliant ce résultat par le facteur d'émission et en sommant pour chaque localisation, on obtient les émissions totales en TCO₂e en fonction de la localisation. Les différentes localisations étudiées ici sont les communes centres, les autres communes en pôle et les communes des couronnes. **On considère comme urbains ceux habitant dans les communes centres et les autres communes en pôle et les périurbains sont ceux qui résident dans les communes des couronnes.** (cf schéma n°1 p3)

A partir du tableau de calcul, nous pouvons en ressortir différents graphiques (cf figure 17 et figure 18). Ces derniers nous permettent de tirer une conclusion sur la situation. Par exemple, le premier graphique représente la quantité de CO₂ en fonction de la localisation du logement pour un jour de semaine. On remarque alors que ce sont ceux résidant dans les communes-centres qui émettent le moins de CO₂. Cependant, ceux résidant dans les autres communes du pôle ont des résultats très proches, la différence entre les deux est seulement de 2 021 TCO₂e/jour. En effet, les communes centres ont plus tendances à effectuer des trajets à pied ou en voiture, là où les autres communes du pôle utilisent plus les transports en communs. En parallèle, les communes des couronnes utilisent majoritairement la voiture avec 88%, les autres modes de transports en deviennent presque négligeables avec moins de 8% pour les transports en communs.

Les émissions calculées pour l'instant sont seulement celles pour une seule journée de la semaine entre le lundi et le vendredi. Pour pouvoir comparer ces résultats aux autres mobilités et arriver à avoir des chiffres sur une année, il faut multiplier ces résultats par le nombre de jours de travail pour l'année d'étude. En partant de l'hypothèse qu'il y a 25 jours de congés payés par an et qu'entre avril 2018 et avril 2019, il y a eu : 253 jours ouvrés, 303 jours ouvrables et 9 jours fériés hors week-end. Nous pouvons alors comptabiliser 227 jours de travail, 25 jours de congés payés, 104 jours de week-end et 9 jours fériés.

Ainsi, en appliquant les émissions pour tous les jours de travail de l'année et en sommant les deux premières catégories, nous pouvons arriver à une comparaison entre les population urbaines et périurbaines. Au total, les périurbains émettent plus de 20 millions TCO₂e/an contre 13 millions TCO₂e/an pour ce qui concerne les mobilités de jour de semaine. Ces résultats conforte l'hypothèse de JP.Orfeuill puisqu'il avait aussi identifié ceux habitant en périphérie comme ceux émettant le plus de CO₂ pour ce qui est de la mobilité de semaine. Les incertitudes des facteurs d'émissions façonnent l'interprétation de ces résultats, en effet, on remarque que les marges d'erreurs sont relativement conséquentes et se chevauchent. L'écart entre les valeurs des deux catégories est variable, il peut être réduit ou élargi et les valeurs peuvent se retrouver à être plus ou moins égales.

Néanmoins, ces résultats sont à interpréter dans un second temps avec une analyse par personne pour ne pas tirer des conclusions trop hâtives, en effet, l'ensemble des périurbains émettent plus que l'ensemble des urbains mais nous ne savons pas si les deux ensembles sont de la même taille et donc comparables.

	Localisation du lieu de résidence	Nombre de voyageurs-km total (en millions)	Modes de transports	Répartition par modes de transports en %	Nombre de voyageurs-km par modes de transports (en millions)	Emissions en TCO2e	Total en TCO2e/jour	Total en TCO2e/an
Urbains	Communes-centres	293,7	Marche à pied	5,9	17,22	0,00	29 060,88	13 652 495,61
			Vélo	1,9	5,53	0,00		
			Transports en commun	16,2	47,71	3 357,39		
			Voiture	73,5	216,00	25 703,49		
			Deux roues motorisé	1,9	5,52	X		
			Autre	0,6	1,73	X		
	Autres communes du pôle	316,4	Marche à pied	3,4	10,78	0,00	31 082,27	
			Vélo	1,0	3,12	0,00		
			Transports en commun	25,0	79,13	5 568,86		
			Voiture	67,8	214,40	25 513,41		
			Deux roues motorisé	2,1	6,54	X		
			Autre	0,8	2,43	X		
Périurbains	Communes des couronnes	834,2	Marche à pied	1,3	11,04	0,00	92 064,09	20 898 547,87
			Vélo	0,7	5,61	0,00		
			Transports en commun	7,9	65,81	4 631,40		
			Voiture	88,1	734,73	87 432,69		
			Deux roues motorisé	1,3	10,46	X		
			Autre	0,8	6,55	X		

Figure 16 : Les émissions en TCO2e en fonction de la localisation du lieu de résidence pour la mobilité jour de semaine

Source : SDES, Auteure : Maria Cros

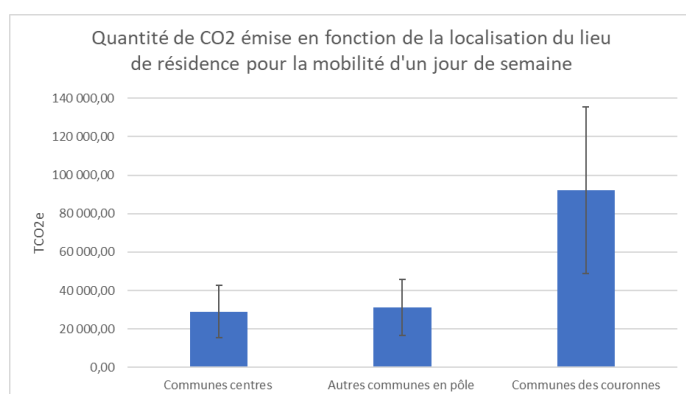


Figure 17 : Quantité de CO2e en fonction de la localisation du lieu de résidence pour la mobilité d'un jour de semaine

