RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

ADEME
AGENCE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

LAET
LABORATOIRE AMÉNAGEMENT ÉCONOMIE TRANSPORTS
TRANSPORT URBAN PLANNING ECONOMICS LABORATORY

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE ET MOBILITE DES FRANÇAIS

25 ans d'évolutions à travers les trois dernières enquêtes nationales transport

RAPPORT FINAL

EXPERTISES

Janvier 2025

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les différentes personnes du groupe miroir constitué à l'occasion de cette recherche, et qui ont participé de manière proactive aux deux réunions dont les débats nous ont aidés à faire mûrir notre travail et la manière d'analyser ses résultats.

Aurélien BIGO, Chercheur indépendant, Chaire Energie et Prospérité
Adrien BONNET, Chargé de projet du Forum Vies Mobiles
Brice BOUSSION, Chef de projet, analyste des mobilités, Cerema
Barbara CHRISTIAN, Directrice de projets Connaissance des mobilités Cerema
Jean COLDEFY, Directeur du Programme mobilité et transitions ATEC ITS France, Président du think tank de l'Union Routière de France
Tom DUBOIS, Responsable Communication du Forum Vies Mobiles
Nathalie HAVET, Enseignante chercheuse, ENTPE, LAET
Maud HAZAN, Chargée de mission observation des mobilités, Métropole de Lyon
Olivier KLEIN, Enseignant chercheur, ENTPE, LAET
Sylvie LANDRIEVE, Directrice du Forum Vies Mobiles
Fabien PEREZ, Chef de la division mobilité des personnes, SDES
Pascal POCHET, Chercheur, ENTPE, LAET
Corentin TRÉVIEN, Economiste, SDES
Fabien TSHITEYA, Chef de l'unité Donnée, Observation et Modélisation des mobilités, Métropole de Lyon
Stéphanie VINCENT, Maîtresse de conférences, Université Lumière Lyon 2, LAET

CITATION DE CE RAPPORT

LE GOFF Alix, NICOLAS Jean-Pierre, VERRY Damien[1]. 2025. **Émissions de gaz à effet de serre et mobilités des Français, 25 ans d'évolutions à travers les trois dernières enquêtes nationales transport.**
Rapport LAET-CEREMA subventionné par l'Ademe, 60 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne https://librairie.ademe.fr/ idem

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'oeuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document est diffusé par l'ADEME
ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01
Numéro de contrat : 2166D0029

Étude réalisée par Alix Le Goff (LAET), Jean-Pierre Nicolas (LAET) et Damien Verry (CEREMA) pour ce projet financé par l'ADEME

Coordination technique - ADEME : TAILLANT Pierre
Direction/Service : Service Transport & Mobilité

[1] Contacts : alix.le-goff@cerema.fr, jean-pierre.nicolas@entpe.fr, damien.verry@cerema.fr

SOMMAIRE

RÉSUMÉ 7

ABSTRACT 8

SYNTHESE 9

INTRODUCTION : 3 ENQUETES POUR ANALYSER LES EVOLUTIONS DES EMISSIONS DE GES DES MOBILITES INDIVIDUELLES ENTRE 1994 ET 2025 15

1. ESTIMER LES EMISSIONS DE GES ET ANALYSER LEURS EVOLUTIONS AVEC LES ENQUETES MOBILITE NATIONALES 16

1.1. Les grands principes retenus pour estimer les émissions de GES des mobilités 16
1.2. Une méthode de calcul des émissions pour chaque déplacement recueilli, homogène entre les 3 enquêtes 18
1.2.1. L'usage du modèle COPERT 5 pour les principaux modes routiers 18
1.2.2. La voiture particulière 18
1.2.3. Les deux-roues motorisés 20
1.2.4. Les transports collectifs routiers 20
1.2.5. Autres modes routiers 20
1.2.6. Les modes ferrés 20
1.2.7. Les transports fluviaux et maritimes 21
1.2.8. L'avion 21

1.3. Comment analyser les évolutions globales des émissions entre les 3 enquêtes ? 21
1.3.1. Prendre en compte trois grandes dimensions : démographique, comportementale et technologique 22
1.3.2. Des typologies des individus pour prendre en considération les évolutions de la structure de la population 23

2. UNE CROISSANCE DE 20% DES EMISSIONS DE GES, D'ABORD PORTEE PAR LA MOBILITE LOCALE PUIS PAR LA MOBILITE A LONGUE DISTANCE 24

2.1. Évolutions par mode : la voiture domine, mais l'avion progresse sensiblement 25
2.2. Evolutions par distances 27
2.3. Des évolutions bien différenciées suivant les territoires 29

3. MOBILITE A LONGUE DISTANCE : UNE CROISSANCE DES EMISSIONS TIREE PAR L'AVION 32

3.1. Une croissance générale de 20% des émissions sur les 25 années 32
3.2. Une mobilité d'abord expliquée par les niveaux de diplôme et de revenu 35
3.3. Analyse des résultats et évolutions selon la typologie retenue 36
Quatre sous-groupes d'intérêt 39

4. LES DEPLACEMENTS LOCAUX : VERS LA MULTIMODALITE DANS LES CENTRES ET L'AUTOMOBILE RESTE PREDOMINANTE AILLEURS 42

4.1. Une croissance générale de 20% des émissions sur les 25 années 42
4.2. Des mobilités aux facteurs explicatifs très diversifiés 44
Les actifs en emploi 44
Les retraités 45

Les autres catégories 45

4.3. Analyse des résultats et évolutions selon la typologie retenue 46
Quatre sous-groupes d'intérêt 51

5. PERSPECTIVES 54

5.1. La croissance de l'aérien et l'élargissement des bassins d'emploi comme les deux sources majeures de progression des émissions de GES 54
5.2. Quels points d'attention pour demain ? 55
5.2.1. L'avion 55
5.2.2. Les mobilités locales des actifs des zones peu denses 56

5.3. Des enjeux de mesure pour mieux analyser les évolutions à venir 56

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 58

INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES 60

SIGLES ET ACRONYMES 62

RÉSUMÉ

Les transports représentent 34% des émissions de CO2 en France en 2023, et leur poids n'a cessé d'augmenter au cours des dernières années, tant en proportion qu'en valeur absolue. Pour mieux décrypter les dynamiques à l'œuvre derrière ce constat, ce rapport se concentre sur les mobilités individuelles et rend compte de 25 années d'évolution des émissions de gaz à effet de serre à partir des trois dernières enquêtes nationales dédiées à la mobilité des Français : l'Enquête Mobilité des Personnes de 2019, l'Enquête Nationale Transport et Déplacements de 2008 et l'Enquête Transports et Communication de 1994. Les émissions ont été estimées au niveau de chacun des déplacements recueillis dans les enquêtes, en fonction du mode utilisé et de la longueur du déplacement. Les résultats ainsi obtenus peuvent dès lors être agrégés selon le niveau d'observation désiré (par type de mobilité : locale ou à longue distance, par mode, par type de personnes, etc.) et les évolutions constatées entre les trois enquêtes sont analysées en mettant en évidence les dynamiques démographiques, comportementales et technologiques sous-jacentes.

Le total des émissions de GES liées aux mobilités des Français a progressé de 20% au cours des 25 années d'observation, du fait d'une croissance de 12% de la population et d'une hausse de 7% des émissions moyennes de chaque individu. On constate par ailleurs que le nombre de déplacements par personne est resté stable sur la période, mais que leur longueur a fortement progressé (+18%), tant pour les mobilités locales qu'à longue distance, et que l'impact de cette augmentation des distances a été amorti par une amélioration au niveau des émissions unitaires (-10%). Les dynamiques ont par ailleurs été très différentes entre les deux segments de distance. Les émissions de la mobilité locale ont surtout progressé entre 1994 et 2008, portées par l'automobile et la poursuite de l'étalement urbain ; le report vers d'autres modes est ensuite visible dans les centres, contribuant à faire baisser les émissions des urbains, et compensant en partie la progression des émissions des actifs des territoires ruraux et périurbains, dont le nombre augmente et la dépendance à l'automobile se renforce avec la poursuite de l'élargissement de leurs bassins d'emploi. Les émissions de la mobilité à longue distance ont quant à elles fortement augmenté entre 2008 et 2019 du fait notamment d'un doublement des distances parcourues en avion par personne, que la baisse sensible des émissions unitaires de GES de l'aérien (-45%, liés à des progrès technologiques et de meilleurs taux de remplissage) n'a pas suffi à compenser.

ABSTRACT

Transport accounts for 34% of CO2 emissions in France in 2023, and its weight has continued to increase in recent years, both in proportion and in absolute value. In order to better understand the dynamics at work behind this observation, this report focuses on individual mobility and reports on 25 years of changes in greenhouse gas emissions based on the last three national surveys dedicated to the mobility of the French: the 2019 People Mobility Survey, the 2008 National Transport and Travel Survey and the 1994 Transport and Communication Survey. Emissions were estimated for each of the travels collected in the surveys, according to the mode used and the length of the travel. The results can then be aggregated according to the desired level of observation (by type of local or long-distance mobility, by mode, by type of person, etc.) and the changes observed between the three surveys are analysed, highlighting the underlying demographic, behavioural and technological dynamics.

Total GHG emissions linked to the mobility of French people have risen by 20% over the 25 years of observation, as a result of a 12% increase in the population and a 7% rise in the average emissions of each individual. The number of journeys per person has remained stable over the period, but their length has risen sharply (+18%), for both local and long-distance travel, and the impact of this increase in distance has been lessened by an improvement in unit emissions (-10%). The dynamics of the two distance segments were very different. Emissions from local mobility rose mainly between 1994 and 2008, driven by the car and continued urban sprawl; the shift towards other modes of transport is then visible in urban centres, helping to reduce emissions from urban dwellers, and partly offsetting the increase in emissions from working people in rural and peri-urban areas, whose numbers are growing and whose car dependence is increasing as their employment areas continue to expand. Emissions from long-distance mobility, on the other hand, rose sharply between 2008 and 2019, mainly as a result of a doubling in the distances travelled by person by air, which was not offset by the significant fall in unit GHG emissions from air travel (-45%) linked to technological improvments and better load factors.

Synthèse

Si les transports représentent 15% des émissions globales de CO2 dans le monde (GIEC, 2022), le cas de la France est bien particulier car du fait de son système énergétique peu carboné, les transports ont un poids relatif plus important, qui s'élevait à 34% en 2023 (Haut Conseil pour le Climat, 2024). Réduire les émissions de ce secteur s'avère ainsi particulièrement sensible au niveau de notre pays et, pour ce faire, il apparaît indispensable de bien éclairer ses dynamiques de long terme et de comprendre les facteurs explicatifs qui les sous-tendent.

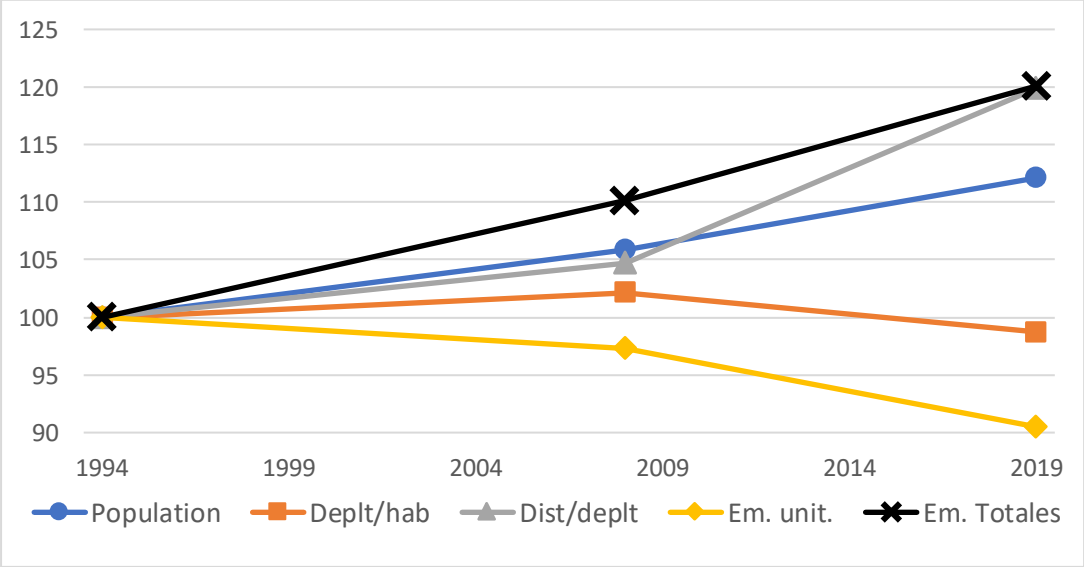
Ce rapport s'attache ainsi non seulement à montrer les évolutions des émissions liées aux mobilités, mais aussi à mettre en lumière les dynamiques économiques, sociales et technologiques qui permettent de les expliquer. Il porte plus spécifiquement sur les mobilités des personnes, qui représentent environ 60% du total du CO2 émis par les transports en France (SDES, 2021). Il repose sur l'exploitation des trois dernières enquêtes nationales sur les mobilités qui, mises bout à bout, rendent compte de 25 ans d'évolutions des mobilités des Français : l'Enquête Mobilité des Personnes (EMP) de 2019, l'Enquête Nationale Transport et Déplacements (ENTD) de 2008 et l'Enquête Transports et Communication (ETC) de 1994.

Une méthodologie unifiée a été mise en place pour estimer les émissions de CO2, élargies aux émissions de gaz à effet de serre, à partir des informations recueillies par ces trois enquêtes. Les émissions ont été estimées au niveau de chacun des déplacements enquêtés, en fonction du mode utilisé et de sa longueur. Les résultats peuvent ainsi être ensuite agrégés selon le niveau d'observation désiré (par type de mobilité locale ou à longue distance, par mode, par type de personnes, etc.). Les évolutions constatées ont été considérées comme résultant de la combinaison d'évolutions démographiques, comportementales et technologiques que nous avons cherché à mettre en évidence. Par ailleurs, ces enquêtes distinguent les mobilités locales, réalisées à moins de 80 kilomètres à vol d'oiseau du domicile, et les mobilités à longue distance, réalisées à plus de 80 kilomètres. Même si cette distinction repose sur une limite de distance qui peut apparaître artificielle et que l'analyse montre que les mobilités 'locales' ont repoussé progressivement leurs frontières avec l'élargissement des bassins d'emploi au cours des 25 ans d'observation, cette distinction reste très opérante pour faire ressortir des pratiques de mobilité et des dynamiques d'évolution bien différentes. Nous l'avons donc conservée pour les analyses présentées ici.

En premier résultat, un Français a effectué en 2019 en moyenne 1 044 déplacements, parcouru 16 551 kilomètres et émis 2,28 tonnes de GES mesurés en équivalent CO2 (teq.CO2) pour sa mobilité. Ses émissions ont augmenté de 7% par rapport à celles de son homologue moyen de 1994, du fait d'une stabilité du nombre de déplacements par personne (-1%) ainsi que d'une croissance de 18% de la portée moyenne de ces déplacements, compensée partiellement par une baisse de pratiquement 10% des émissions unitaires.

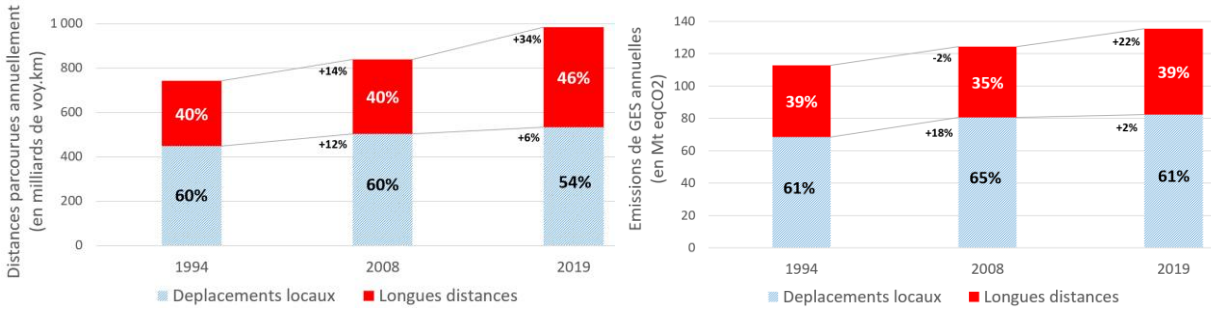
Au niveau global, les émissions de GES liées aux mobilités des Français ont augmenté de 20% au cours de ces 25 années car en plus de cette hausse de 7% des émissions individuelles, la population totale a progressé de 12% (graphique ci-dessous).

Evolutions et décomposition des émissions gaz à effet de serre entre 1994 et 2019 (base 100 en 1994)



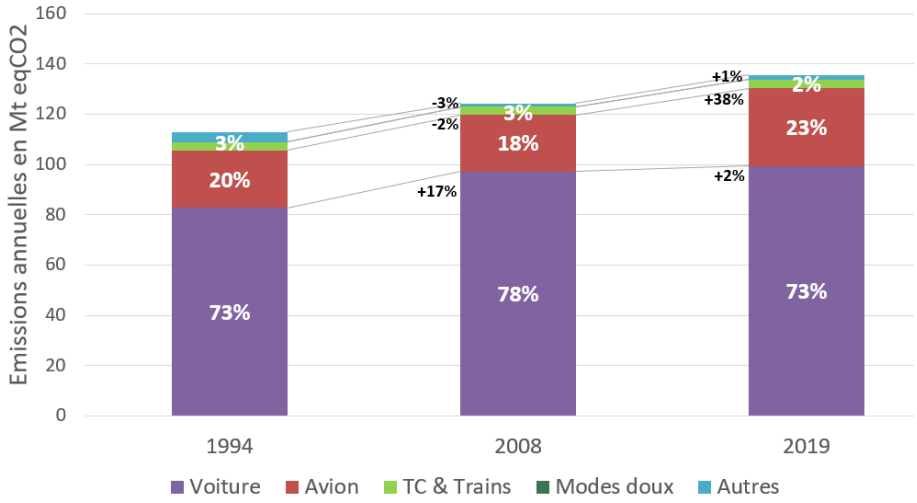
Les mobilités locales et à longues distances ont connu toutes deux des hausses d'émissions similaires (+20%), mais elles ont suivi des rythmes différents. Les émissions liées à la mobilité locale ont connu la majorité de leur hausse sur la période 1994-2008 alors que celles liées à la mobilité à longues distances ont augmenté entre 2008 et 2019. Les déplacements locaux représentaient 60% des distances parcourues sur les enquêtes de 1994 et 2008. Ils représentent toujours la majorité des distances parcourues en 2019 (54%) mais cette tendance pourrait s'inverser si la hausse des déplacements de longue distance se poursuit.

Répartition local / voyage : distances, émissions et évolutions



En effet, les déplacements de longues distances ont connu une forte poussée sur la dernière période, expliquée en grande partie par un doublement des distances parcourues en avion entre 2008 et 2019 (+103%). En 2019, l'avion représente 19% des distances parcourues et 23% des émissions de GES totales et ce malgré une très forte diminution de ses émissions unitaires (-45%). Cela en fait le second mode le plus émetteur même s'il reste encore loin derrière la voiture, qui représente 67% des distances pour 73% des émissions. Ces deux modes représentent la quasi-intégralité des émissions de GES et devraient donc être les principales cibles des politiques visant à réduire ces dernières (Cf. figure ci-dessous). Les transports en commun (bus et trains) représentent quant à eux 11% des distances pour un peu plus de 2% des émissions de GES.

Evolution des émissions totales de gaz à effet de serre par mode entre 1994 et 2019



L'estimation des émissions suivant la localisation résidentielle des individus montre que les personnes vivant au sein de grandes aires urbaines et dans des communes centrales ont en moyenne les niveaux d'émissions les plus bas pour les déplacements locaux et les plus forts pour les déplacements à longues distances. En dynamique, ce sont ces personnes qui ont vu leurs émissions le plus baisser au cours de la période observée. En effet, leur mobilité locale a pu se reporter sur d'autres modes que l'automobile de manière plus nette qu'au sein des autres territoires du fait de la concentration des services et emplois et l'amélioration des offres alternatives à la voiture ; et leur forte mobilité à longue distance a profité de la baisse des émissions unitaires de l'avion.

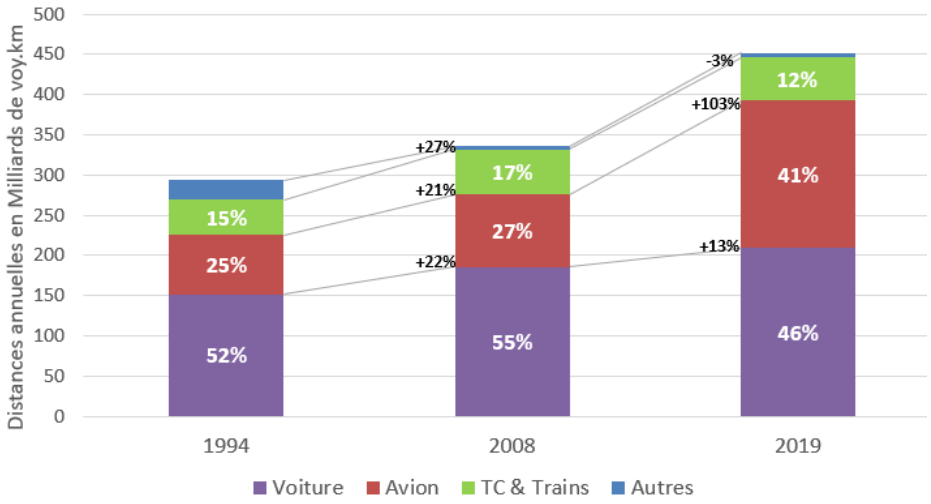
Ces premières analyses montrent que les différences observées entre déplacements locaux et déplacements à longue distance, tant sur leurs caractéristiques intrinsèques (fréquence, mode, etc…) que sur leurs dynamiques, sont clairement différenciées, justifiant d'analyses séparées pour éclairer les différents facteurs explicatifs des niveaux d'émissions. Les dynamiques de ces deux grands types de déplacements sont donc détaillées ci-dessous en deux parties séparées.

Les constats sur les longues distances

Entre 1994 et 2019, les déplacements à longue distance, réalisés à plus de 80 kilomètres du domicile, ont connu une augmentation de 20% de leurs émissions de gaz à effet de serre.

Cette augmentation est principalement due à une forte hausse des distances parcourues (+38%), liée à des voyages qui se sont allongés (+35%) sans être forcément plus fréquents (+2%). L'avion a été le vecteur principal de cette augmentation, avec une croissance de 21% des passagers-kilomètres entre 1994 et 2008 puis surtout de 103% entre 2008 et 2019. La voiture reste cependant le mode le plus utilisé sur ce segment de mobilité. Les distances parcourues en voiture en longue distance ont continué à augmenter de manière assez régulière sur l'ensemble de la période observée (respectivement +22% puis +13% sur les deux périodes), mais son écart avec l'avion s'est nettement réduit. Elle ne représente ainsi plus que 46% des passagers-kilomètres réalisés à longue distance en 2019, contre 41% pour l'avion.

Évolutions des distances parcourues en longues distances par mode entre 1994 et 2019



Les émissions de GES n'ont pas progressé dans les mêmes proportions que les distances, du fait notamment de fortes améliorations technologiques et organisationnelles dans le secteur de l'aérien qui ont permis de réduire les émissions unitaires des passagers de ce mode de près de 45% entre 1994 et 2019. Soulignons que cette baisse est loin de compenser la progression des distances parcourues en avion (plus de 150% sur la période) et l'avion reste toujours le mode le plus émetteur de ce segment de distance (99 geqCO_2/pass.km pour la voiture contre 170 geqCO_2 pour l'avion en 2019). Ainsi, malgré ses progrès sensibles au cours des 25 années précédentes, l'avion garde en 2019 le bilan GES le plus lourd au sein des déplacements à longue distance. Il représente 58% des émissions, pour 39% pour la voiture, les autres modes se partageant les 3% restants pour 13% des passagers-kilomètres.

Au niveau individuel, deux principaux facteurs apparaissent en lien avec la mobilité à longue distance : le niveau de revenu et le niveau de diplôme le plus élevé au sein du ménage. Plus le niveau de revenu et plus le niveau de diplôme augmentent, plus la mobilité à longue distance et les émissions de GES des personnes concernées s'accroissent. Ces deux effets sont bien disjoints puisqu'à classe de revenu fixée, plus le diplôme est élevé, plus les distances parcourues augmentent ; et de même, à niveau de diplôme donné, plus le revenu est élevé, plus les distances parcourues sont importantes.

Les émissions de gaz à effet de serre se répartissent dès lors de manière très hétérogène. Les personnes qui disposent d'un diplôme supérieur à Bac+2 tout en étant parmi les 25% les plus aisées représentent 15% de la population et sont responsables de 37% des émissions de GES liées aux déplacements longue distance. Cette concentration résulte tout à la fois d'une mobilité à longue distance plus importante et d'une utilisation de l'avion plus intensive par cette catégorie de population. Autre chiffre complémentaire, on constate un rapport de 1 à 5 des émissions de GES entre les personnes sans diplôme appartenant au quartile de revenu le plus faible *versus* les personnes à Bac+5 appartenant au quartile de revenu le plus élevé.

En dynamique, on observe cependant une diffusion de l'usage de l'avion dans toutes les catégories de la population, et il représente en 2019 au moins 25% des distances parcourues au sein de chacun des 15 sous-groupes que nous avons constitués en croisant revenu et de diplôme. Cet apparent processus de démocratisation reste cependant relatif. Les personnes issues des ménages à haut revenu effectuent en 2019 plus de 50% de leur mobilité à longue distance en avion, et les progressions les plus nettes ont été réalisées par les personnes issues du 3ème quartile de revenu, qui rejoignent progressivement les usages des plus aisées.

Les facteurs explicatifs de la croissance des déplacements longues distances et de l'usage de l'avion

Derrière ce constat d'un lien fort de la mobilité à longue distance avec le revenu et le niveau d'études, l'hypothèse de plusieurs facteurs explicatifs peut être avancée :

- *Un effet économique direct, lié au coût des voyages relativement aux revenus disponibles*. La croissance générale des revenus sur les 25 années d'observation apparaît motrice dans cette tendance ; dans le domaine de l'aérien, cet effet revenu a été renforcé par la baisse des prix des billets sur la période, liée à l'essor des compagnies low-cost et l'augmentation du nombre de lignes aériennes. Même si l'essentiel de la demande provient toujours des individus les plus aisés, ces deux facteurs ont facilité l'accès à l'avion pour une partie plus large de la population et ce dernier mode a favorisé l'allongement des voyages.

- *Une appétence pour les voyages croissante avec le niveau d'études :* la probabilité d'avoir réalisé des séjours loin de sa région d'origine augmente avec les études, ce qui peut ouvrir au monde et favoriser un plus grand intérêt pour les voyages et l'altérité, tout en diminuant l'appréhension du voyage lui-même.

- *Un élargissement géographique des réseaux de connaissances :* la probabilité de nouer des liens avec des étudiants étrangers augmente avec les années d'études, favorisant par la suite des déplacements internationaux pour retrouver des amis ; de même, la probabilité d'interactions professionnelles internationales augmente avec le revenu, favorisant également des mobilités de loisirs à longue distance. A noter que ce facteur n'est pas juste lié à ces deux variables : toutes les personnes dont la famille est très éloignée (DOM-TOM et pays étrangers) sont susceptibles de rentrer régulièrement dans leur région d'origine, quels que soient leur revenu et leurs études. Ceci est bien visible dans les 3 enquêtes mobilité analysées, mais les volumes en jeu en termes de passagers-kilomètres et d'émissions de GES qui nous intéressent ici sont plus faibles que ceux qui ressortent avec le revenu et le niveau d'études.

Ainsi, les individus plus diplômés et à revenus élevés ont davantage de moyens financiers et de raisons de se déplacer sur de longues distances, que ce soit pour des raisons professionnelles, d'étude ou personnelles. Les diplômés et cadres, qui évoluent plus souvent dans des environnements internationaux, sont davantage susceptibles de voyager régulièrement. En dynamique, l'augmentation des revenus et la croissance des niveaux de diplôme dans la population expliqueraient en grande partie la hausse des déplacements à longue distance sur les 25 années observées.

Par ailleurs, les gains technologiques et les innovations organisationnelles dans le secteur aérien ont permis de rendre les vols plus accessibles, mais également plus efficaces. Les compagnies aériennes ont optimisé les taux de remplissage des avions et intégré des technologies réduisant la consommation de carburant, contribuant ainsi à la diminution des émissions unitaires. Toutefois, ces améliorations n'ont pas été suffisantes pour contrebalancer la forte croissance de la demande de déplacements de longue distance, ce qui explique la hausse des émissions de GES de ce mode.

Prospective sur les longues distances

Dans les années à venir, les évolutions démographiques et socio-économiques globales devraient continuer à renforcer les déplacements à longue distance et l'usage de l'avion. Les tendances actuelles sont à la hausse de la population et à des niveaux de diplômes de plus en plus élevés. Par ailleurs, la croissance des revenus, même ralentie, reste d'actualité.

Il est probable que les individus aux revenus les plus élevés et à diplômes supérieurs continueront de dominer les émissions liées aux déplacements longue distance, en particulier en avion. Avec une augmentation attendue du nombre de diplômés du supérieur dans la population, ainsi qu'une mondialisation toujours plus prégnante, la demande pour des déplacements longue distance devrait continuer de croître.

Malgré les efforts pour améliorer l'efficacité énergétique des avions, il est peu probable que ces innovations suffisent à réduire de manière significative les émissions globales de GES dans un avenir proche. Des solutions technologiques comme l'avion à hydrogène ou électrique sont en cours de développement, mais elles ne seront pas disponibles à grande échelle avant plusieurs décennies. Des travaux sur la réduction des traînées blanches permettent d'envisager des améliorations de l'impact de l'avion à un horizon plus proche. Cependant, en attendant, la croissance de la demande pour les déplacements longue distance pourrait continuer de surpasser les bénéfices obtenus par les réductions des émissions unitaires des avions.

Enfin, il convient de souligner que la concentration des émissions de GES générées par une fraction de la population permet de réfléchir à des politiques de réduction des émissions ciblées prioritairement sur les grands émetteurs. Plusieurs travaux économiques montrent ainsi l'intérêt d'une taxe progressive sur les "frequent flyers". Parallèlement, le développement des alternatives à l'avion pour certains types de déplacements (notamment les trains à grande vitesse pour les trajets intra-européens) pourrait contribuer à réduire la dépendance vis-à-vis du transport aérien.

