

Estimation des circulations à partir de l'Enquête Nationale Transports

L'Enquête Nationale Transports et Déplacements (ENTD) réalisée en 2007-2008 est l'occasion de faire le point sur les pratiques de déplacements en 2008 et leurs mutations depuis la précédente enquête réalisée il y a quinze ans, au cours des années 1993-94. Partant d'exploitations statistiques de l'ENTD, la collection "Mobilités à longue distance" éditée par le Sétra a pour objectif de présenter des résultats sur les pratiques de déplacements des résidents de France métropolitaine et leurs évolutions, au travers d'analyses thématiques. Cette collection est principalement centrée, au moins dans un premier temps, sur l'étude de la mobilité à longue distance, qui se situe dans le champ de compétence du Sétra. Elle pourra cependant s'appuyer, à l'occasion, sur des résultats complémentaires, provenant par exemple d'analyses de la mobilité locale. Elle s'adresse à l'ensemble des acteurs et des personnes intéressés par le domaine des transports et de la mobilité : services du Ministère, opérateurs des transports, collectivités territoriales, entreprises, usagers et citoyens.

Le cinquième numéro de la collection traite de l'utilisation de l'ENTD pour estimer la demande de transport par mode. La demande de transport (voy*km) peut être représentée comme le produit de plusieurs dynamiques : croissance démographique, fréquence des voyages annuels, évolution des distances parcourues. Pour les circulations routières (veh*km), il faut de plus tenir compte du taux d'occupation, un paramètre assez mal connu que l'on s'efforcera de décrire plus finement. L'estimation de la demande de transport dépend aussi de la méthode de calcul : décomposition des déplacements multimodaux ou affectation de la distance au mode principal. On cherchera à comparer les estimations issues de l'ENTD aux résultats des Comptes Transports de la Nation.

Sommaire

Objectifs et plan détaillé.....	2
I) Les facteurs de croissance de la demande de transport : croissance démographique, mobilité individuelle, distances des déplacements, taux d'occupation.....	4
II) Quelques questions autour de la méthode d'estimation des distances.....	6
III) Principales configurations de multimodalité et règles de répartition de la distance des déplacements multimodaux.....	8
A) Les déplacements multimodaux d'après l'ENTD, en 1994 et 2008.....	9
B) Définition de règles de répartition de la distance au sein des déplacements multimodaux..	17
IV) Le calcul des taux d'occupation.....	21
V) Estimation de la demande de transport et des circulations à longue distance à partir de l'ENTD - impact de la décomposition des déplacements multimodaux.....	27
VI) Comparaison des résultats obtenus avec les comptes transport de la nation et le bilan de la circulation.....	31
Conclusion et perspectives.....	35
Références.....	37

Objectifs et plan détaillé

L'objectif de cette note est double. Il s'agit en premier lieu d'étudier la possibilité d'utiliser l'Enquête Nationale Transports et Déplacements (ENTD) pour estimer la demande de transports pour chaque mode, que l'on exprimera en voyageurs*km, et la circulation routière des véhicules particuliers (incluant les voitures particulières et les véhicules utilitaires légers), que l'on exprime en véhicules*km. Dans cette perspective, on testera également la sensibilité des estimations à des méthodes alternatives : décomposition des déplacements multimodaux contre affectation de la distance des déplacements au mode principal, sensibilité des résultats à des estimateurs alternatifs des distances parcourues ou encore à des hypothèses alternatives de répartition de la distance entre modes au sein des déplacements multimodaux. L'autre objectif de la note est de comparer les résultats obtenus avec d'autres sources. Elle s'inscrit dans une perspective d'analyse comparative et de rapprochement de sources de données qui portent sur des objets voisins, mais dont les résultats ont été obtenus par des méthodes différentes, et dont les champs peuvent ne pas coïncider exactement, ce qui peut conduire à des divergences. De telles divergences ont notamment été signalées entre les résultats de l'Enquête Nationale Transports et Déplacements et de l'Enquête Globale Transports en Ile-de-France, ou encore avec les données de la SNCF. L'objectif n'est pas ici de substituer une source de données à une autre ou de déterminer si l'une est meilleure mais plutôt d'étudier leurs différences et leurs complémentarités, ce qui peut apporter des informations précieuses susceptibles de les améliorer.

Dans cette note, on se concentre sur la comparaison entre l'ENTD et les comptes transport de la nation, qui estiment la demande de transport estimée en voyageurs*km, pour chacun des principaux modes de déplacements à longue distance, ainsi qu'avec le bilan de la circulation, exprimée en véhicules*km, pour les véhicules particuliers. Pour la circulation des véhicules particuliers, néanmoins, on sera obligé de prendre en compte à la fois les déplacements locaux et à longue distance, dans l'ENTD, pour obtenir une base comparable avec le bilan de la circulation.

Avant de pouvoir comparer les estimations obtenues à partir de l'ENTD aux comptes transport de la nation et au bilan de la circulation, on détaille dans la note le processus de construction des estimations obtenues à partir de l'ENTD, en allant d'une approche grossière vers des approches de plus en plus fines. Dans un premier temps, on construit des estimations de la demande de transport fondées sur l'affectation de la distance parcourue au mode principal, et la pondération des déplacements.

Pour les déplacements à longue distance, on montre dans le chapitre I) que la croissance de la demande de transport, exprimée en voyageurs*km, peut être vue comme la résultante de plusieurs facteurs : la croissance démographique, l'intensité de la mobilité individuelle, les distances parcourues au cours des déplacements. Pour la circulation routière, il faut de plus faire intervenir un quatrième paramètre : le taux d'occupation des véhicules. On étudie, à partir de l'ENTD, les contributions respectives de ces facteurs à la croissance de la demande de transport.

Dans le chapitre II), on discute la sensibilité des résultats à l'estimation des distances parcourues au cours des déplacements. Plusieurs estimateurs peuvent être considérés : distance à vol d'oiseau, distance optimale à partir d'un algorithme de recherche d'itinéraire, distance déclarée par les personnes enquêtées. On justifie le choix de la distance déclarée comme estimateur de la distance réelle.

Le chapitre III) est consacré à l'étude des configurations multimodales et à la définition de règles de répartition de la distance des déplacements multimodaux. Ce chapitre est constitué de deux sous-parties. Une première partie est consacrée à la connaissance des déplacements multimodaux, en 1994 et en 2008. Les enquêtes transport successives permettent en effet d'étudier le poids des déplacements multimodaux et les principales combinaisons multimodales rencontrées. On considère successivement les déplacements locaux et les déplacements à longue distance. Outre un objectif de connaissance de la multi-modalité, la justification de cette double approche réside dans le fait qu'on devra produire des estimations de la demande de transport et de la circulation cumulée. En effet, pour la demande de transport des véhicules particuliers au sein des comptes transport de la nation et pour le bilan de la circulation, il n'est pas possible de distinguer les parts dues à la mobilité locale et à longue distance. Dans la deuxième partie de ce chapitre, on définit des règles de répartition par mode de la distance des déplacements multimodaux, que l'on appliquera ensuite à chaque déplacement de l'enquête pour produire des estimations de la demande de transport et des circulations par mode à partir de l'ENTD dans les deux derniers chapitres.

Dans le chapitre IV), on étudie un paramètre essentiel et méconnu de l'estimation de la circulation et de la demande de transports : le taux d'occupation des véhicules. On montre que ce paramètre n'est ni homogène (il varie selon la distance et le motif des déplacements), ni stable dans le temps. Ces constats conduiront à utiliser des taux d'occupation désagrégés pour estimer la circulation des véhicules particuliers à partir de l'ENTD.

Les deux derniers chapitres (V et VI) sont dédiés à l'estimation de la demande de transport et des circulations à partir de l'ENTD, et à la comparaison des résultats obtenus avec les comptes transport de la nation et le bilan de la circulation. Dans le chapitre sur l'estimation de la demande de transport, on produit des estimations de la demande de transport à longue distance en décomposant les déplacements multimodaux et en distribuant la distance entre les modes, que l'on compare aux résultats obtenus en affectant toute la distance de chaque déplacement à longue distance au mode principal (pour la définition du mode principal voir la note n°2) utilisé. On teste également la sensibilité des résultats à des règles alternatives de répartition de la distance au sein des déplacements multimodaux. A l'issue de l'analyse comparative, enfin, on met en évidence le bénéfice d'une approche fine et actualisée du taux d'occupation. Certaines différences entre les sources demeurent, qui peuvent tenir à plusieurs causes qui seront évoquées. On indiquera des pistes d'approfondissements pour des travaux ultérieurs.

Encadré 1 – Méthodologie

On rappelle qu'on distingue, dans l'ENTD, les déplacements locaux des déplacements à longue distance. Les déplacements à longue distance sont définis comme les déplacements de plus de 80 km à vol d'oiseau, auxquels s'ajoutent les déplacements à l'étranger et les déplacements impliquant au moins une nuit d'hébergement hors du domicile. Ces estimations sont obtenues à partir de l'échantillon, par application des pondérations associées aux déplacements. L'estimation de la circulation engendrée par chaque déplacement s'effectue en multipliant le poids du voyage auquel appartient le déplacement par la distance parcourue. Deux vecteurs de pondération, respectivement sur treize et quatre semaines, peuvent être pris en compte pour reconstituer les circulations annuelles. Ces deux pondérations ont cependant été calées pour être équivalentes, et aboutir à la même estimation globale des voyages. Les distances des déplacements, parfois manquantes, ont été reconstituées grâce à la méthode mentionnée dans la note n°2¹. Cette méthode prend en compte l'existence de déplacements multimodaux pour lesquels plusieurs modes sont successivement utilisés au cours d'un même déplacement. Pour les principales combinaisons multimodales, on a appliqué des coefficients exogènes de partage de la distance parcourue, en s'inspirant d'une étude du Laboratoire d'Economie des Transports (LET) [1].

L'expression de la demande en voyageurs*km permet de comparer sur une même base le transport par les différents modes. Dans le cas des déplacements par les modes routiers, néanmoins, et notamment pour les déplacements en véhicules particuliers (voiture particulière (VP) ou véhicule utilitaire léger (VUL)), l'expression des circulations en véhicules*km s'avère plus pertinente. Elle permet notamment de rendre compte de la densité des trafics et de l'intensité de la sollicitation des infrastructures routières. Le passage de la demande de transport, exprimée en voyageurs*km, à une circulation, exprimée en véhicules*km, nécessite de tenir compte du remplissage des véhicules. Le taux d'occupation des véhicules (ou son inverse) constitue le coefficient de passage d'une unité à l'autre. Dans l'enquête, l'estimation du taux d'occupation des véhicules peut se faire à partir de deux sources : les fichiers de déplacements, en calculant le nombre de personnes participant aux déplacements, ou bien le carnet-véhicule. On a choisi d'utiliser cette dernière source pour laquelle cette variable était très bien renseignée, et en raison du grand nombre de déplacements qui permet d'estimer des valeurs plus fiables. Au lieu d'un taux d'occupation moyen, on a étudié plus en détail les facteurs exerçant une influence sur le taux d'occupation. On propose une segmentation en fonction du motif et de la distance parcourue, que l'on applique aux déplacements à longue distance.

Les résultats sont comparés aux Comptes des Transports de la Nation en 2008. Pour les déplacements en véhicule particulier, les estimations utilisent le bilan de la circulation. Cette comparaison implique de fusionner dans l'ENTD les déplacements locaux et à longue distance, car le bilan de la circulation agrège indifféremment tous types de déplacements. La méthode de reconstitution de la circulation employée dans le bilan de la circulation s'appuie en effet sur diverses sources : une estimation par enquête des parcours annuels réalisés par les véhicules, combinés à des données sur le parc des véhicules, corrigés par les consommations de carburants, le tout étant arbitré afin d'obtenir des consommations de carburants totales cohérentes avec les données de livraisons de carburants connues par ailleurs. Dans les Comptes des Transports de la Nation, le passage se fait en sens inverse. C'est d'abord une circulation en véhicules*km qui est calculée, puis une demande de transport exprimée en voyageurs*km, qui est estimée par application d'un taux d'occupation moyen constant depuis 1994, et indépendant de la distance parcourue et du motif de déplacement. Pour les déplacements ferroviaires et aériens, les estimations publiées dans les Comptes des Transports de la Nation sont issues des données de flux de la Société Nationale des Chemins de Fer Français (SNCF) et de la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC).

On s'interroge sur les divergences constatées. Cette analyse permet de commencer à apporter certaines explications aux divergences constatées, en particulier pour les circulations routières. La mise en cohérence des données ferroviaires et aériennes impliquerait un travail collaboratif approfondi entre le Sétra et le Service de l'Observation et des Statistiques (SoES), d'une part, la SNCF et la DGAC, d'autre part. Les différences de flux en niveaux n'invalident pas nécessairement les données, l'objectif principal de l'ENTD étant d'apporter de l'information sur les comportements de mobilité et non de mesurer des flux. Néanmoins la comparaison des mesures provenant de différentes sources et obtenues par différentes méthodes se révèle intéressante pour mettre en évidence des phénomènes mal pris en compte, qui peuvent se trouver au carrefour de plusieurs systèmes de mesure dont les objectifs ne coïncident pas nécessairement. Cette note se veut une contribution dans cette perspective.

Précisons enfin quelques points de terminologie. Les déplacements à partir desquels sont reconstituées les circulations et la demande de transport, dans l'ENTD, ne permettent pas de dissocier le type de véhicule particulier. Aussi, lorsqu'on parlera de véhicules particuliers (VP) ou de voitures, sans plus de précisions, il s'agira à la fois des VP et des VUL. Dans le cas contraire, on spécifiera le type de véhicule en parlant de voitures particulières, par exemple. Lorsqu'on parle de transport de voyageurs ou de demande de transport, on raisonnera en général en voyageurs*km. Au contraire, on utilisera le terme de circulation pour désigner uniquement des véhicules*km.

I) Les facteurs de croissance de la demande de transport : croissance démographique, mobilité individuelle, distances des déplacements, taux d'occupation

La demande de transport annuelle, mesurée en voyageurs*km, et estimée à partir d'une enquête ménage, peut être représentée comme le produit de trois composantes : la population qui se déplace, le nombre de voyages annuels par personne, la distance parcourue à chaque déplacement. Dans le cas des déplacements en véhicules particuliers (voiture particulière (VP) et véhicule utilitaire léger (VUL)), il peut de plus être utile d'estimer la circulation routière engendrée, qui s'exprime en véhicules*km. Pour passer aux véhicules*km, il faut diviser la demande de transport de voyageurs par le taux d'occupation des véhicules, qui peut être estimé, dans l'ENTD, à partir du carnet-véhicule. Ce dernier paramètre ne sera pas étudié dans ce chapitre mais fera l'objet d'un chapitre spécifique.

Cette note étudie pour chacun des modes principaux de transport à longue distance, à savoir, la voiture, le train et l'avion, la contribution de chacun de ces facteurs à la croissance (ou à la décroissance) de la demande de transport. La croissance démographique de la population âgée de 6 ans et plus, entre les deux enquêtes, a été estimée à 5,7 % (dans une note précédente [2]). Entre les deux enquêtes, par ailleurs, le nombre de ménages a progressé de 22,8 à 26,6 millions, soit une hausse de 16,7 %. Cette hausse est nettement plus rapide que celle de l'ensemble de la population. Ceci s'explique par la diminution de la taille des ménages [3]. Le facteur démographique s'applique indifféremment à tous les modes.

La fréquence moyenne des voyages à longue distance a progressé de 15,4 %, de 5,53 à 6,38 voyages annuels par personne. Cette croissance diffère toutefois selon le mode : la mobilité à longue distance en véhicule particulier (VP ou VUL) a progressé de 4,05 à 4,68 voyages annuels par personne, soit de 15,6 %. Il est logique que la croissance de la mobilité à longue distance réalisée en véhicule particulier soit proche de la croissance tous modes confondus, car la voiture représente en 2008 comme en 1994 le mode utilisé pour trois quarts des déplacements à longue distance. En revanche, la mobilité en train et en avion connaît une croissance plus soutenue. Ainsi, la mobilité à longue distance réalisée en train a progressé de 0,76 à 1,1 voyage annuel par personne, soit de 44,7 %, et en avion de 0,27 à 0,36 voyage annuel par personne, soit de 33,3 %. La croissance absolue de la mobilité à longue distance est équilibrée entre la voiture et le train, et la croissance relative plus favorable aux moyens de transports collectifs (comme on l'avait déjà signalé dans les notes précédentes [4]). La mobilité à longue distance tend donc à se rééquilibrer vers les modes alternatifs.

La distance moyenne parcourue par voyage est demeurée stable autour de 945 km¹. La distance moyenne parcourue au cours d'un voyage en véhicule particulier diminue légèrement de 670 à 658 km par voyage. La distance parcourue au cours d'un voyage en train progresse légèrement de 800 à 805 km. Enfin, la distance parcourue en avion recule de 5 410 à 5 000 km par voyage [2]. Par mode, la tendance est donc plutôt à une diminution ou une stagnation des distances, mais elle est compensée par la progression des parts modales du train et de l'avion qui sont utilisés pour des déplacements de plus longue portée.

Une autre façon d'envisager les choses est de constater que la distance moyenne des voyages n'évolue pas, car elle reste liée aux modes de vie, et en particulier aux motivations des voyages qui demeurent fondamentalement les mêmes : aller rendre visite à sa famille, se déplacer pour ses loisirs ou ses vacances, se rendre à une réunion professionnelle, etc. La distribution territoriale des générateurs de voyages (répartition de la population et de l'emploi, lieux de séjours de vacances, dispersion des réseaux relationnels) ne connaît pas non plus de transformations de nature à modifier profondément les distances parcourues. En revanche, les termes du choix modal évoluent, en particulier avec le développement de la grande vitesse. Le train tend à se substituer à la voiture aussi bien qu'à l'avion sur les voyages au-delà d'une certaine distance [5], en particulier sur les longues distances "intermédiaires" (cf. encadré 2) qui correspondent, soit à des voyages intra-métropolitains, soit à des voyages à destination des pays d'Europe proches de Paris et desservis par le TGV (Pays-Bas, Belgique, Angleterre, Suisse) avec une durée de parcours compétitive. Le train se substitue donc à la voiture et dans une certaine mesure à l'avion sur les distances où il est le plus compétitif. De ce fait, la croissance des voyages aériens sur le territoire national se trouve neutralisée et ces derniers se développent exclusivement à l'international [5].