Source : SDES, Auteure : Maria Cros

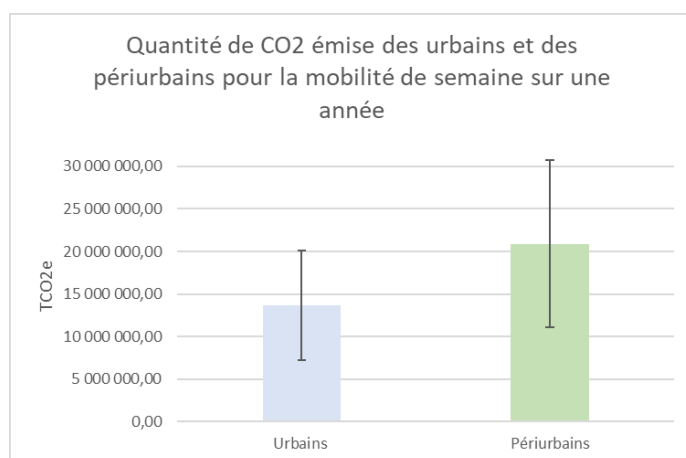


Figure 18 : Quantité de CO2e pour la mobilité de tous les jours de semaine sur une année des urbains et des périurbains

Source : SDES, Auteure : Maria Cros

4.2. Les émissions pour la mobilité locale de week-end

La mobilité locale du week-end concerne les déplacements à moins de 80km et qui sont effectués un samedi ou un dimanche. De la même façon que pour la mobilité locale d'un jour de semaine, les données d'entrée nous permettent de construire un tableau complet calculant la quantité de CO₂ émise selon la localisation du logement dans l'aire d'attraction. En effet, en connaissant le nombre de voyageurs-km total de chaque type de localisation ainsi que la répartition des modes de transports utilisés en pourcentage, on peut calculer le nombre total de voyageur-km par modes de transport. Ainsi, en multipliant par le facteur d'émissions, on obtient donc la quantité de CO₂ émise par localisation du lieu de résidence.

Les différentes localisations du lieu de résidence sont équivalentes à la mobilité locale d'un jour de semaine :

- Les communes centres et les autres communes du pôle, ce qui correspond aux urbains
- Les communes des couronnes, ce qui correspond aux périurbains.

Le tableau ci-dessous (cf figure 19) nous permet d'interpréter les émissions de l'ensemble urbain et de l'ensemble périurbain en ce qui concerne la mobilité courte de week-end. Les résultats obtenus suite à la multiplication par les facteurs d'émissions sont exprimés en jour. Or nous savons qu'il y a eu 104 jours sur l'année, on peut donc arriver en multipliant par le nombre de jours et en sommant les émissions des communes centres et des autres communes du pôle aux émissions totales des urbains et des périurbains sur une année. Les populations urbaines émettent donc au total près de 6 800 000 TCO₂e/an contre 7 300 000 TCO₂e/an pour les populations périurbaines. Ce sont donc les périurbains qui sont les plus émetteurs de CO₂, encore une fois il s'agit de l'ensemble des périurbains et de l'ensemble des urbains, les deux ne sont pas réellement comparable de par la taille des échantillons et il s'agira de rapporter ces résultats pour un seul habitant afin de tirer une conclusion. Cependant, de premier abord, cela ne valide pas l'hypothèse qui avait été posée par JP.Orfeuill puisque pour lui, les périurbains se déplacent moins que les urbains le week-end étant donné qu'ils peuvent profiter d'un environnement plus agréable. Cette réflexion reste à approfondir par la suite.

Là aussi, les barres d'erreurs illustrent bien l'importance et l'influence de l'incertitude des facteurs d'émissions, elles se chevauchent et montrent l'éventualité que les deux valeurs soient dans égales. Dans ce cas, les deux populations seraient assez comparables et l'une ne se démarquerait pas plus qu'une autre.

	Localisation du lieu de résidence	Nombre de voyageurs- km total (en millions)	Modes de transports	Répartition par modes de transports en %	Nombre de voyageurs-km par modes de transports (en millions)	Emissions en TCO2e	Total en TCO2e/jour	Total TCO2e/an
Urbains	Communes- centres	325,5	Marche à pied	5,80	18,88	0,00	34 383,00	6 871 294,94
			Vélo	1,50	4,88	0,00		
			Transports en commun	7,20	23,44	1 649,49		
			Voiture	84,50	275,07	32 733,51		
			Deux roues motorisées	0,90	2,93	X		
			Autre	0,10	0,33	X		
	Autres communes du pôle	302,6	Marche à pied	3,40	10,29	0,00	31 687,14	
			Vélo	0,50	1,51	0,00		
			Transports en commun	19,10	57,80	4 067,58		
			Voiture	76,70	232,10	27 619,56		
			Deux roues motorisées	0,30	0,91	X		
			Autre	0,00	0,00	X		
Périurbains	Communes des couronnes	619,8	Marche à pied	1,90	11,78	0,00	70 292,24	7 310 393,35
			Vélo	1,00	6,20	0,00		
			Transports en commun	1,70	10,54	741,52		
			Voiture	94,30	584,46	69 550,73		
			Deux roues motorisées	0,80	4,96	X		
			Autre	0,30	1,86	X		

Figure 19 : Les émissions en TCO2e en fonction de la localisation du lieu de résidence pour la mobilité du we
Source : SDES, Auteure : Maria Cros