En conclusion, la hausse attendue des déplacements longue distance, principalement en avion, combinée aux inégalités socio-économiques d'accès à ce mode de transport, constitue un défi majeur pour les politiques climatiques. Sur ce segment de mobilité, la lutte contre les émissions de GES nécessitera à la fois des innovations technologiques et des

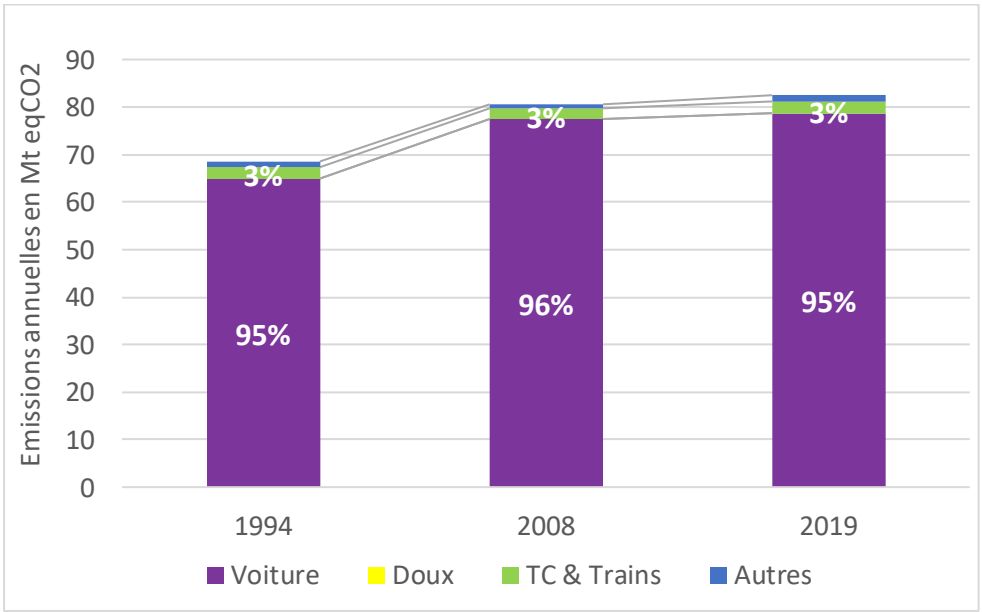
mesures politiques pour encadrer la croissance de la demande, en ciblant notamment les catégories de la population les plus émettrices.

Les constats sur les déplacements locaux

La voiture est incontestablement le mode de transport dominant pour les trajets quotidiens des Français, tant en termes de distances parcourues que d'impacts environnementaux. Elle représente 85% des distances totales effectuées pour les déplacements locaux, et génère environ 95% des émissions de gaz à effet de serre liées à ces déplacements, et ce dans les trois dernières enquêtes nationales. Cette domination écrasante s'explique par un réseau routier performant sur l'ensemble du territoire, offrant des possibilités de déplacements et des vitesses le plus souvent supérieures à celles des modes alternatifs, notamment dans les zones rurales et périurbaines où ces alternatives sont beaucoup plus limitées.

Entre 1994 et 2008, les émissions de GES issues des déplacements locaux ont progressé de 20%. Cette hausse est le résultat combiné de plusieurs facteurs. D'une part, le nombre de déplacements par personne a légèrement augmenté mais, surtout, les distances parcourues par les individus ont connu une croissance significative. Ceci est notamment sensible pour les actifs en emploi, dont les besoins de mobilité sont particulièrement élevés. D'autre part, malgré les progrès techniques sur les véhicules, les émissions unitaires par kilomètre parcouru ont légèrement augmenté sur la période du fait d'une baisse des taux de remplissage qui sont passés de 2,1 à 1,8 passagers par voiture. Enfin, cette croissance des émissions par personne a été amplifiée par une croissance démographique de 5% au cours de la période. Cette tendance à la hausse des émissions s'est ensuite fortement ralentie entre 2008 et 2019, portée essentiellement par la croissance de la population. Les légères baisses du nombre de déplacements par personne et des émissions unitaires, revenues pour ces dernières à un niveau comparable à celui de 1994, compensent la tendance à la croissance des distances parcourues par déplacement, portée quant à elle par les mêmes mécanismes que lors de la période précédente (nous y revenons ci-dessous).

Evolution des émissions de GES par mode pour les déplacements locaux entre 1994 et 2019



Au niveau des individus, le facteur déterminant des émissions pour les déplacements locaux reste l'activité professionnelle. Les actifs en emploi représentent le groupe le plus important en termes d'émissions de GES liées aux déplacements locaux, tant en valeur absolue à chacune des périodes qu'en termes de dynamique d'évolution. Ce groupe, qui constitue environ 43% de la population, est responsable de 65% des émissions. Cependant, les niveaux et les dynamiques des émissions au sein du groupe des actifs en emploi varient fortement en fonction de leur localisation résidentielle. Les actifs résidant dans les zones rurales ou périurbaines ont vu leurs distances automobiles et leurs émissions augmenter de manière significative au cours des 25 années d'observation. En revanche, les actifs résidant dans les centres urbains ont vu leurs émissions légèrement baisser, en raison tout à la fois d'une réduction des distances parcourues et d'un abandon progressif de la voiture.

Les retraités, quant à eux, représentent un autre groupe démographique dont l'impact sur les émissions de GES a évolué de manière significative. Entre 1994 et 2019, le nombre de retraités a considérablement augmenté, accompagné d'une motorisation croissante. Bien que les comportements individuels n'aient pas beaucoup changé pour chaque sous-groupe de motorisation, la forte augmentation de la population retraitée, combinée à une motorisation accrue, a conduit à une augmentation de 170% des émissions de ce groupe sur la période.

Les facteurs explicatifs des émissions à l'échelle locale

Plusieurs facteurs expliquent ces tendances observées, en particulier en ce qui concerne les actifs en emploi. Les distances parcourues par ce groupe sont souvent plus longues en raison de la mobilité contrainte par l'emploi. Cette situation est exacerbée par les dynamiques du cycle de vie familial, où les parents, en particulier, doivent jongler entre les trajets domicile-travail et les déplacements pour accompagner leurs enfants à l'école, aux activités extrascolaires, etc. Ces obligations multiples impactent les distances parcourues et, par conséquent, les émissions associées à ces trajets.

Dans les zones rurales et périurbaines, la perte d'accessibilité aux services et aux emplois est extrêmement sensible sur la période, se traduisant par une augmentation des distances parcourues en automobile. L'étalement urbain et la diffusion des ménages en dehors des grandes métropoles ont par ailleurs renforcé cette dynamique. En revanche, les actifs résidant dans les centres urbains ont de leur côté pu réduire leurs distances moyennes parcourues du fait d'une meilleure accessibilité aux services et aux emplois concentrés dans les centres. De plus, les politiques urbaines visant à réduire les nuisances liées au trafic automobile, telles que la promotion des transports en commun, la création de pistes cyclables et l'aménagement d'espaces piétonniers, ont eu un effet positif sur leurs mobilités et les actifs des centres urbains se sont en grande partie libérés de la dépendance à l'automobile. Cette situation remet en évidence la nécessité de creuser les enjeux de mobilité des populations périurbaines et rurales, qui sont confrontées à des défis spécifiques en matière de transport.

Pour les retraités, l'augmentation des émissions s'explique principalement par un effet générationnel. Les jeunes retraités d'aujourd'hui sont plus motorisés que les générations précédentes, en grande partie parce qu'ils possédaient déjà davantage de voitures pendant leurs années actives. Cette tendance se poursuit à la retraite, entraînant une hausse des émissions pour ce groupe. C'est donc la combinaison de cet effet de génération et d'un effet structurel de vieillissement de la population qui explique la hausse globale des émissions de ce groupe. À noter que les niveaux d'émissions apparaissent logiquement fortement liés à l'âge, avec un niveau nettement plus élevé chez les retraités de moins de 75 ans que chez leurs aînés, car ils sont généralement plus actifs et plus motorisés et parcourent donc davantage de kilomètres en voiture.

Prospective sur les déplacements locaux

En se projetant dans les 10 ou 20 prochaines années à venir, les actifs des zones rurales et périurbaines devraient être les principaux moteurs de la croissance des émissions de GES. Ce constat souligne l'importance d'adapter les politiques publiques aux spécificités territoriales pour réduire efficacement les émissions de ce groupe. Cela peut passer par la multiplication des initiatives visant à améliorer et promouvoir l'offre de transports alternatifs à la voiture individuelle comme le vélo, les transports en commun ou le covoiturage dans les zones peu denses.

En outre, la maîtrise de l'étalement urbain dans les zones rurales et périurbaines est essentielle pour limiter l'augmentation des distances parcourues et, par conséquent, des émissions de GES. Des politiques visant à favoriser le développement compact des zones rurales, à promouvoir la densification autour des centres-villes, limitant ainsi la dispersion des habitations et des activités, pourraient jouer un rôle clé dans cette stratégie.

La transition vers des véhicules électriques constitue également une opportunité majeure pour réduire les émissions de GES dans ces zones. La voiture électrique, plus consommatrice d'énergie et de matériaux rares que sa concurrente thermique lors de sa phase de construction, est par contre bien moins émettrice en cours d'usage, et nécessite un usage régulier pour avoir une empreinte carbone plus faible. Elle apparaît ainsi particulièrement adaptée aux populations de ces zones qui parcourent des distances quotidiennes plus importantes. Des incitations financières pour l'achat de véhicules électriques, ciblées sur les usagers réguliers de la route sans alternative à la voiture individuelle, ainsi qu'un bon maillage en bornes de recharge dans les centres des bourgs et sur les lieux d'emplois parfois éloignés des zones de résidence, pourraient donc accélérer une telle transition.

En conclusion, les actifs en emploi, en particulier ceux résidant en zones rurales et périurbaines, ainsi que dans une moindre mesure les retraités de plus en plus motorisés, sont les principaux contributeurs à la croissance des émissions de GES liées aux déplacements locaux. Les tendances observées parmi ces grands émetteurs sont largement influencées par des facteurs démographiques et structurels, plutôt que par des changements significatifs dans leurs comportements de mobilité. La voiture, en tant que principal mode de transport pour les trajets quotidiens, est au cœur des enjeux environnementaux. Les politiques de réduction des émissions doivent donc être ciblées et adaptées aux spécificités géographiques et démographiques, en mettant l'accent sur la promotion des alternatives à la voiture individuelle et la maîtrise de l'étalement urbain. La transition vers une mobilité plus durable passe par une combinaison de mesures à la fois locales et nationales, tenant compte des réalités du terrain pour être véritablement efficaces.

Introduction : 3 enquêtes pour analyser les évolutions des émissions de GES des mobilités individuelles entre 1994 et 2025

Selon le GIEC (2022), les transports représentent 15% des émissions globales de CO2 dans le monde. En France, du fait d'un système énergétique moins carboné que la moyenne internationale, les transports prennent un poids relatif plus important, s'élevant à 34% en 2023 selon le Haut Conseil pour le Climat (2024). Réduire les émissions de ce secteur s'avère ainsi particulièrement important au niveau de notre pays et, pour ce faire, il apparaît indispensable de bien éclairer les dynamiques de long terme de ce secteur et de comprendre les facteurs explicatifs qui les sous-tendent. Or, si les statistiques nationales fournissent bien les tendances générales des émissions de GES des transports (par exemple CITEPA, 2024), elles n'apportent pas d'éléments d'analyse et de compréhension.

Le présent rapport s'attache ainsi non seulement à montrer les évolutions des émissions liées aux mobilités, mais aussi à mettre en lumière les dynamiques économiques, sociales et technologiques qui permettent de les expliquer. Il porte plus spécifiquement sur les mobilités des personnes, dont les tendances reposent sur des logiques différentes de celles des marchandises. Elles représentent environ 60% du total du CO2 émis par les transports en France (SDES, 2021), et peuvent notamment être observées au travers d'enquêtes sur les mobilités des résidents du territoire national réalisées tous les 10 à 15 ans et offrant une représentation des déplacements réalisés tant pour les mobilités locales qu'à longue distance.

Ainsi, l'enquête nationale « mobilité des personnes » réalisée en 2018-2019 a commencé à délivrer ses premiers résultats et montre des évolutions sensibles en matière de mobilité locale par rapport à la précédente enquête de 2008, avec notamment une baisse qui se confirme de la part modale de l'automobile et un allongement sensible du budget temps quotidien consacré à se déplacer (+10%), et ce quel que soit le mode considéré, automobile, marche à pied, vélo ou transports collectifs. Les premières tendances pour les déplacements à longue distance montrent quant à elles un net allongement des distances parcourues (+34%), principalement dû à une croissance forte de l'utilisation de l'avion (SDES, 2021).

Comment ont joué les améliorations technologiques d'un côté et les variations des distances parcourues par mode de l'autre, sachant que ces dernières sont la résultante de multiples évolutions, comportementales, démographiques, économiques, territoriales, etc., en partie liées entre elles ? Et, compte tenu de ces évolutions, comment penser les actions à mettre en œuvre dans les prochaines années, au niveau technologique bien sûr, mais également en jouant sur les choix modaux et les distances parcourues, tout en prenant en considération les enjeux sociaux ?

Pour estimer et analyser ces évolutions, les données des trois dernières enquêtes nationales sont aujourd'hui disponibles : l'Enquête Mobilité des Personnes (EMP) de 2019, l'Enquête Nationale Transport et Déplacements (ENTD) de 2008 et l'Enquête Transports et Communication (ETC) de 1994. Malgré leurs dénominations différentes, ces enquêtes reposent sur une méthodologie commune permettant une représentation des déplacements effectués par la population nationale en apportant une description fine des caractéristiques socio-économiques des personnes les ayant réalisés, ainsi que celles des ménages auxquels elles appartiennent. Ces enquêtes permettent en outre de recueillir le mode et le motif de chacun des déplacements, effectués aussi bien dans le cadre professionnel que privé, localement ou à longue distance.

Elles fournissent ainsi trois photos qui, mises ensemble, rendent compte de 25 ans d'évolutions des mobilités des Français.

Les bilans des émissions de CO2 liées aux mobilités recueillies lors des deux enquêtes nationales de 1994 et 2008 avaient déjà été effectués à l'occasion de travaux antérieurs et les évolutions entre ces deux dates avaient été analysées (Nicolas et David, 2009 ; Nicolas et al., 2013). Le présent rapport prolonge ce travail antérieur en capitalisant sur les calculs déjà réalisés et en s'attachant à conserver une méthodologie d'estimation des émissions cohérentes entre les trois bases de données, tout en renouvelant les questionnements en fonction des enjeux qui émergent fortement aujourd'hui autour du dérèglement climatique et des enjeux sociaux de la transition énergétique.

Ainsi, une méthodologie identique a été appliquée pour le calcul des distances parcourues et à l'estimation des émissions de GES de chaque mode sur chacune des trois enquêtes, avec pour objectif de limiter le plus possible l'impact potentiel des hypothèses de calculs sur les tendances observées (chapitre 1). Les évolutions globales les plus marquantes sont ensuite présentées (chapitre 2), avant de détailler les dynamiques observées selon les mobilités locales (chapitre 3) et selon les mobilités à longue distance (chapitre 4), sachant que ces deux types de mobilités reposent sur des logiques différentes et ne recourent pas aux mêmes modes de transport.

1. Estimer les émissions de GES et analyser leurs évolutions avec les enquêtes mobilité nationales

Ce travail repose sur une exploitation fine des trois dernières enquêtes nationales consacrées aux mobilités des résidents du territoire national. Ces trois enquêtes ont été construites selon les mêmes grands principes, permettant d'envisager des comparaisons intertemporelles et d'analyser les évolutions constatées. Elles reposent sur le recueil d'information sur un nombre importants de ménages (environ 14000 ménages en 1994 et 2019, et jusqu'à 20000 en 2008), permettant ainsi de disposer d'une statistique significative au niveau des déplacements recueillis (cf. Tableau 1 ci-dessous).

Tableau 1: Les grands chiffres des 3 enquêtes utilisées

	ETC 1994	**ENTD 2008**	**EMP 2019**
Nb de ménages interrogés	14 213	20 178	13 825
Nb de déplacements locaux	95 924	132 880	45 169
Nb de déplacements à longue distance	41 774	18 717	22 291

Les ménages constituent ainsi la cible de base visée par ces enquêtes, et une à deux personnes sont interrogées en face-à-face à domicile au sein de chaque ménage. Les caractéristiques socio-économiques du ménage et de la (des) personne(s) interrogée(s) sont recueillies. Par ailleurs, un recensement détaillé des mobilités des personnes interrogées est fait, en distinguant d'un côté la mobilité locale, définie comme réalisée à moins de 80 kilomètres à vol d'oiseau du domicile et pour laquelle tous les déplacements effectués la veille du jour d'enquête sont renseignés, et d'un autre côté la mobilité à longue distance, réalisée à plus de 80 kilomètres du domicile, moins fréquente et pour laquelle les déplacements effectués au cours des 3 derniers mois sont renseignés. Pour chaque déplacement, on dispose notamment du motif qui a poussé à sa réalisation, de ses lieux d'origine et de destination, des heures de départ et d'arrivée ainsi que du ou des mode(s) de transport utilisé(s). Le mode de transport et les distances parcourues sont les principales informations utilisées pour estimer les émissions de GES de chaque déplacement ; les caractéristiques socioéconomiques des ménages et des personnes interrogées qui fournissent ensuite les éléments d'analyse des facteurs explicatifs des émissions et de leurs évolutions.

Ces informations constituent en même temps le contour des possibles pour les traitements et les analyses. Pour éviter d'alourdir ce rapport final, nous renvoyons le lecteur au rapport méthodologique de cette recherche (Le Goff, Nicolas, Verry, 2023). Nous avons par contre conservé dans cette partie les éléments méthodologiques propres au calcul des émissions et à l'analyse des évolutions, nécessaires pour pouvoir s'approprier pleinement les résultats présentés dans les parties suivantes : quel est le périmètre retenu pour les émissions à estimer et quelles hypothèses recouvre-t-il (16) ? quelles méthodologies précises ont été utilisées pour réaliser les calculs (partie 2.2.) ? quels principes ont été retenus pour analyser les évolutions constatées entre les enquêtes ?

1.1. Les grands principes retenus pour estimer les émissions de GES des mobilités

Pour pouvoir estimer les émissions de gaz à effet de serre liées aux mobilités recueillies au cours de ces trois enquêtes, nous nous sommes adossés à des méthodes qui font référence et sont classiquement utilisées. Il n'empêche que chaque élément de calcul repose sur des hypothèses qui peuvent être débattues. Les choix qui ont été faits assurent une cohérence entre les enquêtes, permettant de comparer les résultats sur 3 périodes différentes tout en éclairant au mieux les enjeux actuels. Ils conditionnent cependant les résultats obtenus et il nous apparaît nécessaire d'expliciter les cinq grands choix sous-jacents à la méthodologie présentée par la suite et qui apparaissent importants pour situer les chiffres obtenus.

1) L'impact des gaz à effet de serre (GES) estimés en équivalent CO2

Les principaux GES émis par les transports sont estimés et ramenés en équivalent CO2 à l'horizon de 100 ans conventionnellement utilisé. Comme la durée de vie des différents polluants est variable, une modification de cet horizon, à 25 ou 200 ans par exemple, pourrait changer partiellement les résultats. Ceci étant, l'immense majorité des émissions étant liées sur notre période d'étude à l'utilisation de moteurs thermiques, le carbone reste le vecteur essentiel du réchauffement climatique imputable aux transports. Ainsi, les volumes d'équivalents CO2 changeraient peu et les évolutions estimées changeraient encore moins avec une métrique reposant sur un autre horizon.

2) *Une analyse « du puit à la roue »*

En toute rigueur, la mesure de l'impact des transports sur le changement climatique devrait reposer sur des analyses en cycle de vie prenant en compte toute la chaîne de production, de maintenance et de traitement final des véhicules et de leurs infrastructures, en plus de leur utilisation et des consommations d'énergie et des émissions polluantes afférentes : c'est alors que les différents modes, automobile, aérien, transport ferré, peuvent être comparés de manière cohérente. Compte tenu du temps et de l'expertise nécessaires pour déployer correctement cette méthodologie, nous n'avions pas les moyens de réaliser un tel travail. Nous avons néanmoins intégré dans nos calculs les émissions de GES liées à la production de l'énergie utilisée pour faire fonctionner les véhicules, ce qui évite notamment d'affecter une émission nulle aux véhicules électriques. Nous restons cependant conscients des limites de nos estimations sur ce point même si, là encore, le poids de l'automobile thermique comme mode dominant stabilise pour l'instant les résultats. La montée de la motorisation électrique attendue pour les prochaines années nécessitera en revanche de développer des approches ACV à l'avenir.

3) *La prise en compte des traînées de condensation des avions*

L'avion est le mode qui a le plus progressé au cours de la période, avec un impact sensible sur les émissions de GES. Alors qu'il représentait 12% des distances parcourues par un Français moyen en 2008, sa part s'est élevée à 20% en 2019, et ses émissions de GES ont augmenté de 36% sur la période. Pour prendre en compte correctement cet impact, nous avons repris les préconisations de l'ADEME en intégrant les fumées blanches des avions en plus de la consommation du carburant. Celles-ci doublent le bilan des GES émis par l'avion en équivalent CO2, ce qui est loin d'être négligeable compte tenu du poids croissant de ce mode. Ces préconisations s'affineront certainement dans les prochaines années, avec une meilleure compréhension des phénomènes en jeu, mais nous avons choisi de les retenir comme telles pour l'instant plutôt que « d'oublier » ce type d'impact. Pour plus de détails sur cette question, un état de l'art a notamment été commandité et publié par l'ADEME (Vieira da Rocha et André, 2021).[2]

4) *L'utilisation du programme COPERT pour estimer les émissions des modes routiers*

Les émissions de l'automobile restent toujours l'élément lourd du bilan GES des mobilités des Français, avec 72% des émissions en eqCO2 en 2019. Les choix réalisés pour les calculer ont dès lors automatiquement un poids important dans les résultats finaux. Le recours au modèle européen COPERT (EMEP/EEA, 2019)[3], ainsi que les hypothèses retenues pour fournir les données compatibles en entrée (sur les distances parcourues, les vitesses, la caractérisation du parc par exemple) ne sont donc pas anodins. Là encore, nous avons choisi d'utiliser une méthodologie qui fait référence, tout en permettant d'intégrer un maximum de variabilité dans les estimations réalisées au niveau de chaque déplacement en fonction des véhicules des ménages et des types de mobilité considérés. L'important, ici, a été de faire en sorte que la méthode et les hypothèses de calcul restent bien cohérentes sur les 3 périodes pour que les comparaisons puissent être menées correctement.

5) *Des émissions unitaires cohérentes entre les trois enquêtes quand la donnée est indisponible*

Enfin, d'autres hypothèses ont également dû être posées pour les autres modes comme l'autocar pour lequel nous ne disposons pas de l'évolution des taux de remplissage, ou encore les ferries pour lesquels les émissions unitaires françaises sont indisponibles. Compte tenu des faibles volumes de distance en jeu relativement à l'ensemble des mobilités des Français, ces hypothèses n'ont cependant pas d'impact sur les chiffres que nous utiliserons. Notre échelle d'analyse restera suffisamment agrégée pour ne pas impliquer ces modes dans des types de mobilités où ils seraient dominants. Ceci étant, nous avons constamment cherché à utiliser des hypothèses d'émissions unitaires (mesurées par passager-kilomètre) dont les ordres de grandeur restent cohérents avec la littérature internationale.

C'est l'ensemble de ces hypothèses et de la méthodologie déployée pour nos calculs qui vont maintenant être présentés. Et, nous le répétons, les deux exigences principales qui ont guidé nos choix pour réaliser les calculs sont d'une part le recours à des méthodologies et des chiffres qui font référence (même si des méthodes et des chiffres alternatifs existent) et d'autre part le maintien de la cohérence des calculs entre les trois enquêtes pour permettre une bonne comparabilité des résultats et une visualisation correcte des tendances au cours des 25 années d'observation.

---

[2] https://librairie.ademe.fr/mobilite-et-transport/4617-etat-de-l-art-de-la-recherche-scientifique-sur-l-impact-climatique-des-trainees-de-condensation-des-avions.html

[3] COPERT est l'acronyme de: "COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport", un programme développé par l'Agence Européenne pour l'Environnement (EMEP/EEA, 2019).

1.2. Une méthode de calcul des émissions pour chaque déplacement recueilli, homogène entre les 3 enquêtes

L'essentiel des émissions de gaz à effet de serre provient des modes routiers, pour lesquels le modèle COPERT sert de référence en Europe et fournit des paramètres de calcul standardisés (https://copert.emisia.com/). Développé et actualisé depuis les années quatre-vingt-dix, ce modèle s'est enrichi et affiné au cours de ses 35 années d'existence, et nos estimations reposent sur la version COPERT 5. Ainsi, il est important de présenter la logique de calcul de COPERT (§1.2.1.) avant de présenter les valeurs des paramètres utilisés pour chaque mode pris en considération dans ce modèle (§1.2.2 à 1.2.4.). Pour les modes plus lourds, tels que le bateau, le train ou l'avion, nous avons utilisé des émissions unitaires trouvées dans la littérature pour estimer les émissions de GES correspondantes. Enfin, par convention, nous avons posé que les modes doux (marche à pied, vélo, …) n'émettent pas de GES.

1.2.1. L'usage du modèle COPERT 5 pour les principaux modes routiers

Le cœur du modèle COPERT repose sur la formalisation d'une équation standardisée dont le résultat est fonction de la vitesse moyenne du déplacement, et dont les valeurs des paramètres varient suivant le type de polluant et les caractéristiques du véhicule considéré, reposant principalement sur l'âge et la cylindrée du véhicule[4] :

$$EF_{HOT} = \frac{\alpha * V^2 + \beta * V + \gamma + \frac{\delta}{V}}{\varepsilon * V^2 + \zeta * V + \eta} * (1 - RF)$$

Où V correspond à la vitesse moyenne du déplacement ; α, β, γ, δ, ε, ζ et η sont des coefficients variant selon le polluant émis et le type de véhicule ; et RF est un facteur de réduction correctif pouvant être éventuellement appliqué.
Le modèle est ainsi basé sur une liste de valeurs de ces paramètres fournies par type de véhicule et par polluants.

Cette première équation permet d'estimer les émissions lorsque le moteur du véhicule est chaud. Cependant, les véhicules émettent également une quantité plus importante lorsque le moteur est froid. Ainsi, les émissions supplémentaires à froid sont calculées en suivant l'équation suivante :

$$EF_{COLD} = \beta_{i,k} * e_{HOT,i,k} * (\frac{e^{COLD}}{e^{HOT}}_{i,k} - 1)$$

Où $\beta_{i,k}$ est la distance parcourue avec un moteur froid de technologie k pour le polluant i. Ce paramètre dépend de la température ambiante (voir détail du calcul en 18) ainsi que de la distance moyenne du déplacement, estimée à 12 kilomètres en France[5]. Enfin, $e_{HOT,i,k}$ correspond au facteur d'émissions du véhicule à chaud et $\frac{e^{COLD}}{e^{HOT}}_{i,k}$ au rapport entre émissions à froid et à chaud pour le véhicule correspondant. Ce rapport est calculé selon le polluant et peut être fonction de la vitesse du véhicule et de la température ambiante.

Enfin, les émissions amont liées à la production de l'énergie consommée pour le fonctionnement des véhicules sont également prises en compte dans cette étude. Elles ont donc été rajoutées en complément des émissions estimées à l'aide de COPERT. Pour les modes consommant du pétrole, ces émissions sont disponibles dans la fiche « combustibles fossiles liquide » du bilan carbone de l'ADEME. La production d'un baril de carburant émet en moyenne pour la phase amont 14,2 kgeqCO2 pour 74,2 kgeqCO2 lors de sa combustion lors du déplacement lui-même. Les émissions amont des voitures particulières sont donc approximées par ce rapport, c'est-à-dire :

$$Emissions\ amont = Emissions\ combustion * \frac{14{,}2}{74{,}2}$$

Les émissions totales du trajet « du puit à la roue » sont donc estimées en sommant les valeurs obtenues pour les émissions du véhicule « à chaud », les surémissions « à froid » et les émissions dues à l'amont.

1.2.2. La voiture particulière

Les émissions de CO2 de l'automobile sont déduites de la consommation de carburant et des différents polluants carbonés émis pour lesquels une fonction d'émission a été calibrée dans COPERT. Le modèle permet aussi de calculer les émissions d'autres polluants non-carbonés. Nous avons pu ainsi calculer une estimation synthétique des émissions de GES ramenées en impact équivalent CO2, à partir des émissions de monoxyde de carbone (CO), des composés organiques volatiles (COV), des particules fines (PM), de méthane (CH4) et d'oxyde nitreux (N2O).

Comme indiqué dans l'équation de la partie précédente, ces émissions sont estimées en prenant en compte la vitesse moyenne du déplacement, qui est déduite de la durée et de la portée du déplacement fournies dans les 3 enquêtes.

[4] https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-i/view
[5] Dans l'EMP, cette moyenne est à 13.8 dans « k_deploc » en gardant la pondération. Elle tombe à 11.4 lorsque l'on retire les déplacements de + de 100km.

Concernant les voitures particulières, les valeurs des paramètres de l'équation de base sont par ailleurs fournies selon le carburant, l'âge et la taille du véhicule utilisé pour le déplacement.

Les véhicules de chaque enquête sont classés selon ces trois critères dans le fichier de travail. Le carburant utilisé et l'année de première immatriculation sont directement recueillis dans l'enquête (présents dans le fichier « Q_VOITVUL »). La taille du véhicule est quant à elle inférée en croisant le carburant et la puissance fiscale du véhicule, dont l'information est disponible dans les bases véhicules, sur le même principe que celui utilisé dans la méthodologie DEEM du CEREMA (Verry et al., 2022).

Si l'information est manquante sur l'un de ces 3 critères, carburant, année de première immatriculation, ou puissance fiscale du véhicule, la valeur est remplacée par une valeur existante avec une probabilité équivalente aux proportions présentes dans la base. Par exemple, si dans l'enquête correspondante les véhicules sont à 70% des diesels et à 30% des essences, alors un véhicule avec information manquante sur le carburant verra sa valeur affectée aléatoirement : soit « diesel » avec une probabilité de 70%, soit « essence » avec une probabilité de 30%.

Une fois la vitesse du déplacement et les caractéristiques du véhicule fixées, le modèle permet d'obtenir les émissions unitaires du véhicule, que l'on multiplie par la distance parcourue pour obtenir les émissions du trajet dues à la combustion.