¹ On ne discute pas pour l'instant de la sensibilité de ce résultat à la méthode d'estimation des distances parcourues, en particulier dans le cas des distances manquantes. On s'appuie ici sur la méthode déjà utilisée, basée sur les distances déclarées lorsque celles-ci sont renseignées, et des modèles d'imputation par modes spécifiés dans la note n°2, pour les valeurs manquantes. On discutera dans le chapitre suivant de ces hypothèses, et de la sensibilité du résultat à des méthodes alternatives.

Encadré 2 – L'impact de la grande vitesse ferroviaire sur le partage modal

Au sein des déplacements à longue distance pour motifs professionnels, la part modale du train se renforce au détriment de la voiture et de l'avion sur toutes les tranches de distances. Au sein des déplacements à longue distance pour motifs personnels, la part modale du train progresse pour des voyages entre 300 et 1 300 km, soit pour des déplacements entre 150 et 650 km environ, si l'on tient compte du fait que plus de 90 % des voyages sont constitués de simples allers-retours. On observe parallèlement que la part modale de l'avion recule entre 700 et 2 000 km, soit pour les déplacements entre 350 et 1 000 km, et qu'elle progresse seulement au-delà. L'industrie du transport aérien ne subsiste donc que par l'expansion du trafic international, principalement touristique. Enfin, la part modale de la voiture au sein des voyages à longue distance pour motifs personnels progresse en-deçà de 400 km (déplacement de 200 km), demeure stable entre 400 et 700 km (déplacement entre 200 et 350 km) et recule au-delà de 700 km (350 km). L'impact de la grande vitesse ferroviaire se situe donc surtout pour des déplacements entre 350 et 650 km où elle se substitue à la fois à la voiture et à l'avion. La voiture demeure hégémonique en-deçà de 350 km, et l'avion au-delà de 1 000 km. Par ailleurs, sur toutes les tranches de distance on remarque une érosion de l'autocar. Cette "substitution" n'implique pas que le volume des voyages en voiture recule sur cette gamme de distances, on ne discute pas ici la question de savoir s'il s'agit de report modal ou de trafic induit, mais seulement de l'évolution des parts modales.

La diminution apparente de la distance moyenne des voyages aériens reste difficile à interpréter en raison des incertitudes qui pèsent sur l'estimation des distances aériennes : mauvaise perception par les personnes enquêtées de la distance réellement parcourue, part croissante des vols avec escales ou transitant par un hub, pour lesquels la distance à vol d'oiseau géodésique entre l'aéroport d'origine et la destination finale ne constitue probablement pas toujours une estimation satisfaisante. Elle semble cependant refléter partiellement l'évolution des voyages, dont la croissance est concentrée sur des destinations relativement proches [5]. Plus précisément, ce sont les pays d'Europe du Sud (Espagne, Italie, Grèce) et du Maghreb qui constituent, d'après l'ENTD, les principales destinations de voyages à l'étranger, qu'il s'agisse de voyages touristiques ou de visites à des relations.

Dans l'ensemble, les voyages ne sont donc pas plus éloignés que lors de l'enquête précédente. La croissance de la demande de transport, exprimée en voyageurs*km, provient principalement de la fréquence moyenne des voyages à longue distance, et dans une moindre mesure de la croissance démographique qui s'est avérée relativement modérée au cours des quinze dernières années.

Au final, la contribution des différents facteurs, à l'exception du taux d'occupation, peut être synthétisée dans le tableau suivant :

Facteurs de croissance de la demande de transport	Contribution à la croissance
Population	+ 5,7 %
Mobilité à longue distance	+ 15,4 %
Distance des déplacements	+ 0 %

Tableau 1 : facteurs de croissance de la demande de transports à longue distance, hors taux d'occupation, entre 1994 et 2008

La question du taux d'occupation sera abordée dans un chapitre spécifique.

II) Quelques questions autour de la méthode d'estimation des distances

Dans cette partie, on discute la sensibilité de l'estimation de la distance moyenne parcourue, pour chaque mode, à des hypothèses alternatives. Les jeux d'hypothèses alternatives portent sur :

- le choix entre la distance déclarée et la distance calculée ;
- le choix des méthodes de calcul (algorithmes de plus court chemin, régressions linéaires, vol d'oiseau) ;
- les méthodes d'imputation des distances manquantes.

Il ne sera pas possible ici de traiter cette question de façon complète. On se contentera de justifier les hypothèses retenues, tout en indiquant les hypothèses alternatives, et les questions qui demeurent en suspens, jusqu'à de plus amples éclaircissements. Certaines questions ne pourront véritablement être approfondies que dans le cadre de travaux ultérieurs, en collaboration avec divers producteurs de données (Institut Français des Sciences et Technologies des transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR), SNCF, DGAC).

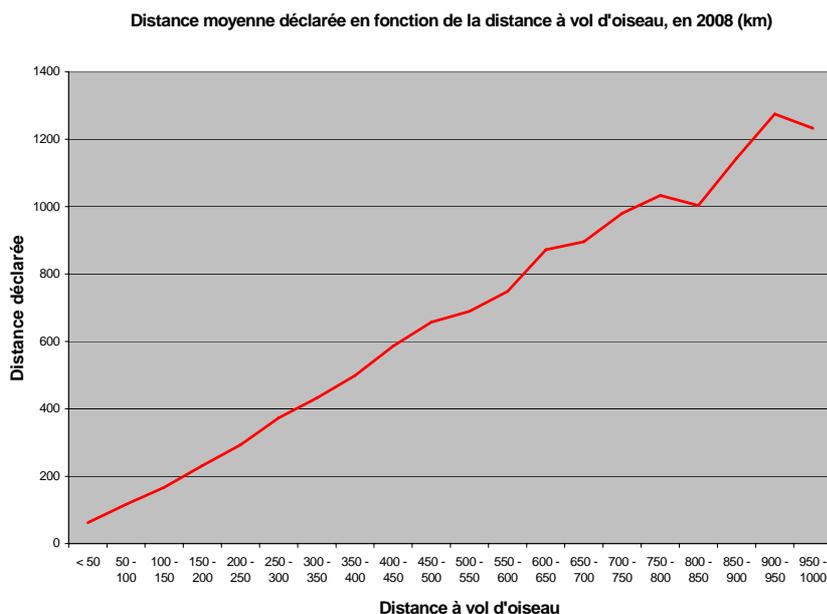
Rappelons en premier lieu les hypothèses utilisées jusqu'ici. Pour l'instant, on a utilisé la méthode suivante pour estimer les distances parcourues au cours des déplacements à longue distance. Lorsque la distance était déclarée, on a conservé la distance déclarée. En revanche, lorsque la distance était manquante, on a utilisé les hypothèses suivantes :

- lorsque le mode principal du déplacement est routier, deux cas peuvent se présenter, selon le degré de connaissance de l'origine et de la destination :
 - soit il est possible de calculer une distance routière optimale, en utilisant un logiciel de calcul d'itinéraire. Le principe de ce type de programmes est de rechercher le chemin le plus "court" sur un réseau, soit en distance, soit en temps. Ici, c'est le programme Odomatrix qui a été utilisé. On en déduit la distance de ce chemin le plus court. On utilise alors un coefficient de passage entre la distance du chemin optimal et la distance déclarée, estimé par régression linéaire (segmentée selon la distance) sur les déplacements pour lesquels la distance est déclarée ; on estime ainsi la distance parcourue en appliquant le coefficient issu de la régression linéaire à la distance du chemin optimal ;
 - soit il n'est pas possible de calculer une distance routière optimale, en l'absence d'informations suffisamment précises. Dans ce cas, on se contente d'un coefficient de passage entre la distance à vol d'oiseau² et la distance déclarée, estimé par régression linéaire (segmentée selon la distance) sur les déplacements pour lesquels la distance est déclarée ;
- lorsque le mode principal était le train, on a utilisé une régression linéaire entre la distance déclarée et la distance à vol d'oiseau ;
- lorsque le mode principal était l'avion, on s'est contenté de la distance à vol d'oiseau.

Le choix d'avoir recours à des régressions linéaires pour les modes routiers et ferrés s'appuie sur les relations empiriques observables entre les trois distances : distance à vol d'oiseau, distance du chemin optimal, distance déclarée³.

² La distance à vol d'oiseau est calculée à partir des centroïdes des communes de départ et d'arrivée du déplacement qui sont connues. Cette estimation est insuffisante pour les déplacements locaux mais constitue une approximation très acceptable pour les déplacements à longue distance.

³ Les nuages de points montrent clairement une relation de type linéaire, bien qu'avec une dispersion assez forte.



Graphique 1 : relation entre distance déclarée et distance à vol d'oiseau, déplacements à longue distance en 2008

Pour les modes routiers, on peut remarquer que la distance de l'itinéraire le plus court est en moyenne inférieure de 15 à 18 % à la distance déclarée.

L'écart entre distance déclarée et distance d'un itinéraire "optimal" n'invalide pas nécessairement le recours à la distance déclarée comme estimateur de la distance réellement parcourue :

- d'une part, nous ne connaissons pas les comportements avec une certitude absolue. L'hypothèse selon laquelle les individus adoptent des comportements fondés sur un critère d'optimisation n'est peut-être pas toujours vraie, et nécessite dans tous les cas une confirmation empirique. Les individus n'utilisent peut-être pas toujours le chemin le plus "court", en distance ou en temps⁴. D'autres facteurs peuvent intervenir, qu'il s'agisse de l'agrément procuré par le trajet, de la fiabilité du temps de parcours, de la connaissance de l'itinéraire, de l'habitude. De plus, la personne en déplacement n'a pas toujours une connaissance parfaite des caractéristiques des itinéraires lui permettant de choisir l'itinéraire optimal ;
- d'autre part, dans l'hypothèse où le comportement individuel en matière de choix d'itinéraire serait malgré tout lié à un critère d'optimisation, ce critère peut varier d'un individu à l'autre, en fonction de ses caractéristiques socio-économiques, ou encore de ses attitudes et préférences : distance pour les uns, temps pour les autres, confort, combinaison de ces critères. Or, l'algorithme se fonde sur l'optimisation d'un critère identique pour tous. Le critère d'optimisation retenu peut de plus varier d'un programme à l'autre, ou au sein d'un même programme, lorsqu'il offre le choix entre plusieurs critères d'optimisation, aboutissant au choix de chemins optimaux variables.

On peut penser que, dans le cas des déplacements routiers, les personnes enquêtées ont une assez bonne connaissance des distances réellement parcourues, du moins lors de leurs trajets réguliers, notamment grâce à la possibilité de consulter le compteur de leur voiture ou le GPS. En outre, l'estimation de la circulation routière obtenue en utilisant la distance déclarée est plus proche des résultats des Comptes des Transports de la Nation, basés notamment sur le bilan de la circulation (voir chapitre VI), que ceux qui seraient obtenus en considérant que les individus choisissent des itinéraires "optimaux", du moins sur la base d'un critère de distance. La diffusion croissante des GPS pourrait cependant contribuer à « rationaliser » les comportements de choix d'itinéraire. Une comparaison des comportements des utilisateurs de GPS et des non-utilisateurs pourrait être éclairante. Néanmoins, pour neutraliser le biais de position socio-économique des utilisateurs de

⁴ Une recherche de plus court chemin en coût généralisé impliquerait une modélisation des coûts associés aux déplacements (carburants, entretien, assurances, prix des billets de train ou d'avion). Cela serait envisageable pour les déplacements en voiture, mais c'est plus complexe pour le train ou l'avion car les prix sont inconnus et d'ailleurs protégés par le secret commercial. Par ailleurs, l'objectif ici n'était pas de modéliser le processus de choix d'itinéraire mais seulement d'établir des relations empiriques permettant d'imputer les valeurs manquantes.

GPS, il faudrait aussi pouvoir comparer les comportements d'un même ensemble d'individus avant et après installation du GPS.

Pour les déplacements en train, on peut s'interroger sur la qualité de l'estimation des distances parcourues par les personnes enquêtées, en l'absence de possibilité de contrôle direct, contrairement aux déplacements routiers, d'autant que les circulations induites ne sont pas cohérentes avec les données de la SNCF (voir chapitre VI). Ce point pourrait être approfondi en utilisant un logiciel de calcul d'itinéraire multimodal, pour confronter une distance par un chemin "optimal" (sur la base d'un critère à définir), avec la distance déclarée. Néanmoins, cette comparaison ne permettrait pas, dans l'absolu, de confirmer ou d'infirmer la valeur de la distance déclarée, mais seulement d'établir la relation moyenne entre distance(s) optimale(s) sur la base de différents critères d'optimisation, et distance déclarée. Une vérification expérimentale impliquerait d'observer, sur des déplacements pour lesquels on connaît l'itinéraire réellement choisi et par conséquent la distance réelle, la relation entre distance réelle et distance déclarée. Ce type de simulation permettrait, à la fois de tester la validité du recours à la distance déclarée comme estimateur de la distance réellement parcourue, et d'évaluer le réalisme et le domaine de pertinence des différents critères d'optimisation au regard des choix réellement effectués par les individus. Les expériences actuelles de confrontation entre données de mobilité provenant des GPS et données déclaratives montre une assez grande proximité entre distances déclarées et distances réellement parcourues, mais en revanche des oublis de certains déplacements dans les déclarations des personnes enquêtées, ce qui pourrait ouvrir la voie à des méthodes correctives⁵.

Pour l'avion, on utilise la distance à vol d'oiseau pour les déplacements manquants, notamment en raison de la trop grande dispersion des déclarations des personnes enquêtées, qui ne permettent pas de fonder un modèle de régression linéaire. En effet, nombre de réponses sont aberrantes, et il n'est pas rare que les personnes enquêtées déclarent une distance très inférieure à la distance géodésique à vol d'oiseau, ce qui est évidemment impossible. On peut de ce fait s'interroger sur la qualité de l'estimation fournie par les personnes enquêtées. Les distances aériennes sont vraisemblablement nettement moins bien perçues que les distances ferroviaires, et *a fortiori* routières. Il s'avère néanmoins que si un grand nombre de réponses individuelles sont fantaisistes, l'impact global sur l'estimation des circulations est limité, d'autant qu'en raison du grand nombre de valeurs manquantes pour les distances des déplacements aériens, la distance à vol d'oiseau a été appliquée pour une large part des déplacements aériens. Au final, si on remplace la distance déclarée par la distance à vol d'oiseau pour tous les déplacements dont le mode principal est l'avion, l'estimation de la demande de transport⁶ engendrée ne recule en effet que légèrement, de 101,1 à 99,7 G. voy*km.

Cependant, la distance à vol d'oiseau ne règle pas complètement le problème des déplacements aériens. En particulier, un nombre croissant de vols est réalisé avec escales ou en transitant par un hub. L'application de la distance à vol d'oiseau peut donc conduire à sous-estimer la distance réellement parcourue en avion.

III) Principales configurations de multimodalité et règles de répartition de la distance des déplacements multimodaux

Dans le chapitre V) consacré à l'estimation de la demande de transport et des circulations à partir de l'ENTD, on comparera les estimations de la demande de transport et de la circulation à longue distance, par mode, obtenues par deux méthodes différentes :

- dans une première méthode, on affecte la distance de chaque déplacement au mode principal ;
- dans la seconde, la distance de chaque déplacement est décomposée en fonction de la succession des modes utilisés. Les résultats de cette méthode sont donc identiques à la première dès lors que le déplacement a été réalisé par un seul mode, mais différent lorsque plusieurs modes ont été utilisés au cours du déplacement.

⁵ D'après les résultats de l'expérimentation menée dans le cadre du projet MobiFit en Autriche, la mobilité estimée par GPS (4,5) est supérieure de 15,4 % environ aux résultats du questionnaire papier (3,9), in "L'introduction du GPS dans les EMD : quelle perspective au regard des exemples étrangers ?", présentation à l'atelier "Observation de la mobilité et des flux" aux journées Transport du RST de Juin 2011 [6].

⁶ A chaque fois que l'on parle de la demande de transport dans cette note, il s'agit bien entendu de la demande satisfaite, manifestée par une utilisation des transports, compte tenu de l'offre existante. Ce terme est consacré par l'usage, bien qu'en toute rigueur il serait plus juste de parler d'utilisation des transports, la demande en tant que telle ne pouvant qu'être modélisée et non mesurée.

La première méthode est celle qui a été utilisée jusqu'à présent. Pour évaluer la demande de transport ou les distances moyennes parcourues, on affectait l'ensemble de la distance d'un déplacement au mode principal, ce qui est équivalent à supposer que chaque déplacement est réalisé par un seul mode. Or, la définition d'un déplacement, dans l'ENTD, n'est pas liée au mode mais au motif ou à l'activité. Un déplacement au sens de l'enquête peut par conséquent impliquer l'enchaînement de plusieurs modes.

Pour les déplacements multimodaux, l'hypothèse générale qui sous-tend l'affectation de la distance au mode principal est une hypothèse de compensation. Par exemple, pour les déplacements dont le mode principal est le train, la méthode d'affectation au mode principal conduit à surestimer la distance parcourue en train, puisqu'une partie du déplacement peut être effectuée par un autre mode. A l'inverse, si le mode principal est la voiture, et qu'une partie du déplacement est réalisée en train, la distance parcourue en train sera sous-estimée. L'hypothèse de compensation implique qu'il y ait autant de déplacements combinant le train et la voiture pour lesquels le train sera le mode principal, que de déplacements du même type pour lesquels la voiture sera le mode principal. Or, l'hypothèse de compensation est vraisemblablement erronée, en raison de la hiérarchie entre les modes. En effet, les déplacements pour lesquels la voiture est le mode principal sont en général entièrement effectués en voiture, alors qu'à l'inverse, lorsque le train ou l'avion est le mode principal, une partie du déplacement est fréquemment effectuée en voiture, généralement en rabattement à l'origine ou à l'arrivée. En raison de cette asymétrie, l'affectation de la totalité de la distance du déplacement au mode principal conduit vraisemblablement à sous-estimer le transport de voyageurs en véhicules particuliers et à l'inverse, à surestimer les circulations ferroviaire et aérienne. On verra dans le chapitre V) quelle est l'amplitude de l'écart résultant de l'application d'une méthode alternative dans laquelle la distance des déplacements multimodaux est décomposée en fonction de la succession des modes utilisés.