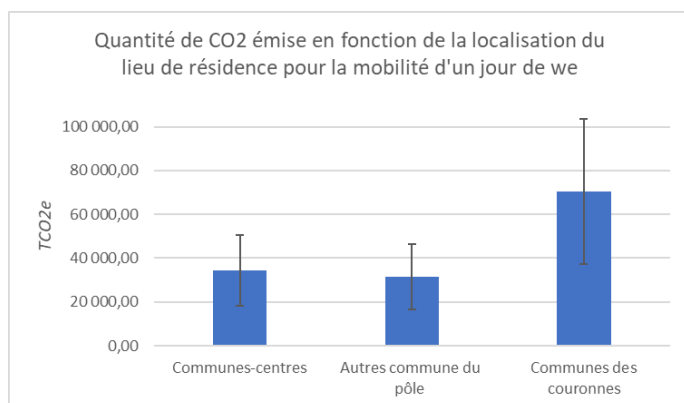
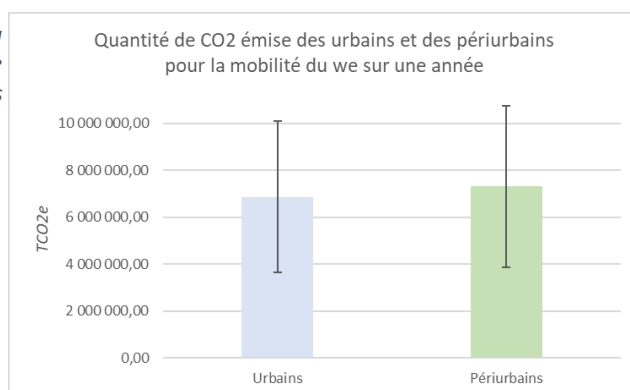


Figure 20 : Quantité de CO2e pour la mobilité du we en fonction de la localisation du lieu de résidence
Source : SDES, Auteure : Maria Cros

Figure 21 : Quantité de CO2e pour la mobilité du we des urbains et des périurbains sur une année
Source : SDES, Auteure : Maria Cros



4.3. Les émissions pour la mobilité longue distance

La mobilité longue distance concerne comme énoncé plus tôt les déplacements de plus de 80km à vol d'oiseau du domicile. Ces déplacements sont plus rares que les déplacements de courte distance mais la procédure pour calculer les émissions de CO₂ est la même. Les modes de transports sont tout de même différents puisque l'on ne prend plus en compte les transports en commun tel que le métro, tramway, autobus mais plutôt les autocar, trains et avions.

Les données d'entrées sont aussi un peu différentes que celles pour la mobilité courte, en effet, nous n'avons pas accès au nombre de voyageurs-km total en fonction de la localisation du lieu de résidence. Cependant, il est possible de le calculer. Etant donné que pour chaque catégorie : autres communes du pôle, communes des couronnes et communes-centres, nous avons la population, le nombre de voyages par personne et le nombre de km par voyages, il est possible de calculer le nombre de voyageurs-km en effectuant la multiplication des trois. On obtient le tableau ci-dessous.

Catégorie de la commune de résidence dans le zonage en aires d'attraction des villes	Population (milliers)	Nombre de voyages par personne	Nombre de km par voyage	Nombre de voyageurs-km (en millions)
Autres communes en pôle	13 981,2	5,7	1 473,8	117,96
Communes-centres	16 670,7	6,8	1 153,3	131,48
Communes des couronnes	24 983,5	6,3	1 152,5	182,68

Figure 22 : Le nombre de voyageurs-km en fonction de la localisation du lieu de résidence

Source : SDES, Auteure : Maria Cros

Le calcul ensuite est similaire que pour la mobilité courte, nous utilisons donc les facteurs d'émissions présentés plus haut (cf figure 15) et l'on arrive donc au tableau suivant (cf tableau 23) exprimant les émissions de CO₂ totales pour les urbains (communes-centres et autres communes en pôle) et les périurbains (communes des couronnes).

Pour rappel, quand on parle de déplacement de longue distance, il est possible qu'il y ait plusieurs modes de transports utilisés, on considère ici comme mode de transport principal celui qui est le plus « lourd » parmi ceux utilisés, la hiérarchisation étant la suivant : avion > train > autocar > voiture.

En somme, ce sont les populations urbaines qui émettent le plus de CO₂ pour la mobilité à plus de 80km de chez eux avec presque 23 000 TCO₂e comparé à 19 000 TCO₂e pour les populations périurbaines (cf figure 24 et 25). Si l'on ajoute à ces résultats les incertitudes avec les barres d'erreurs, on se rend bien compte que l'on ne peut tirer de réelles conclusions vu que les barres d'erreurs sont en majorité sur la plage de valeurs.

JP.Orfeuil avait démontré que les populations urbaines partaient le plus en vacances et le plus loin en prenant majoritairement l'avion et donc que leur émissions étaient, comme dans cette étude, plus importante que les populations périurbaines. Effectivement, si l'on regarde la répartition en pourcentage des modes de transports, on relève une part de l'avion à 43% pour les voyages depuis les communes-centres, 48% pour les voyages depuis les autres communes du pôle et 41% pour voyages depuis les communes de la couronne. Cependant, les motifs considérés pour la mobilité longue comprennent les déplacements professionnel, on ne peut donc pas confirmer l'hypothèse de JP.Orfeuil, les populations urbaines utilisent certes plus l'avion mais ce n'est pas catégoriquement pour partir en vacances. Une différence notable est relevée pour ce qui est de l'usage de la voiture où pour les périurbains la part de la voiture est de 10% supérieure à celle des urbains (48% contre 36%).