Surémissions à froid

En suivant la méthode COPERT 5, on considère que Des surémissions et une surconsommation de carburant ont lieu lorsque le moteur du véhicule n'est pas encore chaud. Les préconisations de la méthode COPERT 5 ont également été reprises pour estimer ces consommations et ces émissions supplémentaires. Pour ce faire, on utilise les données de température minimales et maximales du lieu de l'origine au jour du déplacement disponibles dans la base de données « K_DEPLOC ». En croisant cette information avec l'heure de départ du déplacement, on obtient une estimation de la température extérieure au moment du départ (T_D) calculée de la manière suivante :

$$T_D = T_{min} + \frac{5-H}{11} * (T_{max} - T_{min}) \qquad Si\ 0 \leq H \leq 5$$
$$T_D = T_{min} \qquad Si\ 6 \leq H \leq 7$$
$$T_D = T_{min} + \frac{H-7}{8} * (T_{max} - T_{min}) \qquad Si\ 8 \leq H \leq 15$$
$$T_D = T_{max} \qquad Si\ 16 \leq H \leq 17$$
$$T_D = T_{max} - \frac{18-H}{11} * (T_{max} - T_{min}) \qquad Si\ 18 \leq H \leq 23$$

Où *Tmin*, *Tmax* sont respectivement les températures minimales et maximales du lieu et du jour de départ et où H est l'heure de départ du déplacement. L'idée étant d'approcher au mieux les départs à froid lorsque le véhicule démarre aux heures matinales, plus proches des températures minimales.
Ces surémissions affectent particulièrement les déplacements très courts puisque le moteur est chaud après 2 à 5 km de parcours. On considère par contre qu'elles sont négligeables pour les déplacements automobiles de longue distance du fichier voyages car la part du déplacement réalisée à froid est minime.

Émissions du carburant en amont

Les estimations des émissions obtenues via COPERT ne concernent pas les émissions nécessaires à la production et l'acheminement du carburant (extraction, raffinage, transport). Ces émissions dues à l'amont sont prises en comptes à partir de données présentes dans la Base Carbone de l'ADEME, comme indiqué en 18.

Dans le cadre des estimations globales réalisées pour comparer les évolutions entre les 3 enquêtes, les émissions des voitures particulières sont intégralement reportées sur les conducteurs. Pour la modalité « Tantôt conducteur, tantôt passager », on a considéré que l'individu émet 50% de l'émission du véhicule.
Pour le calcul des émissions à l'échelle individuelle, utilisé notamment dans nos typologies des individus présentées dans les sections 31 et 42 distinguant les mobilités locales et à longue distance, les émissions de GES associées au déplacement ont été divisées par le nombre d'occupants du véhicule, qu'ils soient conducteurs ou passagers. Il est donc possible d'obtenir des valeurs différentes entre la somme des émissions des différents groupes issus de nos typologies et le total affiché dans la section 24.

1.2.3. Les deux-roues motorisés

De manière analogue aux voitures particulières, les émissions de CO_2 des deux-roues motorisés sont calculées à partir de la méthodologie COPERT. Leur consommation et leurs émissions de polluants locaux sont également estimées.
Les émissions unitaires sont ici aussi établies en fonction de la vitesse du trajet. Elles sont ensuite multipliées par la distance parcourue pour obtenir les émissions correspondant au déplacement. Par ailleurs, les émissions à froid et celles dues à l'amont sont calculées de manière identique à la voiture particulière en utilisant les facteurs d'émissions adaptés fournis dans la méthodologie COPERT 5.

Les véhicules sont classés ici selon leur **âge** et leur **cylindrée**. L'année de première immatriculation ainsi que la cylindrée du véhicule sont toutes deux disponibles directement dans la base « Q_2RMOT ». Comme dans le cas de la voiture particulière, si l'une de ces deux données est manquante, alors une valeur est affectée aléatoirement, avec une probabilité proportionnelle aux valeurs présentes dans la base.

De même, pour le calcul des émissions à l'échelle individuelle, les émissions attribuées à l'individu enquêté sont établies en considérant qu'il participe à l'émission totale de GES du déplacement au prorata du nombre de personnes dans le véhicule.

1.2.4. Les transports collectifs routiers

Ici encore, la méthodologie COPERT est utilisée pour les autobus et autocars. Par contre, les émissions à froid de ces modes ne sont pas comprises dans ce calcul, en considérant que leur temps de fonctionnement à froid est minime par rapport à leur usage et au total des kilomètres qu'ils parcourent.

COPERT fournit des émissions calculées pour un véhicule. Il convient alors de définir un taux de remplissage du véhicule pour obtenir des émissions par passager :

- Pour les ***autobus urbains***, en considérant les premiers résultats obtenus depuis les enquêtes EMC², les émissions unitaires par passager avoisinent les 100 $geqCO_2$/km (Verry et al., 2022). En utilisant COPERT, on trouve des émissions unitaires par véhicule autour de 1720 $geqCO_2$/km. En considérant un taux de remplissage de 17 passagers par bus, on retombe sur un facteur équivalent à celui trouvé via les EMC².
- Pour les ***autocars***, en conservant la même méthode et le même taux de remplissage, on retrouve des émissions bien plus faible puisque les autocars roulent en moyenne bien plus vite que les bus en milieu urbain. Le facteur unitaire trouvé est de 40 $geqCO_2$/passager.km (soit 675 $geqCO_2$/km par véhicule).
- Pour les ***autres TCU électriques*** (métro, tramway, VAL, funiculaire, trolley), on retient la valeur de 6 $geqCO_2$/passager.km définie dans le guide ministériel (ADEME, 2018) provenant des émissions liées à la production de l'électricité nécessaire à leur fonctionnement.[6]

1.2.5. Autres modes routiers

L'information recueillie pour les déplacements réalisés avec d'autres modes de transport routier reste trop imprécise pour utiliser directement COPERT. Les principes suivants ont dès lors été retenus :

- Pour les ***taxis***, on utilise la valeur moyenne des voitures particulières. Cette valeur est calculée hors considération de la consommation à froid. On pose ainsi l'hypothèse qu'un taxi roule toujours « à chaud ». Emissions unitaires : 207 $geqCO_2$/pass.km en 2019.
- Pour la catégorie « ***transport spécialisé handicapé*** », on effectue la même hypothèse que pour les taxis pour chaque année correspondante.
  Emissions unitaires : 207 $geqCO_2$/pass.km en 2019.
- Pour les ***ramassages scolaires*** ainsi que les ***ramassages effectués par l'employeur***, on utilise une méthode similaire à celle utilisée pour les bus et cars (cf. sous-section précédente).

1.2.6. Les modes ferrés

Pour les trains, les facteurs d'émissions de la SNCF[7] ont été utilisés en distinguant les sous-catégories suivantes :

- ***Trains Intercités*** : 5,29 $geqCO_2$/pass.km

[6] A titre informatif, les valeurs de l'ADEME pour ces modes sont différenciées entre l'Ile-de-France et le reste du pays, avec des valeurs oscillant entre 2,7 et 7,3 $geqCO_2$/pass.km en incluant la phase de construction.
https://base-empreinte.ademe.fr/

[7] https://medias.sncf.com/sncfcom/pdf/DESTE/General-Method_InfoGHG_2022_Eng.pdf

- ***TGV*** : 2,71 geqCO_2/pass.km
- ***RER/Transilien*** : 7,04 geqCO_2/pass.km
- ***TER*** : 26,93 geqCO_2/pass.km

1.2.7. Les transports fluviaux et maritimes

Pour le bateau, on distingue entre les courtes et les longues distances.

- On considère que les **courtes distances** effectuées en bateau le sont par **navettes fluviales**, avec des émissions unitaires de 64,3 geqCO_2/pass.km selon l'ADEME[8].
- Les émissions retenues pour les **longues distances** sont celles des **Ferrys**. Plusieurs facteurs d'estimation peuvent être retrouvées dans la littérature. Faute de valeurs françaises fiables (les valeurs de l'ADEME sont considérées comme obsolètes[9]), on reprend ici les émissions unitaires utilisées au Royaume-Uni, qui sont de 112,9 geqCO_2/pass.km[10].

1.2.8. L'avion

Pour l'avion, on se base sur les chiffres de l'ADEME[11] pour estimer les émissions des déplacements recueillis dans l'EMP de 2019. Les émissions unitaires sont **fonction de la distance parcourue**.

- Si la distance parcourue est strictement inférieure à 1000 km, les émissions unitaires sont estimées à 258 geqCO_2/pass.km (141 sans trainées)
- Si la distance parcourue est comprise entre 1000 et 3500 km, les émissions unitaires sont estimées à 187 geqCO_2/pass.km (103 sans traînées)
- Si la distance parcourue est supérieure à 3500 km, les émissions unitaires sont estimées à 152 geqCO_2/pass.km (83,2 sans traînées)

Pour les émissions unitaires des modes qui ne sont pas estimés via COPERT 5 (train, bateau, avion), nous avons repris les hypothèses utilisées lors de travaux précédents comparant 1994 et 2008 (Nicolas, Verry, Longuar, 2013).

En synthèse, les hypothèses de calcul des émissions pour les 3 enquêtes conduisent aux principales émissions unitaires fournies dans le Tableau 2 ci-dessous :

Tableau 2 : Emissions unitaires : synthèse par grands modes de transport, en g/voy.km

Modes	ETC 1994	ENTD 2008	EMP 2019
Voiture	169 (local) 117 (lg dist)	179 (local) 106 (lg dist)	174 (local) 99 (lg dist)
Avion	308	437; 255; 218; 200 selon la distance	258; 187; 152 selon la distance
TC & Trains	52 (local) 23 (lg dist)	50 (local) 19 (lg dist)	49 (local) 16 (lg dist)
Autres	180 (local) 113 (lg dist)	102 (local) 96 (lg dist)	123 (local) 105 (lg dist)

1.3. Comment analyser les évolutions globales des émissions entre les 3 enquêtes ?

La méthodologie présentée précédemment permet de déterminer un niveau d'émission de GES, établi en 'impact équivalent CO2', pour chaque déplacement recueilli au sein de chacune des trois enquêtes utilisées. Ce calcul, réalisé au grain fin du déplacement, permet ensuite diverses agrégations suivant le type d'analyse désiré, tant au niveau d'une personne puis d'un sous-groupe d'individus aux caractéristiques socio-économiques déterminées, qu'au niveau d'un mode particulier ou d'un type de déplacement donné. Pour homogénéiser les résultats et permettre ces agrégations, les

[8] https://base-empreinte.ademe.fr/
[9] https://base-empreinte.ademe.fr/
[10] https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2021 (condensed set, feuille "business travel – sea")
[11] https://base-empreinte.ademe.fr/

déplacements liés aux mobilités quotidiennes recueillis la veille du jour d'enquête et les déplacements à longue distance recueillis sur les 3 derniers mois ont tous été ramenés à l'année.

1.3.1. Prendre en compte trois grandes dimensions : démographique, comportementale et technologique

Dès lors, le niveau annuel total d'émissions de gaz à effet de serre peut être décomposé de la manière suivante :

$$GES = Pop \times \frac{Dep}{Pop} \times \frac{Dist}{Dep} \times \frac{GES}{Dist}$$

Où *GES*, *Pop*, *Dep*, et *Dist* représentent respectivement les émissions de GES, la taille de la population (nombre d'individus), le nombre de déplacements et les distances parcourues.

Les quatre grands facteurs qui ressortent dans cette équation permettent alors de décrire les émissions de GES à partir de 3 grandes dimensions :

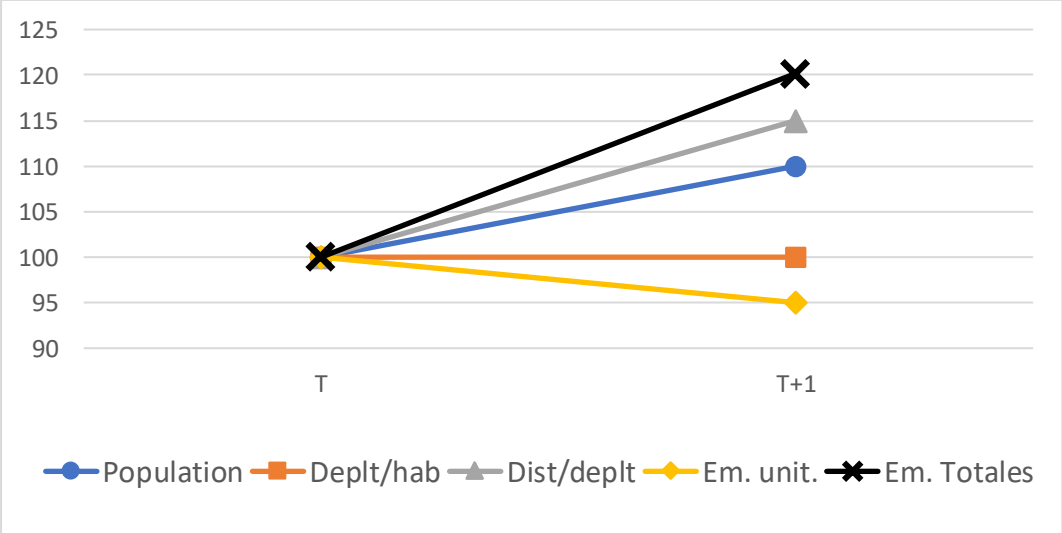
- La première dimension correspond à un **facteur démographique** simple : arithmétiquement, à comportements équivalents, les émissions augmentent proportionnellement à la taille de la population *Pop*.
- La seconde renvoie aux **comportements de mobilité**, exprimés ici à travers un nombre moyen de déplacements réalisé par chaque individu (*Dep/Pop*, en nb déplacement/pers) ainsi qu'à leur longueur (*Dist/Dep* en km/déplacement), fournissant ainsi la distance totale parcourue par un individu moyen.
- La troisième est **technologique,** et elle se retrouve ici derrière une émission unitaire annuelle moyenne (*GES/Dist*, en grammes/voy.km) résultant des émissions unitaires des différents modes utilisés (dimension technologique) et des distances totales parcourues pour chacun d'entre eux (dimension comportementale). L'émission unitaire de chaque mode dépend également du taux de remplissage des véhicules, qui se situe entre la dimension comportementale pour les modes individuels (nombre de passagers par automobile par exemple) et le modèle économique et organisationnel retenu pour les modes collectifs (taux de remplissage des trains et de l'avion notamment) que nous assimilons ici à la dimension technologique pour simplifier.

Par ailleurs, si l'on s'intéresse à des évolutions comme c'est le cas dans ce rapport, le niveau global d'émissions GES_{t+1} de la date t+1 peut être déduit de GES_t et des taux d'évolution entre t et t+1 de la population, de la distance moyenne par déplacement, du nombre de déplacement par personne et des émissions unitaires, notés respectivement r*Pop*, r*DDep*, r*NbDep*, et r*EU* :

$$GESt + 1 \; = GESt \,.(1 + rGES) \; = GESt \,.[(1 + \; rPop).(1 + \; rDDep).(1 + rNbDep).(1 + \; rEU)]$$

Ainsi par exemple, une croissance de 10% de la population, combinée à une stabilité du nombre de déplacements par personne mais une croissance de 15% de leur distance moyenne et amortie par une réduction de 5% des émissions unitaires conduit à une évolution globale des émissions de GES de 20% (soit 1,10*1,00*1,15*0,95 ≃ 1,20). Nous privilégierons par la suite une représentation graphique de cette formalisation, comme illustrée dans la Figure 1 ci-dessous.

Figure 1 : Évolution des émissions en fonction des évolutions des facteurs explicatifs : illustration



1.3.2. Des typologies des individus pour prendre en considération les évolutions de la structure de la population

Dans ce cadre, **l'évolution globale de la mobilité** dépend de deux facteurs qui se combinent :

- Un **effet de structure**, lié à une évolution démographique différenciée des diverses catégories de population : par exemple, sans changement notable dans les comportements de mobilité, le vieillissement de la population conduira à une mobilité globale plus proche de la mobilité de cette population (pas de mobilité domicile-travail, baisse générale de la mobilité liée au grand âge).
- Une **évolution des comportements** à l'intérieur de chaque catégorie, qui peut elle-même distinguer des effets de génération (pour reprendre l'exemple précédent, les seniors d'aujourd'hui ont utilisé la voiture toute leur vie adulte et tendent donc à continuer à l'utiliser tant qu'ils sont autonomes, alors que c'était moins le cas 20 ou 30 ans auparavant) et des évolutions sociétales aux causes diverses (contextes urbains plus favorables au vélo et aux transports collectifs et moins accueillants pour la voiture, développement du numérique et des services à la mobilité, sensibilité environnementale, etc.).

Pour mieux distinguer les effets de structure des évolutions comportementales proprement dites, **une typologie des individus peut être réalisée** en cherchant à prendre en considération le mieux possible les facteurs explicatifs de la mobilité en fonction des variables disponibles. On peut voir ainsi, à type de population donnée, l'évolution de son poids dans la population totale (effet de structure) et les évolutions de ses comportements de mobilité.

Par ailleurs, chaque mode se caractérise par une ou des technologies particulières, avec des émissions unitaires qui en découlent et des évolutions spécifiques au cours du temps. Il correspond également à des usages particuliers, tant en termes de distances à parcourir que de types d'espaces où se réalisent les déplacements. L'intensité de l'usage de chaque mode, exprimée en nombre de déplacements par personne et en kilomètre parcourus par déplacement et par an, constitue ainsi un marqueur des modes de vie et des mobilités qu'ils entraînent. Saisir les variations d'émissions de GES exige donc de répartir les différents modes entre quelques catégories homogènes : automobile, transports collectifs, modes doux (marche à pied et vélo) et autres modes pour ce qui est des déplacements au niveau local, et automobile, train, avion, et autres modes pour les déplacements à longue distance.

Ainsi, cette double distinction entre les modes et les segments de population aux mobilités différenciées, a été opérée en ramenant les comportements de mobilité à des distances totales parcourues par mode et par personne à l'intérieur de chaque groupe, exprimées par le produit du nombre annuel de déplacements selon le mode par la distance moyenne d'un déplacement du même mode. L'équation initiale peut alors être détaillée de la manière suivante :

$$Et = \Sigma_{ij} Pop_i . \left(NbDep_{ij} . DDep_{ij} . EU_{ij}\right)$$

Avec Et les volumes d'émissions de GES en t, Pop_i la population totale du groupe i à la date t, $NbDep_{ij}$ le nombre quotidien moyen de déplacements des personnes du groupe i avec le mode j, $DDep_{ij}$ la distance moyenne d'un déplacement en mode j des personnes du groupe i et EU_{ij} les émissions unitaires moyennes du mode j pour les personnes du groupe i.
Suivant la même logique que pour les évolutions globales, les taux de variations de ces facteurs peuvent être respectivement notés r Pop_i , r $NbDep_{ij}$, r $DDep_{ij}$ et r EU_{ij} et rendent compte des dynamiques à l'intérieur de chaque groupe. Leur agrégation permet de reconstituer les évolutions globales.

Enfin, les **mobilités locales** et les **mobilités à longue distance** reposent sur des logiques très différentes, et les facteurs explicatifs des comportements sur les deux segments ne sont pas les mêmes. Plutôt que de chercher à réaliser une unique typologie prenant en compte ces deux logiques ensemble, nous avons préféré séparer les analyses et réaliser **une typologie pour chacun des deux segments de mobilité**.
Ces deux typologies et la manière de les construire sont présentées dans les sections 31 et 42 qui analysent respectivement les évolutions constatées des émissions sur ces deux segments.

Une fois l'émission calculée au niveau de chaque déplacement, l'ensemble des émissions peuvent être agrégées pour obtenir une estimation des émissions de GES globale ou par sous catégories (par mode, par type de personne, etc.), qui peuvent être comparées d'une enquête à l'autre.

2. Une croissance de 20% des émissions de GES, d'abord portée par la mobilité locale puis par la mobilité à longue distance

En 2019, un Français de métropole effectue en moyenne 1 044 déplacements, parcourt 16 551 kilomètres et émet 2,28 tonnes eq.CO2 par an pour se déplacer. Cela représente des évolutions respectives de -1%, +18% et +7% par rapport à 1994 (Tableau 3) : le nombre annuel de déplacements est resté stable, mais leur portée s'est sensiblement allongée, et cet allongement est partiellement compensé par une baisse des émissions unitaires (Figure 2) qui permet de limiter la croissance des émissions individuelles à +7%.

Cependant, comme la population a progressé de 12% au cours de ces 25 années, la croissance globale des émissions de gaz à effet de serre des Français est quant à elle de +20% (Tableau 4).

On le voit déjà, l'évolution des émissions de GES liées à nos mobilités est loin d'être négligeable, et elle est la conséquence de multiples facteurs qui ne jouent pas forcément tous dans le même sens. Les Tableau 3 et Tableau 4 ainsi que la Figure 2 ci-dessous montrent que les dynamiques ne sont de plus pas identiques entre les deux périodes observées de 1994-2008 et 2008-2019, et nous verrons plus loin qu'elles ne sont pas portées par les mêmes segments de mobilité entre ces deux périodes.

Tableau 3: Déplacements, distances et émissions individuelles sur les trois dernières vagues d'enquête

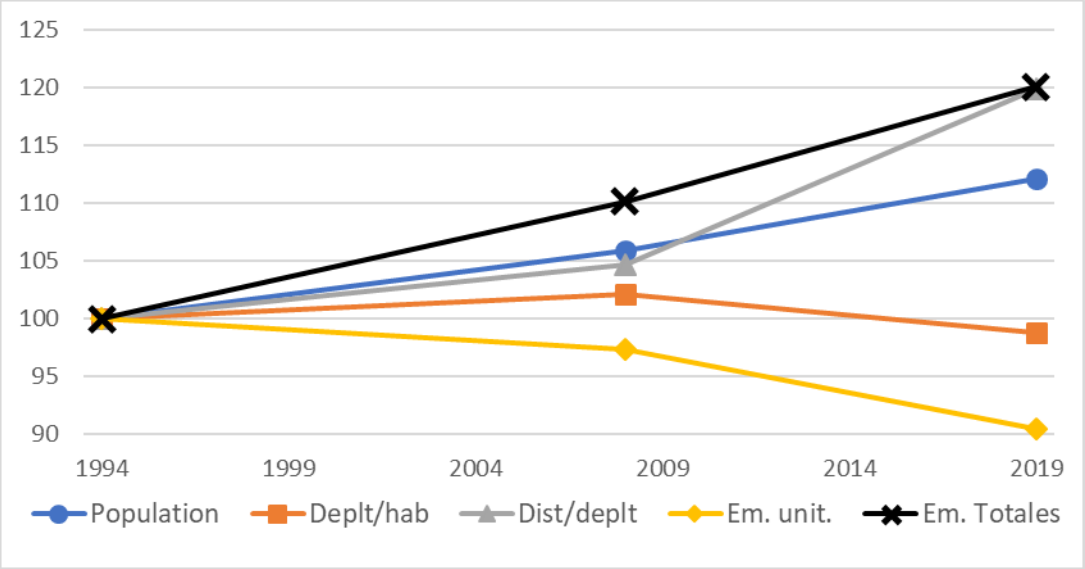
	ENT 1994			ENTD 2008			EMP 2019		
	Déplts	Distances (en km)	eqCO2 (en kg)	Déplt	Distances (en km)	eqCO2 (en kg)	Déplt	Distances (en km)	eqCO2 (en kg)
Local	1 044	8 454	1 292	1 066	8 970	1 436	1 030	8 960	1 387
Longue dist.	13	5 531	835	13	5 982	777	13	7 592	892
Total	1 057	13 985	2 127	1 079	14 951	2 213	1 044	16 551	2 278

Tableau 4 : Déplacements, distances et émissions totales sur les trois dernières vagues d'enquête

	ENT 1994			ENTD 2008			EMP 2019		
	Déplts (Md)	Distances (Md voy.km)	eqCO2 (en Mt)	Déplts (en Md)	Distances (Md voy.km)	eqCO2 (en Mt)	Déplts (en Md)	Distances (Md voy.km)	eqCO2 (en Mt)
Local	55,4	449	69	59,9	504	81	61,3	533	82
Longue dist.	0,69	293	44	0,74	336	44	0,79	452	53
Total	56,1	742	113	60,6	840	124	62,1	985	136

Notes : les valeurs affichées ici représentent le total annuel des résidents de la France Métropolitaine

Figure 2 : Evolutions et décomposition des émissions gaz à effet de serre entre 1994 et 2019 (base 100 en 1994)

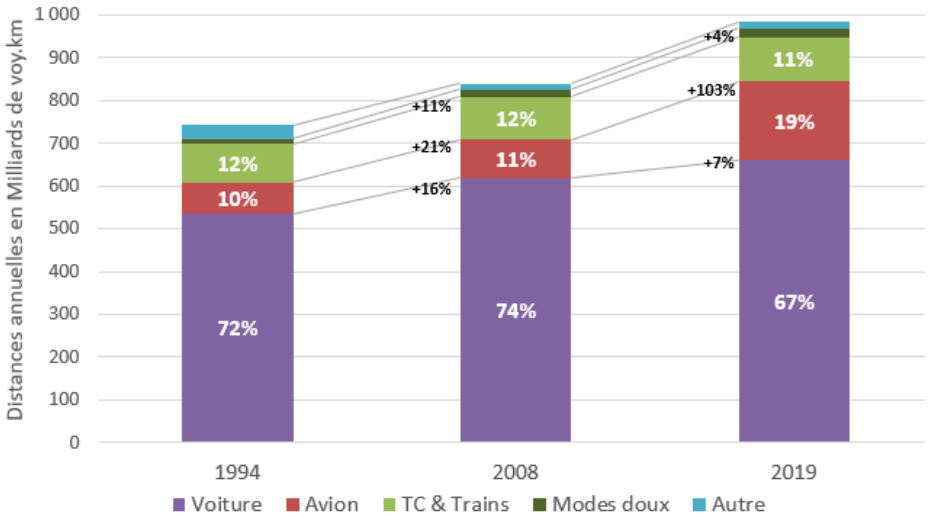


Avant de rentrer dans les détails des évolutions des mobilités locales et à longue distance, présentées dans les deux chapitres suivants et qui reposent chacune sur des logiques bien différentes, il apparaît important d'avoir une vision générale des évolutions et du poids respectif de ces deux segments dans le niveau total des émissions. Ce regard général est proposé ici à travers tout d'abord un point sur les modes utilisés, leur poids dans le bilan global et les évolutions de leurs émissions unitaires (§2.1). Ceci pourra être ensuite complété par l'évolution des distances parcourues par déplacement, liée également aux évolutions des pratiques modales (§2.2), avant d'observer le lien avec la localisation résidentielle, suivant la taille de l'agglomération ou les territoires ruraux, dont les différences de densité jouent directement sur les distances à parcourir et les modes utilisés, mais qui sont aussi des espaces hétérogènes en termes de distribution des revenus fortement explicatifs des mobilités à longue distance.

2.1. Évolutions par mode : la voiture domine, mais l'avion progresse sensiblement

La croissance des émissions sur la période apparaît d'abord et avant tout tirée par la croissance de la portée des déplacements, et il est donc crucial de s'interroger sur cette hausse des distances parcourues. Les Figure 3 et Figure 4 ci-dessous, apportent un premier éclairage sur cette hausse en donnant à voir l'évolution des distances par mode de transport.

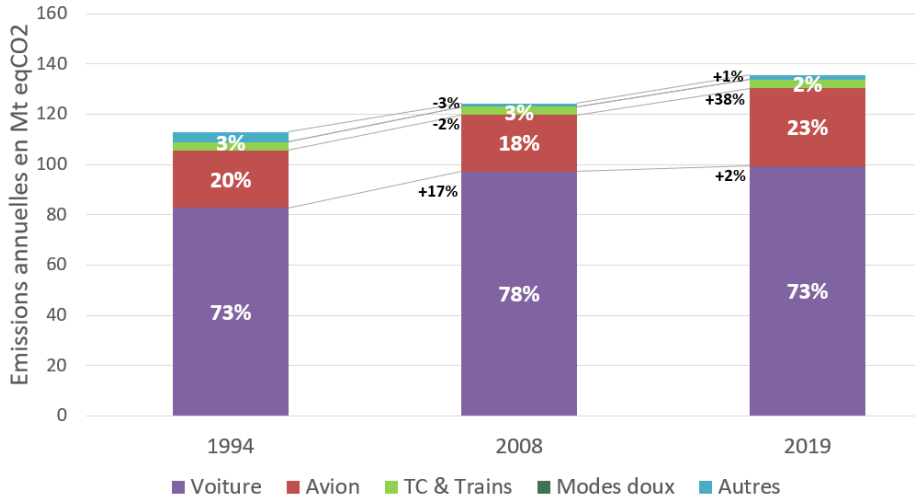
Figure 3 : Evolution des distances parcourues par mode entre 1994 et 2019 (en milliards de voy.km)



Les distances totales parcourues ont augmenté de 33% entre 1994 et 2019, avec une accentuation notable sur la deuxième période (2008-2019) : elles avaient progressé de 13% entre 1994 et 2008, contre 17% entre 2008 et 2019

alors même que l'intervalle de temps entre les deux enquêtes est plus court. Le mode pour lequel les Français parcourent le plus de distance est de loin la voiture, qui représente plus des deux tiers des distances parcourues en 2019. Loin derrière, l'avion et les transports en commun en font respectivement 19% et 11%, tandis que tous les autres modes réunis couvrent les 3% restants. Les distances parcourues progressent pour tous les modes sur la première période, et les trois modes principaux que sont la voiture, l'avion et les autres transports en commun voient leurs distances augmenter entre 11% et 21%. Sur la seconde période en revanche, cette hausse s'explique quasi intégralement par la croissance d'un seul mode : l'avion. En effet, les distances parcourues en avion ont plus que doublé entre 2008 et 2019 (+103%), alors même que les hausses des distances pour les autres modes ont été bien plus faibles (+7% pour la voiture, +4% pour les transports en commun). La hausse des distances, plus forte entre 2008 et 2019, s'explique donc par un véritable boom de l'aérien sur cette période.