Dans ce chapitre, on prépare cette estimation en étudiant le poids des déplacements multimodaux et les principales configurations multimodales rencontrées, en 1994 et 2008. Dans les fichiers de l'ENTD (locaux et à longue distance), il est possible de connaître l'enchaînement des modes, lorsque plusieurs modes sont successivement utilisés au cours d'un même déplacement. Il se peut néanmoins que l'approche de la multimodalité que nous présentons ici soit en partie biaisée. En particulier, le recours à la marche à pied est parfois omis par les personnes enquêtées, n'étant pas toujours considéré comme un mode de déplacement à part entière au sein d'une chaîne de déplacements impliquant l'utilisation d'un ou plusieurs véhicules. D'autre part, contrairement à 2008, la marche à pied n'a pas du tout été prise en compte au sein des déplacements du week-end en 1994. Dans chaque tableau, les modes de déplacements regroupés sous la rubrique "autres" sont tous ceux qui n'ont pas été énumérés précédemment dans le tableau. Il s'agit de modes marginaux pour le type de déplacements considérés.

On indique en fin de chapitre les règles qui seront utilisées pour la décomposition de la distance en fonction des combinaisons multimodales.

A) Les déplacements multimodaux d'après l'ENTD, en 1994 et 2008

A.1 – Les déplacements multimodaux en 1994

On étudie les situations de multimodalité selon le type de déplacement : déplacement un jour de semaine, déplacement du week-end, déplacement à longue distance.

1 ^{er} mode utilisé	Tous déplacements	Déplacements multimodaux
Voiture	63,6	19,1
Marche à pied	22,9	0,0
Autobus-Autocar	5,7	34,8
Vélo	2,8	0,8
Autres transports urbains	2,2	31,2
2 roues motorisés	1,4	1,2
Autres	1,3	13,2
Non déclaré	0,1	0,1

Répartition des déplacements locaux un jour de semaine selon le 1^{er} mode utilisé (% en colonne), tous déplacements et déplacements multimodaux, en 1994

Tableau 2 : 1^{er} mode utilisé au sein des déplacements locaux un jour de semaine, en 1994

Au sein des 171,8 millions de déplacements en moyenne un jour de semaine en 1994, seuls 3,75 millions de déplacements sont multimodaux, soit 2,2 %. Pour l'ensemble des déplacements un jour de semaine, la voiture est le 1^{er} mode de transport utilisé dans 63,6 % des cas. Au sein des seuls déplacements multimodaux, en revanche, la voiture n'est le 1^{er} mode cité que dans 19,1 % des cas. L'autobus ou l'autocar est le 1^{er} mode utilisé dans 34,8 % des cas, et les transports urbains (métro, RER, tramway, transports urbains) dans 31,2 % des cas. Enfin, le train est utilisé comme 1^{er} mode pour 10,4 % des déplacements multimodaux un jour de semaine. La marche à pied n'est jamais citée comme premier mode au sein des déplacements multimodaux, ce qui peut sans doute s'expliquer par l'omission de ce mode en tant que mode de rabattement vers un mode motorisé. La marche à pied semble ainsi être reconnue par les personnes enquêtées comme un mode à part entière lorsque le déplacement est entièrement réalisé à pied, mais être négligée dès lors que le déplacement fait intervenir des modes motorisés.

1 ^{er} mode utilisé	Autres	2 roues motorisés	Voiture	Autobus-Autocar	Autres transports urbains	Train	Avion	Non déclaré
Voiture	5,6	< 0,1	10,1	21,8	21,5	37,6	3,2	0,2
Autobus	1,5	0,6	10,4	14,5	51,5	21,5	< 0,1	< 0,1
Autres transports urbains	0,9	< 0,1	6,4	25,6	34,4	32,4	0,2	< 0,1
Train	2,6	5,4	23,6	17,1	48,5	2,8	< 0,1	< 0,1

Répartition des déplacements selon le 2^{ème} mode utilisé, en fonction du 1^{er} mode (% en ligne), déplacements multimodaux un jour de semaine, en 1994

Tableau 3 : 2^{ème} mode utilisé en fonction du 1^{er} mode, au sein des déplacements multimodaux, en 1994

De plus, parmi les déplacements multimodaux un jour de semaine dont le premier mode est la voiture, le deuxième mode est l'autobus ou l'autocar dans 21,8 % des cas, le train dans 37,6 % des cas, les autres transports en commun dans 21,5 % des cas. Lorsque l'autobus est le premier mode de transport, le train est le second mode dans 21,5 % des cas, et les transports urbains dans 51,5 % des cas. Si les transports urbains sont utilisés comme premier mode, l'autobus est le second mode dans 25,6 % des cas, et les autres transports en commun dans 34,4 % des cas. Si le train est utilisé comme premier mode, les transports urbains sont utilisés comme second mode dans 48,5 % des cas, la voiture dans 23,6 % des cas, l'autobus dans 17,1 % des cas.

1 ^{er} mode utilisé	Tous déplacements	Déplacements multimodaux
Voiture	90,1	25,7
Autobus-Autocar	2,8	30
2 roues motorisés	1,7	0,2
Autres transports urbains	1,6	30,2
Train	0,2	9,3
Autres	3,5	4,5
Non déclaré	0,1	0,1

Répartition des déplacements du week-end selon le 1^{er} mode utilisé (% en colonne), tous déplacements et déplacements multimodaux, en 1994

Tableau 4 : déplacements du week-end selon le 1^{er} mode, en 1994

De même, au sein des déplacements du week-end en 1994, hors déplacements piétons, 2,7 millions sont multimodaux sur 218,7, soit 1,2 %. La voiture est le premier mode utilisé dans 90,1 % des déplacements du week-end⁷, mais pour seulement 25,7 % des déplacements multimodaux. Toujours au sein des déplacements multimodaux, l'autobus ou l'autocar est le premier moyen de transport dans 30 % des cas, les autres transports en commun dans 30,2 % des cas, le train dans 9,3 % des cas.

⁷ Ce résultat est en partie faussé par la non-prise en compte des déplacements piétons. Le premier mode est en fait vraisemblablement la marche à pied pour environ 20 % des déplacements multimodaux, à l'instar de ce qu'on observe en 2008. Les parts modales exprimées sont donc calculées au sein de l'ensemble des déplacements du week-end, hors déplacements piétons.

1 ^{er} mode utilisé	Autres	2 roues motorisés	Voiture	Autobus-Autocar	Autres TC	Train	Avion	Bateau
Voiture	2,1	0,4	6,2	29,7	19,7	28,5	7,8	5,6
Autobus-Autocar	0,9	0,4	25,3	10,6	46,5	9,1	4,2	3,1
Autres transports urbains	< 0,1	< 0,1	12,3	26,6	42,5	18,1	0,4	< 0,1
Train	5,1	< 0,1	27,1	12,6	55,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Répartition des déplacements selon le 2^{ème} mode utilisé, en fonction du 1^{er} mode (% en ligne), déplacements multimodaux le week-end, en 1994

Tableau 5 : 2^{ème} mode utilisé en fonction du 1^{er} mode, déplacements multimodaux en 1994

Lorsque la voiture est le premier mode, l'autobus est le second mode dans 29,7 % des cas, les transports urbains dans 19,7 % des cas, le train dans 28,5 % des cas. Lorsque le premier mode est l'autobus, la voiture est le second mode dans 25,3 % des cas, l'autobus dans 10,6 % des cas, les autres transports en commun dans 46,5 % des cas, le train dans 9,1 % des cas.

Mode de transport	Mode principal	1 ^{er} mode
Voiture	73,5	80,7
Train	12,9	4,1
Autobus-Autocar	4,8	5,5
Avion	4,7	1,2
2 roues motorisés	0,4	0,4
Autres	1,5	6,0
Non déclaré	2,2	2,2

Répartition des déplacements à longue distance selon le mode principal et le 1^{er} mode utilisé, % en colonne, en 1994

Tableau 6 : 1^{er} mode et mode principal au sein des déplacements à longue distance, en 1994

Examinons à présent les cas de multimodalité au sein des déplacements à longue distance. 670,1 millions de déplacements à longue distance étaient effectués en 1994. Pour 73,5 % d'entre eux, la voiture était le mode de transport principal⁸, et le train dans 12,9 % des cas. La voiture est par ailleurs le premier moyen de transport utilisé dans 80,7 % des déplacements, ce qui signifie que la voiture est plus souvent le premier mode de transport que le mode principal. Elle intervient donc comme moyen de rabattement dans un certain nombre de déplacements à longue distance. A l'inverse, le train n'est le premier mode de transport que dans 4,1 % des cas, mais le mode principal dans 12,9 % des cas, ce qui signifie que les voyages en train impliquent dans la plupart des cas l'utilisation d'un moyen de rabattement. La majorité des déplacements à longue distance dont le mode principal est le train sont donc multimodaux. On observe de même que l'avion est le mode principal de 4,7 % des déplacements à longue distance, mais le premier mode utilisé dans seulement 1,2 % des déplacements. Encore ces derniers peuvent-ils comporter pour une part l'omission d'un mode de rabattement qui sera considéré par la personne enquêtée comme étant négligeable au regard du voyage en avion. L'avion est donc pratiquement toujours associé à des déplacements multimodaux.

⁸ Rappelons que le mode principal est défini comme le mode le plus "lourd" utilisé au cours du déplacement, selon la hiérarchie suivante : avion, train, autocar, voiture, transports collectifs urbains, deux roues motorisés. Au sein des déplacements à longue distance, cela correspond en général au mode avec lequel est parcourue la distance la plus importante.

Mode de transport	Mode principal	1 ^{er} mode
Train	61,0	13,4
Avion	22,0	3,2
Autobus-Autocar	8,6	12,3
Voiture	6,4	45,3
Bateau	1,7	0,9
Autres transports urbains	0,1	15,4
Autres	0,1	9,4

Répartition des déplacements multimodaux à longue distance selon le mode principal et le 1^{er} mode utilisé, % en colonne, en 1994

Tableau 7 : 1^{er} mode et mode principal au sein des déplacements multimodaux à longue distance, en 1994

Sur 670,1 millions de déplacements à longue distance, 124 millions étaient multimodaux, soit 18,5 %. Leur poids est donc beaucoup plus élevé qu'au sein des déplacements locaux⁹. Ces déplacements multimodaux représentent de plus 37,7 % des distances parcourues au sein des déplacements à longue distance. Leur poids est donc encore plus élevé en termes de trafic, de sorte que le choix de la méthode d'affectation de la distance par mode (affectation de la distance au mode principal ou décomposition de la distance des déplacements multimodaux) représente un enjeu de calcul non négligeable pour l'estimation de la répartition modale des circulations engendrées.

Au sein des déplacements multimodaux à longue distance, la voiture n'est le mode principal que dans 6,4 % des cas, le train dans 61 % des cas, l'avion dans 22 % des cas. Les principaux enjeux de calcul concernent donc les déplacements multimodaux principalement réalisés en train ou en avion, et dans une moindre mesure l'autocar (8,6 % des cas). La voiture est en revanche le premier mode de transport utilisé dans 45,3 % des cas, l'autobus, le train et les autres transports en commun sont utilisés comme premier mode dans respectivement 12,3, 13,4 et 15,4 % des cas.

1 ^{er} mode utilisé	Autres	Voiture	Autobus-Autocar	Autres transports urbains	Train	Avion	Bateau
Voiture	0,6	7,9	8,6	1,4	52,7	22,5	6,2
Autobus-Autocar	2,6	25,5	1,0	12,4	36,8	17,3	4,4
Autres transports urbains	0,3	0,7	3,4	11,9	81,0	2,6	< 0,1
Train	8	35,4	6,1	35,5	13,4	1,5	0,2

Répartition des déplacements multimodaux à longue distance selon le 2nd mode utilisé, en fonction du 1^{er} mode (% en ligne), en 1994

Tableau 8 : 2nd mode utilisé en fonction du 1^{er} mode, déplacements multimodaux à longue distance en 1994

Au sein des déplacements multimodaux à longue distance dont le premier mode est la voiture, le train est le second mode dans 52,7 % des cas, l'avion dans 22,5 % des cas. Lorsque le premier mode est le train, le second mode est la voiture dans 35,4 % des cas (desserte finale), les autres transports en commun dans 35,5 % des cas. Lorsque les transports urbains sont le premier mode, le train est le second mode dans 81 % des cas. Lorsque le premier mode est l'autobus ou l'autocar, le train est le second mode dans 36,8 % des cas, la voiture dans 25,5 % des cas.

Prise en compte du 3^{ème} mode

Néanmoins, l'analyse des combinaisons multimodales sur le seul fondement des deux premiers modes peut parfois s'avérer insuffisante, en particulier lorsque le déplacement implique l'utilisation d'un troisième mode et que ce dernier constitue le

⁹ On rappelle qu'au sein des déplacements locaux un jour de semaine, la part des déplacements multimodaux se situait aux alentours de 2 %.

mode principal. Un troisième mode est utilisé pour 69,5 millions de déplacements, soit 56 % des déplacements multimodaux à longue distance, et 10,4 % de l'ensemble des déplacements à longue distance. Au sein des déplacements multimodaux à longue distance impliquant un troisième mode, la voiture est le troisième mode dans 45,5 % des cas, l'autobus ou l'autocar 13,5 %, les transports urbains 25,2 %, le train 12,1 %. Les principaux risques de calcul concernent la non-prise en compte de la distance parcourue par le mode principal dès lors que ce dernier ne figure pas dans les deux premiers modes pour les combinaisons multimodales spécifiées. Dans la majorité des cas, le troisième mode n'est pas le mode principal et les enjeux de calcul sont donc limités. Néanmoins, pour 10,9 millions de déplacements, soit 15,7 % des déplacements multimodaux à longue distance impliquant un troisième mode, ce dernier est le mode principal.

Mode de transport principal	1 ^{er} mode	2 ^{ème} mode	3 ^{ème} mode
Voiture	99,1 %	0,6 %	0,4 %
Train	28,6 %	64,0 %	7,4 %
Avion	25,4 %	68,1 %	6,4 %
Autobus/Autocar	82,2 %	16,1 %	1,7 %
Autres TC	80,3 %	19,7 %	< 0,1 %
2 roues motorisés	100 %	< 0,1 %	< 0,1 %

Ordre d'utilisation du mode de transport principal, par mode de transport principal (% en ligne), 1994

Tableau 9 : distribution du mode principal selon l'ordre d'utilisation, par mode, en 1994

L'analyse montre que les cas où le mode principal est le troisième mode utilisé concernent surtout les déplacements dont le mode principal est le train ou l'avion, pour lesquels ils représentent respectivement 7,4 et 6,4 % des cas. Inversement, dans les cas d'utilisation du troisième mode comme mode principal, le train est le troisième mode dans 58,9 % des cas, l'avion dans 18,1 % des cas, la voiture dans 16,7 % des cas. L'estimation de la circulation automobile se trouvera donc potentiellement moins affectée par la seule prise en compte des deux premiers modes pour la spécification des combinaisons multimodales que les circulations ferroviaire et aérienne.

A.2 – Les déplacements multimodaux en 2008

On effectue les mêmes calculs pour les déplacements figurant dans les fichiers des déplacements locaux et à longue distance en 2008.

1 ^{er} mode utilisé	Tous déplacements	Déplacements multimodaux
Voiture	65,4	26,3
Marche à pied	21,8	< 0,1
Autobus/Autocar	4,6	26,5
Vélo	2,7	1,7
Autres transports urbains	2,5	23,9
2 roues motorisés	1,7	< 0,1
Train	1	19,6
Autres	0,3	1,9

Répartition des déplacements un jour de semaine selon le 1^{er} mode utilisé (% en colonne), tous déplacements et déplacements multimodaux, en 2008

Tableau 10 : 1^{er} mode utilisé au cours des déplacements un jour de semaine, en 2008

Au sein des 176,7 millions de déplacements locaux par jour de semaine en 2008, seuls 4 millions sont multimodaux, soit 2,3 %. Les déplacements multimodaux restent donc largement minoritaires au sein des déplacements locaux un jour de semaine, en 2008 comme en 1994, et leur proportion n'a guère évolué. Pour l'ensemble des déplacements un jour de semaine, la voiture est le premier mode de transport utilisé dans 65,4 % des cas, la marche à pied dans 21,8 % des cas. Les parts modales sont stables par rapport à 1994. Les déplacements multimodaux présentent, comme en 1994, une structure modale spécifique. La voiture n'est ainsi citée en tant que premier mode que dans 26,3 % des cas, une proportion qui n'a pas évolué. L'ensemble des moyens de transport en commun (train, autobus, autocar et transports urbains) constitue le

premier mode utilisé dans 70 % des déplacements multimodaux locaux un jour de semaine. Ces 70 % se décomposent en 26,5 % par l'autobus ou l'autocar, 23,9 % par les autres transports urbains (métro, tramway, RER), et 19,6 % par le train. L'utilisation du train comme transport du quotidien, et non seulement comme moyen de transport à longue distance, est donc loin d'être négligeable. On observe par rapport à 1994 un renforcement très important du poids du train par rapport aux transports urbains comme 1^{er} mode au sein des déplacements multimodaux locaux un jour de semaine. Cette évolution témoigne vraisemblablement de l'allongement des distances entre le domicile et le lieu de travail qui conduit un nombre croissant de personnes à recourir au train pour des navettes quotidiennes.