	Localisation du lieu de résidence	Nombre de voyageurs-km total (en millions)	Modes de transports	Répartition par modes de transports en %	Nombre de voyageurs-km par modes de transports (en millions)	Emissions en TCO2e	Total en TCO2e
Urbains	Communes-centres	131,5	Voiture	36,40	47,86	5 695,19	23 632,62
			Train	15,80	20,77	236,13	
			Avion	43,10	56,67	6 167,35	
			Autocar	2,50	3,29	96,93	
			Autres modes	2,20	2,89	X	
	Autres communes du pôle	118,0	Voiture	36,00	42,47	5 053,41	
			Train	12,10	14,27	162,24	
			Avion	48,00	56,62	6 162,23	
			Autocar	1,70	2,01	59,14	
			Autres modes	2,20	2,60	X	
Périurbains	Communes de la couronne	182,7	Voiture	48,70	88,97	10 586,85	19 115,19
			Train	5,30	9,68	110,05	
			Avion	41,80	76,36	8 310,54	
			Autocar	2,00	3,65	107,74	
			Autres modes	2,20	4,02	X	

Figure 23 : Les émissions en TCO2e en fonction de la localisation du lieu de résidence pour la mobilité longue distance
Source : SDES, Auteure : Maria Cros

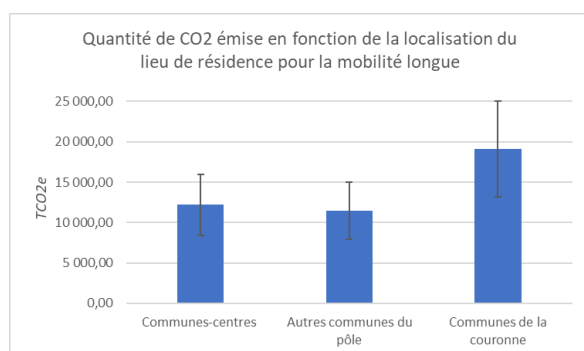
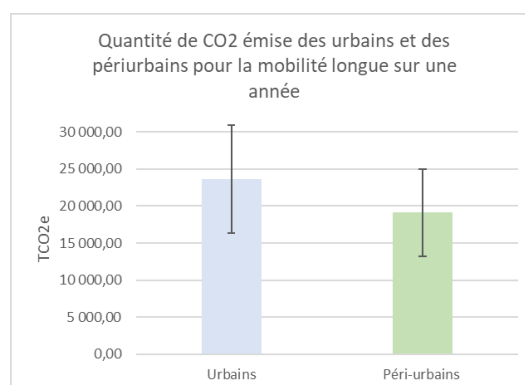


Figure 23 : Quantité de CO2e pour la mobilité longue des urbains et des périurbains sur une année
Source : SDES, Auteure : Maria Cros

Figure 24 : Quantité de CO2e pour la mobilité longue en fonction de la localisation du lieu de résidence
Source : SDES, Auteure : Maria Cros



4.4. Comparaison en fonction du type d'habitant et individualisation des résultats

Si l'on compare les résultats des différentes mobilités sur une année et pour les deux catégories d'habitants étudiés, on obtient le tableau 26 et 27 ainsi que les graphiques suivants (cf figure 28 et 29). Ces derniers sont construits seulement en reprenant les résultats pris plus haut avec un total pour une année entière. On remarque que la mobilité longue n'apparaît pas sur le graphique étant donné que son ordre de grandeur est trop différent par rapport aux autres mobilités. Factuellement, nous pouvons dire selon ce graphique, que la population périurbaine est la plus émettrice de CO₂.

	Emissions en TCO ₂ e/jour			
	un jour de semaine	un jour de we	Mobilité longue distance	Total
urbains	56 700,00	62 012,79	22 910,02	141 622,82
périurbains	86 186,26	65 616,56	18 403,47	170 206,29

Figure 24 : Les émissions en TCO₂e/jour des urbains et des périurbains pour les différentes mobilités
Source : SDES, Auteure : Maria Cros

	Emissions en TCO ₂ e/an			
	Tous les jours de semaine	Tous les jours de we	Mobilité longue distance	Une année
urbains	12 870 899,87	6 449 330,63	22 910,02	19 343 140,52
périurbains	19 564 280,93	6 824 122,72	18 403,47	26 406 807,12

Figure 25 : Les émissions en TCO₂e/an des urbains et des périurbains pour les différentes mobilités
Source : SDES, Auteure : Maria Cros

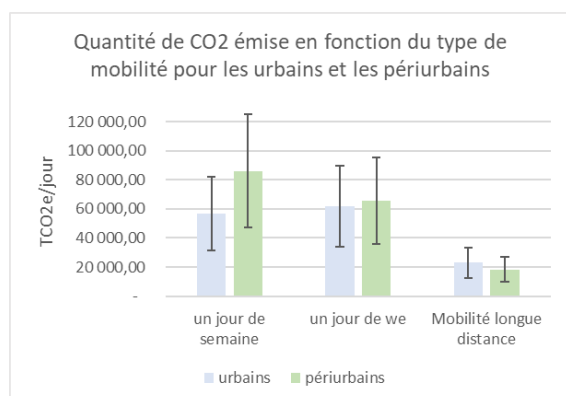
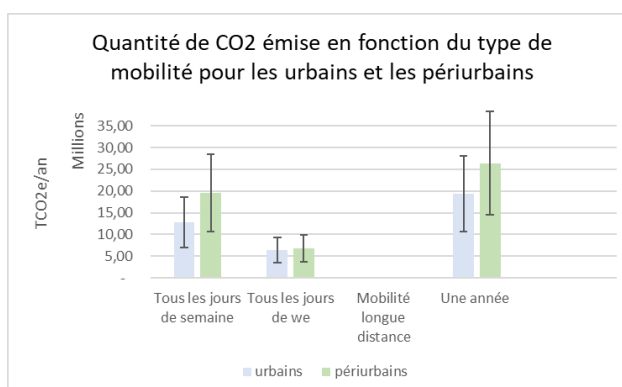


Figure 26 : Quantité de TCO₂e/jour en fonction des mobilités des urbains et des périurbains
Source : SDES, Auteure : Maria Cros

Figure 27 : Quantité de TCO₂e/an en fonction des mobilités des urbains et des périurbains
Source : SDES, Auteure : Maria Cros