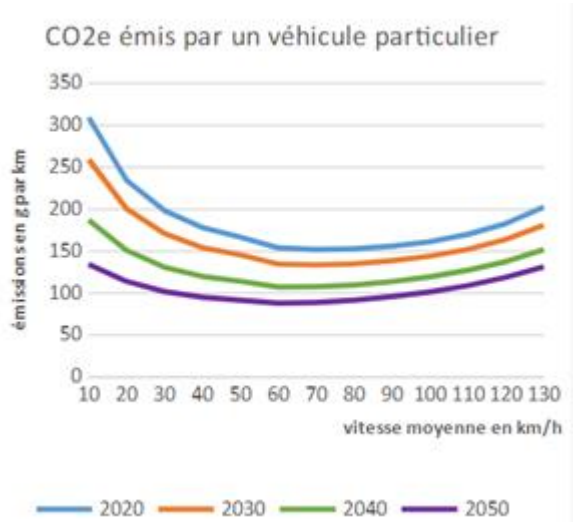
Figure 4 : Evolution des émissions de gaz à effet de serre par mode entre 1994 et 2019 (en millions de tonnes eqCO2)



Du point de vue des émissions de GES et non plus des distances, la voiture occupe ici encore la part belle puisqu'elle en émet près des trois quart (73% en 2019), alors que l'avion est responsable de la quasi intégralité du quart restant (23% en 2019). Les autres transports en commun ne sont quant à eux responsables que d'un peu plus de 2% des émissions. En dynamique, on constate que ces émissions sont également en progression, mais avec des tendances amorties par rapport aux distances, avec 'seulement' +10% sur la première période et +9% sur la seconde. La hausse des émissions sur la première période s'explique quasi uniquement par la hausse des émissions imputables à la voiture (+17% entre 1994 et 2008), alors même que les autres modes ont réussi à faire baisser leurs émissions (-2% pour l'avion, -3% pour les transports en commun). Sur la seconde période, la hausse des émissions est quasi intégralement expliquée par celle de l'avion (+38%). Ce résultat rejoint le précédent concernant la hausse des distances parcourues via le mode aérien. Les autres modes voient leurs émissions stagner entre 2008 et 2019 (+1% d'émissions dues aux transports en commun, +2% pour les voitures).

Les émissions unitaires apportent un éclairage complémentaire par rapport aux émissions et à leurs évolutions présentées précédemment. Les deux modes les plus émetteurs sont l'avion et la voiture pour les déplacements locaux avec respectivement 170 et 174 geqCO2/voy.km en 2019, alors que les émissions unitaires de la voiture pour les déplacements de longue distance sont bien plus faibles (99 geqCO2/voy.km). Les transports en commun émettent quant à eux des quantités de GES beaucoup plus limitées par passager-kilomètre (respectivement 49 geqCO2/voy.km en local et 16 geqCO2/voy.km en longue distance). La forte différence d'émission par voyageur-kilomètre entre mobilité locale et à longue distance pour les transports collectifs et la voiture mérite une explication. Concernant les transports collectifs, c'est une utilisation bien plus importante de la traction électrique sur les longues distances (notamment pour le TGV) qui permet de comprendre cette différence. Pour la voiture, trois facteurs principaux contribuent aux émissions unitaires plus faibles de la longue distance : un meilleur taux de remplissage (1,8 pour les mobilités locales contre 2,8 pour les déplacements à longue distance en 2019), un poids négligeable de la part du déplacement à froid et des vitesses généralement plus élevées et plus stables. Les émissions unitaires fournies par le modèle COPERT est synthétisées dans la Figure 5 ci-dessous soulignent bien l'impact de ce dernier facteur.

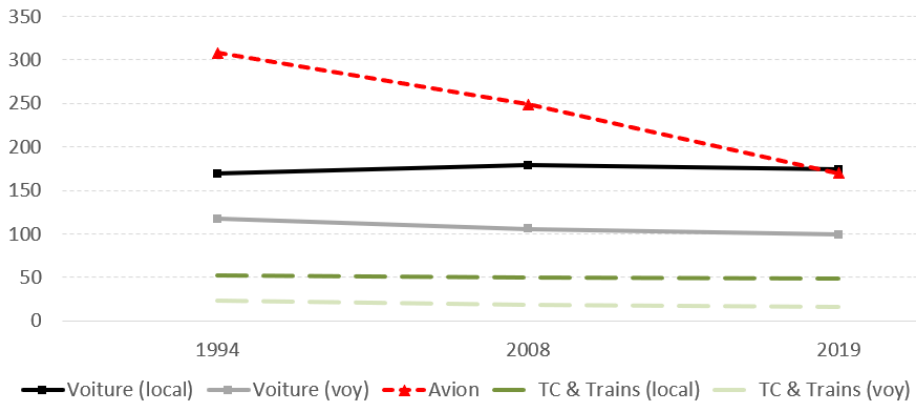
Figure 5 : Estimations des émissions unitaires de GES des véhicules particuliers en fonction de leur vitesse dans COPERT (en geqCO2/vehicule.km)



Source : Cerema, 2021, *Émissions routières des polluants atmosphériques : courbes et facteurs d'influence*

En termes d'évolutions, la Figure 6 : Evolution des émissions unitaires de GES par mode entre 1994 et 2019 (en geqCO2/voy.km)montre clairement la forte baisse des émissions unitaires de l'avion par rapport aux autres modes. Celles-ci ont presque diminué de moitié (-45%) entre 1994 et 2019, expliquant la hausse finalement modérée des émissions totales dues à ce mode (+36%) relativement à celle de ses distances parcourues (+146%). Cette baisse des émissions unitaires est à la fois due aux améliorations technologiques faisant baisser les émissions unitaires des avions ; mais aussi aux améliorations organisationnelles, avec des taux de remplissage passant de 65% à 85% sur la période 1994-2019 (Rodrigue, 2024) permettant de faire baisser drastiquement les émissions par voyageur.

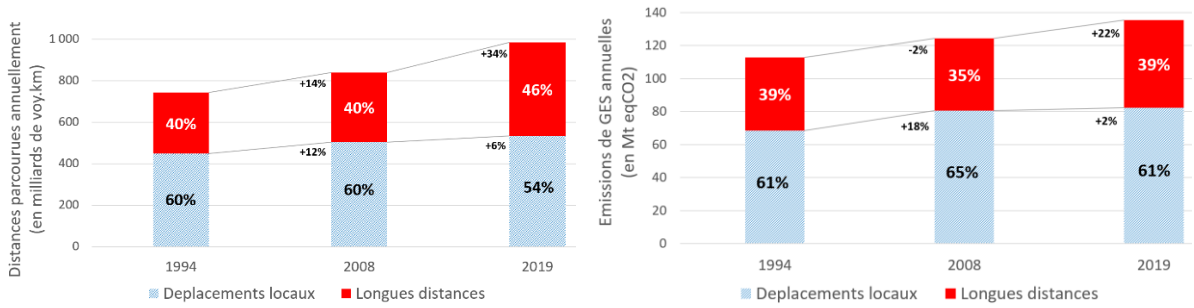
Figure 6 : Evolution des émissions unitaires de GES par mode entre 1994 et 2019 (en geqCO2/voy.km)



2.2. Evolutions par distances

Les facteurs explicatifs et les dynamiques étant bien différents entre la mobilité locale et la mobilité à longue distance, il est également important de distinguer ces deux segments. Les enquêtes nationales les séparant en deux bases distinctes, les kilométrages et les émissions concernés peuvent être réagrégés pour observer leurs dynamiques propres ainsi que l'évolution de leurs poids respectifs dans le total.

Figure 7 : Répartition local / voyage : distances, émissions et évolutions



La Figure 7 ci-dessus met en lumière les différences de dynamiques entre local et longue distance. En effet, les distances et les émissions des déplacements locaux ont principalement augmenté entre 1994 et 2008 (+12% et +18% respectivement pour les distances et les émissions, contre +6% et +2% pour la période 2008-2019), alors que les distances et émissions des déplacements à longue distance ont principalement augmenté entre 2008 et 2019 (+34% et +22% respectivement, contre +14% et -2% pour la période 1994-2008). La tendance sur la dernière période montre donc une stabilisation pour les déplacements locaux, alors que les voyages sont eux en forte hausse.

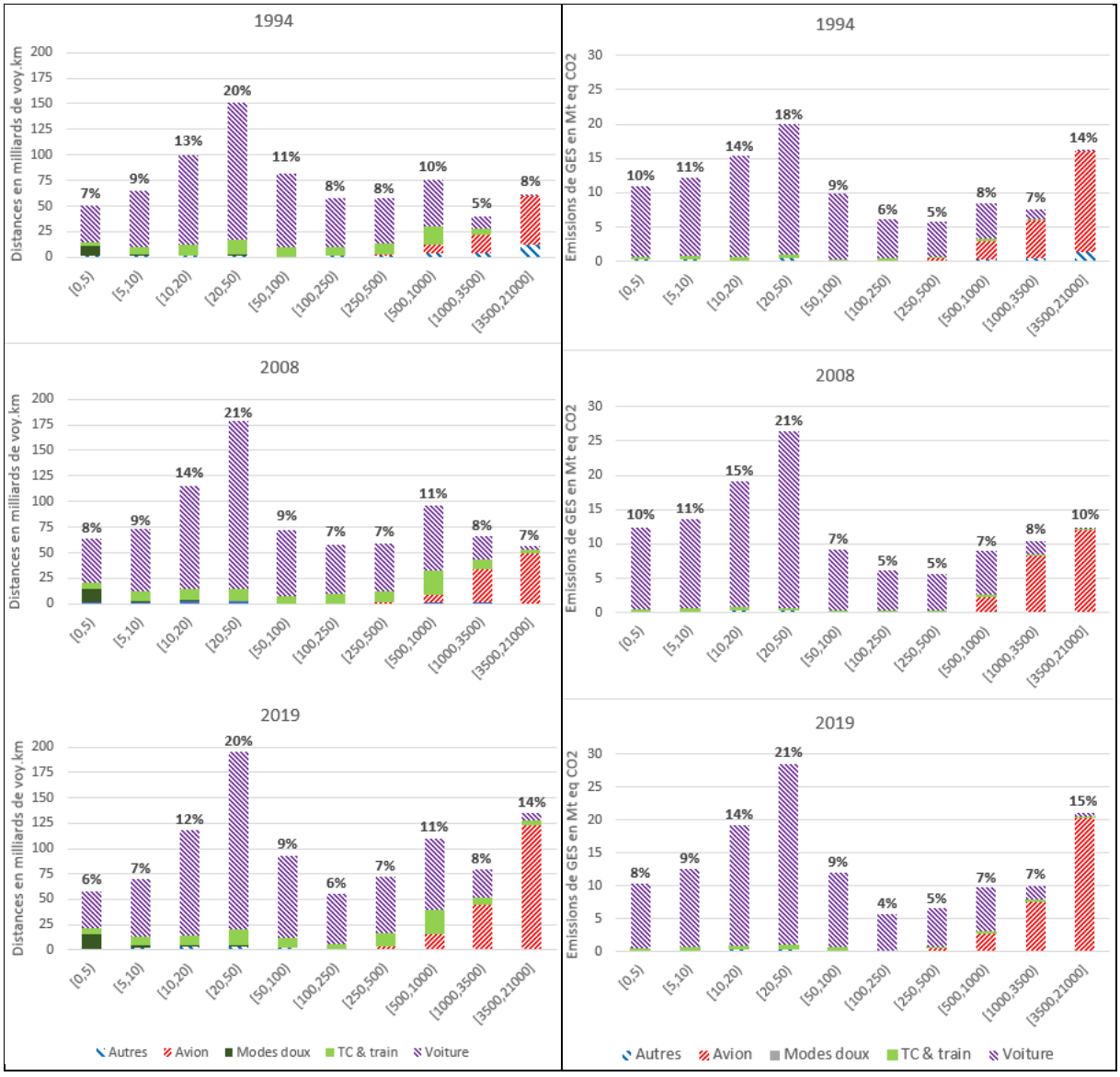
Un détail plus fin par sous-classes de distance à l'intérieur des deux segments des déplacements locaux et de longues distances permet de mieux saisir les dynamiques en jeu visibles dans les deux graphiques de la Figure 7.

La Figure 8 ci-dessous décompose les distances parcourues et les émissions associées par classes de distance et par mode de transport. Le premier constat qui ressort de ces graphiques est que les « pics » observables en 1994 sont encore plus prononcés en 2019. En local, la classe de distance 20 à 50 kilomètres, dont le poids était déjà important en 1994, a vu ses distances augmenter fortement (+29% entre 1994 et 2019), et il en est de même au sein des déplacements à longue distance, pour ceux qui sont à très longue portée au-delà de 1000 km (+99% pour la catégorie 1000-3500 km, et +118% pour les déplacements au-delà de 3500 km entre 1994 et 2019).

Lorsque l'on s'intéresse de plus près aux deux modes les plus émetteurs, on voit que la voiture qui représente la grande majorité des déplacements locaux, a vu ses distances progresser fortement au sein de la classe des 20-50 kilomètres (+31%). La majorité de cette augmentation s'est faite sur 1994-2008 (+22%), témoignant d'une poursuite des phénomènes d'étalement urbain et d'élargissement des bassins d'emplois au cours de cette première période. Une hausse importante est également à constater sur les déplacements automobiles à longue distance en voiture (+38%), avec là encore la majorité de l'augmentation réalisée sur la première période (+22%) et marquant pour partie un affaiblissement du pouvoir séparateur de la convention des 80 kilomètres à vol d'oiseau du domicile utilisée pour distinguer entre la mobilité locale et la mobilité à longue distance.

Pour l'avion, la hausse à noter se situe surtout sur les portées de prédilection de ce mode, au-delà de 1000 kilomètres. Le nombre de voyageurs-kilomètres a été multiplié par 2,5 entre 1994 et 2019. En revanche, deux types d'augmentation bien différenciés peuvent être distingués entre les deux périodes observées. Entre 1994 et 2008, la progression principale se situe sur les vols intermédiaires (entre 1000 et 3500 km) avec 88% d'augmentation des distances parcourues, alors que les long-courriers (au-delà de 3500 km) sont restés stables (+3%). Entre 2008 et 2019, la hausse des vols intermédiaires est bien moindre (« seulement » 31%), alors que les distances parcourues en long-courriers explosent (+150%). Le boom de l'aérien se situe donc aujourd'hui surtout sur ces vols de très longues distances, pour lesquels le report modal n'est pas envisageable.

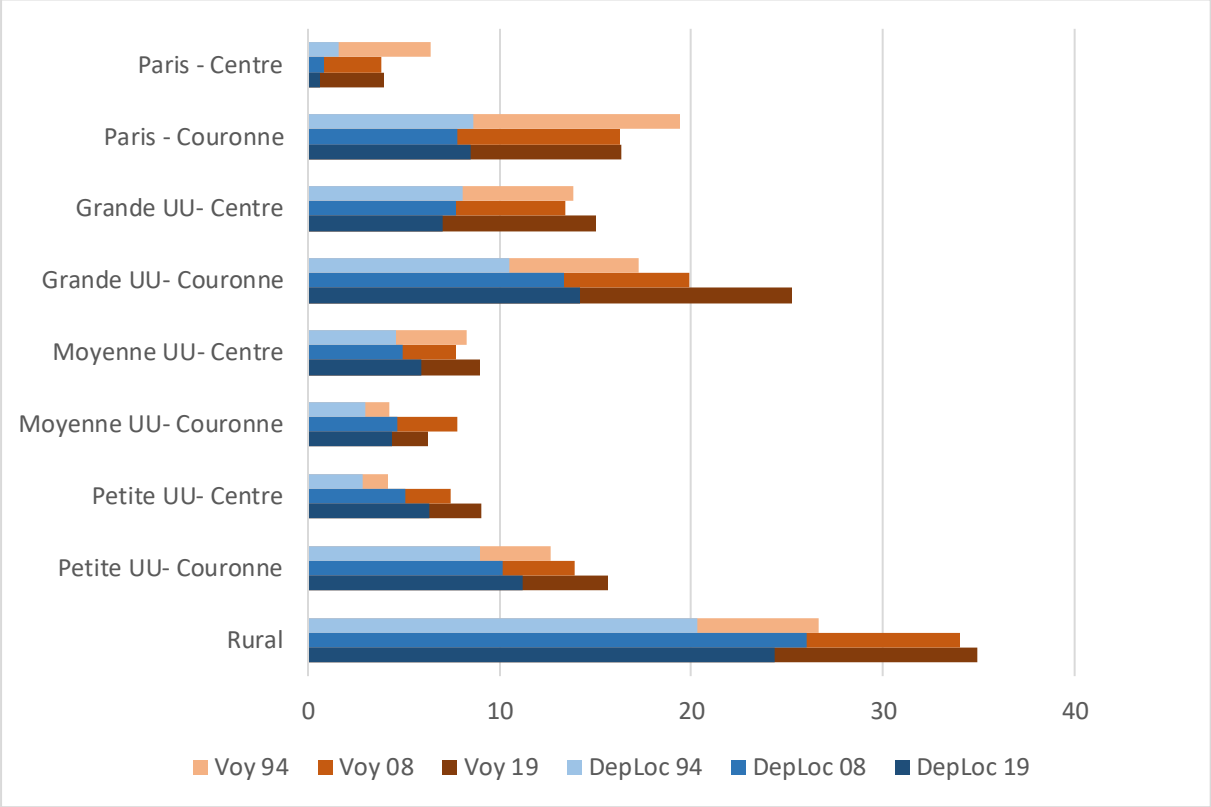
Figure 8 : Évolutions de la répartition des distances parcourues et émissions de GES par catégories de distances



2.3. Des évolutions bien différenciées suivant les territoires

Une dernière catégorisation d'intérêt pour éclairer les émissions et leurs évolutions peut être établie selon la localisation résidentielle des ménages enquêtés. La Figure 9 ci-dessous indique les niveaux d'émissions pour chaque type d'unités urbaines de résidence. Les barres orange indiquent les émissions dues aux déplacements à longue distance et les barres bleues correspondent à celles des déplacements locaux. Par ailleurs, les barres plus claires représentent les émissions pour la première vague d'enquêtes (1994), avec un dégradé de plus en plus foncé pour les vagues d'enquêtes de 2008 puis 2019.

Figure 9 : Évolution des émissions par localisation résidentielle (en MteqCO2/an)

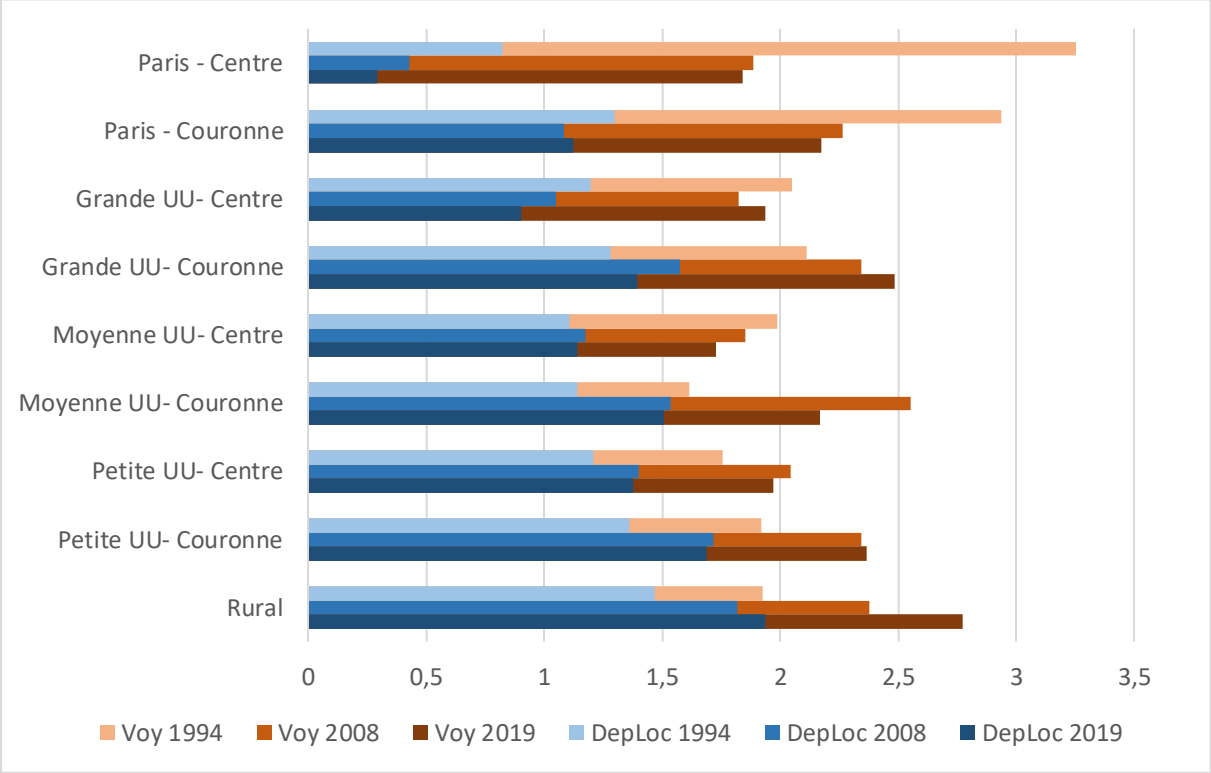


Cette répartition fait ressortir le poids important du rural, s'expliquant principalement par le découpage effectué. En effet, les centres urbains et les couronnes sont répartis en plusieurs sous-catégories, ce qui ne fait pas ressortir leurs poids cumulés respectifs par rapport au rural. Cet effet est corrigé dans la Figure 10, où l'on peut observer les valeurs à l'échelle individuelle.

Ce premier graphique permet néanmoins d'observer que les déplacements locaux représentent la majeure partie des émissions pour la plupart des localisations résidentielles. Seuls les habitants des centres de Paris et des grandes unités urbaines génèrent des niveaux d'émissions locales plus faibles que pour leur mobilité à longue distance. Ce sont aussi les seuls à voir leurs émissions locales décroitre sur l'ensemble de la période observée. Partout ailleurs, les barres bleues plus foncées sont en hausse par rapport aux barres bleues plus claires. Cette augmentation des émissions locales s'accompagne également la plupart du temps de hausses d'émissions liées aux déplacements à longue distance. Seuls les résidents de Paris connaissent une baisse de leurs émissions associées à ces déplacements.

Ces premières observations sont néanmoins fortement corrélées au poids des populations associées à chacune des localisations. La Figure 10 ci-dessous ramène ces résultats à l'échelle des individus.

Figure 10 : Évolution des émissions individuelles par localisation résidentielle (en teqCO2/hab/an)



Le premier constat flagrant vient des habitants du centre de Paris, qui, à l'échelle individuelle, sont de loin les plus émetteurs pour les déplacements à longue distance alors, qu'*a contrario*, ils restent de loin les moins émetteurs pour les déplacements locaux. De manière générale, il n'apparaît pas de cas de figure où les résidents d'un territoire seraient moins émetteurs à la fois sur leurs déplacements locaux et leurs déplacements à longue distance.

La répartition montre clairement un lien entre les émissions des individus et leur lieu de résidence, en fonction à la fois de la taille de l'unité urbaine et de la centralité de leur localisation au sein de celle-ci. Les habitants des couronnes émettent plus pour les déplacements locaux du fait de plus longs déplacements à réaliser au quotidien, sans forte alternative à l'automobile. La taille de l'unité urbaine apparaît quant à elle corrélée positivement aux émissions des mobilités à longue distance, et négativement à celles des déplacements locaux : il y a un croisement entre un effet revenu et niveau d'étude concernant la mobilité à longue distance (la concentration des ménages aisés et diplômés est plus forte dans les grandes villes, et ceux-ci ont une prédisposition plus nette pour la mobilité à longue distance, cf. 31) et un effet diversité modale en local (du fait de distances plus courtes et de l'existence de nombreuses alternatives à l'automobile qui se sont amplifiées au cours de la période observée, cf. 42).

3. Mobilité à longue distance : une croissance des émissions tirée par l'avion

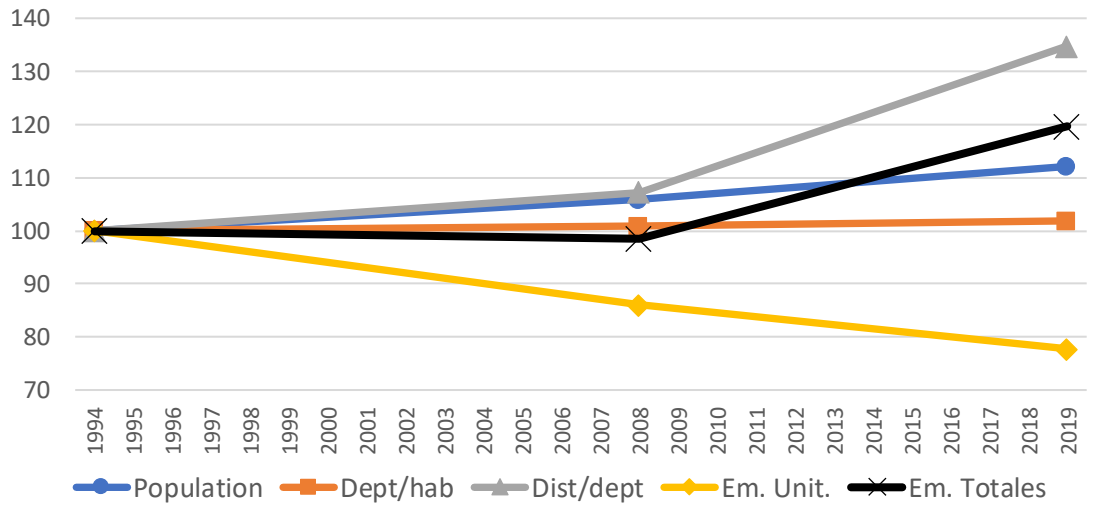
La mobilité à longue distance correspond par définition à la mobilité réalisée à une distance routière de plus de 80 kilomètres à vol d'oiseau, et c'est sur cette mobilité que nous allons nous concentrer ici.

Comme nous l'avons vu précédemment, les distances parcourues sur ce segment de mobilité ont notamment progressé au cours de la seconde période d'observation, entre 2008 et 2019. Elles ont été fortement portées par l'avion et cette section a pour objectif d'analyser plus en détail les ressorts de cette croissance et son impact sur les émissions de GES.

3.1. Une croissance générale de 20% des émissions sur les 25 années

Les premières tendances présentées dans la section précédente font état d'une forte hausse des déplacements à longue distance, tant en termes de distances (+54%) que d'émissions (+20%). La Figure 11 ci-dessous décompose cette croissance globale des émissions en fonction des 4 grands facteurs que nous avons déjà évoqués, à savoir l'évolution démographique (en nombre de personnes), les progrès technologiques (émissions unitaires) et les changements de comportements (nombre de déplacements/personne/an et longueur des déplacements) pour pouvoir analyser ces tendances plus en détail.

Figure 11 : Décomposition des émissions de GES des déplacements de longues distances et évolutions (base 100 en 1994)

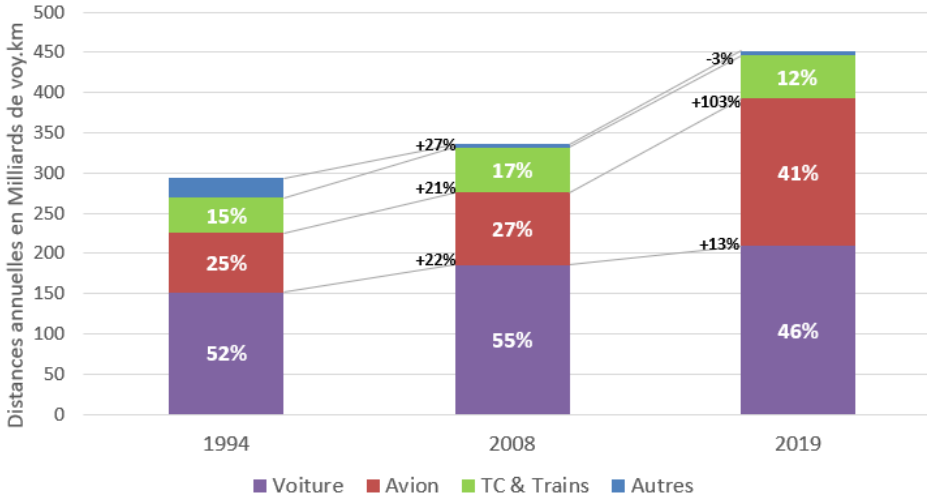


Cette décomposition en 4 facteurs montre une forte amélioration des émissions unitaires sur la période (-22%), qui tire les émissions à la baisse. En termes de comportements, à ce niveau général d'observation, la mobilité individuelle est restée très stable sur ces 25 années (+2%) si on la mesure en nombre de déplacements réalisés. Par contre, la portée de ces déplacements s'est fortement accrue (+35%) : les Français ne partent pas en voyage plus souvent qu'avant, mais ils vont par contre plus loin. En prenant ensemble ces trois premiers facteurs, on constate une augmentation d'un peu plus de 7% des émissions de GES d'un Français moyen entre 1994 et 2019.

A ceci s'ajoute la croissance de la population sur la période, soit +12%, conduisant à une hausse totale des émissions de GES liées aux mobilités à longues distances de 20%.

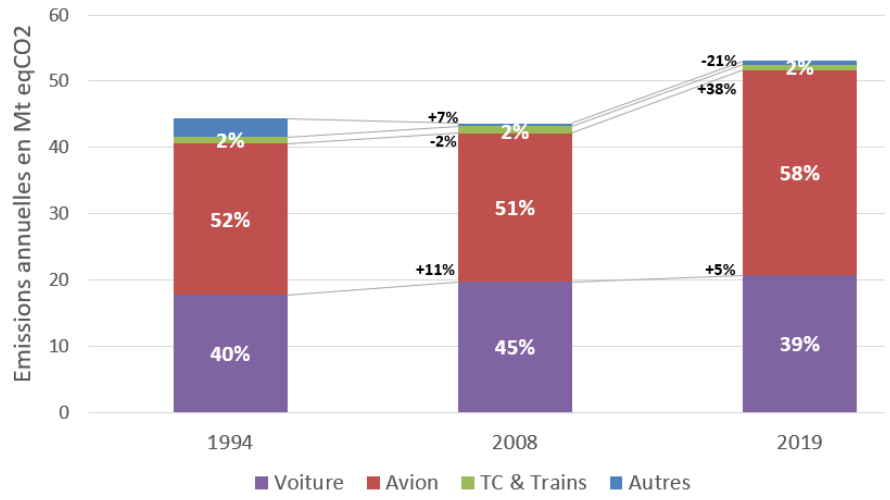
La forte augmentation de la portée des voyages va avec un changement notable dans les répartitions modales. Comme illustré dans la Figure 12 ci-dessous, la croissance de 54% des distances parcourues pour les déplacements à longue distance ne s'est pas opérée de manière uniforme sur tous les modes. Les transports en commun (routiers et ferrés) ont vu leur part baisser, passant de 15 à 12% entre 1994 et 2019. L'avion, qui représentait seulement le quart des distances en 1994 en représente 41% en 2019. Il rattrape ainsi la voiture, qui reste majoritaire mais ne représente 'plus que' 46% des distances parcourues pour les déplacements à longue distance en 2019, alors qu'elle en faisait 52% en 1994.