1 ^{er} mode utilisé	Autres	Vélo	2 roues motorisés	Voiture	Autobus/ Autocar	Transports urbains	Train	Avion	Bateau
Voiture	0,6	8,2	2,0	18,2	23,2	17,1	24,3	1,8	4,8
Autobus/Autocar	< 0,1	1,1	< 0,1	14,8	8,3	39,5	35,2	1,1	< 0,1
Transports urbains	< 0,1	0,9	< 0,1	10,3	23,7	9,3	54,8	1,0	< 0,1
Train	< 0,1	0,5	< 0,1	13,4	27,7	51,2	7,1	0,1	< 0,1

Répartition des déplacements selon le 2^{ème} mode utilisé, en fonction du 1^{er} mode (% en ligne), déplacements multimodaux un jour de semaine, en 2008

Tableau 11 : 2^{ème} mode utilisé en fonction du 1^{er} mode au sein des déplacements multimodaux un jour de semaine, en 2008

De plus, parmi les déplacements multimodaux un jour de semaine dont le premier mode est la voiture, le deuxième mode est l'autobus dans 23,2 % des cas, la voiture dans 18,2 % des cas, le train dans 24,3 % des cas, les autres transports urbains dans 17,1 % des cas. Au sein des déplacements multimodaux dont le premier mode est la voiture, l'autobus semble donc progresser en tant que second mode au détriment des autres transports en commun et du train. Lorsque l'autobus est le premier mode de transport, le train est le second mode dans 35,2 % des cas, et les transports urbains dans 39,5 % des cas. Lorsque le premier mode est l'autobus, la part du train comme second mode progresse donc au détriment des transports urbains. Si les transports urbains sont utilisés comme premier mode, le train est le second mode dans 54,8 % des cas, et l'autobus dans 23,7 % des cas. Dans cette configuration, le train progresse donc également comme second mode au détriment des transports urbains. Si le train est utilisé comme premier mode, les transports urbains sont utilisés comme second mode dans 51,2 % des cas, l'autobus dans 27,7 % des cas. Au sein des déplacements un jour de semaine, les combinaisons multimodales qui progressent sont donc Voiture + Autobus, Autobus + Train, Transports urbains + Train et Train + Autobus. On observe donc globalement un recours accru au train dans les déplacements multimodaux en semaine, qui tend à se substituer partiellement à l'usage des transports urbains.

1 ^{er} mode utilisé	Tous déplacements	Déplacements multimodaux
Voiture	70,1	33,0
Piéton	21,2	< 0,1
Vélo	3,3	4,3
Autobus/Autocar	1,9	21,2
2 roues motorisés	1,5	0,5
Autres transports urbains	1,4	23,1
Train	0,4	13,4
Autres	0,3	4,5

Répartition des déplacements du week-end selon le 1^{er} mode utilisé (% en colonne), tous déplacements et déplacements multimodaux, en 2008

Tableau 12 : 1^{er} mode utilisé au sein des déplacements du week-end, en 2008

Les déplacements du week-end s'élèvent à 236,9 millions en 2008. Au sein des déplacements du week-end en 2008, 2,56 millions sont multimodaux, soit à peine 1,1 %. On ne constate donc pas davantage qu'en semaine de progression de la multimodalité qui demeure remarquablement stable au sein de l'ensemble des déplacements locaux.

La voiture n'est le 1^{er} mode utilisé que pour seulement 33 % des déplacements multimodaux du week-end, une part toutefois plus élevée que pour les déplacements multimodaux un jour de semaine. L'ensemble des transports en commun sont utilisés dans 57,7 % des cas, dont 21,3 % pour l'autobus ou l'autocar, 23,1 % pour les transports urbains, et 13,4 % pour le train.

1 ^{er} mode utilisé	Autres	Vélo	2 roues motorisés	Voiture	Autobus/ Autocar	Transports urbains	Train	Bateau
Voiture	4,1	13,6	< 0,1	38,7	11,5	12,4	15,3	4,4
Autobus/Autocar	< 0,1	< 0,1	< 0,1	16,2	7,6	50,9	25,3	< 0,1
Transports urbains	< 0,1	0,1	0,2	12,0	32,9	11,0	43,8	< 0,1
Train	0,5	1,1	< 0,1	14,3	17,9	58,7	7,5	< 0,1

Répartition des déplacements selon le 2^{ème} mode utilisé, en fonction du 1^{er} mode (% en ligne), déplacements multimodaux le week-end, en 2008

Tableau 13 : 2^{ème} mode utilisé en fonction du 1^{er} mode, déplacements multimodaux du week-end, en 2008

Lorsque la voiture est le premier mode, la voiture est aussi le second mode dans 38,7 % des cas, l'autobus ou l'autocar dans 11,5 % des cas, les autres transports en commun dans 12,4 % des cas, le train dans 15,3 % des cas. Lorsque le premier mode est l'autobus ou l'autocar, la voiture est le second mode dans 16,2 % des cas, les autres transports en commun dans 50,9 % des cas, le train dans 25,3 % des cas.

Mode de transport	Mode principal	1 ^{er} mode
Voiture	74,7	79,9
Train	15,9	8,6
Avion	5,3	2,2
Autobus/Autocar	2,9	4,5
Autres transports urbains	0,3	2,8
2 roues motorisés	0,3	0,3
Autres	0,7	1,7

Répartition des déplacements à longue distance selon le mode principal et le 1^{er} mode utilisé, % en colonne, en 2008

Tableau 14 : déplacements à longue distance selon le mode principal et le 1^{er} mode utilisé en 2008

Comme en 1994, la multimodalité se rencontre surtout lorsqu'un mode de transport en commun est utilisé comme mode principal, la voiture servant alors fréquemment de moyen de rabattement. A l'inverse, lorsque la voiture est utilisée en tant que mode principal, elle est généralement le seul mode utilisé au cours du déplacement.

Examinons à présent les cas de multimodalité au sein des déplacements à longue distance. 789 millions de déplacements à longue distance étaient effectués en 2008. Pour 74,7 % d'entre eux, la voiture était le mode de transport principal, le train dans 15,9 % des cas, l'avion dans 5,3 % des cas. La voiture est par ailleurs le premier moyen de transport utilisé dans 79,9 % des déplacements. Comme en 1994, la voiture est donc plus souvent le premier mode de transport utilisé que le mode principal. Elle intervient donc comme moyen de rabattement dans un certain nombre de déplacements à longue distance. A l'inverse, le train n'est le premier mode de transport que dans 8,6 % des cas, et l'avion dans 2,2 % des cas, ce qui signifie que les voyages par ces modes impliquent le plus souvent le recours à un moyen de rabattement. On peut en fait opposer plus généralement la voiture, l'autobus et les transports urbains, qui sont plus souvent des modes de rabattement, au train et à l'avion qui sont généralement le mode principal lorsqu'ils sont utilisés. La majorité des déplacements à longue distance dont le mode principal est le train ou l'avion sont donc multimodaux.

Sur 789 millions de déplacements à longue distance, 161,5 étaient multimodaux, soit 20,5 %, une proportion en légère progression par rapport à 1994. Ces déplacements multimodaux représentent 138,4 G. voy*km sur 338,6 G. voy*km engendrés par les déplacements à longue distance, soit 40,9 % des distances parcourues, une proportion en augmentation par rapport à 1994. La part des déplacements multimodaux au sein des déplacements à longue distance est donc plus élevée en termes de circulations que de déplacements, ce qui tient notamment à la plus forte proportion de déplacements en train et en avion, généralement plus éloignés.

Mode de transport	Mode principal	1er mode
Train	63,7	28,3
Avion	22,8	7,6
Voiture	7,8	33,2
Autobus/Autocar	4,6	12,3
Autres transports urbains	0,9	12,8
2 roues motorisés	< 0,1	0,1
Autres	0,6	5,7

Répartition des déplacements multimodaux à longue distance selon le mode principal et le 1^{er} mode utilisé, % en colonne, en 2008

Tableau 15 : déplacements multimodaux à longue distance selon le 1^{er} mode et le mode utilisé, en 2008

Au sein des déplacements multimodaux à longue distance, la voiture n'est le mode principal que dans 7,8 % des cas, le train dans 63,7 % des cas, l'avion dans 22,8 % des cas. Ces proportions n'ont guère évolué depuis 1994. Les principaux enjeux de calcul concernent donc toujours les déplacements multimodaux dont le mode principal est le train ou l'avion. La voiture est en revanche le premier mode utilisé dans 33,2 % des cas, mais l'utilisation de la voiture comme mode de rabattement à l'origine est en recul, un phénomène qui pourrait être lié aux difficultés croissantes de stationnement aux abords des gares. Le recul de la voiture en tant que mode de rabattement profite essentiellement au train qui est de plus en plus utilisé aussi comme mode de rabattement à l'origine, au détriment de la voiture. Il peut s'agir, en particulier, de combinaisons entre un train local et un train régional, ou encore entre un train régional et un train interrégional à grande vitesse. Cette évolution pourrait refléter une amélioration des fonctions de dessertes locales et régionales assurées par les trains classiques ainsi qu'un repositionnement des trains locaux ou régionaux sur des fonctions de rabattement vers le réseau à grande vitesse, dont le développement réduit le domaine de pertinence de l'offre ferroviaire classique.

1 ^{er} mode utilisé	Autres	2 roues motorisés	Voiture	Autobus/Autocar	Autres transports urbains	Train	Avion	Bateau
Voiture	3,1	0,3	4,2	7,1	4,2	48,3	27,3	5,4
Autobus	5,5	< 0,1	20,2	1,1	3,7	36,0	32,5	0,9
Autres transports urbains	0,5	< 0,1	5,8	0,5	0,5	91,9	0,8	< 0,1
Train	3,1	0,1	35,0	10,3	35,4	13,7	2,3	0,2

Répartition des déplacements multimodaux à longue distance selon le 2^{ème} mode utilisé, en fonction du 1^{er} mode (% en ligne), en 2008

Tableau 16 : 2^{ème} mode utilisé en fonction du 1^{er} mode au sein des déplacements multimodaux à longue distance en 2008

Lorsque le premier mode est la voiture, le train est le second mode dans 48,3 % des cas, l'avion dans 27,3 % des cas. Les combinaisons Voiture + Train semblent donc plus en recul que les combinaisons Voiture + Avion. Lorsque le premier mode est le train, la voiture est le second mode dans 35 % des cas, les transports urbains dans 35,4 % des cas, et le train dans 13,7 % des cas. Le train semble donc progresser en tant que mode de rabattement, qu'il s'agisse de combinaisons Train + Voiture, Train + Autres TC ou Train + Train. Lorsque les autres transports en commun sont utilisés comme premier mode, le train est le second mode dans 91,9 % des cas. Lorsque le premier mode est l'autobus ou l'autocar, le train est le second mode dans 36 % des cas, l'avion dans 32,5 % des cas et la voiture dans 20,2 % des cas.

Néanmoins, le premier mode de transport cité n'est pas nécessairement toujours le mode de rabattement ; il peut s'agir dans certains cas du mode principal. Cela dépend du type de rabattement assuré par le mode secondaire, à l'origine ou à la destination. Pour approfondir cette question, on réalise une analyse croisée des déplacements multimodaux à longue distance en fonction du premier mode de transport et du mode principal. Au sein des déplacements multimodaux, lorsque la

voiture est le premier mode de transport utilisé, les cas où elle constitue le mode principal sont minoritaires (17,2 %) ; le train est alors le mode principal dans 48,5 % des cas et l'avion dans 28,5 % des cas. En revanche, lorsque le train est le premier mode utilisé, il est le mode principal dans 96,6 % des cas. Le train est beaucoup moins souvent le premier mode que le mode principal, ce qui indique qu'il est associé à des combinaisons Rabattement initial + Train, ou Train + Rabattement terminal. De même, lorsque le train est le second mode utilisé, dans 95,5 % des cas, il s'agit du mode principal. Le train intervient donc presque toujours comme mode principal au sein des déplacements multimodaux, au sein de combinaisons Train + Train, Train + Voiture, Train + Transports urbains, Voiture + Train, Autobus + Train, Transports urbains + Train.

Prise en compte du troisième mode

Comme en 1994, l'examen des combinaisons multimodales au regard des deux premiers modes utilisés n'est pas toujours suffisante, en particulier lorsqu'un troisième mode est utilisé et qu'il s'agit de plus du mode principal. Il s'avère qu'un troisième mode est utilisé pour 80,6 millions de déplacements, soit 46,7 % des déplacements multimodaux à longue distance, et 10,2 % de l'ensemble des déplacements à longue distance, une proportion comparable à ce qu'on observait déjà en 1994. Au sein des déplacements multimodaux à longue distance impliquant un troisième mode, la voiture est le troisième mode dans 36,6 % des cas, l'autobus ou l'autocar 16,9 %, les transports urbains 16,8 %, le train 17,6 %. Dans la majorité des cas, le troisième mode n'est pas le mode principal et les enjeux de calcul sont donc limités. Néanmoins, pour 10,7 millions de déplacements, soit 13,3 % des déplacements multimodaux à longue distance impliquant un troisième mode, ce dernier est le mode principal.

Comme en 1994, les cas où le mode principal est le troisième mode utilisé concernent surtout les déplacements dont le mode principal est le train ou l'avion, pour lesquels ils représentent respectivement 5,9 et 4,9 % des déplacements. Dans les cas d'utilisation du troisième mode comme mode principal, le train est le troisième mode dans 69 % des cas, l'avion dans 18,4 % des cas, la voiture dans seulement 12 % des cas. L'estimation de la demande de transport automobile se trouve donc potentiellement moins affectée par la seule prise en compte des deux premiers modes pour la spécification des combinaisons multimodales que les circulations ferroviaire et aérienne.

Mode de transport principal	1 ^{er} mode	2 ^{ème} mode	3 ^{ème} mode
2 roues motorisés	100 %	< 0,1 %	< 0,1 %
Voiture	99 %	0,8 %	0,3 %
Autobus	89,1 %	10,6 %	0,3 %
Autres transports urbains	60,4 %	39,6 %	< 0,1 %
Train	49,9 %	44,1 %	5,9 %
Avion	41 %	54 %	4,9 %

Tableau 17 : ordre d'utilisation du mode de transport principal, par mode de transport principal (% en ligne), en 2008

B) Définition de règles de répartition de la distance au sein des déplacements multimodaux

B.1 – Conventions de répartition de la distance en 1994

La distance parcourue par chacun de ces modes n'est pas déclarée. Pour décomposer les déplacements multimodaux à longue distance, on a donc défini des règles de répartition de la distance, en s'inspirant d'une étude du Laboratoire d'Economie des Transports [1] dans le cadre du projet ETHEL (Energie, Transport, Habitat, Environnement, Localisation). Ces règles sont reproduites dans le tableau 18. Douze cas-types avaient été identifiés pour rendre compte des déplacements multimodaux, essentiellement lorsque le mode principal est le train, l'avion ou l'autocar. Ce tableau ne contenait pas cependant toutes les combinaisons utiles, ce qui a conduit à le compléter en fonction de l'importance des combinaisons multimodales recensées auxquelles sont associés des enjeux de calcul variables. Après avoir décomposé les déplacements et appliqué les pondérations associées, on reconstituera les circulations cumulées de chaque mode. On pourrait par ailleurs obtenir des résultats légèrement différents en appliquant d'autres règles de répartition de la distance. L'analyse conduite en appliquant ces règles de répartition de la distance a donc été complétée par des tests de sensibilité s'appuyant sur des hypothèses alternatives. On a notamment testé l'impact de l'affectation d'une partie de la distance à la voiture ou au train pour les déplacements dont le mode principal est l'avion.

	% déplacements	% distance	Remarques
Avion + autre mode	3,78 %	23,66 %	100% de la distance a été affectée à l'avion
Voiture + Train	8,47 %	8,02 %	En moyenne VP=15% de la distance
Train + autres modes (hors voiture et avion)	2,50 %	2,45 %	100% de la distance affectée au train
Voiture + Bateau	0,57%	1,47 %	En moyenne VP=21% de la distance
Voiture + Autocar	1,29 %	1,23 %	En moyenne VP=30% de la distance
Voiture + autres modes (MAP, Bus, TCUel)	0,75 %	0,65 %	100% de la distance affectée à la voiture
Autocar + autres modes (Hors voiture, avion et train)	0,28 %	0,29 %	100% de la distance affectée à l'autocar
Autres cas (modes impliqués : bus, TCUel, bateau et "autres")	0,02 %	0,01 %	Distance et émissions bus si un bus est impliqué, émissions à 0 sinon
Total	17,65 %	37,77 %	-

Tableau 18 : règles de répartition par mode des distances parcourues,
 dans le cas des déplacements multimodaux à longue distance, en 1994

Source : "Mobilités individuelles, émissions polluantes et consommation d'énergie", méthodologie de calcul du BETEL dans le cas des transports, Jean-Pierre NICOLAS, Juillet 200. A partir de l'ENT94, fichier déplacements personne B. Chiffres redressés

Au sein des déplacements à longue distance, les principales configurations de multimodalité sont celles qui figurent dans le tableau 19. Pour chacune des configurations, on a appliqué des règles de répartition de la distance inspirées des règles utilisées dans l'étude du LET déjà mentionnée. Par souci de simplification, pour l'étude des combinaisons multimodales, on n'a pris en considération que la combinaison des deux premiers modes, ce qui permet de rendre compte de la majorité des déplacements multimodaux, tels qu'ils ont été renseignés dans l'enquête, qui n'associent pas en général plus de deux modes de déplacements consécutifs¹⁰.