Afin d'interpréter autrement et au plus juste les résultats, il est indispensable de ne plus analyser les ensembles des urbains et les ensembles des périurbains mais de s'intéresser aux comportements individuels. Ce n'est que par une désagrégation pour un habitant moyen que la comparaison est juste, en effet, lorsque nous parlons d'ensemble nous ne prenons pas en compte la taille de l'ensemble : les périurbains peuvent être les plus émetteurs de CO₂ pour la mobilité courte

mais s'ils sont très nombreux vis-à-vis de la population urbaine les conclusions ne sont nécessairement pas les mêmes. C'est pourquoi nous avons construit le tableau suivant (cf figure 30) qui permet une décomposition à l'échelle de l'habitant des résultats obtenus précédemment. Ainsi, en découle le graphique suivant (cf figure 31) où l'on constate qu'un périurbain émet 1 TCO2/an pour toutes les mobilités (courte et longue) alors qu'un urbain émet 660 kgCO2/an. On peut mettre en parallèle ces résultats avec une étude qui a été faite par l'INSEE en 2011 qui montre qu'en 2007 un « résident d'aire urbaine produit en moyenne 600kg de CO2 pour se rendre sur son lieu de travail ou d'études » (INSEE, 2011).

Avec ces nouveaux résultats, nous sommes sûrs que nous pouvons émettre la conclusion qu'un urbain émet moins de CO₂ pour ses mobilités qu'un périurbain. Mais il faut tout de même considérer les incertitudes des facteurs d'émissions qui peuvent nuancer et équilibrer la différence. En effet, les résultats obtenus ne sont pas exacts, l'incertitude qui peut aller jusqu'à 60% rentre en jeu et peut alors soit renforcer ou encore réduire l'écart entre l'urbain et le périurbain. En conséquence, un habitant du tissu urbain voit son résultat varié entre 370 kgCO2e/passager.km et 970 kgCO2e/passager.km et un habitant du tissu périurbain entre 620 kgCO2e/passager.km et 1 640 kgCO2e/passager.km. L'amplitude en commun est de 350 kgCO2e/passager.km soit environ 30% de la plage des marges d'erreur. (

On remarque que la plus grande différence est sur la mobilité courte de semaine où l'on comptabilise pour un périurbain presque le double d'un urbain. La mobilité domicile – travail est donc une mobilité qui émet encore beaucoup de CO₂, les modes de transports utilisés ne sont pas neutres en carbone et font pencher la balance. Effectivement, ces résultats sont pour moi en corrélation avec le fait qu'un périurbain utilise encore en majorité la voiture individuelle et très peu les transports en communs, ce qui s'explique par la différence qualitative et quantitative des transports en communes pour sortir du pôle urbain par rapport à ceux qui sont à l'intérieur du pôle.

Pour ce qui est de la mobilité de week – end ou encore la mobilité longue, la différence est minime entre le comportement d'un urbain et d'un périurbain : 68,44kgCO2e/an de plus pour un périurbain pour la mobilité du week-end et 0,0059kgCO2e/an de plus pour un urbain en ce qui concerne la mobilité longue. Ces résultats sont donc en confrontation avec ce qu'a pu émettre JP.Orfeuill, il n'y a pas ici d'évidence qu'un périurbain émet moins le week-end qu'un urbain étant donné qu'il peut profiter de son environnement proche ou encore qu'un urbain utilisera plus l'avion pour aller en vacances, ce qui augmenterait son bilan carbone. De fait, la quantité émise par un urbain pour sa mobilité longue est un peu plus importante que celle d'un périurbain, mais la mobilité courte de week-end, lui fait émettre moins qu'un périurbain.

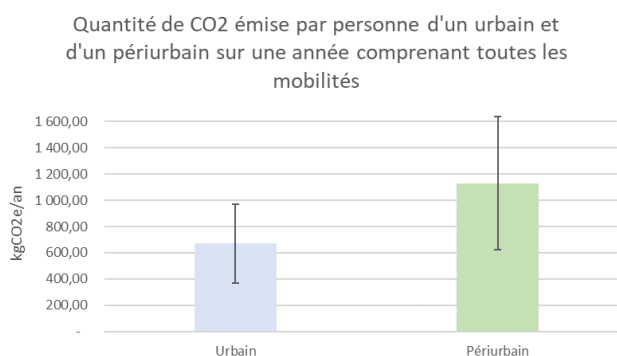


Figure 30 : Quantité de CO₂e/an d'un urbain et d'un périurbain pour toutes les mobilités Source : SDES, Auteure : Maria Cros

		Emissions (TCO2e)						
	Population concernée (en milliers)	Tous les jours de la semaine d'une année		Tous les jours de WE d'une année		La mobilité longue d'une année		Total par personne kgCO2e/an
		Total (en TCO2e/an)	Par personne (en kgCO2e/an)	Total (en TCO2e/an)	Par personne (en kgCO2e/an)	Total (en TCO2e/an)	Par personne (en kgCO2e/an)	
Urbain	30 651,85	13 652 495,61	445,41	6 871 294,94	224,17	23 632,62	0,7710	670,35
Périurbain	24 983,46	20 898 547,87	836,50	7 310 393,35	292,61	19 115,19	0,7651	1 129,87

Figure 31 : Les émissions en TCO2e/an d'un urbain et d'un périurbain pour les différentes mobilités Source : SDES, Auteure : Maria Cros

Conclusion

L'effet « barbecue » ou effet de compensation est un concept controversé, les travaux de JP.Orfeuill et D.Soleyret ont démontré que les urbains, malgré un bilan carbone peu élevé en semaine, sont plus émetteurs au total que les périurbains et ce à cause des week-end et des vacances. D'autres chercheurs se sont alors intéressés à la question mais n'ont pas forcément validé l'hypothèse, pensant que « l'effet barbecue » est un raccourci. En effet, les distances parcourues sont plus longues dans la totalité pour les citadins mais en aucun cas leur bilan carbone se voit plus élevé que les habitants de périphérie. Ces derniers ayant recours à l'utilisation plus importante de la voiture individuelle.