Figure 12 : Évolutions des distances parcourues en longues distances par mode entre 1994 et 2019



Cependant, cette restructuration modale s'est essentiellement opérée entre 2008 et 2019. En effet, si l'augmentation des distances a été relativement comparable entre les trois principaux modes entre 1994 et 2008 (+22%, +21% et +27% respectivement pour la voiture, l'avion et les autres transports en commun), la hausse est quasi intégralement due à l'avion (+103%) sur la période suivante. Cette explosion des distances parcourues en aérien est d'autant plus impactante du point de vue des émissions qu'il s'agit du mode le plus émetteur par passager-kilomètre, comme on le retrouve illustré dans la Figure 13 ci-dessous.

Figure 13 : Évolution des émissions de GES des longues distances par mode entre 1994 et 2019



La décomposition des émissions de GES par mode permet de souligner le poids prédominant de l'avion qui, en 2019, émet 58% des émissions des déplacements à longue distance. Par ailleurs, la voiture est responsable de la quasi intégralité du reste, avec 39% des émissions. Les émissions dues à l'avion ont augmenté de 36% sur l'ensemble de la période observée, de manière amortie par rapport à la très forte hausse des distances du fait d'une réduction sensible de ses émissions unitaires mesurées en grammes par passager-kilomètre. Cette baisse notable des émissions unitaires, que l'on retrouve dans le Tableau 2 et la Figure 6 résulte d'un profond changement du modèle économique de l'aérien sur la période, avec la pression des compagnies low-cost jouant sur la recherche tout à la fois de réduction des coûts, dont les consommations énergétiques et donc des émissions carbonées, et d'un meilleur taux de remplissage des appareils. Cette évolution, en permettant une forte réduction du prix des billets, est bien évidemment en lien également avec la croissance de l'usage de l'avion et avec la croissance des distances parcourues par voyage (en 2019 un déplacement en avion fait en moyenne 2709 kilomètres contre 355 kilomètres pour les autres modes sur le segment de la longue distance).

En première synthèse, retenons que la hausse des émissions de GES liées aux mobilités à longue distance s'explique quasi intégralement par la croissance des émissions de l'avion entre 2008 et 2019 (+38%). Les émissions de la voiture ne doivent pas être négligées pour autant puisqu'elles représentent environ 40% du total et qu'elles ont augmenté de 16% sur l'ensemble de la période observée - soit légèrement plus que la simple croissance de 12% de la population.

L'avion face au défi climatique

Ce doublement des distances parcourues en avion par les Français entre 2008 et 2019 est symptomatique d'une tendance générale de forte croissance de la demande dans le secteur. Selon Sacchi et al. (2023), l'amélioration de l'efficacité énergétique (-2% par an) ne compense pas la hausse annuelle de la demande mondiale (+4%), et entraîne une augmentation nette des émissions. Cela fait écho à ce que nous retrouvons dans nos calculs dans le cas français. Malgré le frein de la crise du Covid en 2020, les prévisions de la demande en transport aérien à l'échelle mondiale tablent toujours sur une forte croissance dans les années à venir. Or l'avion reste un mode très émetteur de GES par passager-kilomètre impliquant de longues distances, et ces tendances sont contradictoires avec les objectifs climatiques nationaux comme internationaux.

Les améliorations notables en matière d'émissions unitaires au cours de la période passée récente vont être difficiles à poursuivre sur le plan organisationnel - les taux de remplissage des appareils ne pouvant plus être beaucoup améliorés - et les pistes à venir sur ce point apparaissent essentiellement d'ordre technologique.

Par ailleurs, la baisse des coûts d'accès au voyage aérien ne supprime pas la dimension sociale de cet enjeu environnemental. L'avion reste un mode utilisé par une très petite partie de la population et Gössling & Humpe (2020) montrent que seulement 1% de la population mondiale est responsable de 50% des émissions des vols commerciaux : des pistes peuvent aussi être explorées dans la direction d'une régulation équitable.

De ces constats naissent plusieurs pistes d'améliorations afin de réduire les émissions du secteur aérien :

Solutions techniques et technologiques

La principale solution technique à court terme serait de réduire les traînées de condensation. En effet, bien qu'il ne s'agisse pas à proprement parler d'émissions de gaz à effet de serre, ces trainées ont un impact climatique très fort, estimé *a minima* équivalent au CO2 émis lors de la combustion du kérosène (Viera da Rocha & André, 2021). Un rapport de ISAE-SUPAERO (2021) indique qu'une très faible quantité des vols serait responsable d'une grande majorité des traînées de condensation (2% des vols pour 80% des émissions, ISAE-SUPAERO, 2021, citant *Teoh et al., 2020*). Le volume de ces traînées étant lié notamment aux conditions ambiantes et à l'altitude des vols, des déviations des trajectoires des avions concernés pourrait limiter fortement ces traînées au prix d'une très légère surconsommation de carburant, entraînant une réduction immédiate de l'impact climatique du secteur.

A plus long terme, des baisses significatives d'émissions de GES passent par le remplacement du kérosène par d'autres carburants d'origine non-fossile. Les carburants d'aviation durables (SAF - *sustainable aviation fuels*) pourraient également faire baisser légèrement les émissions de GES tout comme certains effets non-CO2 de l'aviation, mais leur coût très élevé et leur disponibilité freinent leur adoption massive (ISAE-SUPAERO, 2021). Enfin, d'autres technologies comme les avions électriques ou à hydrogène n'en sont qu'au stade de prototypes. Elles ne sont pas nécessairement adaptées aux vols long-courriers et leur développement apparaît inaccessible à grande échelle avant plusieurs décennies (Gössling et al., 2021).

Régulation et fiscalité

Une autre manière de réduire les émissions de l'avion est d'en réduire son usage par la fiscalité ou par la régulation. Même si le secteur de l'aérien, essentiellement international, échappe largement aux régulations nationales, certaines mesures peuvent être envisagées.

La taxation du kérosène pourrait réduire la demande du secteur. Cependant, l'usage de l'avion étant déjà très inégalitaire, d'autres mesures sont envisagées pour trouver une solution plus équitable. Sans parler de l'interdiction totale de l'usage l'aviation privée – qui connait une croissance supérieure à celle des vols commerciaux et a un impact climatique estimé entre 5 et 14 fois supérieur par passager-kilomètre (Transport Environment, 2021) – une taxe pourrait être appliquée sur les usagers réguliers de l'avion « frequent flyers », qui augmenterait progressivement en fonction du nombre de vols pris au cours d'une période de temps donnée. Ce type de taxe présenterait le double avantage de se concentrer sur les catégories de population les plus émettrices, qui sont également les plus aisées, et de rapporter davantage qu'une simple taxation proportionnelle à la distance parcourue (Cf. Büchs et Mattioli, 2021, Fouquet et O'Garra, 2022, ou encore Zheng et Rutherford, 2022).

Par ailleurs, certaines mesures peuvent être envisagées spécifiquement sur les vols courts qui sont les plus émetteurs par passager-kilomètre. Notamment, ces vols peuvent être interdits dès lors qu'une alternative efficace en train existe. Une telle mesure serait d'autant plus pertinente en développant le mode ferroviaire, de préférence électrique (le TGV a un impact en eqCO2 près de 100 fois moins fort que les vols courts).

Le report modal ne peut néanmoins pas être envisagé pour les vols longs courriers, qu'il s'agisse de connexions intercontinentales, entre territoires séparés par des chaînes de montagnes ou par d'autres contraintes géographiques ou géopolitiques. La dynamique de croissance actuelle de l'avion est en l'état incompatible avec les objectifs climatiques hors avancées technologiques majeures. Afin de limiter ses émissions à court terme, avant l'émergence de solutions technologiques économiquement viables, la réduction des traînées de condensation apparaît comme la seule amélioration possible. Une autre solution consiste à limiter l'usage de l'avion par des mesures qui peuvent être prises aux échelles locales. Ces mesures devront néanmoins être coordonnées au niveau international pour répondre au défi climatique posé par le secteur du transport aérien.

3.2. Une mobilité d'abord expliquée par les niveaux de diplôme et de revenu

Un premier éclairage a permis de montrer le poids joué par l'avion dans la forte augmentation des émissions du segment de la mobilité à longue distance, malgré les nets progrès enregistrés au niveau des émissions unitaires de ce secteur. Pour aller plus loin dans la compréhension de ces évolutions, il devient nécessaire de s'interroger sur les usages des voyageurs et de faire ressortir les principaux facteurs socio-économiques explicatifs des distances parcourues, des modes utilisés et de leurs évolutions.

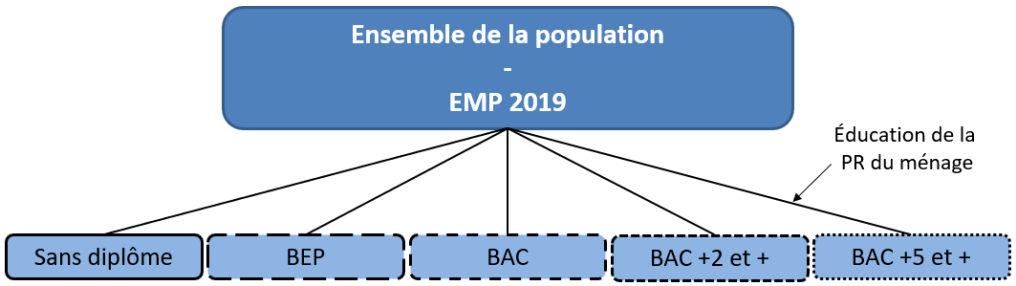
Comme évoqué dans le premier chapitre méthodologique, une typologie reproductible sur les 3 enquêtes a été réalisée à partir des variables les plus explicatives des mobilités à longue distance, permettant de mettre en évidence l'évolution du poids démographique et des pratiques à l'intérieur de chaque type. Pour ce faire, 9 variables disponibles aux 3 dates ont été retenues :

- 4 variables descriptives de l'individu enquêté : l'âge, le genre, l'activité et le niveau d'éducation
- 5 variables descriptives du ménage auquel il appartient : la localisation résidentielle, le revenu, le niveau de diplôme de la personne de référence, la taille du ménage, le niveau de motorisation

Une analyse de variance entre ces 9 variables et la distance totale parcourue à longue distance fait d'abord ressortir le **niveau de diplôme** de la personne de référence du ménage.

Cette variable dispose de 5 catégories (CEP ou sans diplôme, BEP ou équivalent, BAC ou équivalent, BAC+2/+3, BAC +5 et supérieur). A l'intérieur de chacune de ces catégories, on observe des distances totales parcourues significativement différentes, et 5 sous-groupes de population sont donc distingués en fonction du diplôme le plus élevé possédé par la personne de référence du ménage, comme représenté dans la Figure 14 ci-dessous.

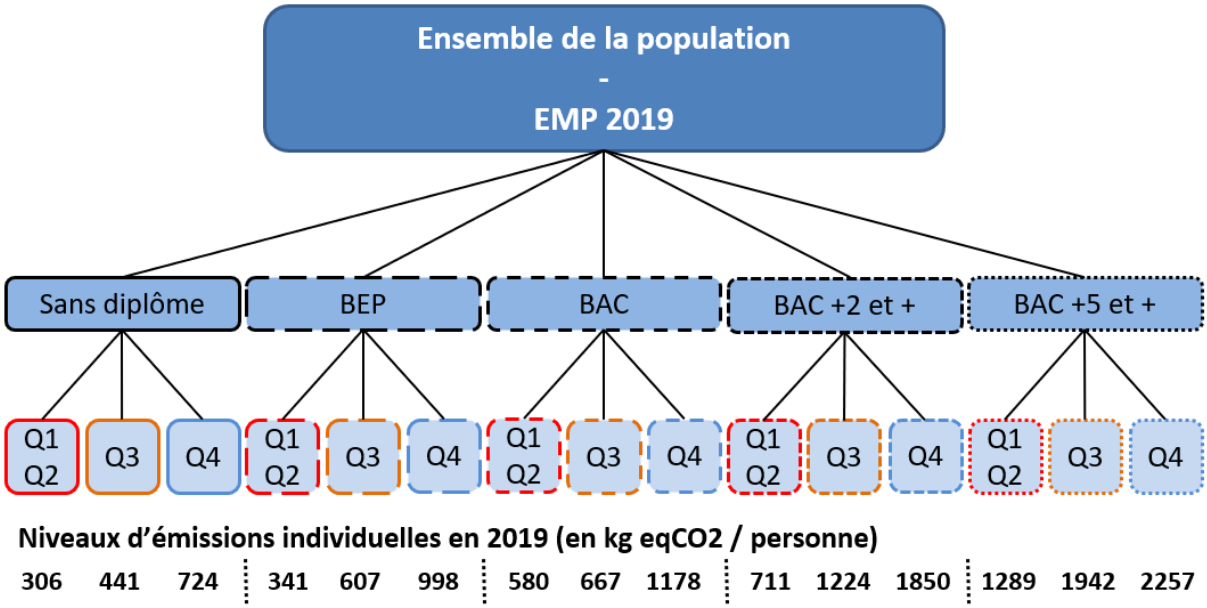
Figure 14 : Typologie des individus pour les déplacements de longues distances : première décomposition



La distance totale parcourue à longue distance par les individus de chacun de ces sous-groupes est ensuite analysée en fonction des 8 autres variables disponibles. Quel que soit le sous-groupe, la variable permettant d'expliquer au mieux la variabilité des distances parcourues à l'échelle individuelle est le **niveau de revenu** du ménage. Cette variable était découpée en 4 quartiles de revenu de la population (avec le premier quartile Q1 représentant les 25% des ménages les moins aisés, Q2 les ménages des 25% de la population juste en dessous du revenu médian, Q3 les 25% juste au-dessus du revenu médian et Q4 les 25% des ménages les plus aisés).

Cette séparation en quatre catégories de revenus montre que les individus des ménages de Q1 et Q2 ont des distances parcourues qui ne sont pas statistiquement différentes, et ce quel que soit le mode observé. Les individus des ménages de Q4 ont quant à eux des distances significativement différentes des autres groupes. Les Q3 ont dans la majorité des cas des distances significativement différentes à la fois des Q1 et Q2, et des Q4. Trois classes de revenus ont donc été conservées pour chacune des catégories de diplôme, conduisant à une typologie constituée de 5 x 3 = 15 sous-groupes dans la population, triés par niveaux de diplômes et de revenus. La Figure 15 ci-dessous reprend la décomposition de cette typologie tout en indiquant également les niveaux moyens d'émissions de GES par personne en 2019 dans chacune des 15 catégories obtenues.

Figure 15 : Typologie des individus et émissions associées pour les déplacements de longues distances



Par ailleurs, les effets diplôme et revenu apparaissent bien disjoints :

- À catégorie de diplôme donnée, un niveau de revenu supérieur est corrélé positivement à un niveau d'émissions plus élevé.
  Exemple : pour la catégorie BEP, les Q4 émettent près d'une tonne en eq CO2 par an et par personne (998 kg), ce qui est plus que les Q3 (607 kg) qui émettent eux-mêmes davantage que les Q1 et Q2 (341 kg).
- À catégorie de revenu donnée, un niveau de diplôme supérieur est corrélé positivement à un niveau d'émissions plus élevé.
  Exemple : pour les ménages appartenant au plus haut quartile de revenu (Q4), les ménages dont la personne de référence (PR) est titulaire d'un BAC+5 émet davantage de GES (2257 kg eq CO2) que ceux dont la PR est titulaire d'un BAC+2 (1850 kg), eux-mêmes émettant plus que les titulaires du BAC (1178 kg), qui émettent plus que ceux dont la PR est titulaire du BEP (998 kg) et encore davantage que ceux ne possédant pas de diplôme (724 kg).

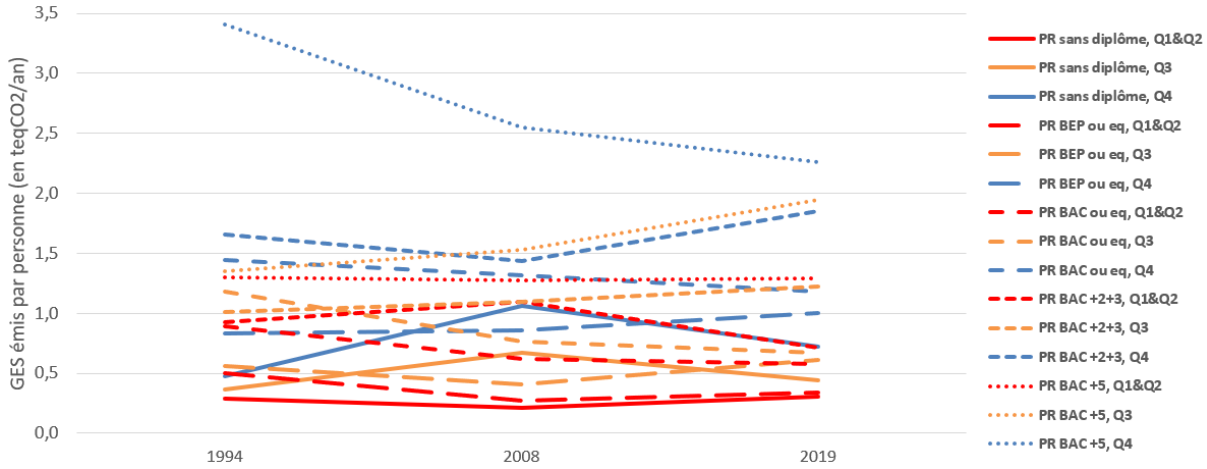
Les effets diplôme et revenu sont donc bien deux effets disjoints, indiquant que chacune des deux variables joue sur les niveaux d'émission de manière séparée - n'empêchant pas par ailleurs un lien entre elles, avec une probabilité de revenu plus élevé qui croît avec le niveau de diplôme. Un haut niveau de revenu explique de plus hauts niveaux d'émissions du fait de la capacité des individus des ménages aisés à se déplacer plus fréquemment ou plus loin, avec des budgets associés à cette mobilité potentiellement plus importants. Le voyage comme marqueur social peut également renforcer cette capacité économique à voyager. Un haut niveau de diplôme, indépendamment de son impact sur le revenu, peut quant à lui expliquer des niveaux d'émissions supérieurs du fait tout à la fois 1) d'un ancrage territorial moins fort du fait des mobilités résidentielles liées aux études puis aux parcours professionnels qui en découlent et 2) d'une plus forte hétérogénéité spatiale des relations sociales induites du fait de cercles amicaux dont les origines peuvent être plus éparpillées aux niveaux national et international que pour les individus n'ayant pas fait d'études supérieures et 3) d'une compétence en langues étrangères et d'une meilleure appréhension des codes et des techniques du voyage (pour la réservation de billets, la fluidité lors des transits dans les grands pôles d'échange, etc.) facilitée par les savoirs faire acquis durant les études et renforcée par la pratique liée aux 2 points précédents. Par ailleurs, le niveau de diplôme de la personne de référence - puisque c'est cette variable de diplôme qui ressort le plus et qui a été retenue - est à la fois corrélé avec le niveau de diplôme des autres adultes du ménage, explicatif des mobilités des enfants, et entre en synergie avec les mobilités de l'ensemble des membres du ménage.

3.3. Analyse des résultats et évolutions selon la typologie retenue

En dynamique, quels sous-groupes ont tiré les mobilités à longue distance et leurs émissions vers le haut : les plus aisés et les plus diplômés ont-ils continué à renforcer leurs pratiques des voyages, ou a-t-on assisté à des rattrapages par les sous-groupes qui étaient auparavant moins mobiles sur ce segment ? Pour répondre, on peut regarder les évolutions des émissions de chacun des 15 sous-groupes de la typologie.

Un premier regard peut être tourné vers l'évolution des comportements de mobilité et la Figure 16 ci-dessous montre ainsi l'évolution des niveaux d'émissions moyens par personne à l'intérieur de chaque sous-groupe entre 1994, 2008 et 2019.

Figure 16 : Émissions de GES individuelles en longues distances par sous-groupe et évolutions



En premier lieu, les écarts entre les niveaux d'émissions à l'échelle individuelle indiqués précédemment se retrouvent bien respectés. On remarquera qu'à niveau de diplôme équivalent (correspondant à un même type de tiret dans la figure), les niveaux de revenus supérieurs (du plus faible en rouge au plus élevé en bleu) affichent des niveaux d'émissions supérieurs. De manière analogue, à niveau de revenu équivalent (à même couleur dans la figure), les courbes des niveaux de diplômes supérieurs (les tirets les plus fins) ont des niveaux d'émissions de GES par personne plus élevés.

En termes d'évolutions, le changement le plus remarquable est celui du groupe des personnes les plus émettrices, issues des ménages les plus aisés et aux plus hauts niveaux de diplôme. Leurs émissions par tête ont baissé de 34%, ce qui réduit l'écart avec les autres groupes entre 1994 et 2019, même si les individus de ce groupe restent toujours en moyenne les plus émetteurs.

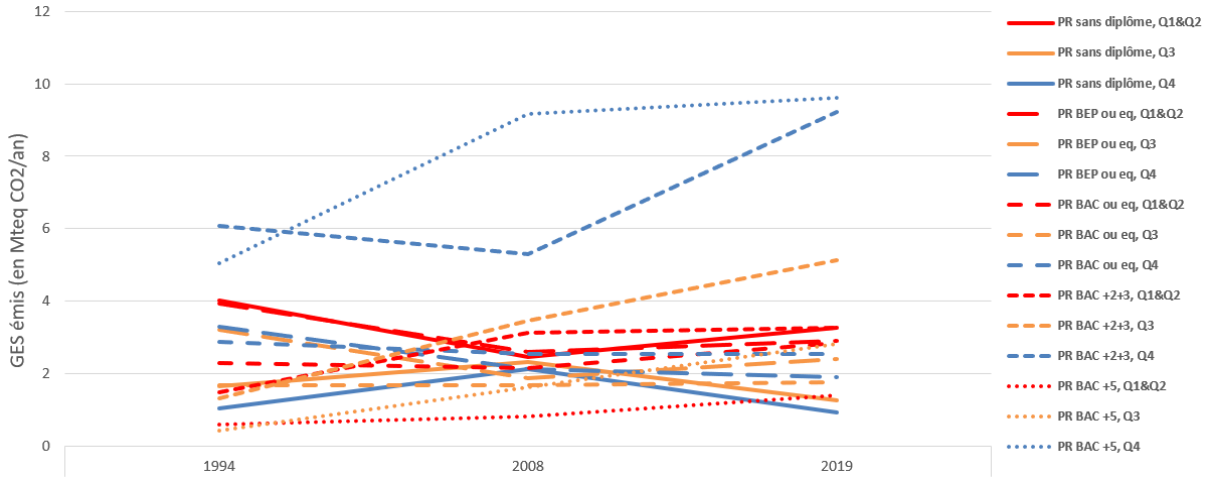
On peut noter également la progression des émissions par tête des deux sous-groupes des individus de diplôme moyen et revenu élevé (PR Bac +2 et 3 / Q4) et des individus de diplôme élevé et de 3ème quartile de revenu (PR Bac+5 / Q3).

Nous reviendrons plus loin sur ces trois sous-groupes d'intérêt pour comprendre les évolutions globales, et nous détaillerons les facteurs explicatifs de la dynamique de leurs émissions.

Cependant, afin de comprendre dans quels groupes se situent les enjeux en termes d'émissions de GES, il faut non seulement tenir compte de leurs émissions par tête, mais également de leur poids par rapport aux émissions totales. La Figure 17 ci-dessous permet d'identifier les groupes les plus émetteurs en indiquant leurs niveaux d'émissions de GES totales.

Ainsi, deux groupes ressortent nettement en termes d'émissions de GES à longues distances : les BAC+5 du 4ème quartile de revenu, déjà repérés dans la Figure 16 du fait de leurs très fortes émissions par tête, et les BAC +2/+3 du 4ème quartile de revenu, également bien visibles sur la figure précédente et dont le poids notable dans le total a de plus nettement augmenté au cours de la seconde période. En 2019, ces deux groupes sont responsables à eux seuls de 37% des émissions de GES à longues distances pour seulement 15% de la population. Par ailleurs, même si c'est dans une moindre mesure, le groupe des BAC +2/+3 du 3ème quartile de revenu émerge également du fait de sa nette progression au sein des émissions totales tout au long de la période.

Figure 17 : Émissions totales de GES en longues distances par sous-groupe et évolutions



Quatre sous-groupes se distinguent ainsi plus particulièrement pour comprendre la croissance des émissions de GES au cours des 25 années observées :

- Le groupe BAC+5 - Q4, qui a le poids le plus important dans le total du fait d'émissions individuelles très élevées - et dont la baisse remarquable au cours de la période n'empêche pas que les personnes de ce groupe restent en moyenne les plus émettrices de la population ;
- Le groupe BAC+5 - Q3, dont les émissions individuelles ont nettement progressé tout au long de la période, équivalentes en 2019 à celles des BAC +2/+3 - Q4 et très proches des BAC+5 - Q4. Même si le total des émissions du groupe ne tranche pas par rapport aux autres groupes, cette progression et ce haut niveau final des émissions individuelles méritent d'être éclairés ;
- Le groupe BAC+2/+3 - Q4, dont les émissions individuelles ont fortement progressé, et dont la contribution aux émissions totales rejoint celle des BAC+5 - Q4 en 2019 ;
- Le groupe BAC+2/+3 - Q3, dont les émissions unitaires ont progressé régulièrement sur la période, mais dont, surtout, la part dans les émissions totales a fortement augmenté, faisant de lui le 3ème groupe le plus émetteur au sein de l'ensemble de la population.

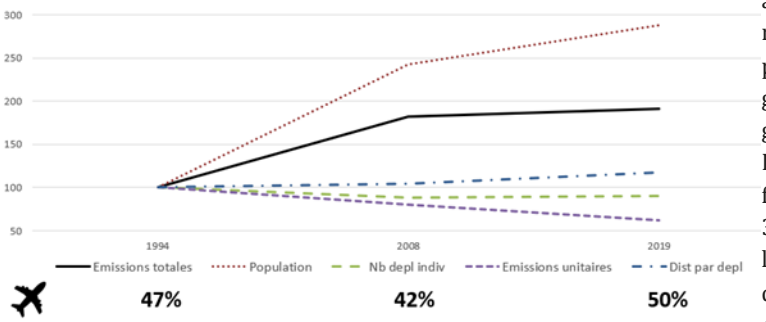
Ces quatre sous-groupes ont ainsi été considérés de suffisamment d'intérêt pour affiner leur analyse et mieux rendre compte des facteurs explicatifs de l'évolution de leurs émissions. Ils représentent à eux quatre 25% de la population pour 52% des émissions de GES liées à la mobilité à longue distance en 2019. Ils contribuent par ailleurs à de forts effets de structure car leur population a plus que doublé (+120%) entre 1994 et 2019 contre 12% pour l'ensemble de la population, renforçant ainsi le poids de leurs émissions individuelles moyennes au sein du total.

Leurs évolutions sont donc reprises et détaillées ci-dessous. Pour chaque groupe, ces évolutions sont mises sous forme graphique et sont données en base 100 par rapport à l'année 1994. Le poids de l'avion étant déterminant dans les tendances ainsi observées, sa part modale est indiquée sous chaque graphique à chaque année d'enquête, exprimée en tant que part des distances parcourues à longue distance.

Quatre sous-groupes d'intérêt

Les BAC+5 et + du 4ème quartile de revenu

Figure 18 : Évolution et décomposition des émissions de GES en longues distances des BAC+5 et plus du quartile de revenus le plus aisé



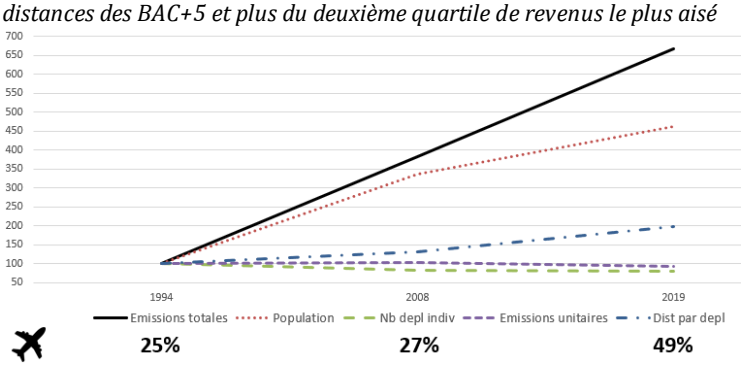
Ce groupe représente la part de la population la plus aisée et la plus diplômée au regard des découpages retenus. Il représente 7% de la population en 2019, pour 19% du total des émissions, et c'est le groupe le plus émetteur, tant au niveau global qu'au niveau individuel.

Les émissions individuelles ont cependant fortement décru au cours de la période (-34%). La première cause de cette baisse est liée à l'usage de l'avion, dont la part était déjà très importante en 1994 (47% des distances parcourues). Ce mode ayant connu une forte baisse de ses émissions unitaires, ceci a tiré vers le bas les émissions par passager-kilomètre du groupe (-37%), tirant elles-mêmes à la baisse les émissions individuelles. Par ailleurs, les distances parcourues par déplacement ont augmenté (+17%) mais ont été en partie compensées par un recul du nombre de voyages par personne (-10%), ne suffisant pas pour affecter sensiblement l'effet net de la baisse des émissions unitaires de l'avion. Ceci étant, les émissions individuelles moyennes du groupe restent les plus importantes de l'ensemble des 15 groupes.

Les émissions totales du groupe ont malgré tout doublé sur la période du fait de la croissance de sa population. En effet, celle-ci a presque triplé en 25 ans, du fait de l'élévation du niveau d'étude au sein de la population globale et d'un renforcement du besoin de diplôme pour bénéficier d'un bon revenu.

Les Bac +5 et + du 3ème quartile de revenu

Figure 19 : Évolution et décomposition des émissions de GES en longues distances des BAC+5 et plus du deuxième quartile de revenus le plus aisé



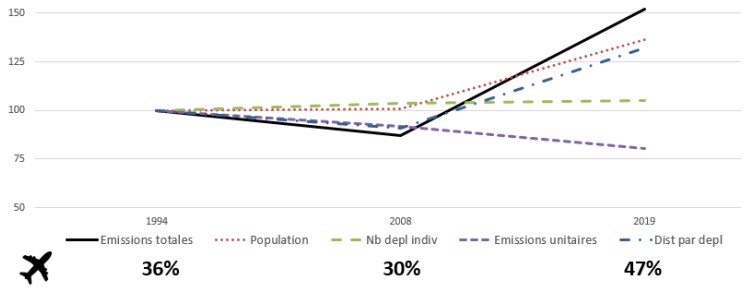
Ce groupe fait partie de la catégorie la plus diplômée de la population, mais avec des revenus un peu moins élevés (restant tout de même au-dessus du revenu médian). Il représente 2% de la population en 2019, pour 5% du total des émissions. C'est le second groupe le plus émetteur au niveau individuel, juste derrière le groupe précédent, justifiant de le classer dans les groupes d'intérêt même si son poids reste limité au niveau du total des émissions.