Combinaisons multimodales	Répartition de la distance
Véhicule particulier + Train	Véhicule particulier = 15 % de la distance
Véhicule particulier + Avion	Véhicule particulier = 5 % de la distance
Véhicule particulier + Autocar	Véhicule particulier = 30 % de la distance
Autres TC + Train	Distance affectée au train
Autobus/Autocar + Train	Autocar = 15 % de la distance
Autocar + Véhicule particulier	Véhicule particulier = 30 % de la distance
Autobus/Autocar + Avion	Autobus = 5 % de la distance
Autocar + Autres TC	Distance affectée à l'autocar
Train + Véhicule particulier	Véhicule particulier = 15 % de la distance
Train + Autres transports urbains	Distance affectée au train
Train + Train	Distance affectée au train

Principales combinaisons multimodales et règles de partage de la distance des déplacements, en 1994

Tableau 19 : conventions de répartition de la distance au sein des déplacements multimodaux à longue distance en 1994

Pour ces configurations seules qui représentent les combinaisons multimodales les plus fréquentes au sein des voyages à longue distance, on a défini des règles de répartition de la distance parcourue entre les modes. Pour les autres

¹⁰ La prise en compte systématique du troisième mode aurait été trop complexe. Elle aurait conduit à devoir envisager un nombre considérable de combinaisons multimodales pour un bénéfice mineur sur le plan du calcul. Néanmoins, certaines configurations particulières se sont avérées nécessiter une prise en compte du troisième mode. Ces combinaisons sont détaillées plus loin.

configurations de déplacements, minoritaires, la distance sera affectée au mode principal. Lorsqu'elles existaient, on a repris les hypothèses de répartition utilisées dans l'étude du Laboratoire d'Economie des Transports (LET) déjà citée, sur les émissions polluantes et les consommations d'énergie.

Dans les combinaisons Véhicule particulier + Avion ou Avion + Véhicule particulier, on a choisi d'affecter une petite partie de la distance parcourue à la voiture. Ce pourcentage correspond à l'hypothèse que la distance parcourue en voiture est en général négligeable au regard de la distance parcourue en avion. Les trois quarts des voyages en avion effectués par les résidents de France métropolitaine sont en effet à destination de l'étranger. On peut supposer qu'en général, la voiture ne sera utilisée comme mode de rabattement vers l'aéroport d'origine que si la distance à parcourir est relativement faible, par exemple si l'aéroport de départ se situe dans l'agglomération de résidence. Dans le cas d'un rabattement plus éloigné, par exemple si l'aéroport de départ se situe dans une autre aire urbaine que celle de la résidence, on utilisera plutôt le train puis une navette pour atteindre l'aéroport de départ, en particulier si les possibilités de stationnement sont limitées. Pour les combinaisons autocar/autobus + avion, on utilise la même règle de répartition, l'autobus ou la navette centre-ville/aéroport constituant également un moyen de rabattement par la route.

Dans les combinaisons Voiture + Train, on a affecté à la voiture une part plus élevée de la distance que dans les combinaisons Voiture + Avion. La voiture constitue en effet toujours un mode de rabattement à l'origine, en général au sein de l'agglomération ou de l'aire urbaine, mais le train est utilisé pour des déplacements nettement moins éloignés que l'avion en moyenne. Pour les combinaisons Autobus/autocar + train, on utilise la même règle de répartition.

Dans le cas des déplacements "Autres TC + Train", la répartition est moins cruciale, car l'ensemble du déplacement est effectué par les moyens de transport collectif ferrés, et les autres transports en commun (métro, tramway, RER) sont marginaux en tant que mode principal au sein de la longue distance. Il s'agit essentiellement de moyens de rabattement urbains sur de courtes distances. L'ensemble de la distance est donc affectée au mode le plus lourd selon la hiérarchie des modes, à savoir le train. De même, dans les combinaisons Autocar + Autres TC, la distance est affectée au mode le plus lourd, à savoir l'autocar.

Dans les combinaisons Voiture + Autocar ou Autocar + Voiture, l'autocar étant généralement le mode principal, on a affecté 30 % de la distance à la voiture. Cette répartition prend en compte le fait que la voiture est utilisée comme mode de rabattement, et que l'autocar est généralement utilisé sur des distances plus courtes que le train.

Ces règles de répartition ont néanmoins été légèrement aménagées pour prendre en compte les cas où un troisième mode de déplacement est utilisé et où il s'agit du mode principal :

- lorsque seulement deux modes sont utilisés ou que le troisième mode n'est pas le mode principal, on conserve les règles de répartition précédentes, fondées sur les combinaisons multimodales observées pour les deux premiers modes ;
- lorsque le déplacement implique l'utilisation d'un troisième mode et qu'il s'agit du mode principal, la distance est affectée au mode principal.

Dans tous les autres cas, à savoir pour les combinaisons multimodales non spécifiées et dès lors qu'il n'y a que deux modes utilisés ou que le troisième mode n'est pas le mode principal, on affecte la distance parcourue au mode principal. Les résultats issus de cette méthode doivent être pris avec précaution, en raison des approximations qui résultent de la seule prise en compte des deux premiers modes dès lors qu'il n'y a pas de troisième mode ou que ce dernier n'est pas le mode principal, ainsi que de celles découlant du caractère hypothétique des règles de partage de la distance adoptées. Ces dernières permettent néanmoins, en prenant en considération les distances parcourues par les modes de rabattement, d'améliorer l'estimation des circulations. Cette méthode est cependant perfectible. Pour améliorer les estimations obtenues, il serait nécessaire de disposer d'un matériau d'enquête spécifique permettant de rendre compte de l'ensemble des pratiques de déplacements impliquant des combinaisons multimodales ainsi que des distances parcourues par chacun des modes utilisés au cours d'un déplacement, ce qui n'est pas le cas de l'ENTD, qui implique le recours à des hypothèses sur le partage de la distance.

B.2 – Conventions de répartition de la distance en 2008

Les principales combinaisons multimodales en 2008, en ne considérant que les deux premiers modes utilisés, sont indiquées dans le tableau 20. Pour ces configurations, on a appliqué les mêmes règles de répartition de la distance qu'en 1994, en les prolongeant aux configurations multimodales supplémentaires observées en 2008. L'utilisation de la même méthode qu'en 1994 repose sur l'hypothèse que les règles de répartition de la distance entre modes au sein des déplacements multimodaux n'ont pas évolué de façon majeure entre les deux enquêtes, une hypothèse qu'il serait intéressant de pouvoir vérifier à partir d'une enquête spécifique qui porterait sur les comportements de "mobilité multimodale". Cette hypothèse bénéficie d'une présomption de vraisemblance au regard de la grande stabilité, d'une enquête à l'autre, de la proportion de déplacements multimodaux et des principales combinaisons multimodales.

Combinaisons multimodales	Répartition de la distance
Voiture + Train	VP = 15 % de la distance
Voiture + Avion	VP = 5 % de la distance
Voiture + Autocar	VP = 30 % de la distance
Train + Voiture	VP = 15 % de la distance
Avion + Voiture	VP = 5 % de la distance
Autocar + Voiture	VP = 30 % de la distance
Autobus/Autocar + Train	Autobus/Autocar = 15 % de la distance
Autocar + Avion	Autocar = 5 % de la distance
Train + Autocar	Autocar = 15 % de la distance
Avion + Autocar	Autocar = 5 % de la distance
Transports urbains + Train	Distance affectée au train
Train + Transports urbains	Distance affectée au train
Train + Train	Distance affectée au train
Autocar + transports urbains	Distance affectée à l'autocar

Principales combinaisons multimodales et règles de partage de la distance, en 2008

Tableau 20 : conventions de répartition de la distance au sein des déplacements multimodaux à longue distance en 2008

Afin de prendre en compte le troisième mode dès lors qu'il s'agit du mode principal, les règles de répartition de la distance dans la méthode de décomposition multimodale des déplacements ont été aménagées de la même manière qu'en 1994 (voir plus haut).

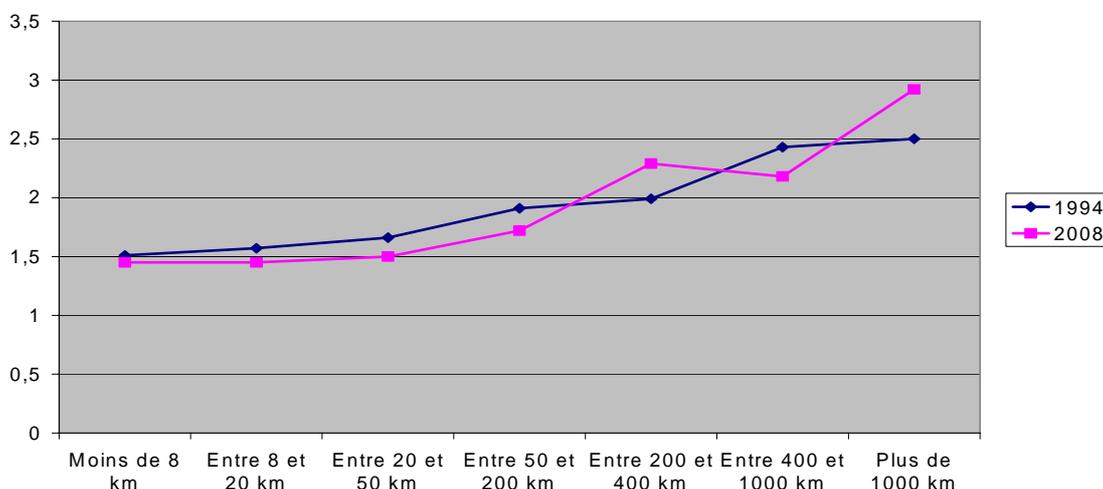
On a également procédé à des tests de sensibilité permettant d'évaluer l'impact d'hypothèses alternatives sur le partage modal de la demande de transport. On a en particulier testé l'impact des règles modifiées de la manière suivante. Dans le premier jeu d'hypothèses, on minimise la part de la distance parcourue par les modes de rabattement au sein des déplacements multimodaux. Les parts de la voiture et de l'autocar sont ainsi ramenées à 5 % de la distance pour les combinaisons avec le train, et à 2 % de la distance pour les combinaisons avec l'avion. Dans le deuxième jeu d'hypothèses, on maximise au contraire le poids des modes de rabattement, portant les parts de la voiture et de l'autocar à respectivement 30 % de la distance dans les combinaisons avec le train, et 10 % de la distance dans les combinaisons avec l'avion. Ces hypothèses sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Combinaisons multimodales	Hypothèses de base (H0)	Minimisation des modes de rabattement (H1)	Maximisation des modes de rabattement (H2)
Voiture + Train	VP = 15 % de la distance	VP = 5 % de la distance	VP = 30 % de la distance
Voiture + Avion	VP = 5 % de la distance	VP = 2 % de la distance	VP = 10 % de la distance
Autocar + Avion	Autocar = 5 % de la distance	Autocar = 2 % de la distance	Autocar = 10 % de la distance
Autocar + Train	Autocar = 15 % de la distance	Autocar = 5 % de la distance	Autocar = 30 % de la distance

Tableau 21 : jeux d'hypothèses alternatives sur le partage de la distance entre modes au sein des déplacements multimodaux, en 2008

IV) Le calcul des taux d'occupation

Nombre moyen d'occupants par véhicule et par déplacement, selon la distance parcourue, en 1994 et 2008



Si l'on considère plus particulièrement la circulation des véhicules particuliers, il faut tenir compte également du taux d'occupation des véhicules. La notion de taux d'occupation n'a pas de sens au niveau des voyages mais seulement au niveau des déplacements qui les constituent. L'Enquête Nationale Transports et Déplacements fournit des informations sur le remplissage des véhicules utilisés pour se déplacer. On peut calculer des taux d'occupation, notamment à partir du carnet-véhicule. Rappelons que le carnet-véhicule recense l'ensemble des déplacements réalisés avec un véhicule tiré au sort dans le parc du ménage enquêté, au cours de la semaine suivant le premier passage de l'enquêteur, ce qui a conduit à recenser 183 177 déplacements pour lesquels le nombre de participants est très bien renseigné. Cette variable concerne tous les types de véhicules motorisés à disposition du ménage (VUL, deux roues motorisés) et non seulement les voitures particulières.

En exploitant ce fichier, on peut mettre en évidence quelques résultats essentiels concernant les facteurs de variabilité du taux d'occupation, ainsi que les évolutions du taux d'occupation entre 1994 et 2008. La moyenne du taux d'occupation peut être calculée en utilisant différentes pondérations. Le taux d'occupation moyen pondéré par les déplacements (on ne prend en compte que le poids spécifique de chaque déplacement) diminue de 1,56 à 1,47 entre 1994 et 2008. Pondéré par les distances parcourues (on prend en compte à la fois le poids du déplacement et la distance parcourue au cours du déplacement), il recule de 1,73 à 1,63. Quelle que soit la pondération utilisée, on observe donc, toutes distances confondues, une baisse du taux d'occupation de 5,8 % entre 1994 et 2008. Ce recul du taux d'occupation correspond à un facteur de croissance du trafic global (déplacements locaux et à longue distance confondus), exprimé en véhicules*km, d'environ 6,1 %. A première vue, si l'on prend en compte le taux d'occupation moyen, la contribution de la diminution du taux d'occupation des véhicules à la croissance de la circulation routière est donc du même ordre de grandeur que celle de la croissance démographique. Pris ensemble, ces deux facteurs apporteraient une contribution comparable à celle de l'intensité de la mobilité à longue distance, mesurée par la fréquence moyenne des voyages annuels.

Supposer le taux d'occupation constant au cours du temps méconnaît donc un facteur essentiel de la croissance des circulations. L'évolution du taux d'occupation traduit des changements comportementaux, que sous-tendent des facteurs générationnels, économiques et sociétaux. De même, il serait sans doute peu sûr de supposer sans plus d'examen, et cela à des fins de prévisions, que les taux d'occupation poursuivent leur recul sur la même tendance que par le passé. En particulier depuis 2000, des changements très sensibles apparaissent dans les comportements à l'égard de la voiture, dans le sens d'une plus grande maîtrise de la mobilité et de la circulation automobile. Certes, les facteurs de ces changements n'ont pas encore fait l'objet de recherches approfondies, mais il est clair en tous cas qu'il serait périlleux de supposer pour l'avenir une reproduction à l'identique des tendances passées. Aussi, la prospective devrait être mobilisée en appui de la prévision et de la modélisation, pour étudier des scénarios alternatifs d'évolution des comportements à l'égard de l'automobile, une évolution qui ne semble plus désormais inscrite dans le marbre et dépendra vraisemblablement de multiples facteurs extérieurs.

Le taux d'occupation moyen est plus élevé si l'on pondère à la fois par le poids des déplacements et les distances parcourues. Cela s'explique par le fait que cette pondération conduit à accorder un poids plus important aux déplacements pour lesquels les distances sont les plus élevées. Or, le taux d'occupation augmente avec la distance parcourue. Une pondération par les distances parcourues conduit donc à une valeur plus élevée du taux d'occupation moyen.

Tranche de distance	Nombre moyen de personnes par véhicule (1994)	Nombre moyen de personnes par véhicule (2008)	Nombre moyen de personnes par véhicule, pondération v.km (1994)	Nombre moyen de personnes par véhicule, pondération v.km (2008)
Toutes distances	1,56	1,47	1,73	1,63
Moins de 8 km	1,51	1,45	1,51	1,45
Entre 8 et 20 km	1,57	1,45	1,57	1,45
Entre 20 et 50 km	1,66	1,5	1,66	1,5
Entre 50 et 200 km	1,91	1,72	1,95	1,76
Entre 200 et 400 km	1,99	2,29	2,02	2,28
Entre 400 et 1 000 km	2,43	2,18	2,45	2,22
Plus de 1 000 km	2,5	2,92	2,49	2,77

Tableau 22 : taux d'occupation des véhicules par tranche de distance, en 1994 et 2008

On constate en effet qu'en 1994 comme en 2008, le taux d'occupation augmente avec la distance parcourue. En 2008 par exemple, le taux d'occupation moyen des déplacements varie de 1,45 pour les déplacements de moins de 8 km à 2,92 pour les déplacements de plus de 1 000 km. On peut en fait observer une séparation entre les déplacements de moins de 50 km, pour lesquels le taux d'occupation moyen se situe entre 1,45 et 1,5, les déplacements entre 50 et 200 km, pour lesquels il se situe autour de 1,7, et les déplacements de plus de 200 km pour lesquels il dépasse 2. La valeur du taux d'occupation moyen par tranche de distance reflète la fréquence des déplacements accompagnés, qui dépend des motifs de déplacements, variables selon la distance. Une analyse du taux d'occupation selon le motif sera développée plus loin.

Distance parcourue	Distribution 2008 (%)	Distribution 1994 (%)
Moins de 20 km	82,0	84,9
Entre 20 et 50 km	13,4	11,5
Entre 50 et 200 km	4,1	3,2
Entre 200 et 400 km	0,3	0,3
Entre 400 et 1 000 km	0,1	0,1

Tableau 23 : répartition des déplacements selon la distance parcourue en 1994 et 2008

Le recul du taux d'occupation moyen tient pour une petite part à un léger accroissement du poids des déplacements courts au sein des déplacements recensés dans le fichier des carnets-véhicules. Néanmoins, l'essentiel de la baisse du taux d'occupation moyen est bien due à un recul du taux d'occupation, à distance constante, qui s'observe pour l'ensemble des plages de distances, du moins en-deçà de 200 km. L'évolution du taux d'occupation est moins claire au-delà de 200 km, et semble même illustrer des tendances opposées pour les déplacements entre 200 et 400 km, et les déplacements de plus de 1 000 km, pour lesquels il augmente.