L'idée était bien ici d'essayer de vérifier cette hypothèse, émise avec des données relativement anciennes. Nos habitudes et comportement ont évolué et il est intéressant de savoir si cet effet de compensation peut être démontré aujourd'hui. Après recherche des indicateurs et des critères essentiels à l'extraction de données, nous avons établi une méthode de calcul capable de répondre à notre problématique.

Les résultats démontrent que cet « effet barbecue » n'est plus véridique avec des données actualisées. En effet, si l'on détaille chaque mobilité : pour la mobilité locale de semaine, le périurbain émet plus de CO₂ qu'un urbain et il y a une réelle différence de 400kgCO₂e/an, pour la mobilité locale de week-end, le périurbain émet aussi plus que l'urbain mais la différence est cette fois ci moins importante avec seulement 70kgCO₂e/an et enfin pour la mobilité longue distance, l'urbain et le périurbain sont presque au même niveau avec moins de 0,01kgCO₂e/an de différence. Si l'on compare aux conclusions de JP.Orfeuill, oui un périurbain émet plus de CO₂ pour la mobilité locale de semaine mais il en émet aussi plus que l'urbain pour la mobilité locale de week-end. Finalement, l'urbain émet plus de CO₂ pour la mobilité longue distance mais cette différence est minime et ne permet donc pas, à mon sens, de tirer de telles conclusions. La figure 16 reprend synthétiquement les résultats d'origine de 2002 et ceux de l'actualisation pour une meilleure compréhension. Les incertitudes apportent une nuance supplémentaire qui peut faire pencher la balance, étant donné que les chiffres sont souvent assez proches, les conclusions ne peuvent pas être prises sans avoir connaissances de ces marges d'erreurs, qui le plus souvent sont sur les mêmes plages de valeurs comme on a pu le voir plus haut (cf figure 30). Finalement, l'urbain et le périurbain se confondent en termes d'émissions de CO₂ dues aux transports et la différence entre les deux est très fragile et à considérer avec précaution et recul.

	Quelle est l'individu émettant le plus de CO2 en fonction des différentes mobilités ?	
	Données de 1994	Données de 2018
Mobilité locale de semaine	Périurbain	Périurbain
Mobilité locale de week-end	Urbain	Périurbain
Mobilité longue distance	Urbain	Urbain (= Périurbain)

Figure 28 : Tableau récapitulant les résultats avec différentes sources de données

Source : Enquêtes transports et communications de 1994, enquête mobilités des personnes de 2018

Auteure : Maria Cros

L'hypothèse a été traitée sur la base des émissions factuelles et selon le type de territoire. Il pourrait être intéressant de traiter avec une autre approche le sujet et d'intégrer la question du revenu. En effet, les indicateurs considérés ici ne prennent pas en compte le contexte sociodémographique : le sexe, le revenu, l'âge ou encore le statut sur le marché du travail et le niveau

de formation. Ces derniers sont importants pour l'appréhension des comportements, ils influencent considérablement la mobilité longue, les départs en vacances et les destinations en sont grandement dépendants.

Finalement, cet effet de compensation remet en cause un principe relativement défendu de nos jours : la ville compacte comme ville d'avenir durable. En effet, pour faire face à l'étalement urbain, l'artificialisation des sols, la hausse du trafic, la congestion urbaine et la durée de déplacement, densifier les villes ou construire la ville sur la ville, apparaît souvent comme une solution. Cependant, le cadre de vie des citoyens peut ainsi être remis en cause et leur mobilité s'intensifie, en quittant le centre urbain dès qu'ils peuvent par exemple. Un équilibre doit être trouvé pour que la surdensification des villes n'entraîne pas de nombreuses mobilités à longue distance et donc un inversement du bilan carbone des citoyens (ce qui va à l'encontre de l'idée d'une ville durable). Cependant, il a été démontré ici que cet inversement n'avait pas lieu mais que l'urbain et le périurbain sont plutôt similaires pour les émissions de la mobilité locale du week-end et celle de longue distance. L'enjeu n'est plus à diminuer les émissions de l'un plutôt que l'autre mais bien de réduire les émissions de CO₂ des deux catégories. L'objectif est, pour rappel, de passer de 10 TCO₂e/personne/an à 2 TCO₂e/personne/an pour 2050 et non pas que pour le transport mais pour notre mode de vie complet. C'est donc en prenant en compte les deux catégories de population et en trouvant des solutions pour l'ensemble de ces catégories que nous arriverons à baisser notre bilan carbone national. La prise en compte de l'ensemble est importante au risque de privilégier une population et d'en défavoriser une qui pourrait se mettre à d'autant plus émettre. Effectivement, augmenter la performance des transports en communs intra-urbains permettrait de faire baisser le bilan carbone de la population urbaine mais en parallèle il faut aussi améliorer les possibilités de diminution du bilan carbone de la population périurbaine et rurale, sinon le bilan total sera inchangé. L'idée n'est pas de concentrer les efforts sur un seul type de population mais bien de prendre en compte un ensemble.