Ses émissions individuelles ont augmenté de plus de 40% entre 1994 et 2019 du fait d'un allongement constant des distances parcourues (+98%), porté par l'automobile en première période puis fortement par l'avion en seconde période - qui est passé du quart à la moitié du total des distances entre 2008 et 2019. Contrairement au cas du groupe précédent, cette croissance de l'avion n'a cependant pas joué en faveur d'une baisse sensible des émissions unitaires puisque sa part était beaucoup plus faible lors des deux premières enquêtes. Dès lors, la baisse des émissions par passager-kilomètre n'a été que de 8% et l'évolution des comportements en termes de distances et de pratique modale a rapproché nettement les émissions individuelles de celles des individus du groupe Bac+5 - Q4.

Comme dans le cas précédent, ce groupe a connu une très forte hausse de ses effectifs (x4,6), liée à l'élévation du niveau d'étude de la population générale, et expliquant grandement la croissance de ses émissions totales (x7). Son poids démographique reste malgré tout limité, et son poids dans le total des émissions de GES est encore modeste. Cela pourrait changer dans les années à venir si ce groupe continuait à augmenter au même rythme sans inflexion dans ses comportements.

Les BAC+2/+3 du 4ème quartile de revenu

Figure 20 : Évolution et décomposition des émissions de GES en longues distances des BAC+2/+3 du quartile de revenus le plus aisé



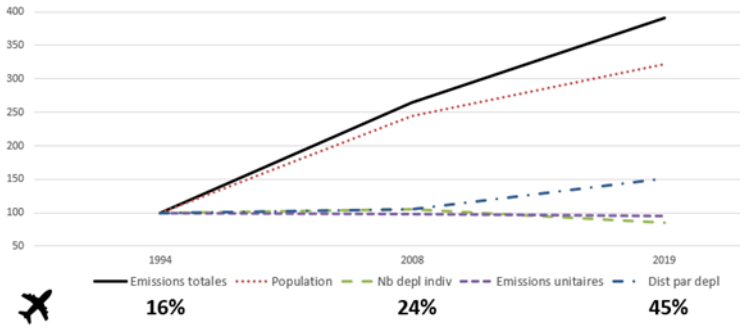
Ce groupe fait partie du quart le plus aisé de la population, mais avec un niveau de diplôme inférieur. Il représente 8% de la population en 2019, pour 18% du total des émissions. C'est le troisième groupe le plus émetteur au niveau individuel, mais il est très proche des deux groupes précédents tout en étant nettement détaché des suivants. Par ailleurs, son poids démographique est suffisant pour que ses émissions totales soient importantes et le placent au second rang des groupes les plus émetteurs.

Si les émissions par passager kilomètre ont baissé de 19% sur la période, le nombre de déplacements par personne et les distances parcourues par déplacement ont respectivement progressé de 5% et 32%, conduisant à une augmentation des émissions par personne de 12%. On peut également souligner la forte progression concomitante des distances et de l'avion entre 2008 et 2019, qui a conduit ce groupe à avoir des émissions individuelles parmi les plus importantes de la population dans son ensemble.

La démographie du groupe a progressé de 36% (au détriment des moins diplômés au sein des ménages du 4ème quartile de revenu), et la double croissance de taille et d'émissions individuelles conduit à une augmentation de 50% des émissions totales du groupe au cours de la période.

Les BAC+2/+3 du 3ème quartile de revenu

Figure 21 : Évolution et décomposition des émissions de GES en longues distances des BAC+2/+3 du deuxième quartile de revenus le plus aisé



Le quatrième et dernier groupe se situe dans la 2ème catégorie la plus diplômée et la 2ème catégorie de revenus. Il représente 7% de la population en 2019, pour 10% du total des émissions. C'est le 5ème groupe le plus émetteur au niveau individuel, mais les individus qui le composent restent 40 à 50% moins émetteurs que ceux des trois groupes de tête. En revanche, les évolutions de ses émissions par tête et de son poids démographique tirent ses émissions totales vers le haut et le placent au troisième rang des groupes les plus émetteurs.

Les émissions par personne (+21%) ont été fortement tirées vers le haut par une croissance de 51% des distances parcourues par déplacement, alors que le nombre de déplacements par personne a baissé de -15% et que les émissions unitaires ont légèrement baissé (-6%). Par ailleurs, ces mouvements sont surtout marqués en seconde période, en corrélation avec un forte croissance de l'usage de l'avion, qui est passé de 16% du total des distances parcourues en 1994, à 24% en 2008 et surtout 45% en 2019 - valeur approchant celle du groupe le plus aisé et diplômé. Cependant, l'essentiel de la hausse des émissions totales du groupe (x3,9) est expliqué par la croissance de sa population (x3,2).

Pour conclure cette partie consacrée aux mobilités à longue distance, il faut insister sur le poids prédominant du niveau de revenu et du niveau de diplôme dans l'explication des émissions de GES. Les évolutions montrent une baisse relative de la part écrasante du groupe des plus diplômés et plus aisés dans les émissions de 1994, liée tout à la fois à un nivellement de leur mobilité au cours de la période et à de nets progrès en matière d'évolution des émissions unitaires de l'avion, fortement utilisé par ce groupe. Le niveau d'émissions moyen des personnes de ce groupe a été largement rattrapé par les individus de deux autres groupes, à savoir les hauts diplômés du 3ème quartile de revenu et les Bac+2+3 du 4ème quintile de revenu : les deux facteurs convergent dans leur impact sur la mobilité à longue distance et ses émissions. Le groupe de niveau de revenu et de diplômes juste en dessous (Q3 et Bac+2+3) participe également du rattrapage : même si les émissions individuelles du groupe restent moyennes, elles ont fortement progressé et l'augmentation forte de sa démographie traduit l'augmentation du niveau d'étude de la population générale au cours de la période.

On peut également souligner des effets de structure liés à l'élévation du niveau d'études de la population et jouant sur la croissance démographique des catégories Bac+2+3 et Bac+5, au détriment des catégories moins diplômées, qui sont

moins émettrices au niveau individuel. Ceci est bien illustré par les 4 groupes d'intérêt que nous avons retenus, mais se retrouve aussi pour tous les groupes incluant ces deux catégories de diplômes, dont les émissions totales augmentent en valeur absolue comme en part relative.

Par ailleurs, ce rattrapage apparaît essentiellement limité à ces catégories plutôt aisées et plutôt diplômées. Les groupes de population plus modestes et avec de plus bas niveaux d'étude ne progressent pas ou beaucoup moins, et l'idée d'une démocratisation du voyage à longue distance grâce à un avion abordable reste donc toute relative.

4. Les déplacements locaux : vers la multimodalité dans les centres, et l'automobile reste prédominante ailleurs

Les déplacements locaux sont par définition réalisés à une distance inférieure à 80 km à vol d'oiseau du domicile, et c'est sur eux que cette section va se focaliser.

Entre 1994 et 2019, les émissions de ces déplacements ont progressé de 20%, exactement dans la même proportion que celles des mobilités à longue distance. Cependant, alors que cette croissance s'est surtout jouée entre 2008 et 2019 pour la longue distance, celle des déplacements locaux a eu lieu sur la période précédente avant de se tasser sous l'effet de tendances qui se sont compensées entre sous-groupes de population. L'objectif de cette section est de mettre ces tendances en évidence ainsi que les principaux facteurs explicatifs qui sont à l'œuvre derrière.

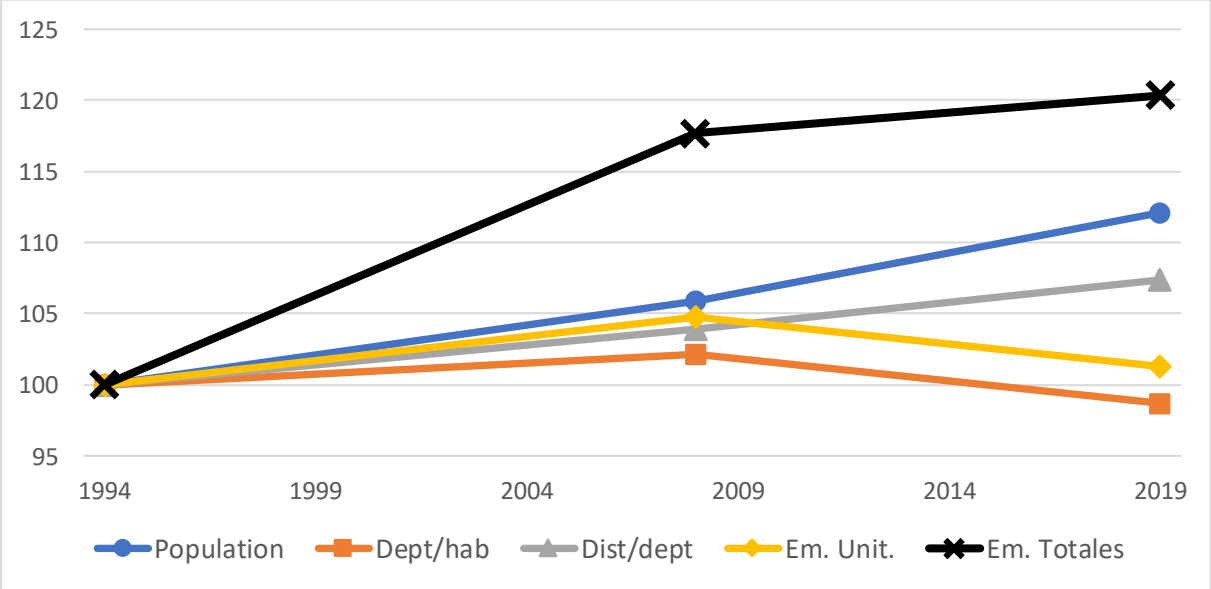
4.1. Une croissance générale de 20% des émissions sur les 25 années

En premier lieu, la Figure 22 ci-dessous indique que la grande majorité de cette hausse de 20% des émissions a été réalisée lors de la première période (+18% entre 1994 et 2008), puis a connu une stabilisation sur la seconde (+2% entre 2008 et 2019). Par ailleurs, cette Figure 22 décompose l'évolution des émissions selon les impacts respectifs des 4 facteurs déjà décrits précédemment (démographie, technologie et émissions unitaires, comportements, observés en termes de nombre de déplacements par personne et de distance par déplacement) :

- La croissance de 12% de la population est le premier facteur explicatif de la hausse des émissions.
- La hausse des émissions par personne est quant à elle portée par une augmentation régulière de la longueur des déplacements tout au long des 25 années, de +7% en tout. Cette croissance des portées est accompagnée entre 1994 et 2008 d'une légère augmentation du nombre de déplacements et des émissions unitaires, renforçant son impact sur l'évolution des émissions au cours de cette première période. Par contre, ces deux facteurs baissent ensuite, toujours de manière réduite, pour revenir à leur niveau de 1994 (-1% pour le nombre de déplacement/personne et +1% pour les émissions par personne.kilomètre). C'est cette baisse sur ces deux facteurs qui explique le tassement des émissions au cours de la seconde période de 2008-2019 et qui fait que seul l'allongement de la portée des déplacements impacte la progression des émissions individuelles.

Au final, on constate ainsi une progression de 20% des émissions fortement portée par la croissance de la population et des distances parcourues par déplacement, tandis que les émissions unitaires et le nombre de déplacements par personne ont eu tendance à se réduire entre les deux dernières enquêtes.

Figure 22 : Décomposition des émissions de GES des déplacements de longues distances et évolutions

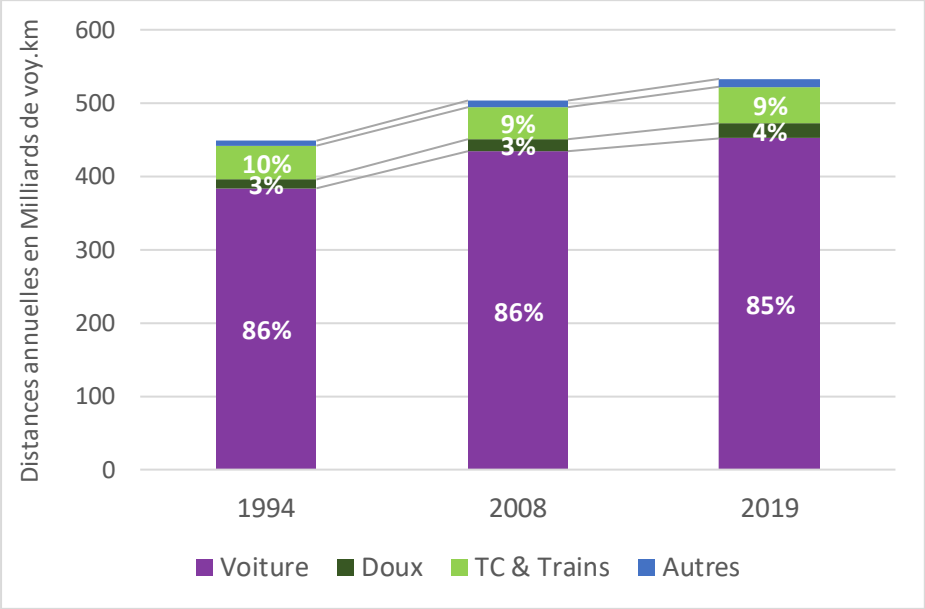


Pour fournir un éclairage complémentaire sur les modes utilisés en mobilité locale, la Figure 23 ci-dessous illustre l'évolution des distances parcourues par modes entre 1994 et 2019. La distance totale parcourue localement a augmenté de 19% sur la période, en lien avec ce que nous avons vu précédemment (+12% de population et +7%

d'allongement des déplacements). La voiture domine largement avec 85% des kilomètres réalisés en 2019, tandis que les transports en commun représentent 9% et les modes doux 4%.

On peut aussi souligner la stabilité de cette répartition au fil des 3 enquêtes. Cependant, cette apparence est liée à la prédominance de la voiture, qui écrase de forts contrastes d'évolutions entre les modes. Ainsi, la mobilité automobile a connu une évolution semblable à l'évolution globale (+17%) sur l'ensemble de la période observée. Les distances parcourues en transports en commun ont augmenté de +8%, moins fortement que la moyenne des déplacements. Enfin, les modes doux ont vu leurs distances croître fortement (+73%), même si cette forte évolution se trouve invisibilisée par leur très faible part modale.

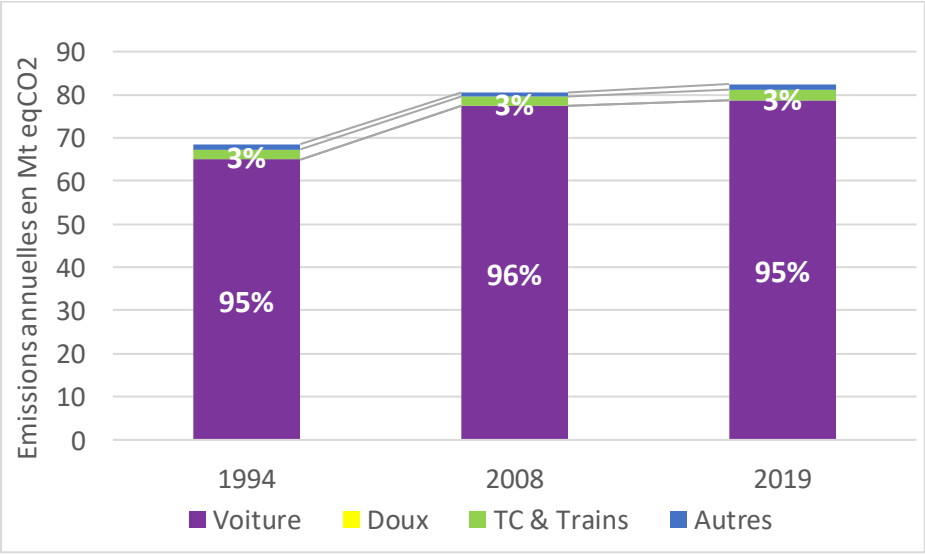
Figure 23 : Evolution des distances parcourues selon les modes



Enfin, comme les émissions unitaires de chaque mode sont très différentes, il est intéressant de décomposer les émissions de GES par mode dues aux déplacements locaux. La Figure 24 montre ainsi que la quasi intégralité des enjeux repose sur un seul mode : la voiture, qui représente peu ou prou 95% des émissions de la mobilité locale. Les émissions dues à la voiture ont crû de 21% sur l'intégralité de la période observée quand celles des transports en commun n'ont augmenté que de 3% pour une progression de 8% de leurs passagers-kilomètres.

Enfin, la quasi-intégralité de la hausse des émissions a été réalisée au cours de la première période 1994-2008, où tant les distances parcourues en voiture que les émissions unitaires de la voiture avaient augmenté.

Figure 24 : Evolution des émissions de GES selon les modes

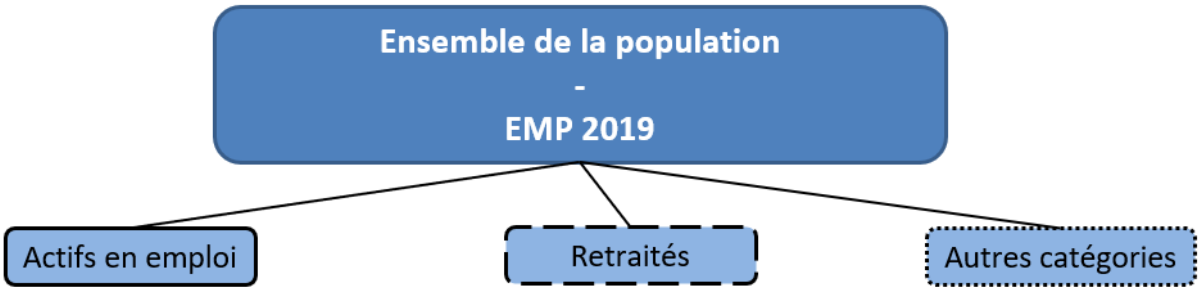


4.2. Des mobilités aux facteurs explicatifs très diversifiés

Comme dans le cas de la mobilité à longue distance, ces grandes tendances, pour instructives qu'elles soient, ne permettent pas de comprendre les principaux facteurs explicatifs à l'œuvre. De la même manière que précédemment, une typologie a été construite à partir des 9 variables explicatives des comportements de mobilité et disponibles dans les trois enquêtes : l'âge, le genre, l'activité et le niveau d'éducation de la personne enquêtée ainsi qu'au niveau de son ménage d'appartenance, la localisation résidentielle, le revenu, le niveau de diplôme de la personne de référence, la taille du ménage et son niveau de motorisation.

Parmi ces 9 variables, celle qui permet de différencier le mieux les distances parcourues localement est **l'activité de l'individu.** Deux principales catégories d'individus se distinguent alors : les actifs en emploi, qui parcourent des distances bien supérieures aux autres pour aller travailler, et les retraités qui, à l'inverse, parcourent de faibles distances. Les différences de distances au sein des autres catégories d'activités n'apparaissent pas suffisantes pour pouvoir être statistiquement distinguées. Les autres catégories ont été conservées au sein d'un groupe à part. On obtient alors le graphique suivant :

Figure 25 : Typologie des individus pour les déplacements locaux : première décomposition



La même méthode a été ensuite appliquée pour chacun de ces groupes. Contrairement au cas de la longue distance, les variables explicatives des variations de distances ne sont pas les mêmes au sein des trois groupes, et les analyses ont dû être réalisées séparément. Elles sont donc présentées en trois temps ci-dessous.

Les actifs en emploi

La variable permettant d'expliquer au mieux les différences observées au sein du groupe des actifs en emploi est la **localisation résidentielle**. Cette variable a été construite en distinguant 3 catégories de localisation qui prennent en compte deux critères différents que sont la densité et la centralité (Raux et al., 2006). Les catégories sont définies de la manière présentée dans le Tableau 5 ci-dessous.

Tableau 5 : Classes de communes retenues pour construire les typologies individuelles

Densité (hab/km2)	Distance à la commune centre (km)		
	0-5	5-15	15 et plus
0-100	rural et périurbain		
100-500	zones		
500-3000	périphériques / couronnes		
3000 et plus	zones denses et centrales		

Lorsque l'on s'éloigne des centres et lorsque les territoires sont moins denses, les actifs tendent à parcourir de plus longues distances pour leur mobilité domicile-travail, et le groupe des actifs en emploi a été réparti en 3 catégories de localisation : actifs en emploi centraux / des couronnes urbaines / ruraux et périurbains.

L'opération a été répétée une dernière fois, avec là encore des variables explicatives différentes au sein de chaque sous-groupe :

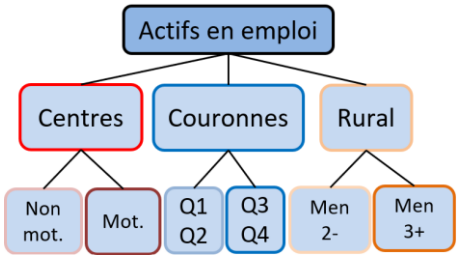
- Pour les actifs en emploi ruraux, la variable la plus discriminante est la **taille du ménage**, où les actifs des ménages de plus grande taille parcourent de manière significative de plus grandes distances et donc émettent davantage. On distingue ici les actifs des ménages de 1 à 2 personnes et les actifs des ménages de 3 personnes et plus.

- Pour les actifs en emploi des couronnes, la variable la plus discriminante est le **revenu**, avec des plus hauts revenus qui parcourent de plus longues distances. On distingue ici les actifs des ménages aux revenus inférieurs et supérieurs au revenu médian.

- Enfin, pour les actifs en emploi des villes centres, la variable la plus discriminante est la **motorisation**. Le besoin de la voiture traduit ici de plus longs déplacements pour lesquels il n'y a pas d'alternative modale crédible. On distingue ici les actifs des ménages motorisés et non-motorisés.

Le découpage retenu est donc le suivant :

Figure 26 : Typologie des individus pour les déplacements locaux : les actifs



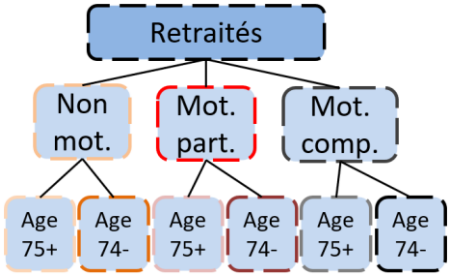
Les retraités

La même méthode est ensuite utilisée sur les retraités où la variable discriminante pour expliquer les distances parcourues en local est la **motorisation** du ménage. Trois sous-groupes avec des comportements différenciés ont été distingués : les ménages non-motorisés, les ménages partiellement motorisés (moins d'une voiture par adulte dans le ménage), les ménages à motorisation complète (une voiture ou plus par adulte dans le ménage). Comme attendu, plus le niveau de motorisation s'élève plus les distances et donc les niveaux d'émissions augmentent.

Pour chacun de ces sous-groupes de retraité, la variable qui permet par la suite de segmenter au mieux leur mobilité et leurs émissions est **l'âge**. Nous avons donc partagé chacun des sous-groupes de retraités, quelle que soit leur niveau de motorisation, en deux catégories d'âge : 74 ans et moins et 75 ans et plus. Les jeunes retraités sont à chaque fois plus mobiles et donc les plus émetteurs.

Le découpage de notre population de retraités est donc le suivant :

Figure 27 : Typologie des individus pour les déplacements locaux : les retraités

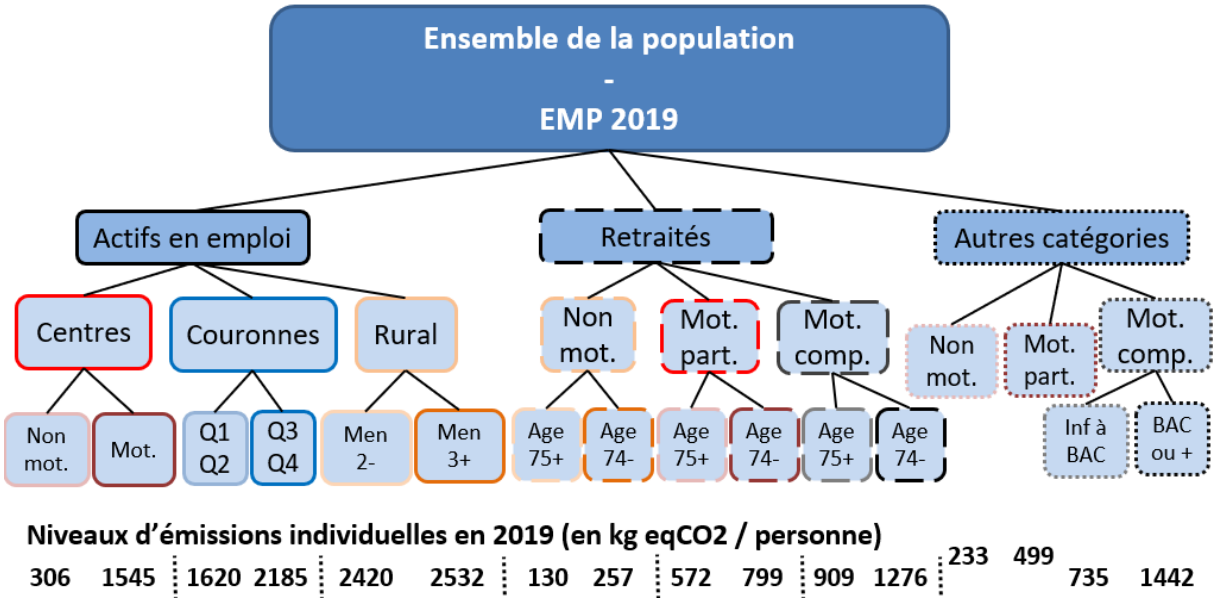


Les autres catégories

Pour ce qui concerne les autres catégories d'activité, la variable qui permet de comprendre le mieux les différences de distances parcourues à l'échelle individuelle est le niveau de **motorisation** du ménage. On conserve une nouvelle fois la segmentation à 3 niveaux : non-motorisés, motorisation partielle, motorisation complète. Pour les sous-groupes "non-motorisés" et "motorisation partielle", aucune variable n'explique des différences de distances parcourues de manière significative. En revanche, pour les ménages à motorisation complète, la variable permettant d'expliquer au mieux les distances parcourues est le niveau de diplôme de l'individu. Nous retenons deux catégories de diplôme : inférieur au baccalauréat ou titulaire d'un baccalauréat ou d'un diplôme du supérieur.

La segmentation finale est dès lors celle affichée dans la Figure 28 ci-dessous :

Figure 28 : Typologie des individus et émissions associées pour les déplacements locaux



La Figure 28 indique également les niveaux d'émissions annuels moyens de chacun des 16 groupes de la typologie. On ne retrouve que des catégories d'actifs en emploi parmi les groupes les plus émetteurs (au-delà de 1,5 teqCO2 par personne par an). Ce sont les individus qui ont les déplacements les plus contraints de manière régulière pour les trajets locaux et il n'est donc pas étonnant de les retrouver parmi les plus émetteurs. Seuls les actifs de ménages non-motorisés des communes centrales ont des niveaux d'émissions faibles. On peut supposer que ces individus ne sont pas motorisés car ils parcourent moins de distances et/ou disposent d'alternatives à la voiture efficaces. La voiture étant le mode de transport le plus émetteur sur ces trajets (rappel Figure 24), il est cohérent de retrouver les individus des ménages non-motorisés parmi les moins émetteurs, qu'ils soient actifs en emploi ou non.

Les autres groupes s'approchant de ces niveaux d'émissions élevés sont les retraités à motorisation complète, quel que soit leur âge, ainsi que les membres des autres catégories d'activité mais disposant également d'une motorisation complète et de diplôme supérieur au Bac. Ils ont ainsi tous théoriquement une voiture disponible lorsqu'ils le souhaitent, et il n'est pas surprenant de les retrouver à des niveaux proches de ceux des actifs. De même, les individus faisant partie de ménage à motorisation partielle émettent moins que ceux à motorisation complète mais sont davantage émetteurs que leurs homologues non-motorisés.

Au sein de la catégorie d'activité la moins émettrice, les retraités, on voit également que l'âge semble bien corrélé au niveau de mobilité, les jeunes retraités étant systématiquement plus mobiles et plus émetteurs que leurs homologues âgés de plus de 75 ans.

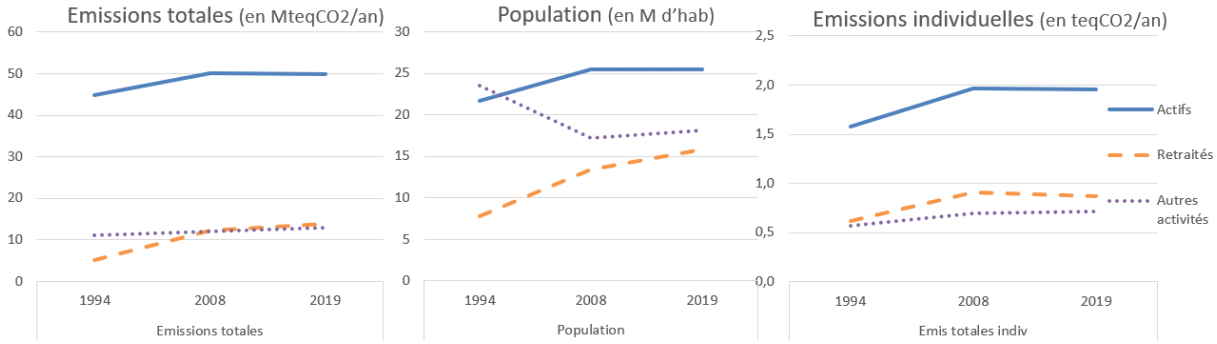
En ce qui concerne les autres activités (hors actifs en emploi et retraités donc), on retrouve une distinction parmi les ménages à motorisation complète entre les individus les plus et les moins diplômés, où les diplômés du baccalauréat émettent davantage que ceux dont le diplôme est inférieur au baccalauréat. Cette variable de diplôme peut être corrélée à différents facteurs explicatifs qui reflètent des situations différentes : les mineurs qui n'ont pas le baccalauréat ne sont pas en âge de conduire, donc émettent moins ; les étudiants du supérieur qui peuvent être amenés à parcourir des distances importantes pour leurs trajets domicile-études ; les chômeurs plus hautement diplômés peuvent disposer de revenus supérieurs permettant un budget distance plus important.