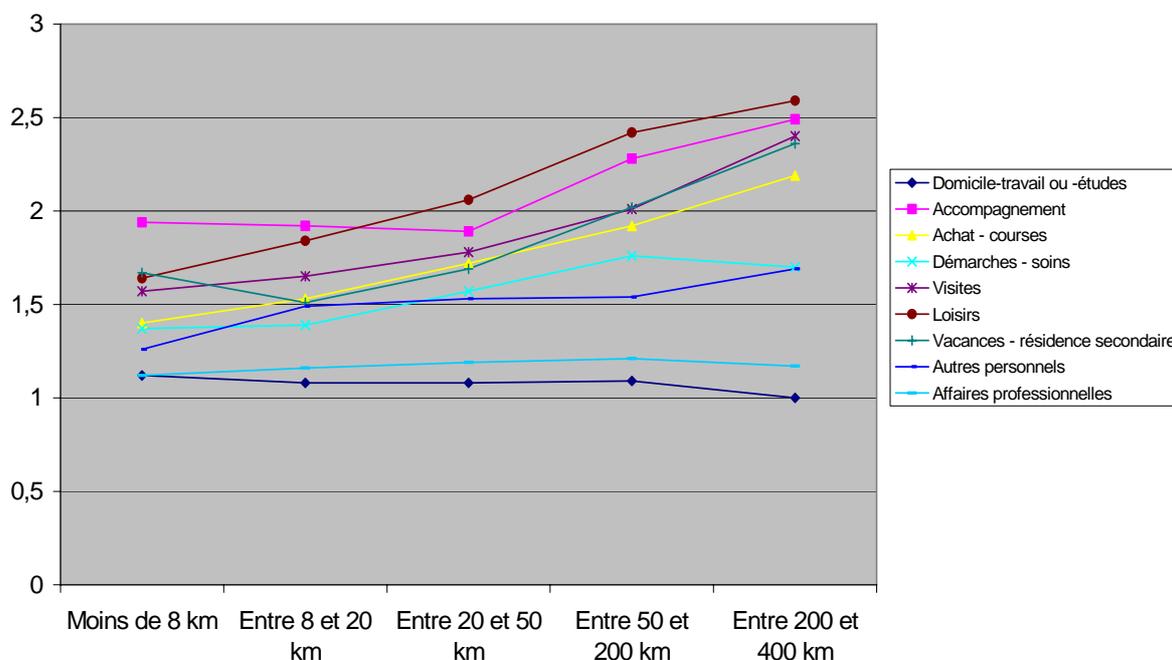
Le recul de l'occupation des véhicules montre le caractère anecdotique des politiques actuelles de covoiturage au regard de la tendance progressive à l'individualisation de la conduite qui accompagne la croissance du parc automobile et la motorisation croissante des ménages. Elle montre en même temps qu'elles s'efforcent de répondre à un enjeu essentiel, le taux d'occupation constituant un vecteur substantiel, sans doute aujourd'hui assez négligé, dans les tentatives de maîtrise de la mobilité et de réduction des nuisances qui y sont associées (congestion, effet de serre). Les marges de manœuvre pour augmenter l'occupation des véhicules dépendent, en pratique, principalement de la distribution spatiale des lieux d'activité, à commencer par le travail, des membres du ménage, qui génèrent des déplacements non nécessairement superposables dans l'espace et dans le temps. Une meilleure connaissance de la dispersion des activités des ménages dans le temps et l'espace constitue sans doute un préalable pour évaluer a priori le potentiel de telles politiques en matière de réduction de la circulation automobile.

S'il est clair que la diminution du taux d'occupation contribue à la croissance de la circulation routière engendrée par les déplacements locaux, en revanche la variabilité de l'évolution du taux d'occupation sur longues distances rend à première

vue moins claire la contribution du taux d'occupation à la croissance de la circulation routière engendrée par les voyages à longue distance. Néanmoins, si l'on considère l'ensemble des déplacements à longue distance, sans affiner les tranches de distance, le taux d'occupation moyen recule de 2,01 à 1,91, soit une baisse de 5 %, dans le cas d'une pondération par le poids des déplacements, et de 2,1 à 2,03 dans le cas d'une pondération intégrant à la fois le poids des déplacements et les distances parcourues, soit un recul de 3,3 %. Sur l'ensemble des déplacements à longue distance, on observe donc bien un recul du taux d'occupation moyen, qui est lié notamment à la prépondérance des déplacements de moins de 200 km pour lesquels la baisse du taux d'occupation a été assez forte (de 1,91 à 1,72 soit - 9,9 %). Le recul du taux d'occupation associé à l'une ou l'autre pondération engendrerait potentiellement des croissances de trafic de 5,2 et 3,4 %, plus faibles que sa contribution à la croissance des circulations routières locales : le taux d'occupation moyen des déplacements locaux recule en effet de 1,55 à 1,46, ce qui représente un facteur de croissance de 6,2 %.

Par ailleurs, le niveau plus élevé du taux d'occupation sur longues distances exerce un effet modérateur sur le poids de la circulation routière engendrée par les déplacements à longue distance au sein de la circulation globale. La différence de taux d'occupation illustre vraisemblablement des pratiques sociales complémentaires : alors que les déplacements locaux de la vie quotidienne, et en particulier les déplacements domicile-travail, sont fréquemment des déplacements associés à des activités individuelles, au contraire les déplacements à longue distance, plus occasionnels, correspondent aussi à des activités plus souvent effectuées en commun dans le cadre d'un temps partagé.

Taux d'occupation selon le motif et la distance parcourue, en 2008



Graphique 3 : taux d'occupation par motif et tranche de distance en 2008

La divergence de valeur du taux d'occupation moyen selon la pondération adoptée soulève la question du choix de la pondération la plus pertinente pour obtenir un taux d'occupation pouvant être utilisé pour convertir la circulation exprimée en véhicules*km en voyageurs*km, ou l'inverse, comme par exemple dans le rapport à la Commission des Comptes des Transports de la Nation (CCTN) [7]. S'agissant de mesure des circulations, la pondération par les véhicules*km permet de mieux rendre compte de l'impact réel du taux d'occupation sur les circulations routières, en accordant un poids plus important aux circulations à longue distance. On peut néanmoins contourner le problème de la pondération en segmentant la valeur du taux d'occupation en fonction de la distance parcourue. Pour les tranches de distance ci-dessus, on observe ainsi que la valeur du taux d'occupation moyen par tranche de distance ne varie pas ou peu selon la pondération choisie, en raison de la variabilité réduite de la distance au sein de chaque tranche. On peut dès lors indifféremment appliquer une pondération fondée sur le seul poids des déplacements ou bien une pondération tenant compte des distances parcourues. Segmenter le taux d'occupation permet de plus de tenir compte de la forte variabilité du taux d'occupation selon la distance.

Motif de déplacement	Taux d'occupation moyen (1994)	Taux d'occupation moyen (2008)	Baisse en valeur relative
Partir en vacances - se rendre dans une résidence secondaire ou occasionnelle	1,94	1,91	- 1,5 %
Se rendre à son lieu de travail ou d'études habituel	1,15	1,1	- 4,3 %
Affaires professionnelles	1,19	1,15	- 3,4 %
Accompagner ou aller chercher quelqu'un	2	1,94	- 3,0 %
Aller faire les courses	1,56	1,47	- 5,8 %
Démarches et soins	1,44	1,41	- 2,1 %
Visite à des parents ou amis	1,84	1,67	- 9,2 %
Loisirs	1,97	1,81	- 8,1 %
Autres motifs personnels	1,62	1,36	- 16,0 %

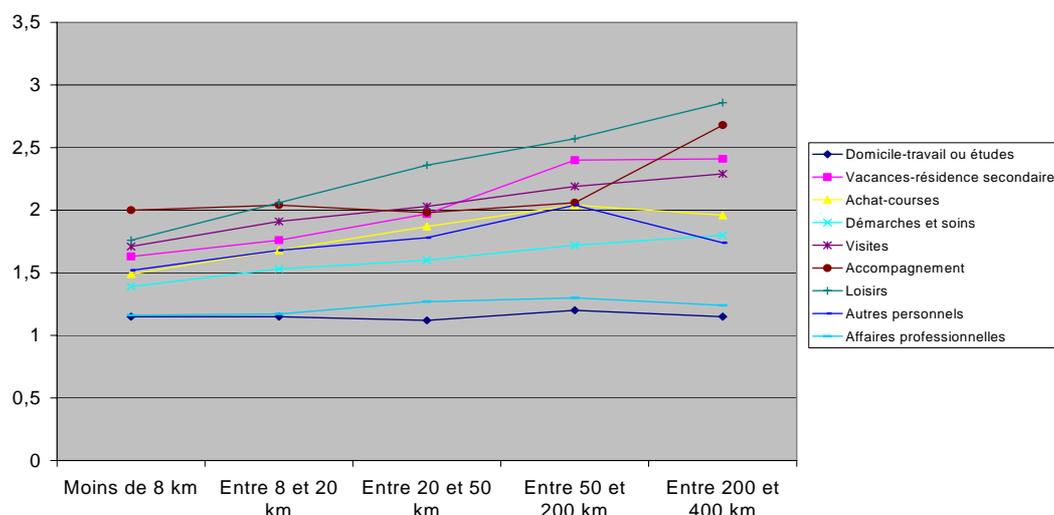
Taux d'occupation moyen des véhicules selon le motif de déplacement, en 1994 et 2008

Tableau 24 : taux d'occupation par motif en 1994 et 2008

Par ailleurs, la distance n'est pas le seul facteur de variabilité du taux d'occupation. Le taux d'occupation varie également selon le motif du déplacement. En 1994 comme en 2008, on peut identifier trois groupes distincts de motifs pour le niveau du taux d'occupation :

- les départs en vacances ou déplacements vers une résidence secondaire, les déplacements pour accompagner ou aller chercher quelqu'un, les visites aux parents et aux amis, ainsi que les déplacements de loisirs, qui se caractérisent par des taux d'occupation élevés (entre 1,7 et 2 selon le motif). Ces motifs liés à l'utilisation du temps libre sont plus fréquemment associés à des déplacements à longue distance ; néanmoins, même à distance constante, le taux d'occupation est généralement plus élevé que pour les autres motifs ;
- les déplacements de courses et d'achats, de démarches et soins ou pour autres motifs personnels. Ce sont des déplacements en partie libres et en partie contraints, généralement de proximité, liés aux démarches de la vie quotidienne. Ces motifs se caractérisent par un taux d'occupation intermédiaire (entre 1,3 et 1,5), y compris à distance constante ;
- les déplacements domicile-travail ou pour affaires professionnelles. Les déplacements liés au travail sont ceux qui présentent le taux d'occupation le plus faible (environ 1,1). De plus, contrairement aux autres motifs, le taux d'occupation ne varie quasiment pas avec la distance.

Taux d'occupation selon le motif et la distance parcourue, en 1994



Graphique 4 : taux d'occupation par motif et tranche de distance en 1994

Entre 1994 et 2008, le taux d'occupation a baissé quel que soit le motif. Néanmoins, cette diminution a été de plus ou moins grande ampleur. C'est pour les déplacements de loisirs, les visites à la famille et aux amis ainsi que les déplacements pour "autres motifs personnels" que le taux d'occupation a le plus fortement baissé (entre 8 et 16 %). La baisse du taux d'occupation est un peu moins importante pour les motifs achats-courses et domicile-travail (4 à 6 %). Enfin, elle est très contenue pour les vacances, déplacements vers une résidence secondaire ou les déplacements pour soins ou démarches administratives.

Sur la base de ces résultats, on peut essayer de définir une segmentation pertinente des taux d'occupation en fonction du motif et de la distance des déplacements. L'objectif de cette segmentation est d'identifier des groupes de déplacements pour lesquels le taux d'occupation présente une valeur relativement homogène, et de minimiser les risques d'erreurs associés à l'utilisation d'un taux d'occupation invariable selon le type de déplacement. Les résultats obtenus sur la mesure des circulations routières en utilisant les taux d'occupation issus de cette segmentation permettront en même temps d'effectuer une comparaison avec l'estimation issue de l'application d'un taux d'occupation constant, qui a été utilisée dans les Comptes des Transports de la Nation. La segmentation que nous avons choisie s'appuie sur trois considérations :

- les valeurs du taux d'occupation en fonction du motif et de la distance ;
- les enjeux de calcul : certains types de déplacements, définis en fonction du motif et de la distance, ne représentent qu'une très faible part de l'ensemble des déplacements, et peuvent donc être regroupés avec d'autres groupes en dépit de taux d'occupation différents ;
- limiter le nombre de groupes.

On parvient au final, pour 2008, à retenir la segmentation suivante :

Types de déplacements	Taux d'occupation moyen
Domicile-travail ou études, affaires professionnelles	1,11
Démarches, soins, achats, autres motifs personnels - moins de 50 km	1,45
Visites, vacances, accompagnement et loisirs - moins de 50 km	1,8
Démarches, soins, autres motifs personnels - plus de 50 km	1,67
Achats, courses - plus de 50 km	1,94
Visites, vacances - 50 à 200 km	2,01
Visites, vacances - 200 à 400 km	2,47
Visites - plus de 400 km	1,87
Vacances - plus de 400 km	2,92
Loisirs, accompagnement - 50 à 200 km	2,36
Loisirs, accompagnement - plus de 200 km	2,73

Taux d'occupation segmenté en fonction du motif et de la distance des déplacements, en 2008

Tableau 25 : segmentation finale des taux d'occupation en 2008

Du fait de la baisse du taux d'occupation, on ne peut retenir les mêmes valeurs en 1994 et en 2008. On recalcule donc des taux d'occupation segmentés pour 1994, en redéfinissant également la segmentation.

Types de déplacements	Taux d'occupation moyen
Domicile-travail ou études, affaires professionnelles	1,16
Démarches, soins, achats, autres motifs personnels - moins de 50 km	1,55
Visites, vacances - moins de 50 km	1,81
Démarches, soins, achats, autres motifs personnels - plus de 50 km	1,98
Accompagnement - moins de 200 km	2
Accompagnement, plus de 200 km, et loisirs, entre 50 et 200 km	2,58
Loisirs, moins de 50 km	1,94
Vacances, entre 50 et 400 km	2,4
Vacances, plus de 400 km, et loisirs, plus de 200 km	2,94
Visites, plus de 50 km	2,2

Taux d'occupation segmenté en fonction du motif et de la distance des déplacements, en 1994

Tableau 26 : segmentation finale des taux d'occupation en 1994

V) Estimation de la demande de transport et des circulations à longue distance à partir de l'ENTD - impact de la décomposition des déplacements multimodaux

Après avoir défini des règles de répartition de la distance des déplacements multimodaux, on peut estimer, compte tenu de ces règles (qui s'appuient sur des hypothèses évidemment discutables), la sensibilité de la demande de transport engendrée par les voyages à longue distance, mesurée en voyageurs*km, au choix de l'une ou l'autre méthode : affectation de la distance des déplacements au mode principal ou décomposition de la distance de chaque déplacement en fonction des combinaisons multimodales rencontrées. On a réalisé ces calculs sur les deux enquêtes¹¹. Dans les tableaux suivants, on a représenté les résultats obtenus à partir de ces deux méthodes, pour chacun des modes utilisés au sein des déplacements à longue distance :

Mode de déplacement	Décomposition des déplacements	Affectation au mode principal
Voiture (VP + VUL)	180,7	175,6
Train	46,3	48,5
Avion	97	101,1
Autocar	11,1	9,6
Autres transports urbains	0,2	0,5
2 roues motorisés	0,9	0,9
Autres	2,2	2,2

*Estimations de la circulation en G. voyageurs*km selon la méthode de répartition modale de la distance parcourue, en 2008*

Tableau 27 : impact du choix d'une méthode d'affectation de la distance sur l'estimation des circulations en 2008

La décomposition des déplacements multimodaux amène à une augmentation d'environ 2,9 % de l'estimation du transport de voyageurs en véhicules particuliers en 2008 (circulation supplémentaire imputable aux modes de rabattement), et de 15,6 % de la demande de transport engendrée par l'autocar, ce qui n'est pas négligeable. Cette différence tient au fait que les modes routiers, voiture et autocar, sont plus souvent utilisés comme modes de rabattement vers les modes non routiers que sont le train et l'avion. Corrélativement, l'estimation de la circulation ferroviaire recule d'environ 4,5 % avec la décomposition des déplacements, et la circulation aérienne de 4 %.

Mode de déplacement	Décomposition des déplacements	Affectation au mode principal
Voiture	149	144,7
Train	31,7	33
Avion	73,6	76,6
Autocar	11,4	11,4
Autres transports urbains	< 0,1	< 0,1
2 roues motorisés	0,7	0,7
Autres	4,8	4,8

*Estimations de la circulation en G. voyageurs*km selon la méthode d'affectation au mode principal et la méthode de décomposition des déplacements, en 1994*

Tableau 28 : impact du choix d'une méthode d'affectation de la distance sur l'estimation des circulations en 1994

¹¹ Les déplacements dans l'ENTD ne permettent pas de distinguer si un VP ou un VUL a été utilisé. Aussi, lorsqu'on évoque la demande de transport ou la circulation en voiture, sans plus de précisions, on agrège indifféremment les déplacements réalisés avec un VP ou un VUL.

On effectue ensuite le même calcul pour les déplacements à longue distance en 1994. Comme on peut le constater, la décomposition des déplacements multimodaux affecte principalement le partage du transport de voyageurs entre la voiture et les principaux modes collectifs utilisés sur les déplacements à longue distance, que sont le train et l'avion.

Avec les premières règles de répartition utilisées, l'estimation de la circulation automobile progresse de 3 %, tandis que celles de la demande de transport ferroviaire et aérienne reculent chacune de 3,9 %. L'estimation du transport en autobus/autocar, en revanche, n'est pas influencée par le mode de calcul, ce qui signifie que l'autocar intervient autant en tant que mode de rabattement qu'en tant que mode de déplacement principal, contrairement à 2008 où l'autocar connaît une très forte érosion et tend à se recentrer sur les fonctions de rabattement.

Mode	Décomposition des déplacements	Affectation au mode principal
Voiture (voy*km)	+ 21,3 %	+ 21,4 %
Voiture (véh*km)	+ 24,6 %	+ 24,1 %
Train	+ 46,1 %	+ 47 %
Avion	+ 31,8 %	+ 32 %

Croissance de la circulation par mode, selon l'unité et la méthode d'affectation de la distance parcourue, entre 1994 et 2008, à partir de l'ENTD

Tableau 29 : croissance de la demande de transport par mode et de la circulation en voiture selon la méthode d'affectation

Pour l'étude des circulations routières et plus particulièrement pour la circulation engendrée par les voitures, il est parfois plus pertinent de raisonner en véhicules*km qu'en voyageurs*km. Le taux d'occupation, ou plus exactement l'inverse du taux d'occupation, permet de passer d'une estimation en voyageurs*km à une estimation en véhicules*km. Dans la partie qui suit, on s'appuiera sur les données relatives aux taux d'occupation, présentées dans le chapitre suivant, pour produire des estimations de la circulation des voitures en véhicules*km. En partant de la demande de transport en voyageurs*km obtenue par la méthode de décomposition des déplacements, on comparera, en particulier, les résultats obtenus par deux méthodes :

- une méthode simplifiée où l'on considère un taux d'occupation moyen, indépendant de la distance et du motif, mais où l'on tient compte de la diminution du taux d'occupation entre 1994 et 2008 ;
- une méthode plus précise, où les véhicules*km sont calculés à un niveau désagrégé, en utilisant les segmentations basées sur les distances et les motifs de déplacements, définies au chapitre précédent, puis ré-agrégés sur l'ensemble des déplacements.