Enfin, comme énoncé plusieurs fois déjà, les incertitudes importantes questionnent la différence de comportements entre les deux types de populations. Est-ce que les espaces urbains et les espaces périurbains sont vraiment à l'origine d'une divergence de déplacements et donc d'émissions de CO₂ ? ou est-ce qu'ils n'orienteraient finalement pas les déplacements de telle sorte à avoir un bilan final équivalent pour chacune des populations ? La différence trouvée ici est trop incertaine et altérable pour pouvoir y répondre.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Représentation schématique du zonage en aire d'attraction des villes	8
Figure 2 : Zonage en aire d'attraction des villes	9
Figure 3 : Distances annuelles totales parcourues par personne en km	12
Figure 4 : Consommation d'énergie primaire relative à la mobilité annuelle à Zurich en MJ	13
Figure 5 : Consommation d'énergie primaire relative à la mobilité annuelle à Genève, en MJ	13
Figure 6 : Poids des motifs sur les marchés (en pourcentage des distances parcourues)	15
Figure 7 : Parts des distances parcourues dans les différents modes sur les marchés.....	15
Figure 8 : Distances parcourues par semaine selon la taille de l'agglomération et la position de la commune de résidence	16
Figure 9 : Mobilité locale de semaine en fonction de la localisation du lieu de résidence dans le bassin de vie	17
Figure 10 : La mobilité locale un jour de semaine selon la taille des aires d'attraction des villes.....	17
Figure 11 : La mobilité locale un jour de semaine selon le mode de transport	18
Figure 12 : La mobilité locale un jour de semaine selon le mode de transport et selon la localisation du lieu de résidence	18
Figure 13 : La mobilité longue distance selon le mode de transport	18
Figure 14 : Les facteurs d'émissions en kgCO ₂ e/passager.km et leur incertitude en fonction des modes de transports	20
Figure 15 : Les facteurs d'émissions en kgCO ₂ e/passager.km et leur incertitude en fonction des modes de transports	21
Figure 16 : Les émissions en TCO ₂ e en fonction de la localisation du lieu de résidence pour la mobilité jour de semaine	23
Figure 17 : Quantité de CO ₂ e en fonction de la localisation du lieu de résidence pour la mobilité d'un jour de semaine	23
Figure 18 : Quantité de CO ₂ e pour la mobilité de tous les jours de semaine sur une année des urbains et des périurbains.....	23
Figure 19 : Les émissions en TCO ₂ e en fonction de la localisation du lieu de résidence pour la mobilité du we	25
Figure 20 : Quantité de CO ₂ e pour la mobilité du we en fonction de la localisation du lieu de résidence	25
Figure 21 : Quantité de CO ₂ e pour la mobilité du we des urbains et des périurbains sur une année .	25
Figure 22 : Le nombre de voyageurs-km en fonction de la localisation du lieu de résidence	26
Figure 25 : Quantité de CO ₂ e pour la mobilité longue des urbains et des périurbains sur une année	27
Figure 26 : Les émissions en TCO ₂ e/jour des urbains et des périurbains pour les différentes mobilités	28
Figure 27 : Les émissions en TCO ₂ e/an des urbains et des périurbains pour les différentes mobilités	28
Figure 28 : Quantité de TCO ₂ e/jour en fonction des mobilités des urbains et des périurbains	28
Figure 29 : Quantité de TCO ₂ e/an en fonction des mobilités des urbains et des périurbains	28
Figure 32 : Tableau récapitulatif des résultats avec différentes sources de données	30

BIBLIOGRAPHIE

- Antoni, JP., (2018). Le poids des héritages dans la mise en place des politiques de mobilité durable, Urbanisme et transport. *Projet de thèse ThéMA – Site Dijon*
- Bailly, A., & Bourdeau-Lepage, L. (2011). Towards a sustainable urbanism in France. Desire for nature and protection of the environment. *Geographie, economie, societe*, 13(1), 27-43.
- Beaujeu-Garnier, J. (1998). *Géographie urbaine* (Armand Colin).
- Brunet, R., Ferras, R., & Thery, H. (1992). *Les mots de la géographie, dictionnaire critique*.
- Cailly, L., & Dodier, R. (2007). La diversité des modes d’habiter des espaces périurbains dans les villes intermédiaires : Différenciations sociales, démographiques et de genre. *Noréis. Environnement, aménagement, société*, 205, 67-80.
- Commissariat général du développement durable. (2009). Dans les grandes agglomérations, la mobilité quotidienne des habitants diminue et elle augmente ailleurs, le point sur, *service de l’observation et des statistiques*.
- Crozet, Yves, et Iragàël Joly. *La loi de Zahavi: quelle pertinence pour comprendre la construction et la dilatation des espaces-temps de la ville ?* Plan urbanisme construction architecture, 2006.
- Dubois-Taine, G., & Chalas, Y. (1997). La Ville Emergente, L’Aube, 1997. *Les Annales de la Recherche Urbaine*, 76(1), 160-162.
- Dupuy, G. (2002). « Can we really overcome automobile dependence ? ». *Revue d’Economie Regionale Urbaine*, 1, 141-156.
- INSEE. (2020). Mesurer pour comprendre, *Méthode de constitution des aires d’attraction des villes 2020*
- INSEE. (2021). *Se déplacer en voiture : Des distances parcourues une fois et demie plus importante pour les habitants des couronnes que pour ceux des pôles*. 15.
- Lepetit, K., Yvergneau, C. (2012). L’effet barbecue, étude comparative des déplacements des périurbains et des urbains, élaboration d’un outil de calcul, *Projet de fin d’études*.
- Louvet, N., Nessi, H. (2011). Incidence du « rapport au cadre de vie » sur la mobilité de loisir, *Synthèse de recherche*. 6T – Bureau de recherche en partenariat avec le Latts.
- Massot, M.-H., & Orfeuill, J.-P. (2005). La mobilité au quotidien, entre choix individuel et production sociale. *Cahiers Internationaux de Sociologie*, CXVIII, 81.
- Massot, M.-H., & Orfeuill, J.-P. (2007). La contrainte énergétique doit-elle réguler la ville ou les véhicules ? Mobilités urbaines et réalisme écologique. *Les Annales de la Recherche Urbaine*, 103(1), 18-29.
- Merlin, P., & Choay, F. (2015). *Dictionnaire de l’urbanisme et de l’aménagement* (4e éd. entièrement refondue). PUF.