4.3. Analyse des résultats et évolutions selon la typologie retenue

Les résultats présentés dans la partie précédente permettent de comprendre la typologie retenue et les niveaux afférents d'émissions de GES. Cette partie est consacrée à l'analyse des évolutions des émissions associées aux déplacements locaux de ces groupes d'individus.

La première segmentation réalisée a été faite selon l'activité des individus. La Figure 29 indique pour chacun des trois groupes, actifs, retraités, autres, les évolutions en termes d'émissions totales, de population et d'émissions moyennes à l'échelle individuelle (le graphique de droite est donc la résultante des deux suivants).

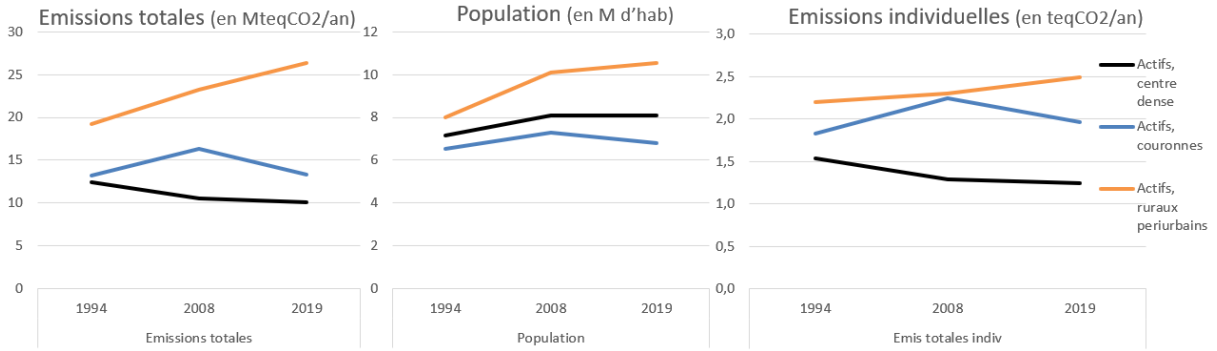
Figure 29 : Émissions de GES totales, individuelles et démographie des 3 catégories d'activité et évolutions



En termes de niveaux d'émissions à l'échelle individuelle, les actifs en emploi émettent plus du double que les personnes des autres catégories. Les évolutions de ces émissions individuelles ont été relativement similaires pour les 3 groupes, avec une hausse observée entre 1994 et 2008 puis une stabilisation entre 2008 et 2019. D'un point de vue démographique, les actifs en emploi sont les plus nombreux, devant le groupe des 'autres activités' et enfin les retraités, qui voient cependant leur population augmenter de manière significative entre 1994 et 2019. Seuls le groupe des 'autres activités' a vu sa population baisser sur les 25 années d'observations.

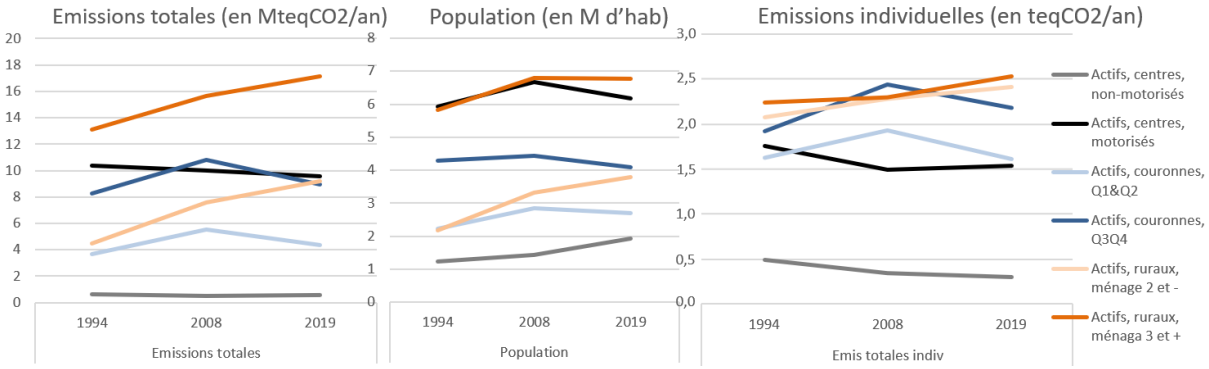
La combinaison de ces deux facteurs (population et émissions individuelles) fait donc ressortir un niveau total d'émissions de GES imputables aux actifs en emploi loin devant les deux autres groupes. Ils représentent les deux tiers des émissions de GES des déplacements locaux des Français et l'enjeu de réduction de ces émissions se situe donc principalement sur ce groupe des actifs en emploi, qui a vu de surcroît ses émissions augmenter de 23%.

Figure 30 : Émissions de GES totales, individuelles et démographie des actifs en emploi et évolutions



Parmi les actifs en emploi, la localisation résidentielle impacte fortement les émissions. Plus ils sont loin des centres et des zones denses et plus ils émettent à l'échelle individuelle. La dynamique des émissions individuelles des *actifs ruraux et périurbains* est même à la hausse sur les 25 années d'observation, contrairement aux autres catégories pour lesquelles les émissions individuelles stagnent ou baissent entre 2008 et 2019. Les deux sous-groupes d'actifs ruraux ou périurbains connaissent les niveaux d'émissions individuelles les plus élevées, quelle que soit la taille de leur ménage. Par ailleurs, c'est cette catégorie d'actifs qui voit sa population augmenter le plus, et sa part dans les émissions totales des actifs en emploi est passée de 43% en 1994 à 53% en 2019.

Figure 31 : Émissions de GES totales, individuelles et démographie des sous-groupes d'actifs et évolutions

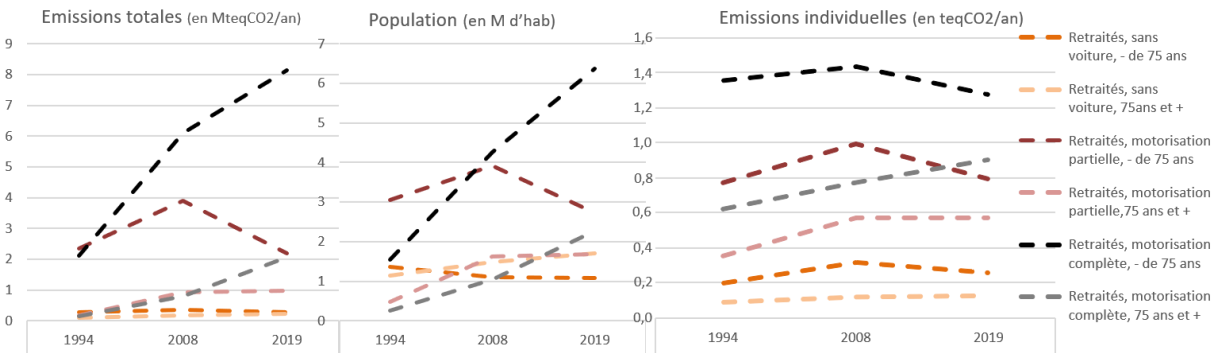


Par opposition, le groupe des *actifs centraux non motorisés* a des émissions par tête 5 à 8 fois moins importantes que celles des autres groupes d'actifs. Le poids de ce groupe reste cependant marginal bien que sa dynamique démographique soit en forte hausse, notamment au détriment des actifs centraux motorisés lors de la période 2008 - 2019. Globalement, la motorisation moyenne des actifs urbains baisse progressivement et leurs émissions de GES s'en ressentent, baissant de 8% sur 25 ans, et avec par ailleurs un poids dans le total des émissions locales des actifs en emploi passant de 27 à 21%.

Enfin, les *actifs résidant dans des communes de couronnes urbaines* ont connu une baisse sensible de leurs émissions individuelles entre 2008 et 2019 compensant totalement (pour les 50% des revenus les plus bas) ou en bonne partie (pour les 50% des revenus les plus élevés) la hausse constatée entre 1994 et 2008. Leurs effectifs n'ont que peu augmenté, avec une dynamique qui s'est tassée en seconde période. En conséquence, leurs émissions totales ont légèrement progressé au cours des 25 années (+12%), avec une augmentation sensible sur la première période, mais une tendance à la baisse sur la seconde. Leur poids dans le total des émissions locales des actifs en emploi est ainsi resté relativement stable, voire légèrement en baisse, passant de 29 à 27% des émissions totales des actifs.

En conclusion, chez les actifs, le phénomène du *peak-car* est donc bien visible dans les centres urbains, notamment entre 2008 et 2019. Par contre, la croissance des distances parcourues et des GES émis par les actifs des zones périurbaines laisse à penser que ces territoires continuent à voir leurs bassins d'emplois s'agrandir et l'accessibilité à leurs services locaux, privés et publics, se réduire. La croissance des populations actives dans ces zones montre par contre que le mouvement de périurbanisation et de métropolisation se poursuit toujours. Ce segment de population, dans ces zones, reste certainement un impensé important dans les réflexions et les actions pour réduire les émissions de GES liées à la mobilité des Français.

Figure 32 : Émissions de GES totales, individuelles et démographie des sous-groupes de retraités et évolutions

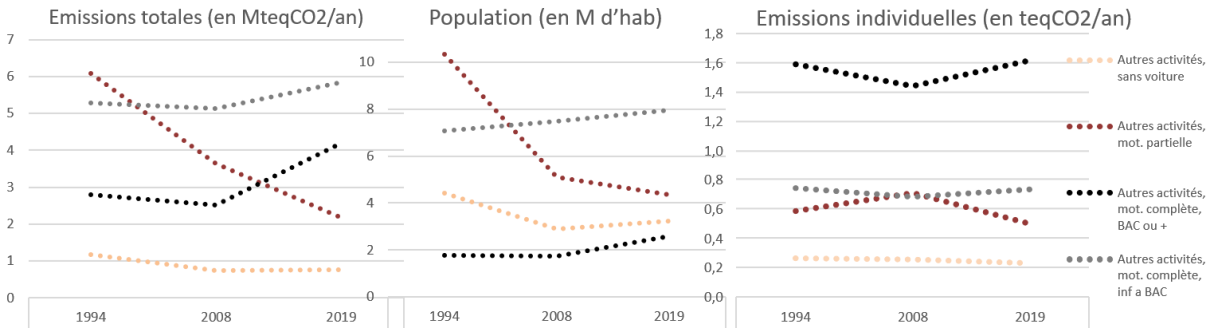


Chez les retraités, on constate une stabilité relative des émissions individuelles. Les retraités de moins de 75 ans, complètement motorisés sont les plus émetteurs par tête, suivis des partiellement motorisés, et par ailleurs rattrapés aujourd'hui par leurs homologues de plus de 75 ans disposant d'une voiture par personne (complètement motorisés). La forte croissance démographique des moins de 75 ans à motorisation complète (la courbe noire) traduit un double effet de vieillissement général de la population et d'accès généralisé à la voiture dans cette classe d'âge (les non-motorisés en orange et ceux à motorisation partielle en marron voient quant à eux leur population baisser). Comme les personnes de ce groupe sont les plus émettrices, on peut observer un net effet de structure avec leurs émissions totales qui augmentent très fortement tant en valeur absolue (+285%) qu'en valeur relative puisqu'elles passent de 41% du total des émissions des retraités en 1994 à 59% en 2019.

On observe une tendance similaire, même si elle a moins d'impact sur les émissions de GES, chez les retraités de plus de 75 ans. Leur population a aussi augmenté, et ce de manière plus forte au sein des groupes les plus motorisés.

Les retraités de 2019 sont donc plus nombreux, plus motorisés et plus émetteurs qu'en 1994. Même si elles restent 4 fois moins importantes que celles des actifs, leurs émissions totales ont progressé de 168% sur la période, soit plus que la hausse de leurs effectifs (+102%).

Figure 33 : Émissions de GES totales, individuelles et démographie des sous-groupes des autres catégories et évolutions



Enfin **le groupe des personnes ayant d'autres activités** est très hétérogène et les sous-groupes qui le constituent connaissent des niveaux d'émissions bien différenciés. Les plus motorisés diplômés (Bac ou plus) ont des niveaux d'émissions comparables aux jeunes retraités ou aux actifs en emploi centraux motorisés, tandis que les non motorisés ont des émissions équivalentes à celles des retraités non motorisés. En revanche, ces émissions individuelles sont restées stables entre 1994 et 2019 au sein de chaque sous-groupe. D'un point de vue démographique, la catégorie la plus émettrice par tête a le poids le plus faible, ce qui fait qu'elle n'a pas d'impact notable dans les émissions de GES totales au sein du groupe. Ceci est plus le fait de l'autre catégorie à motorisation complète, mais moins diplômée. Un autre fort effet démographique se joue avec les catégories non-motorisés et à motorisation partielle qui voient leur population baisser alors que celles à motorisation complète augmentent (cf. 2ème graphique, Figure 33).

Les émissions au niveau individuel et au niveau global de l'ensemble des sous-groupes de la typologie en déplacements locaux sont représentées dans les Figure 34 et

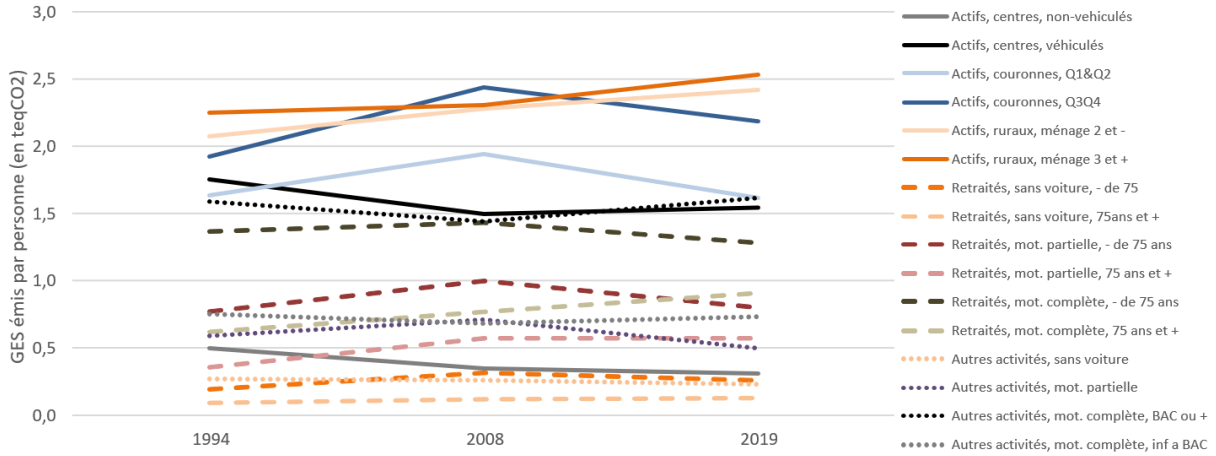


Figure 35 suivantes :

Figure 34 : Émissions de GES individuelles en déplacements locaux par sous-groupe et évolutions

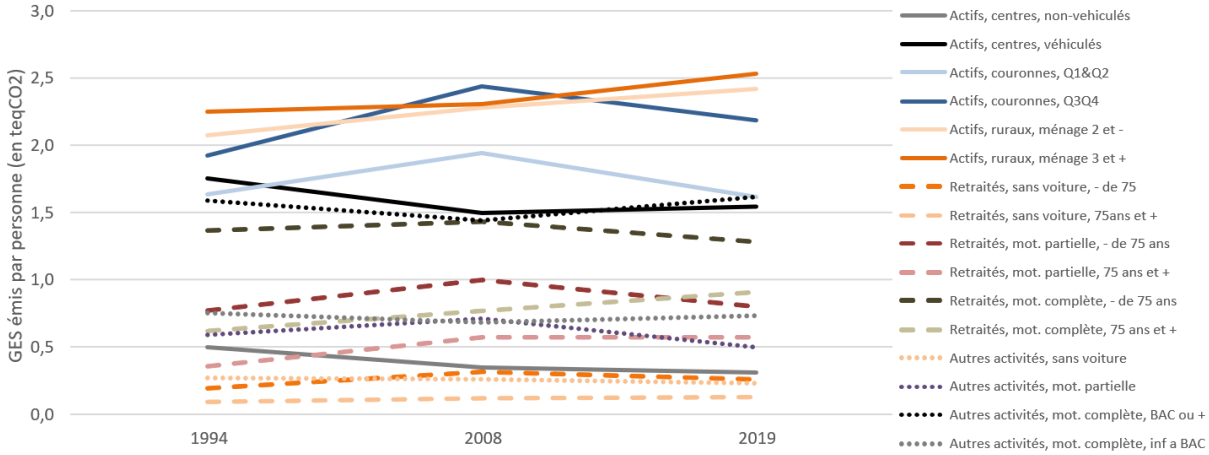
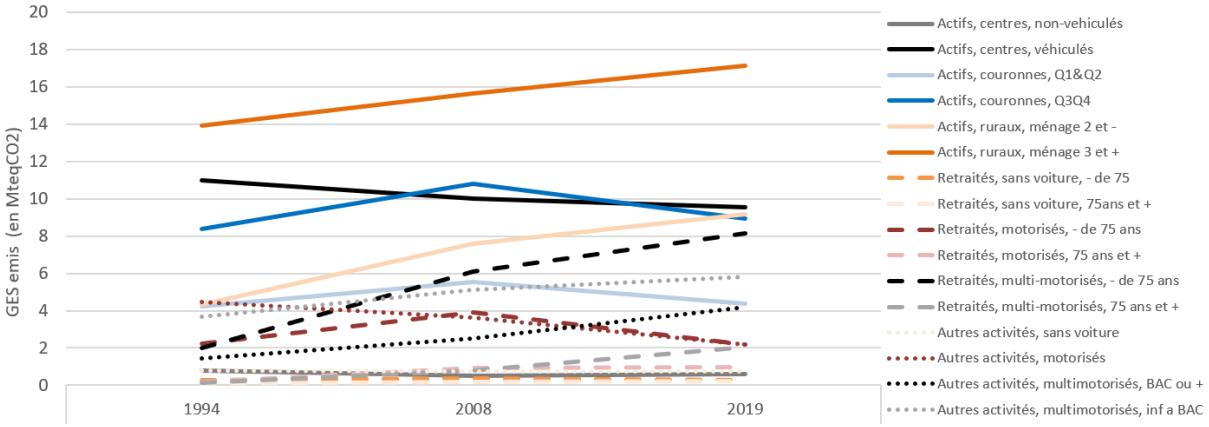


Figure 35 : Émissions de GES en déplacements locaux par sous-groupe et évolutions



On peut donc voir sur cette dernière figure que les enjeux en termes d'émissions dues aux déplacements locaux se situent d'abord sur les actifs en emploi (courbes pleines). En dynamique, les plus fortes hausses concernent principalement les actifs du rural et du périurbain, ainsi que les jeunes retraités à motorisation complète. Sur cette base, nous avons choisi de faire ressortir le détail des dynamiques de 4 sous-groupes en particulier : comme les émissions de GES liées aux mobilités locales sont essentiellement portées par les actifs en emploi, nous avons choisi de détailler trois sous-groupes d'actifs en emploi issus de territoires différents (rural, couronne et commune centre) pour illustrer les différences existantes selon les localisations résidentielles. Enfin, compte tenu de leur forte progression, le groupe des retraités de moins de 75 ans à motorisation complète sera également présenté.

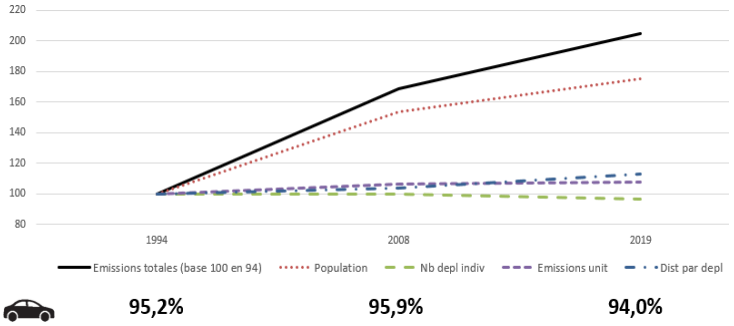
Comme dans le cas de la mobilité à longue distance, l'évolution globale des émissions de GES de chacun de ces groupes d'intérêt peut être décomposée suivant les grands facteurs explicatifs sous-jacents : les évolutions démographiques du groupe, ses évolutions en termes de comportements de mobilité, traduits ici sous forme de nombre de déplacements quotidiens et de longueur de ses déplacements, mais aussi, en filigrane, de modes utilisés, et enfin termes d'éventuelles évolutions technologiques à travers l'évolution des émissions unitaires des différents modes.

Les 4 sous-groupes que l'on retient pour les déplacements locaux proviennent majoritairement du groupe d'activité portant les émissions locales, à savoir les actifs en emploi. Nous présenterons un groupe d'actifs en emploi du rural, un des couronnes et un des communes centre pour illustrer les différences existantes selon la localisation résidentielle. Enfin, un groupe de retraités sera également présenté. Les facteurs explicatifs des émissions et leurs évolutions sont donnés en base 100 par rapport à l'année 1994. Le poids de la voiture étant déterminant dans les émissions, sa part modale est indiquée sous chaque graphique à chaque année d'enquête, exprimée en tant que part des distances parcourues pour les déplacements locaux.

Quatre sous-groupes d'intérêt

Les actifs en emploi de communes rurales/périurbaines, ménage de 2 personnes et moins

Figure 36 : Évolution et décomposition des émissions de GES des actifs ruraux aux ménages de 2 personnes ou moins



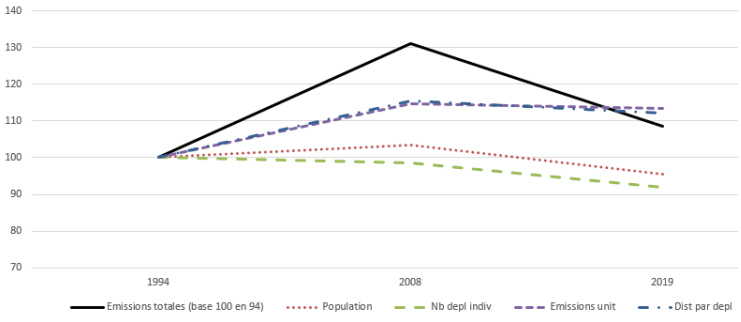
95,2% 95,9% 94,0%

Les émissions de ce groupe sont multipliées par plus de deux sur la période. Le facteur expliquant l'essentiel de cette hausse est le facteur démographique (+80%), largement supérieur à la croissance démographique du pays (+12%) et des actifs en emploi plus spécifiquement (+18%), traduisant le mouvement de périurbanisation et de métropolisation qui s'est poursuivi tout au long de la période. Cette population a continué à croître en seconde période alors que le nombre d'actifs en emploi de ces mêmes territoires mais appartenant à des ménages de plus de deux personnes (donc essentiellement les ménages avec enfants) se tassait nettement (cf. Figure 31). Mais surtout, on observe un glissement des actifs des couronnes, qui ont baissé en effectifs, vers le périurbain et le rural, entraînant mécaniquement une croissance des distances parcourues et de la dépendance à l'automobile au niveau global.

On note également une hausse de la longueur des déplacements de +13% ainsi qu'une hausse des émissions unitaires de +8% sur la période. Le nombre de déplacements est quant à lui en légère baisse (-3%). Les comportements de ce groupe semblent donc avoir peu évolué, avec un usage quasi exclusif de la voiture, qui illustre le manque d'alternatives à ce mode dans leurs territoires. La hausse de la portée des déplacements peut s'expliquer quant à elle par une plus grande centralisation des emplois et des services locaux, publics et privés, et par le fait que les individus apparaissent prêts à habiter un peu plus loin de leur lieu de travail au sein de ces espaces.

Les actifs en emploi des couronnes, de revenus supérieurs au revenu médian

Figure 37 : Évolution et décomposition des émissions de GES des actifs de couronnes au-dessus du revenu médian



90,3% 93,2% 91,0%

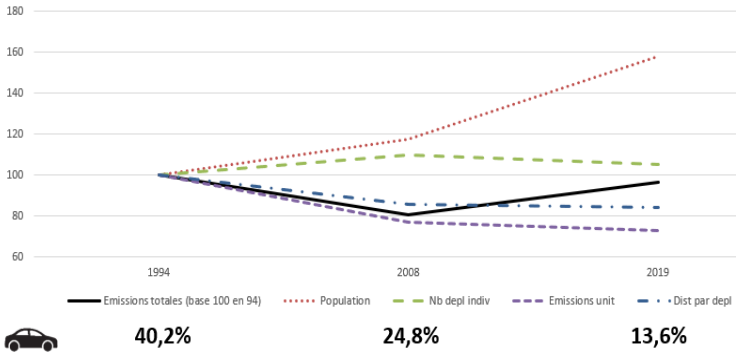
Ce groupe a vu la dynamique de ses émissions se retourner au cours de la période. Elles ont fortement augmenté entre 1994 et 2008 (+30%), avant de partir à la baisse entre 2008 et 2019 (-17%), aboutissant à une progression de +8% sur 25 ans.

L'augmentation de première période est le résultat d'une hausse des portées des déplacements combinée à une croissance des émissions unitaires, avec un usage de la voiture encore plus fréquent (93% des distances parcourues en 2008), tandis que la population concernée et le nombre de déplacements par tête baissaient légèrement.

Au cours de la seconde période, les émissions du groupe baissent nettement à la faveur d'une décroissance du nombre de déplacements par personne (passant de 3,56 à 3,23 dep/jour/pers) et du nombre d'actifs de cette catégorie (-8%). La longueur des déplacements et leurs émissions unitaires sont quant à elles restées identiques, témoignant d'une logique de l'organisation de l'espace restée à peu près la même, ainsi que d'un partage modal stabilisé.

Les actifs en emploi des communes centre, non-motorisés

Figure 38 : Évolution et décomposition des émissions de GES des actifs centraux non-motorisés



Tout d'abord, soulignons que ce groupe est celui qui a les plus faibles émissions parmi les actifs en emploi du fait de leur recours très limité à l'automobile. Par ailleurs, le groupe a vu ses émissions totales baisser en première période (-20%) avant de repartir à la hausse ensuite (+20%), aboutissant à une légère diminution entre 1994 et 2019 (-3%), même si ces deux tendances observées traduisent deux mécaniques bien différentes.

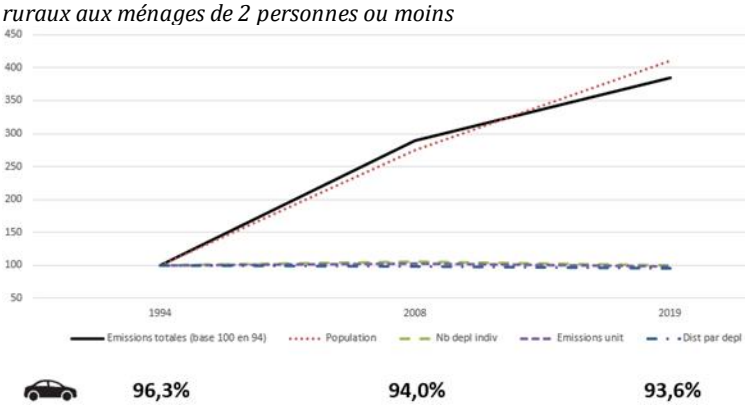
Sur l'ensemble de la période, la longueur des déplacements et leurs émissions unitaires baissent régulièrement (respectivement -16 et -31%), en lien notamment avec un aban-

-don presque total de l'automobile au sein du groupe (passant de 40% des distances parcourues en 1994 à moins de 14% en 2019) au profit d'autres modes moins émetteurs comme les transports collectifs et les modes actifs, dont l'offre s'est fortement accrue et la pratique a été favorisée par les politiques urbaines en termes d'aménagements et de transports tout au long de ces 25 ans. En parallèle la population du groupe augmente régulièrement (+18% entre 1994 et 2008, et +58% sur l'ensemble des 25 années), témoignant d'un fort transfert au sein des actifs en emploi des centres villes notamment entre 2008 et 2019 : au cours de cette seconde période, de nombreux actifs motorisés ont abandonné leurs voitures (leur effectif a baissé de 8%) pour rejoindre le groupe des actifs non motorisés et témoignant du phénomène du *peak car* bien visible depuis les années 2000.

Ainsi, la baisse des émissions individuelles a tiré les émissions totales du groupe vers le bas en première période. Elle s'est poursuivie dans le même sens par la suite, mais a été plus que compensée par l'augmentation de la taille du groupe, entraînant une hausse de ses émissions totales, mais participant en même temps à une forte baisse des émissions individuelles des actifs en emploi des espaces urbains centraux (environ -20%, cf. Figure 30). Cette dynamique des comportements de mobilité et des émissions de ces actifs centraux contribue également à la stabilisation des émissions des actifs en emploi au cours de la seconde période 2008-2019.

Les retraités à motorisation complète de moins de 75 ans

Figure 39 : Évolution et décomposition des émissions de GES des actifs ruraux aux ménages de 2 personnes ou moins



Les émissions de ce groupe ont été multipliées par 4 au cours de la période.

Comme vu précédemment, les comportements de mobilité des retraités ont peu évolué. Ainsi, le nombre et la longueur des déplacements quotidiens des retraités motorisés sont restés globalement stables sur toute la période (respectivement 0% et -5%). Par ailleurs, l'usage très fort de la voiture au sein de ce groupe n'a baissé qu'à la marge (-3%) n'impactant guère leurs émissions unitaires (-1%). In fine, leurs émissions individuelles diminuent légèrement (-6%), mais sans jouer de manière significative sur l'évolution des émissions globales.

La très forte progression des émissions du groupe est ainsi portée exclusivement par sa croissance démographique, en lien avec la double dynamique de vieillissement général de la population et de renforcement de la motorisation des retraités, notamment des moins de 75 ans.

On assiste ainsi à de forts changements structurels au sein de la population des retraités, plus qu'à des changements de comportements au sein des sous-groupes qui la composent, et le cas des retraités à motorisation complète de moins de 75 ans en est illustratif - en plus d'être l'un des seuls sous-groupes dont les émissions totales augmentent (Figure 32) et de manière significative au sein de la population globale (cf.
Figure *35*).

Pour conclure cette partie portant sur les mobilités locales, rappelons que ce segment de mobilité correspondait toujours à 54% des distances et 61% des émissions de GES dans le bilan des mobilités des Français en 2019. Soulignons également le poids écrasant de l'automobile dans les kilomètres parcourus et les émissions liés à la mobilité locale. Par ailleurs, ce sont les actifs en emploi qui représentent la part majoritaire des émissions.