Avec la méthode d'affectation au mode principal, le transport de voyageurs en véhicules particuliers progressait de 144,7 à 175,6 G. voy*km, soit + 21,4 %, et de 149 à 180,7 G. voy*km avec la méthode de décomposition des déplacements, soit + 21,3 %. Le choix de la méthode a donc un impact sur l'estimation de la demande de transport des véhicules particuliers, plus importante avec la décomposition des déplacements multimodaux, mais la croissance de la demande ne se trouve guère affectée. Cette croissance est due à l'augmentation de la fréquence des voyages à longue distance réalisés en voiture, et à la croissance démographique, tempérée par la légère baisse des distances moyennes parcourues à chaque voyage.

En appliquant à la demande de transport routier de voyageurs estimée avec la méthode de décomposition des déplacements multimodaux, le taux d'occupation moyen constaté sur les déplacements à longue distance, pondéré par les déplacements, on estime que la circulation en voiture progresse de 74,1 à 94,6 G. véh*km, soit une croissance de + 27,7 %. Le recul du taux d'occupation contribuerait donc à hauteur d'environ 6 points à la croissance de la circulation des véhicules particuliers selon cette première mesure. En pondérant cette fois-ci par les déplacements et les distances, la circulation des véhicules progresserait de 71 à 89 G. véh*km, soit une progression de + 25,4 %. Avec la seconde pondération, la contribution du taux d'occupation à la croissance de la circulation des véhicules particuliers serait donc d'environ 4 points.

Dans la seconde méthode, on applique des taux d'occupation désagrégés par déplacements, en tenant compte d'une segmentation basée sur le motif et la distance. Néanmoins, dans le cas où le motif est un retour au domicile, on détermine le taux d'occupation sur la base du motif principal du voyage, qui est dans la grande majorité des cas le motif du déplacement aller, c'est-à-dire qu'on fait implicitement l'hypothèse qu'en règle générale, le taux d'occupation du déplacement retour est identique à celui du déplacement aller. On peut ensuite appliquer ces taux d'occupation, soit à la distance totale parcourue au cours du déplacement qui est affectée au mode principal, de sorte qu'on ne conserve que les déplacements dont le mode principal est la voiture, soit à la part de la distance parcourue en voiture, sur l'ensemble des déplacements.

Méthode d'estimation et unité	1994	2008	Croissance 1994 - 2008
Voy*km (mode principal)	144,7	175,6	+ 21,4 %
Voy*km (décomposition)	149	180,7	+ 21,3 %
Véh*km (mode principal)	67,5	83,8	+ 24,1 %
Véh*km (décomposition)	69,6	86,7	+ 24,6 %

*Estimation des circulations VP en 1994 et 2008 en voy*km et en véh*km, selon la méthode d'affectation de la distance et après application de taux d'occupation désagrégés*

Tableau 30 : croissance de la demande de transport après application de taux d'occupation désagrégés

L'application de taux d'occupation désagrégés conduit à une contribution du recul du taux d'occupation à la croissance de la circulation, exprimée en véhicules*km, d'environ 3 points, assez proche du résultat obtenu en appliquant une pondération par les voyageurs*km, ce qui tend à indiquer qu'il s'agit de la bonne pondération, le taux d'occupation reculant moins sur les distances les plus longues.

L'application d'un taux d'occupation constant dans le temps ne paraît donc pas refléter la réalité qui tend vers une individualisation croissante de la conduite, même si dans la période la plus récente des facteurs économiques (baisse du pouvoir d'achat, hausse des prix du carburant) peuvent modifier des comportements en sens inverse (covoiturage, optimisation de l'occupation des véhicules). Les niveaux de taux d'occupation en 1994 et 2008 sont en outre affectés de manière assez sensible par le choix de la méthode de calcul des taux d'occupation. En l'occurrence, des taux d'occupation différenciés selon le motif et la distance conduisent aux estimations les plus basses de la circulation en voiture, exprimées en véh*km. L'estimation qui résulte de l'application de taux d'occupation segmentés à un niveau désagrégé, en tenant compte de l'ensemble des pondérations, est ainsi inférieure d'environ 8,4 % à celle qui découle de l'application directe du taux d'occupation moyen, sans segmentation et sans pondération des déplacements. D'une part, les taux d'occupation plus élevés sur les distances les plus longues sont mieux prises en compte par la segmentation et la pondération par les distances, avec un effet modérateur sur l'estimation des circulations. D'autre part, s'y ajoute un effet modérateur lié à la prise en compte des motifs de déplacements.

Encadré 3 : Sensibilité des résultats à des jeux d'hypothèses alternatives

On a ensuite voulu estimer par ailleurs la sensibilité de l'estimation de la demande de transport à l'utilisation de règles alternatives de répartition de la distance au sein des déplacements multimodaux, décrites dans le chapitre III. On obtient les résultats suivants.

Mode de déplacement	Affectation au mode principal	Décomposition des déplacements (H ₀)	Décomposition des déplacements (H ₁)	Décomposition des déplacements (H ₂)
Voiture	175,6	180,7	177,6	185,6
Train	48,5	46,3	48,5	43,0
Avion	101,1	97	99,1	93,4
Autocar	9,6	11,1	9,9	13,1
Autres transports urbains	0,5	0,2	0,2	0,2
2 roues motorisés	0,9	0,9	0,9	0,9
Autres	2,2	2,2	2,2	2,2

Tableau 28 : sensibilité de l'estimation de la demande de transport par mode à des règles alternatives de répartition de la distance, en 2008

Dans le premier jeu d'hypothèses (H₁), qui minimisait la part de la distance affectée aux modes de rabattement, l'estimation de la demande de transports se rapproche de l'affectation au mode principal, ce qui conduit à minimiser l'estimation du transport de voyageurs par les modes routiers, et à augmenter celle du train et de l'avion. A l'inverse, avec le deuxième jeu d'hypothèses (H₂), qui maximise la part de la distance affectée aux modes de rabattement, l'estimation de la demande de transport routière en est augmentée, et celles des modes collectifs non routiers en sont diminuées. L'estimation du transport de voyageurs en voiture (VP + VUL) varie ainsi de 177,6 à 185,6 G. voy*km entre l'hypothèse basse et l'hypothèse haute concernant les modes de rabattement, soit un écart maximal de 4,5 %, ce qui donne une amplitude de 2,25 % par rapport à une hypothèse moyenne. La demande de transport ferroviaire varie quant à elle entre 43 et 48,5 G. voy*km, soit une variation, cette fois-ci plus importante, de 12,8 %, et la demande de transport aérienne, entre 93,4 et 99,1 G. voy*km, soit une variation de 6,1 %. Le transport de voyageurs par autocar est également affecté de manière très sensible, avec une variation d'environ 32 % entre l'hypothèse basse et l'hypothèse haute. Les incertitudes liées à la répartition de la distance au sein des déplacements multimodaux ont donc un impact plus fort, en termes relatifs, sur l'estimation du transport de voyageurs par les modes collectifs. Il faut également noter que l'affectation au mode principal ne constitue pas une hypothèse médiane mais bien une hypothèse extrême, compte tenu de l'asymétrie entre modes principaux et modes de rabattement

Affectation au mode principal	Décomposition des déplacements (H ₀)	Décomposition des déplacements (H ₁)	Décomposition des déplacements (H ₂)
83,8	86,7	85	89,3

Tableau 29 : sensibilité de l'estimation de la circulation en voiture (VP + VUL) à des règles alternatives de répartition de la distance, en 2008

L'impact du choix de règles alternatives sur l'estimation de la circulation en voiture, exprimée en véhicules*km, conduit à une fourchette d'environ 5 % entre les hypothèses extrêmes (H₁ et H₂)

VI) Comparaison des résultats obtenus avec les comptes transport de la nation et le bilan de la circulation

Circulation en voiture : ENTD et Comptes des Transports de la Nation

Dans ce qui suit, on essaie de comparer les résultats que nous venons d'obtenir avec des données externes.

L'estimation de la demande de transport et de la circulation en voiture en 2008 est comparée avec l'estimation publiée dans le rapport 2008 de la Commission des Comptes des Transports de la Nation (CCTN) [7]. Une limite à cette comparaison vient cependant du fait qu'on ne peut aisément distinguer dans l'ENTD, au sein des déplacements en voiture, le type de véhicule utilisé, VP ou VUL. L'estimation réalisée à partir de l'ENTD inclut donc aussi des déplacements qui ont pu être effectués avec un VUL du ménage ou mis à disposition par une société. On ignore quelle est la part de ces déplacements qui correspondent à des usages personnels ou professionnels. On peut néanmoins penser que les déplacements pour motifs professionnels, en particulier liés à des tournées professionnelles (chantiers, visites à des clients, réunions, ...) sont sous-estimés par l'ENTD qui est une enquête ménage. Ce n'est vraisemblablement pas le cas, en revanche, des déplacements pour motifs personnels, que le véhicule appartienne au ménage ou qu'il soit mis à disposition.

Dans l'ENTD, on évalue d'abord un transport de voyageurs exprimé en voyageurs*km, puis on utilise les taux d'occupation figurant dans le carnet-véhicule, pour évaluer la circulation en véhicules*km. Les Comptes des Transports de la Nation portent sur le transport intérieur de voyageurs et procèdent de manière inverse. Le bilan de la circulation (véh*km) sépare la circulation en VP de la circulation en VUL, car l'estimation est basée sur une décomposition du parc de véhicules des ménages, combinée à une mesure des kilométrages parcourus. Le passage d'une estimation de la circulation à une estimation de la demande de transports utilise un taux d'occupation constant, provenant de la précédente ENTD.

D'après les Comptes des Transports de la Nation, le transport intérieur de voyageurs en VP était estimé à 720,2 G. voy*km en 2008. On ne dispose pas du transport intérieur de voyageurs en VUL mais l'on dispose en revanche d'une estimation de la circulation VUL à 92 G. véh*km. Pour avoir une estimation du trafic VUL en voyageurs*km, on doit faire une hypothèse sur le taux d'occupation des VUL. Pour la conversion, on a eu recours au même taux d'occupation que celui qui avait été utilisé pour les VP dans le bilan de la circulation, à savoir 1,83¹². On obtient ainsi une estimation du transport de voyageurs en VUL de 168,4 G. voy*km. L'estimation du trafic global VP + VUL dans les comptes des transports de la Nation s'élèverait donc à 888,6 G. voy*km, avec une hypothèse d'homogénéité du taux d'occupation. Cet agrégat inclut l'ensemble des déplacements effectués par les résidents sur le territoire national, qu'ils soient locaux ou à longue distance.

Pour obtenir un chiffre comparable à partir de l'ENTD, il faut donc cumuler les déplacements locaux et à longue distance. D'après l'ENTD 2008, les flux de trafic en véhicules particuliers (VP + VUL) engendrés par les déplacements locaux et à longue distance peuvent être respectivement estimés à 425,5 G. voy*km et 180,7 G. voy*km, soit un total de 606,2 G. voy*km. Ces chiffres ont été obtenus respectivement avec la méthode de décomposition des déplacements multimodaux pour les déplacements à longue distance, et d'affectation au mode principal pour les déplacements locaux. Contrairement aux déplacements à longue distance, l'affectation au mode principal ne conduit pas, en effet, a priori à une erreur d'estimation considérable sur les déplacements locaux, car seulement 2 % d'entre eux sont multimodaux (la combinaison entre la marche à pied et un mode de transport local n'étant pas considérée comme un cas de multimodalité). L'estimation du transport de voyageurs en voiture obtenue à partir de l'ENTD est donc inférieure d'environ 31,8 % à l'estimation produite dans les Comptes des Transports de la Nation, découlant du bilan de la circulation et de l'utilisation d'un taux d'occupation constant estimé à partir de la précédente enquête transports (1994).

L'écart considérable entre les deux estimations peut-il provenir du champ mesuré par les deux sources ou bien est-il issu d'erreurs de mesure et de méthode ? On observe en tous cas certaines différences de champ. L'ENTD ne couvre que les

¹² Cette hypothèse est sans doute peu réaliste et il faudrait disposer de données spécifiques sur le taux d'occupation des VUL. Néanmoins, ici l'objectif n'est pas tant de parvenir à une estimation précise du trafic VUL en voyageurs*km que d'évaluer l'impact d'une approche fine et actualisée du taux d'occupation sur l'estimation de la circulation. Dans cette approche, il est logique d'utiliser le même taux d'occupation pour les VUL que pour les VP.

déplacements effectués par les personnes de 6 ans ou plus, ce qui constitue déjà une différence avec la première source qui est censée couvrir l'ensemble du transport intérieur de voyageurs.

Retrouve-t-on cet écart si l'on compare cette fois-ci la circulation en voiture (VP + VUL) estimée à partir de l'ENTD et le bilan de la circulation pour ces deux catégories de véhicules ?

À l'inverse de l'ENTD, dans les Comptes des Transports de la Nation, c'est la circulation qui est d'abord estimée (en véh*km). Cette estimation s'appuie sur différentes sources (panel de véhicules détenus par les résidents de France métropolitaine, parc automobile, livraisons de carburant, ...) mises en cohérence dans le cadre d'un arbitrage. L'estimation de la circulation des Voitures Particulières (VP) s'élève ainsi à 393,9 G. véh*km (bilan de la circulation). L'estimation de la circulation des Véhicules Utilitaires Légers (VUL) représente quant à elle 92 G. véh*km, soit environ un quart de la circulation VP¹³. La circulation totale VP + VUL s'élève donc à 485,9 G. véh*km.

Dans l'ENTD, pour obtenir une estimation comparable, il faut cumuler les circulations engendrées par les déplacements locaux et à longue distance. On applique donc aux déplacements locaux la même méthode que celle utilisée pour estimer la circulation engendrée par les déplacements à longue distance, à savoir :

- pour les déplacements de retour au domicile, on remplace le motif "retour au domicile" par le motif du déplacement aller, encore appelé "motif à l'origine" pour le déplacement retour ;
- on affecte aux déplacements locaux dont le mode principal est la voiture un taux d'occupation segmenté sur la base du motif et de la distance du déplacement, et on l'applique à la distance totale parcourue au cours du déplacement.

Cette méthode ne conduit pas a priori à une trop grande approximation en raison de la très faible part de déplacements multimodaux au sein des déplacements locaux. On peut ainsi estimer la circulation en voiture engendrée par les déplacements locaux à 294,6 G. véh*km. La circulation en voiture engendrée par les déplacements à longue distance ayant été estimée à 86,7 G. véh*km, on parvient à une estimation de la circulation totale des véhicules particuliers à 381,3 G. véh*km. Exprimée en véhicules*km, l'estimation de la circulation en voiture à partir de l'ENTD est par conséquent inférieure de 21,5 % à celle du bilan de la circulation.

L'écart en termes de circulation routière demeure donc substantiel, mais cependant moins considérable que pour le transport de voyageurs. L'application des taux d'occupation utilisés respectivement dans les Comptes des Transports de la Nation et dans l'ENTD sur la base de la segmentation que nous avons définie, amplifie donc l'écart entre les deux estimations lorsque l'on passe des véhicules*km aux voyageurs*km. Cela s'explique par l'écart sur le taux d'occupation moyen pondéré, plus élevé dans les Comptes des Transports de la Nation (1,83) que celui qui résulte de l'estimation et l'application de taux d'occupation désagrégés et segmentés à partir de la nouvelle ENTD (1,59).

L'écart entre les deux sources pour l'estimation de la circulation ou du transport de voyageurs semble donc être issu en partie d'une différence dans les données, dont l'explication nécessiterait sans doute des investigations plus approfondies. Néanmoins, le choix de la méthode utilisée pour estimer le taux d'occupation ne semble pas indifférent. Le fait d'utiliser un taux d'occupation segmenté et actualisé calculé de manière désagrégée à partir de la dernière ENTD conduit ainsi à réduire de 10 points l'écart entre les deux estimations. En utilisant ce taux d'occupation pour convertir les voyageurs*km issus de l'ENTD en véhicules*km, on trouve une estimation plus proche de celle du bilan de la circulation qu'en appliquant, à l'inverse, un taux d'occupation constant dans le temps, non segmenté et global, issue de la précédente enquête, pour convertir des véhicules*km en voyageurs*km dans les Comptes des Transports de la Nation. Dans les Comptes des Transports de la Nation, un taux d'occupation constant de 1,83 a été appliqué depuis 1994 pour convertir en voyageurs*km les circulations initialement exprimées en véhicules*km. L'application de ce taux d'occupation conduit vraisemblablement à surestimer la demande de transport en voitures, exprimée en voyageurs*km. Elle ne tient pas compte, en effet, de la baisse du taux d'occupation moyen, qui résulte à la fois de l'évolution de la typologie des déplacements, et de la baisse du taux d'occupation constatée pour tous les types de déplacements (à l'exception des déplacements liés au travail pour lesquels il demeure stable). Compte tenu de la description à la fois plus récente et plus précise des taux d'occupation dans l'ENTD, ces résultats semblent militer pour une réévaluation périodique du taux d'occupation moyen utilisé dans les Comptes des Transports de la Nation, à une échéance plus rapprochée que celle qui sépare deux enquêtes successives.

¹³ La proportion de la circulation routière due aux VUL est donc loin d'être négligeable, si l'on considère à la fois les usages personnels et professionnels de ces véhicules.