- Munafò, S. (2017). Forme urbaine et mobilités de loisirs : L'« effet barbecue » sur le grill. *Cybergeo: European Journal of Geography*.
- Nessi, H. (2009). *Indice du cadre de vie sur la mobilité de loisir*. 8.
- Nessi, H. (2012). *INCIDENCES DU RAPPORT AU CADRE DE VIE ET DU CONTEXTE SUR LA MOBILITE DE LOSIR*. 22.
- Nguyen, Q. N. (2014). *Articulation temporelle des mobilités individuelles et impact CO2 dans les différents espaces résidentiels en France (des citoyens vertueux, mais uniquement en semaine?)* [Phdthesis, Université Paris-Est].
- Orfeuil, J.-P. (2020). Les débats sur la densité, la mobilité et la sobriété. *Constructif*, 57(3), 17-20.
- Orfeuil, J.-P., & Soleyret, D. (2002). Quelles interactions entre les marchés de la mobilité à courte et à longue distance ? What are the interactions between the short and long-distance travel markets? *Recherche - Transports - Sécurité*, 76, 208-221.
- Résultats détaillés de l'enquête mobilité des personnes 2019*. (s. d.). Données et études statistiques pour le changement climatique, l'énergie, l'environnement, le logement, et les transports. Consulté 11 avril 2022
- Simard, M. (2012). Urbain, rural et milieux transitionnels : Les catégories géographiques de la ville diffuse. *Cahiers de géographie du Québec*, 56(157), 109-124.

Sites internet :

Insee : <https://www.insee.fr/fr/accueil>

Ministère de la transition écologique :

Enquête mobilité personnes : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/resultats-detailles-de-lenquete-mobilite-des-personnes-de-2019>

Bilan énergétique 2019 : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/bilan-energetique-2019/>

Geoconfluences : <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/>

ANNEXES

ANNEXE n°1 : Exemple de tableau de données téléchargeable depuis le SDES concernant ici la mobilité locale de semaine

Structure des voyageurs-km (en %)					
	Communes hors attraction des villes	Autres communes en pôle	Communes des couronnes	Communes-centres	Ensemble
Mode principal					
Marche à pied	1,3	3,4	1,3	5,9	2,6
Vélo	0,7	1,0	0,7	1,9	1,0
Transports en commun	3,7	25,0	7,9	16,2	12,5
Voiture	92,0	67,8	88,1	73,5	81,6
Deux roues motorisé	1,2	2,1	1,3	1,9	1,5
Autre	1,1	0,8	0,8	0,6	0,8
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

ANNEXE n°2 : Un exemple de calcul des émissions de CO₂, ici pour la mobilité courte de semaine

	Localisation du lieu de résidence	Nombre de voyageurs-km total (en millions)	Modes de transports	Répartition par modes de transports en %	Nombre de voyageurs-km par modes de transports (en millions)	Emissions en TCO2e	Total en TCO2e/jour	Total en TCO2e/an
Urbains	Communes-centres	293,7	Marche à pied	5,9	17,22	0,00	29 060,88	13 652 495,61
			Vélo	1,9	5,53	0,00		
			Transports en commun	16,2	47,71	3 357,39		
			Voiture	73,5	216,00	25 703,49		
			Deux roues motorisé	1,9	5,52	X		
			Autre	0,6	1,73	X		
	Autres communes du pôle	316,4	Marche à pied	3,4	10,78	0,00	31 082,27	
			Vélo	1,0	3,12	0,00		
			Transports en commun	25,0	79,13	5 568,86		
			Voiture	67,8	214,40	25 513,41		
			Deux roues motorisé	2,1	6,54	X		
			Autre	0,8	2,43	X		
Périurbains	Communes des couronnes	834,2	Marche à pied	1,3	11,04	0,00	92 064,09	20 898 547,87
			Vélo	0,7	5,61	0,00		
			Transports en commun	7,9	65,81	4 631,40		
			Voiture	88,1	734,73	87 432,69		
			Deux roues motorisé	1,3	10,46	X		
			Autre	0,8	6,55	X		

Directeur.rice de recherche :

Hervé Baptiste

Maria Cros étudiant.e

PFE/DAE5

Option RESEAU

2022-2023

Évaluation des émissions de CO₂ des espaces urbains et périurbains : les mobilités des populations urbaines sont-elles plus vertueuses ? : Une lecture actualisée à l'échelle nationale de la compensation entre les déplacements de courtes et de longues distances : « l'effet barbecue »

Résumé : (250 mots environ)

Le contexte actuel d'urgence climatique nous impose une baisse des émissions de gaz à effet de serre destructeurs de l'atmosphère. Le rôle du secteur des transports est notable dans ce combat, en effet il comptabilise à lui seul plus de 30% des émissions totales nationales. Du fait de cet enjeu important, il est nécessaire de connaître les comportements de chaque territoire dans le but de mobiliser et d'agir sur des leviers.

Ce projet de fin d'études a pour objectif de comparer les pratiques de déplacements des espaces urbains et périurbains et leurs émissions de CO₂ associées. Cette comparaison est mise en parallèle avec une observation de JP.Orfeuil et D.Soleyret d'un effet de compensation entre les émissions liées aux déplacements de courtes distances et celles liées aux déplacements de longue distance : « l'effet barbecue ». Ce sont les émissions des habitants du tissu urbain dues aux déplacements du week-end ou de vacances qui compenseraient celles des périurbains causées par les déplacements tout le long de la semaine. L'étude qui a fait émerger cette idée date de 2002 et se base sur des données récoltées en 1994, le but est ici de vérifier cette hypothèse de compensation avec des données plus actuelles. Le calcul fait dans ce projet de recherche s'appuie sur les données de la dernière enquête mobilité des personnes de l'année 2018-2019 et permet d'arriver à une conclusion sur la situation. Finalement, est-ce que les mobilités des populations urbaines sont-elles réellement plus vertueuses ?

Mots Clés : déplacements, émissions, « l'effet barbecue », mobilités, périurbain, transport, urbain