Les actifs dans les communes centrales ont vu leurs émissions baisser, avec un effet structurel de démotorisation lié aux politiques urbaines récentes, mettant l'accent sur les alternatives à la voiture. Par contre, les émissions des actifs ruraux sont en hausse constante du fait d'un double effet, de structure, avec une hausse de leur démographie supérieure à la moyenne, et individuel, avec à des distances parcourues et des émissions unitaires qui ont continué à s'accroître tout au long de la période.

Par ailleurs, le vieillissement de la population se traduit par une croissance forte du nombre de retraités avec, du fait du renouvellement des générations, une croissance forte du nombre de retraités motorisés, beaucoup plus émetteurs par tête que les non motorisés. Néanmoins, on peut s'interroger sur cet effet générationnel observé sur la période, qui pourrait s'estomper dans les années à venir.

5. Perspectives

L'objectif de ce rapport était de rendre compte des évolutions des émissions de gaz à effet de serre liées aux mobilités des Français en exploitant les 3 dernières Enquêtes Nationales Transports de 1994, 2008 et 2019. Ces enquêtes présentent également l'intérêt de fournir une description socioéconomique riche des personnes enquêtées, et le second objectif du rapport a été de faire ressortir les principaux facteurs explicatifs des dynamiques observées – facteurs démographiques, comportementaux et technologiques.

Cette dernière partie veut remettre en perspectives de manière synthétique les résultats obtenus à travers trois grands axes de réflexion :

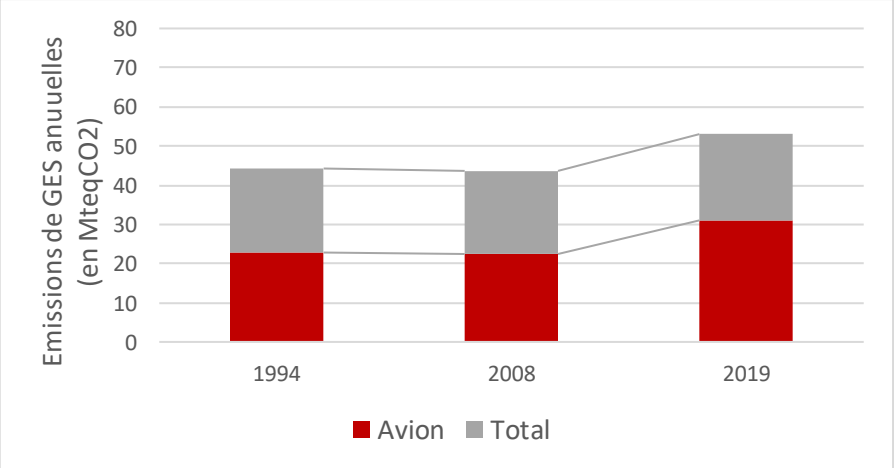
- Nous pouvons tout d'abord faire ressortir une dernière fois les deux grands facteurs qui nous apparaissent moteurs dans la croissance de ces émissions de GES liées aux mobilités (§5.1.)
- Par ailleurs, si notre objectif n'était pas d'établir une prospective des émissions à venir, nous pouvons par contre mettre en perspective les points d'attention qui nous apparaissent les plus forts : où se trouvent les enjeux en matière d'émissions de GES dans les prochaines années, et quelles pistes d'actions peuvent être suggérées pour limiter ou inverser ces tendances (§5.2.) ?
- Enfin, à travers la démarche qui a été choisie et les données qui ont été utilisées pour réaliser ce travail, toutes les questions liées aux émissions de GES des mobilités sont loin d'être couvertes. Une autre manière de mettre en perspective les résultats présentés ici concerne les pistes qui nous apparaissent les plus pertinentes pour les prochains travaux qui se pencheront sur ce thème (§5.3.)

5.1. La croissance de l'aérien et l'élargissement des bassins d'emploi comme les deux sources majeures de progression des émissions de GES

En 2019, un Français moyen a émis 2,28 tonnes de CO2 pour sa mobilité de l'année, sachant qu'il faudrait limiter le total des émissions d'une personne (et pas uniquement celles liées à sa mobilité) à 2 tonnes par an d'ici 2050 pour maintenir le réchauffement climatique en dessous de 2°C... Or, malgré la volonté affichée dans les politiques publiques de diminuer la pression de nos activités en général et des transports en particulier sur le changement climatique, les émissions de GES des Français liées à leur mobilité ont progressé de 20% en 25 ans entre 1994 et 2019, du fait d'une augmentation de 12% de la population mais aussi de 7% des émissions par personne. Cette croissance a été identique pour la mobilité à longue distance et pour la mobilité locale, tout en étant portée par des logiques et avec des temporalités différentes suivant ces deux segments.

Concernant la mobilité à longue distance, le nombre de déplacements par personne est resté très stable sur la période, mais ces déplacements se sont réalisés de plus en plus loin, en grande partie portés par la croissance de l'aérien. Ce secteur, qui a connu une révolution de son modèle économique au cours de la période avec l'arrivée du *low cost*, a enregistré de forts progrès en matière d'émissions unitaires (progrès technologiques et meilleurs taux de remplissage des avions), mais ceux-ci n'ont pas permis de compenser l'augmentation du nombre de passagers-kilomètres, notamment entre 2008 et 2019 où les émissions du secteur ont crû de 38%.

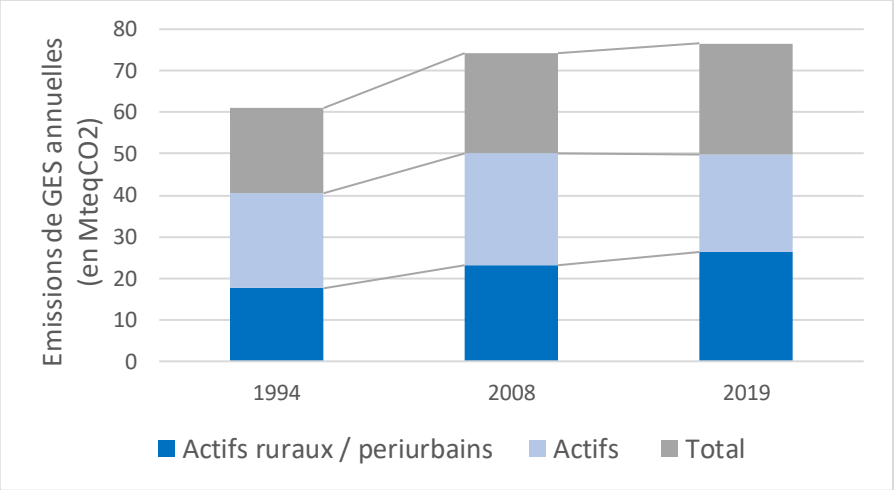
Figure 40 : Poids de l'avion dans les émissions de GES dues aux déplacements à longue distance



Lecture : En 2019, les émissions de GES totales sont de 53 MteqCO2 pour les déplacements à longue distance, dont 31 MteqCO2 imputables à l'avion.

Concernant la mobilité locale, le premier constat est que les émissions de GES sont d'abord et avant tout le résultat de la mobilité des actifs en emploi, responsables de 65% du total local. En effet, cette catégorie est fortement contrainte par ses déplacements domicile-travail, souvent plus longs que pour les autres motifs, beaucoup plus dépendants de l'automobile et donc plus émetteurs. Au sein de ce sous-groupe, dont les émissions ont fortement progressé entre 1994 et 2008, on peut observer un net effet du phénomène du *peak car* chez les urbains centraux des villes les plus denses qui diminuent leurs distances parcourues et basculent sur d'autres modes que la voiture, limitant en conséquence leurs émissions. Ils compensent ainsi les progressions qui se poursuivent parmi les actifs du périurbain et du rural, toujours dépendants de l'automobile, et dont les distances parcourues continuent à augmenter dans des espaces diffus et des bassins d'emplois qui s'élargissent (progression continue des émissions tout au long de la période, de +13% par personne et de +50% en tout pour cette catégorie de population).

Figure 41: Poids des actifs en emploi, dont ruraux et périurbains, dans les émissions de GES dues aux déplacements locaux



Lecture : En 2019, les actifs ruraux/périurbains émettent 26 MteqCO2, les actifs en émettent 50 MteqCO2 et l'ensemble de la population qui en émet 77 MteqCO2.

5.2. Quels points d'attention pour demain ?

L'aérien pour la mobilité à longue distance ainsi que la mobilité contrainte des actifs en emploi pour la mobilité locale apparaissent comme les deux points d'attention majeurs, tant à travers le poids qu'ils représentent aujourd'hui qu'à travers les dynamiques qu'ils ont connues au cours des 25 années observées. Qu'en penser pour demain ?

5.2.1. L'avion

Dans les années à venir, les évolutions démographiques et socio-économiques globales devraient continuer à renforcer les déplacements à longue distance et l'usage de l'avion. Les tendances actuelles sont à la hausse de la population et à des niveaux de diplômes de plus en plus élevés. Par ailleurs, la croissance des revenus, même ralentie, reste d'actualité.

Il est probable que les individus aux revenus les plus élevés et à hauts niveaux de diplômes (Bac+5 ou plus) continueront de dominer les émissions liées aux déplacements longue distance, en particulier en avion. Avec une augmentation attendue du nombre de diplômés du supérieur dans la population, une possibilité de voyage dont l'accessibilité économique continue à se renforcer pour les personnes de troisième quartile de revenu ainsi qu'une mondialisation toujours plus prégnante, la demande pour des déplacements longue distance devrait continuer de croître.

Malgré les efforts actuels pour améliorer l'efficacité énergétique des avions, il est peu probable que les innovations attendues suffisent à réduire de manière significative les émissions globales de GES dans un avenir proche. Des solutions technologiques comme l'avion à hydrogène ou électrique sont en cours de développement, mais elles ne seront pas disponibles à grande échelle avant plusieurs décennies. Des travaux sur la réduction des traînées blanches permettent d'envisager des améliorations de l'impact de l'avion à un horizon plus proche. Cependant, en attendant, la croissance de la demande pour les déplacements à longue distance pourrait continuer de surpasser les bénéfices obtenus par les réductions des émissions unitaires des avions.

Il convient par ailleurs de souligner que la concentration des émissions de GES générées par une fraction de la population permet de réfléchir à des politiques d'orientation de la demande et de réduction des émissions ciblées prioritairement sur les grands émetteurs. Plusieurs travaux économiques montrent ainsi l'intérêt d'une taxe progressive sur les "frequent flyers". Parallèlement, le développement des alternatives à l'avion pour certains types de déplacements (notamment les trains à grande vitesse pour les trajets intra-européens) pourrait contribuer à réduire la dépendance vis-à-vis du transport aérien.

5.2.2. Les mobilités locales des actifs des zones peu denses

En se projetant dans les 10 ou 20 prochaines années à venir, les actifs des zones rurales et périurbaines devraient être les principaux moteurs de la croissance des émissions de GES des mobilités locales. Ce constat souligne l'importance d'adapter les politiques publiques aux spécificités territoriales pour réduire efficacement les émissions de ce groupe.

Cela peut passer par la multiplication des initiatives visant à améliorer et promouvoir l'offre de transport alternatifs à la voiture individuelle comme le vélo, les transports en commun ou le covoiturage dans les zones peu denses. Mais on ne peut faire l'économie d'une réflexion sur la maîtrise de l'étalement urbain dans les zones rurales et périurbaines, qui serait essentielle pour limiter l'augmentation des distances parcourues et, par conséquent, des émissions de GES. Des politiques visant à favoriser un développement plus compact de ces territoires et à promouvoir la densification autour des centres-villes, limitant ainsi la dispersion des habitations et des activités, pourraient jouer un rôle clé dans cette stratégie.

La transition vers des véhicules électriques constitue également une opportunité majeure pour réduire les émissions de GES dans ces zones. La voiture électrique, plus consommatrice d'énergie et de matériaux rares que sa concurrente thermique lors de sa phase de construction, est par contre bien moins émettrice en phase d'usage, et nécessite une utilisation régulière pour avoir une empreinte carbone plus faible. Elle apparaît ainsi particulièrement adaptée aux populations de ces zones qui parcourent des distances quotidiennes plus importantes. Des incitations financières pour l'achat de véhicules électriques, ciblées sur les usagers réguliers de la route sans alternative à la voiture individuelle, ainsi qu'un bon maillage en bornes de recharge dans les centres des bourgs et sur les lieux d'emplois parfois éloignés des zones de résidence, pourraient faciliter une telle transition.

5.3. Des enjeux de mesure pour mieux analyser les évolutions à venir

Une dernière mise en perspective possible du présent travail concerne un retour réflexif sur la démarche choisie et les données utilisées : qu'est-ce qui pourrait être fait pour prolonger ou compléter les résultats présentés dans ce rapport ? De notre point de vue, 4 principaux axes de travail mériteraient d'être poursuivis.

En tout premier lieu, **la série des trois enquêtes utilisées s'arrête en 2019, juste avant la crise du COVID** et ses deux épisodes de confinement. Les conséquences de cet évènement en termes de ralentissement économique d'une part et d'évolution des pratiques d'autre part ne sont donc pas pris en compte ici. En 2019, la visioconférence n'était pas ou peu utilisée, le télétravail restait encore trop confidentiel pour pouvoir être observé de manière statistiquement robuste dans l'Enquête Mobilité des Personnes. Il en est de même pour les évolutions de l'aérien qui a été stoppé pendant la crise et pour lequel, même s'il a retrouvé son niveau antérieur, on connait mal la manière dont les pratiques ont pu éventuellement se modifier suivant les catégories de voyageurs au moment où les discours sur l'impact de l'avion sur le changement climatique montent en puissance.

L'ensemble de ces questions ne pouvaient pas être traitées avec les données utilisées ici. Par contre, une prochaine Enquête Mobilité des Personnes est prévue en 2026. Elle permettra de mieux saisir tous ces changements de pratiques. Les informations recueillies seront également précieuses pour estimer et analyser les évolutions des émissions de GES.

Il nous apparaît de plus en plus nécessaire de mener des **analyses en cycle de vie** pour estimer les émissions de GES des mobilités. Tant que le mode majoritaire émettant l'essentiel des gaz à effet de serre était la voiture à moteur thermique, l'hypothèse pouvait être faite que les émissions liées aux phases amont et aval de la circulation des véhicules ne modifiait qu'à la marge les différences mises en évidence, même si certains éléments de comparaison entre modes étaient perdus (sur le poids des infrastructures par exemple, qui n'est pas le même dans le bilan du train, de l'avion ou de l'automobile). Avec l'émergence de la motorisation électrique du parc automobile qui va se renforcer dans les prochaines années, cette hypothèse ne peut plus être tenue. Il faudrait pouvoir prendre en compte au mieux le poids en GES de toutes les composantes de l'usage d'un mode : infrastructure, construction, entretien et recyclage des différents éléments d'un véhicule, ressources nécessaires pour fournir l'énergie utilisée au moment du déplacement effectif, etc. Cela permettrait une meilleure comparabilité des bilans entre les différents modes.

Nous avons privilégié ici **une approche globale**, qui permet de bien situer où sont les principaux enjeux en matière d'émissions de GES et de comprendre les facteurs démographiques, comportementaux et technologiques sous-jacents. **Cette analyse demanderait à être menée également à des grains plus fins** avant que ces résultats ne puissent être vraiment repris en termes d'action publique. Par exemple, l'avion ne concerne pas que des personnes aisées ou diplômées, même si ce sont elles qui l'utilisent le plus et qui pèsent dans le bilan global. Des personnes éloignées de leurs racines géographiques pour des raisons économiques et d'emploi utilisent également l'avion pour retrouver régulièrement leurs proches, sans pour autant être forcément très riches. Une politique de régulation juste et équitable mériterait de les prendre en considération. Les 3 enquêtes que nous avons mobilisées permettent de descendre à une échelle plus fine que celle retenue ici, mais avec cependant des limites. Par exemple, l'échantillon de 14 000 personnes de la dernière EMP ne permet pas d'explorer les comportements et les contraintes de mobilité de sous-catégories très spécifiques. Ce sont des enquêtes complémentaires dédiées, éventuellement réalisées de manière qualitative à travers

des entretiens approfondis, qui peuvent aider à mieux explorer ces niveaux fins mais néanmoins essentiels pour réfléchir correctement à des actions publiques efficaces et équitables.

Enfin, dernier point, la **distinction mobilité locale/longue distance** reste structurante, mais avec des contours qui deviennent plus flous. La limite en partie artificielle des 80 kilomètres à vol d'oiseau pour distinguer local et longue distance peut apparaître moins opérante avec la métropolisation et l'élargissement des bassins d'emplois. Par exemple, la proportion des déplacements domicile-travail dépassant cette limite augmente à chaque nouvelle enquête. Cependant, une fourchette très large des déplacements de portée située entre 50 et 250 kilomètres à l'intérieur de laquelle pourrait être discutée cette limite concerne seulement 13% des émissions de GES (cf. Figure 8). Revoir cette limite en posant une nouvelle frontière de distance ou en réfléchissant à une nouvelle définition qui distinguerait les deux segments de mobilité par exemple sur la base des motifs des déplacements pourrait être tout à fait intéressante, mais ne changerait certainement pas les conclusions de ce rapport focalisé sur les émissions de GES.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADEME (2018). *Information GES des prestations de transport - Guide méthodologique*. Application de l'article L. 1431-3 du code des transports.
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Info%20GES_Guide%20m%C3%A9thodo.pdf

ADEME (2022). *Documentation des facteurs d'émissions de la Base Carbone®.* Version 22.0.0 - août 2022. https://base-empreinte.ademe.fr/documentation/base-carbone

Cerema, 2021. Emissions routières des polluants atmosphériques – courbes et facteurs d'influence.
https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/20326/emissions-routieres-des-polluants-atmospheriques-courbes-et-facteurs-d-influence?_lg=fr-FR

Citepa (2024). *Emissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – 1990-2023.* Rapport Secten éd. 2024.
https://ressources.citepa.org/Comm_Divers/Secten/Citepa_Secten%202024.pdf

EMEP/EEA (2019). *Atmospheric Emissions Inventory Guidebook*.
https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/

IPCC (2022). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. doi: 10.1017/9781009157926.001

Gössling S., & Humpe A. (2020). The global scale, distribution and growth of aviation: Implications for climate change. *Global Environmental Change*, *65*, 102194.

Gössling S., Humpe A., Fichert F., & Creutzig F. (2021). COVID-19 and pathways to low-carbon air transport until 2050. *Environmental Research Letters*, *16*(3), 034063.

ISAE–SUPAERO (2021). Delbecq S., Fontane J., Gourdain N., Mugnier H., Planès T., & Simatos F. Référentiel Aviation et climat.
https://www.isae-supaero.fr/projets/Synthese_ReferentielAviationEtClimat2021_ISAE-SUPAERO/HTML/files/assets/common/downloads/Synthese_ReferentielAviationEtClimat2021_ISAE-SUPAERO.pdf

Le Goff A., Nicolas J.-P., Verry D. (2023). Evolution et impact de la mobilité des personnes sur les émissions de gaz à effet de serre. Méthodologie des calculs appliqués aux enquêtes nationales françaises sur les mobilités des personnes - ETC 1994, ENTD 2008 et EMP 2019. Rapport LAET-CEREMA pour le compte de l'ADEME, 35 pages.

Nicolas J.-P., David D. (2009). "Passenger transport and CO_2 emissions: What does the French transport survey tell us?" *Atmospheric Environment* n°43, pp. 1015-1020.

Nicolas J.-P., Verry D., Longuar Z. (2013). « Évolutions récentes des émissions de CO_2 liées à la mobilité des Français : analyser les dynamiques à l'œuvre grâce aux enquêtes nationales *Transports* de 1994 et 2008 », *Économie & Statistique* n°457-58, pp. 161-183.

Rodrigue J. P. (2024). 8.1–Transportation and the Urban Form. *The Geography of Transport Systems; Routledge: New York, NY, USA*.

Sacchi, R., Becattini, V., Gabrielli, P., Cox, B., Dirnaichner, A., Bauer, C., & Mazzotti, M. (2023). How to make climate-neutral aviation fly. *Nature Communications*, *14*(1), 3989.

SDES (2021). *Comment les Français voyagent-ils en 2019 ? Résultats de l'enquête mobilité des personnes*. https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/comment-les-francais-voyagent-ils-en-2019-resultats-de-lenquete-mobilite-des-personnes

SNCF (2022). Direction de l'engagement sociétal, territorial et environnemental (2022). *Greenhouse gases information for transport services general methodology – 2022 version*.
https://medias.sncf.com/sncfcom/pdf/DESTE/General-Method_InfoGHG_2022_Eng.pdf

Transport Environment (2021). Private jets: can the super-rich supercharge zero-emission aviation? https://www.transportenvironment.org/articles/private-jets-can-the-super-rich-supercharge-zero-emission-aviation

Verry D., Hasiak F., Lannoy A., Richer C. (2022). *L'évaluation environnementale par les comportements de mobilités : la démarche DEEM dans les EMC²*

Vieira da Rocha T., André J-M. (2021). *Etat de l'art de la recherche scientifique sur l'impact climatique des trainées de condensation des avions*. Rapport pour le compte de l'ADEME, 33 p. https://librairie.ademe.fr/mobilite-et-transport/4617-etat-de-l-art-de-la-recherche-scientifique-sur-l-impact-climatique-des-trainees-de-condensation-des-avions.html

INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES

TABLEAUX

Tableau 1: Les grands chiffres des 3 enquêtes utilisées 16
Tableau 2 : Emissions unitaires : synthèse par grands modes de transport, en g/voy.km 21
Tableau 3: Déplacements, distances et émissions individuelles sur les trois dernières vagues d'enquête 24
Tableau 4 : Déplacements, distances et émissions totales sur les trois dernières vagues d'enquête 24
Tableau 5 : Classes de communes retenues pour construire les typologies individuelles 44

FIGURES

Figure 1 : Évolution des émissions en fonction des évolutions des facteurs explicatifs : illustration 22
Figure 2 : Evolutions et décomposition des émissions gaz à effet de serre entre 1994 et 2019 (base 100 en 1994) 25
Figure 3 : Evolution des distances parcourues par mode entre 1994 et 2019 25
Figure 4 : Evolution des émissions de gaz à effet de serre par mode entre 1994 et 2019 26
Figure 5 : Estimations des émissions unitaires des véhicules particuliers en fonction de leur vitesse dans COPERT 27
Figure 6 : Evolution des émissions unitaires par mode entre 1994 et 2019 (en geqCO2/voy.km) 27
Figure 7 : Répartition local / voyage : distances, émissions et évolutions 28
Figure 8 : Évolutions de la répartition des distances parcourues et émissions de GES par catégories de distances 29
Figure 9 : Évolution des émissions par localisation résidentielle (en MteqCO2/an) 30
Figure 10 : Évolution des émissions individuelles par localisation résidentielle (en teqCO2/hab/an) 31
Figure 11 : Décomposition des émissions de GES des déplacements de longues distances et évolutions 32
Figure 12 : Évolutions des distances parcourues en longues distances par mode entre 1994 et 2019 33
Figure 13 : Évolution des émissions de GES des longues distances par mode entre 1994 et 2019 33
Figure 14 : Typologie des individus pour les déplacements de longues distances : première décomposition 35
Figure 15 : Typologie des individus et émissions associées pour les déplacements de longues distances 36
Figure 16 : Émissions de GES individuelles en longues distances par sous-groupe et évolutions 37
Figure 17 : Émissions totales de GES en longues distances par sous-groupe et évolutions 38
Figure 18 : Évolution et décomposition des émissions de GES en longues distances des BAC+5 et plus du quartile de revenus le plus aisé ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 19 : Évolution et décomposition des émissions de GES en longues distances des BAC+5 et plus du deuxième quartile de revenus le plus aisé 39
Figure 20 : Évolution et décomposition des émissions de GES en longues distances des BAC+2/+3 du quartile de revenus le plus aisé 40
Figure 21 : Évolution et décomposition des émissions de GES en longues distances des BAC+2/+3 du deuxième quartile de revenus le plus aisé 40
Figure 22 : Décomposition des émissions de GES des déplacements de longues distances et évolutions 42
Figure 23 : Evolution des distances parcourues selon les modes 43
Figure 24 : Evolution des émissions de GES selon les modes 43
Figure 25 : Typologie des individus pour les déplacements locaux : première décomposition 44
Figure 26 : Typologie des individus pour les déplacements locaux : les actifs 45
Figure 27 : Typologie des individus pour les déplacements locaux : les retraités 45
Figure 28 : Typologie des individus et émissions associées pour les déplacements locaux 46
Figure 29 : Émissions de GES totales, individuelles et démographie des 3 catégories d'activité et évolutions 47
Figure 30 : Émissions de GES totales, individuelles et démographie des actifs en emploi et évolutions 47
Figure 31 : Émissions de GES totales, individuelles et démographie des sous-groupes d'actifs et évolutions 48
Figure 32 : Émissions de GES totales, individuelles et démographie des sous-groupes de retraités et évolutions 48
Figure 33 : Émissions de GES totales, individuelles et démographie des sous-groupes des autres catégories et évolutions 49
Figure 34 : Émissions de GES individuelles en déplacements locaux par sous-groupe et évolutions 50
Figure 35 : Émissions de GES en déplacements locaux par sous-groupe et évolutions 50
Figure 36 : Évolution et décomposition des émissions de GES des actifs ruraux aux ménages de 2 personnes ou moins 51
Figure 37 : Évolution et décomposition des émissions de GES des actifs de couronnes au-dessus du revenu médian ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 38 : Évolution et décomposition des émissions de GES des actifs centraux non-motorisés 52
Figure 39 : Évolution et décomposition des émissions de GES des actifs ruraux aux ménages de 2 personnes ou moins ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 40 : Poids de l'avion dans les émissions de GES dues aux déplacements de longues distances ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 41: Poids des actifs en emploi, dont ruraux et périurbains, dans les émissions de GES dues aux déplacements locaux 55

SIGLES ET ACRONYMES

ACV	Analyse en Cycle de Vie
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
BAC	Baccalauréat
BEP	Brevet d'Etudes Primaires
CEREMA	Centre d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement
CITEPA	Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique
CO2	Dioxyde de carbone
COPERT	COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport
DEEM	Diagnostic Energie Environnement Mobilité
DOM-TOM	Département d'Outre-Mer - Territoire d'Outre-Mer
EMEP-EEA	European Monitoring and Evaluation Programme - European Environment Agency
EMP	Enquête Mobilité des Personnes (2019)
ENTD	Enquête Nationale Transport Déplacements (2008)
ETC	Enquête Transport Communication (1994)
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
ISAE-SUPAERO	Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace
PR	Personne de Référence (du ménage)
SAF	Sustainable Aviation Fuels
SDES	Service des Données et Etudes Statistiques

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols… - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'**ADEME**

FAITS ET CHIFFRES
L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.

CLÉS POUR AGIR
L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.

ILS L'ONT FAIT
L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.

EXPERTISES
L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard

HORIZONS
L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols… - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'**ADEME**

FAITS ET CHIFFRES
L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.

CLÉS POUR AGIR
L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.

ILS L'ONT FAIT
L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.

EXPERTISES
L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard

HORIZONS
L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

ADEME
AGENCE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

EXPERTISES

Emissions de gaz à effet de serre et mobilités des Français

Ce rapport rend compte de 25 années d'évolution des émissions de gaz à effet de serre liées à la mobilité des Français à partir des trois dernières enquêtes nationales dédiées à ce sujet : l'Enquête Mobilité des Personnes de 2019, l'Enquête Nationale Transport et Déplacements de 2008 et l'Enquête Transports et Communication de 1994. Les émissions ont été estimées au niveau de chacun des déplacements recueillis dans les enquêtes, en fonction du mode utilisé et de la longueur du déplacement. Les résultats ainsi obtenus peuvent dès lors être agrégés selon le niveau d'observation désiré (par type de mobilité locale ou à longue distance, par mode, par type de personnes, etc.) et les évolutions constatées entre les trois enquêtes sont analysées en mettant en évidence les dynamiques démographiques, comportementales et technologiques sous-jacentes.

Le total des émissions de GES liées aux mobilités des Français a progressé de 20% au cours des 25 années d'observation, du fait d'une croissance de 12% de la population et d'une hausse de 7% des émissions moyennes de chaque individu. On constate par ailleurs que le nombre de déplacements par personne est resté stable sur la période, mais que leur longueur a fortement progressé (+18%), tant pour les mobilités locales qu'à longue distance, et que l'impact de cette augmentation des distances a été amorti par une amélioration au niveau des émissions unitaires (-10%). Les dynamiques ont par ailleurs été très différentes entre les deux segments de distance. Les émissions de la mobilité locale ont surtout progressé entre 1994 et 2008, portées par l'automobile et la poursuite de l'étalement urbain ; le report vers d'autres modes est ensuite visible dans les centres, contribuant à faire baisser les émissions des urbains, et compensant en partie la progression des émissions des actifs des territoires ruraux et périurbains, dont le nombre augmente et dont la dépendance à l'automobile se renforce avec la poursuite de l'élargissement de leurs bassins d'emploi. Les émissions de la mobilité à longue distance ont quant à elles fortement augmenté entre 2008 et 2019 du fait notamment d'un doublement des distances parcourues en avion par personne, que la baisse sensible des émissions unitaires de GES de l'aérien (-45%, liés à des progrès technologiques et de meilleurs taux de remplissage) n'a pas suffi à compenser.

2,3 tonnes de GES émises en moyenne par un Français pour sa mobilité en 2019 *dont 61% pour la mobilité locale et 39% pour la mobilité à longue distance.*

20% d'augmentation des émissions de GES liées aux mobilités des Français entre 1994 et 2019 *(+12% de population et +7% d'émissions par personne), avec des tendances différentes pour les déplacements locaux, qui ont contribué plus fortement à cette hausse entre 1994 et 2008, et les déplacements à longue distance qui ont principalement contribué entre 2008 et 2019.*

Un fort essor de l'usage de l'avion *qui se diffuse au sein des ménages les plus diplômés et aux revenus les plus élevés. Au vu de la progression des niveaux d'étude, cette tendance à la hausse de l'usage de l'avion pourrait se poursuivre et en faire le mode le plus employé par les Français pour leur mobilité à longue distance dans les années à venir.*

La voiture au cœur des enjeux locaux*. Elle représente 95% des émissions de GES pour la mobilité locale. Les actifs contribuent fortement à ces émissions. Sils se démotorisent dans les centres urbains, les dynamiques territoriales font qu'ils sont toujours plus nombreux et se déplacent toujours plus en voiture dans les territoires périurbains et ruraux.*