Une différence considérable subsiste malgré tout entre les deux enquêtes. Une explication plausible pourrait être une sous-estimation des déplacements effectués avec les véhicules professionnels non mis à disposition du ménage, qui seraient moins bien approchés par ce type d'enquête qu'au travers du panel ParcAuto (SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ÉTUDES PAR SONDAGES (SOFRES) – Institut National de la Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS) - Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) - Comité des Constructeurs Français d'Automobiles (CCFA) - Fédération Française des Sociétés d'Assurance (FFSA) - Direction de la Sécurité et de la Circulation Routières (DSCR)), par exemple, qui enquête directement sur l'utilisation des véhicules, tant personnels que professionnels. Ici, on considère au contraire les déplacements des individus, dont une partie est réalisée par des véhicules mis à disposition des ménages, et une partie par des véhicules extérieurs aux ménages, qui peuvent être personnels ou professionnels. L'usage des véhicules professionnels pourrait être moins bien pris en compte de cette manière car on considère l'usage qui en est fait par la personne enquêtée mais non l'usage global de ces véhicules qui peut être plus important car ils sont généralement utilisés par de nombreuses personnes.

Ainsi, si l'on considère les déplacements pour motifs professionnels avec des véhicules extérieurs au ménage dans l'ENTD (en supposant la part de la longue distance constante sur ce type de déplacements), on arriverait à une estimation de 33,5 G. véh*km. On peut essayer de produire une estimation exogène à laquelle comparer cette estimation. Le parc extérieur aux ménages peut être estimé à 3,5 millions de véhicules dans le panel ParcAuto. Par ailleurs, le parc VUL à usage strictement professionnel peut être estimé à 3,1 millions de véhicules (source : enquête VUL 2006) et le parcours moyen d'un VUL professionnel à 18 400 km. En appliquant pour simplifier ce ratio de parcours moyen à l'ensemble du parc extérieur aux ménages (on fait l'approximation que l'ensemble du parc professionnel est constitué de VUL), on obtiendrait une circulation des véhicules à usage strictement professionnel nettement plus importante, de 64,4 G. véh*km. Ces estimations restent fragiles, compte tenu des différences de construction entre les deux sources, mais elles semblent accréditer l'hypothèse selon laquelle une partie de l'écart entre les deux sources pourrait s'expliquer par le trafic professionnel. Ces flux sont en effet marginaux dans l'ENTD et ne correspondent pas au cœur de cible de l'enquête qui vise plutôt à connaître les pratiques des ménages en matière de mobilité.

Circulation ferroviaire : ENTD et données SNCF publiées dans le rapport 2008 à la Commission des Comptes des Transports de la Nation (CCTN)

Comparons à présent les estimations de trafic ferroviaire issues de l'ENTD avec des données externes. On considèrera, en particulier, les données de la SNCF publiées dans le rapport 2008 à la Commission des Comptes des Transports de la Nation (CCTN) [7], pour travailler sur la même période. D'après ce rapport, le transport intérieur de voyageurs par le fer s'élevait à 98,3 G. voy*km en 2008, dont 85 G. voy*km pour la SNCF, 50,6 G. voy*km pour le seul TGV, et 12,3 G. voy*km pour la RATP (Régie Autonome des Transports Parisiens). Une partie de ce trafic, cependant, n'est pas issue de déplacements à longue distance, en particulier la circulation sur le réseau RATP et une partie de la circulation sur le réseau ferroviaire de la SNCF.

D'après ces mêmes données, le transport ferroviaire intérieur sur le réseau TGV et le reste du réseau SNCF, hors réseau Ile-de-France, qui peut être assimilé en première approche au trafic longue distance, représente environ 73,6 G. voy*km. Dans l'ENTD, la demande de transport ferroviaire engendrée par les déplacements à longue distance s'élève à 46,3 G. voy*km avec la méthode de décomposition des déplacements multimodaux. L'estimation obtenue à partir de l'ENTD est donc inférieure de 33,9 % à celle de la SNCF. Une partie de la différence provient vraisemblablement de la différence de champ. En premier lieu, il faudrait pouvoir estimer la part du trafic ferroviaire due aux déplacements locaux, la notion de "longue distance" dans le trafic ferroviaire étant définie par réseaux et non selon un critère de distance. Néanmoins, d'après l'ENTD, les déplacements en train à l'échelle locale (moins de 80 km), hors RER (Réseau Express Régional) et train de banlieue SNCF, n'engendrent qu'une circulation de 3,8 G. voy*km. On voit donc qu'en dehors de l'Ile-de-France les déplacements en train à l'échelle locale sont marginaux. En ajoutant ces déplacements, l'estimation de la demande de transport ferroviaire des résidents obtenue à partir de l'ENTD passe à 50,1 G. voy*km. Elle se rapproche donc un peu de l'estimation SNCF mais en demeure tout de même encore assez éloignée.

Une autre différence de champ est que le trafic intérieur de voyageurs mesuré par la SNCF inclut les voyages en France de personnes résidant à l'étranger, qui ne sont pas comptabilisés dans l'ENTD, ainsi que les voyages effectués par les personnes âgées de moins de 6 ans. Ce volet de la demande de transport peut n'être pas complètement négligeable, la France demeurant la première destination touristique internationale ainsi qu'un territoire d'implantation privilégié pour les résidences secondaires. Néanmoins, ces différences ne paraissent pas à première vue (sous réserve d'une évaluation plus précise) pouvoir expliquer entièrement les écarts constatés qui sont extrêmement élevés.

Une autre hypothèse serait que les voyages effectués en train par les personnes les plus mobiles sont sous-estimés par l'ENTD, soit qu'une partie de ces voyages serait omise par les personnes enquêtées, soit que la population la plus mobile

par les modes alternatifs à la voiture serait sous-représentée dans l'échantillon. On peut aussi émettre une autre hypothèse qui est liée à la définition d'un déplacement pour la SNCF, qui diffère de celle utilisée dans l'ENTD. Un déplacement, pour la SNCF, est en effet comptabilisé à travers l'émission d'un billet. Or, il y a vraisemblablement plus de billets émis que de déplacements au sens de l'ENTD. Un déplacement au sens de l'ENTD, en effet, est lié à un motif et peut impliquer l'enchaînement de plusieurs modes. Il peut aussi donner lieu à l'émission de plusieurs billets, par exemple en cas d'enchaînement d'un TGV (Train à Grande Vitesse) et d'un TER (Train Express Régional). Certains billets, par ailleurs, peuvent être perdus pour l'usager lorsqu'ils ne sont ni échangeables ni remboursables, et ne donnent alors lieu à aucun déplacement. Enfin, on ignore de quelle manière les billets sont comptabilisés en cas d'annulation ou de remboursement, dans le système billettique de la SNCF. Une troisième hypothèse porte sur la manière d'estimer les distances parcourues dans les deux méthodes, ainsi que sur la définition du trafic à longue distance. Il se peut que la distance déclarée estime à la baisse la distance réellement parcourue dans les cas d'interconnexion.

Il n'est pas surprenant que les résultats divergent dans la mesure où les sources, les méthodes et les définitions (déplacements, longue distance, système billettique et enquête, ...) diffèrent. Un travail d'approfondissement avec la SNCF et/ou RFF (Réseau Ferré de France) serait souhaitable pour mieux comprendre les causes de divergences possibles entre l'enquête et les données des opérateurs.

Circulation aérienne : ENTD et données DGAC (publiées dans le rapport 2008 à la CCTN)

D'après l'ENTD, la circulation aérienne engendrée par les résidents de France métropolitaine pouvait être estimée à 101,1 G. voy*km en 2008, avec la méthode d'affectation au mode principal, et 97 G. voy*km, avec la méthode de décomposition des déplacements multimodaux.

Toujours en utilisant les poids des déplacements, on peut d'autre part estimer, d'après l'ENTD, le nombre de passagers sur les vols intra-métropolitains, à 11,1 millions. Cette demande de transport à longue distance sur les vols intra-métropolitains, d'après l'ENTD, est inférieure de moitié à l'estimation de la demande de transport aérien intra-métropolitain (origine et destination en métropole) qui représente, d'après les données communiquées par la DGAC à la CCTN, 22,7 millions de passagers. Une raison plausible de cet écart pourrait être une part élevée de déplacements effectués par les non-résidents sur les vols intérieurs. En raison de l'internationalisation du transport aérien, en effet, environ la moitié du trafic aérien de la France est le fait des ménages étrangers [8].

D'après l'ENTD, le trafic aérien intérieur (aéroport d'origine et aéroport de destination situés en métropole) engendré par les vols longue distance des résidents de France métropolitaine est estimé à 8,7 G. voy*km, une estimation nettement inférieure à celle de la DGAC qui porte le transport aérien intérieur de voyageurs à 13,1 G. voy*km. Néanmoins, ici encore, les estimations ne sont pas directement comparables. Le transport aérien intérieur de voyageurs inclut en effet l'ensemble de la demande au départ des aéroports de métropole et à destination des aéroports de métropole, donc également la demande des non-résidents, et en particulier des étrangers ou des Français expatriés à l'étranger séjournant temporairement en France, ainsi que des étrangers qui disposent en France d'une résidence secondaire (la notion de résident dans l'ENTD est liée à celle de résidence principale), ce qui peut expliquer une partie de l'écart, la demande internationale représentant une grande partie du transport aérien, y compris sur les liaisons intérieures. Il est donc cohérent que le chiffre de l'ENTD soit inférieur à celui de la DGAC, mais on ne sait pas a priori si l'ordre de grandeur de la différence est cohérent. Il faudrait pour cela disposer d'informations plus précises sur la part des voyages et des circulations au départ des aéroports de France métropolitaine, effectuée par les non-résidents.

Comme pour les données ferroviaires, une comparaison plus précise des méthodologies et des résultats obtenus permettrait de contribuer à améliorer les estimations issues de l'ENTD sur les déplacements par les modes non routiers.

Encadré 4 : L'utilisation du GPS pour mesurer la mobilité dans les enquêtes ménages

L'utilisation du GPS dans les enquêtes ménages, soit dans une perspective de complémentarité, soit de substitution aux enquêtes papier, est encore à l'état d'étude. Diverses expériences de collectes de données par GPS sont en cours dans plusieurs pays. Le GPS offre des avantages en termes de coûts, de fiabilité et de précision du recueil des données descriptives des déplacements (durées, distances, localisations, itinéraires, vitesses, ...). Il demande de plus un moindre investissement de la part des personnes enquêtées, en particulier dans le cas des GPS dits " passifs", et permet de collecter les données sur plusieurs jours d'affilée, alors que dans les enquêtes classiques on se contente généralement d'interroger les personnes enquêtées sur les déplacements de la veille. Les performances croissantes et les coûts décroissants des GPS en font donc un outil de plus en plus intéressant. Néanmoins, certaines informations ne peuvent pas être collectées directement et nécessitent d'être reconstituées à l'aide d'algorithmes. La comparaison aux données déclaratives montre que si les modes sont de mieux en mieux reconstitués, en revanche la simulation des motifs demeure problématique. De plus, un grand nombre d'informations socio-démographiques très utiles à l'analyse ne peuvent être collectées par ce moyen. Les expérimentations actuelles semblent donc suggérer une utilisation complémentaire aux enquêtes classiques plutôt qu'une substitution. Une expérience menée en Autriche [6] montrait un écart d'environ 15 % entre la mobilité déclarée et la mobilité recueillie par GPS. Ces résultats demanderaient à être confortés sur des terrains diversifiés, mais ils suggèrent cependant que l'oubli de certains déplacements pourrait expliquer une partie de l'écart entre l'ENTD et les comptes des Transports de la Nation.

Conclusion et perspectives

Dans cette note, on s'est attaché à étudier la possibilité d'utiliser l'ENTD pour estimer la demande de transport et les circulations par les principaux modes utilisés pour les déplacements à longue distance, bien que ce ne soit pas le premier objectif de l'enquête, qui est avant tout de connaître les pratiques de mobilité. Dans cette analyse, nous avons successivement envisagé plusieurs aspects de cette question :

- la décomposition de la demande de transport et de la circulation routière selon quatre facteurs : population, mobilité, distance des déplacements, et occupation des véhicules ;
- la sensibilité des estimations à des méthodes alternatives : choix des distances, répartition de la distance des déplacements entre les modes ;
- l'étude détaillée des taux d'occupation, et la finesse des taux d'occupation utilisés pour changer d'agrégat statistique : voyageurs*km ou véhicules*km ;
- la comparaison des résultats obtenus avec d'autres sources, plus précisément ici les Comptes des Transports de la Nation et le bilan de la circulation, ainsi que les hypothèses et perspectives qui en découlent.

Pour l'ensemble des modes, la croissance de la demande de transport entre 1994 et 2008 apparaît comme le résultat de deux dynamiques : la croissance démographique (6 points de croissance), et l'intensité moyenne de la mobilité à longue distance, qui progresse plus rapidement (en progression relative) pour le train et l'avion que pour la voiture. Les distances parcourues, en revanche, ne progressent pas, voire reculent légèrement. Dans le cas de la voiture, l'occupation des véhicules recule, ce qui contribue à hauteur de 3 points à la croissance des circulations à longue distance, dès lors que l'on adopte une approche fine du taux d'occupation.

On étudie ensuite la sensibilité de l'estimation de la répartition modale de la demande de transports à une méthode alternative où, au lieu d'affecter l'ensemble de la distance du déplacement au mode principal, on tient compte de la succession des modes utilisés au cours des déplacements multimodaux, qui représentent environ 20 % des déplacements à longue distance. La distance des déplacements multimodaux est alors répartie à l'aide de règles en partie conventionnelles, entre les modes successivement utilisés. Cette nouvelle méthode aboutit à une estimation plus élevée de la circulation routière des véhicules particuliers et, à l'inverse, une circulation ferroviaire et aérienne réduite. Ce résultat tient au fait qu'au sein des déplacements multimodaux, la voiture est plus souvent utilisée comme mode de rabattement, alors qu'à l'inverse le train et l'avion constituent en général le mode principal. Les règles de répartition de la distance des déplacements multimodaux ont été reprises de ratios établis sur la base de l'enquête 1994. On pourrait discuter ces règles, s'interroger sur leur stabilité dans le temps, chercher à mieux connaître les déplacements multimodaux. Il est

vraisemblable, toutefois, que l'impact d'une prise en compte plus précise des distances des modes de rabattement sur l'estimation de la demande de transport par mode soit extrêmement marginale, au regard de la grande stabilité dans le temps de la part des déplacements multimodaux et des combinaisons multimodales aussi bien pour les déplacements locaux qu'à longue distance. En appliquant des règles alternatives de répartition de la distance des déplacements multimodaux, minimisant ou maximisant la part dévolue aux modes routiers de rabattement, on peut toutefois évaluer les niveaux d'incertitudes sur les estimations de la demande de transport par mode, liées à la connaissance imparfaite des déplacements multimodaux. En termes relatifs, celle-ci apparaît plus importante pour les modes collectifs que pour la voiture.

Le calcul et la mesure des taux d'occupation des véhicules constituent un aspect essentiel de l'estimation des circulations routières. On peut avoir une approche plus ou moins fine de ce paramètre. Dans cette étude, on a pris le parti d'étudier de manière détaillée les valeurs des taux d'occupation, à partir du carnet-véhicule. Le taux d'occupation peut être estimé à partir du nombre de personnes participant au déplacement. Deux facteurs essentiels ont une influence manifeste sur le taux d'occupation : le motif et la distance du déplacement. En règle générale, à l'exception des déplacements pour motifs professionnels, les taux d'occupation augmentent avec la distance parcourue. Par ailleurs, le motif a lui-même une influence sur la valeur du taux d'occupation : les taux d'occupation pour motifs personnels, et en particulier pour motifs de loisirs, sont nettement plus élevés que les taux correspondant aux motifs professionnels. A partir de cette étude, on a construit une typologie de déplacements empirique sur la base du motif et de la distance de déplacement, correspondant à des taux d'occupation homogènes. Par ailleurs, le taux d'occupation n'est pas stable dans le temps mais diminue, ce qui reflète l'individualisation de la conduite accompagnant l'accroissement de la motorisation des ménages. Ce fait constitue un facteur additionnel de croissance de la circulation routière.

En appliquant ces taux d'occupation segmentés aux déplacements de l'ENTD, on peut convertir les agrégats statistiques de façon désagrégée, en tenant compte du motif et de la distance des déplacements, puis ré-agréger le résultat de la conversion. Cette méthode permet de produire des estimations de la circulation en voiture en véhicules*km, pouvant être comparées aux estimations provenant du bilan de la circulation. Il est nécessaire, toutefois, pour produire une estimation comparable, d'agréger les déplacements locaux et à longue distance. On applique les taux d'occupation désagrégés à la distance parcourue en voiture au cours de chaque déplacement, en tenant compte de la décomposition multimodale des déplacements à longue distance. Pour les déplacements locaux, en revanche, on se contente d'utiliser l'affectation de la distance au mode principal, ce qui constitue une approximation suffisante, compte tenu de la très faible proportion de déplacements multimodaux au sein des déplacements locaux.

L'estimation du volume de trafic voiture en voyageurs*km, à partir de l'ENTD, conduit à des résultats très inférieurs à ceux des Comptes des Transports de la Nation, en revanche les résultats se rapprochent davantage, en véhicules*km, de ceux du bilan de la circulation, après application des taux d'occupation désagrégés. Or, les Comptes des Transports de la Nation procèdent de manière inverse, en estimant d'abord une circulation en véhicules*km à partir des parcours moyens effectués par les véhicules et des consommations de carburant à l'échelle nationale, puis en convertissant ce résultat en voyageurs*km. Ce résultat nous a conduit à émettre l'hypothèse qu'une partie de l'écart entre les deux estimations provenait d'une insuffisante prise en compte, par la méthode utilisée dans les Comptes des Transports de la Nation, d'une part de la variabilité du taux d'occupation selon le type de déplacement, d'autre part de son évolution dans le temps. La méthode utilisée dans ces comptes, en effet, postule un taux d'occupation constant dans le temps et homogène, c'est-à-dire indépendant des caractéristiques des déplacements, un taux qui a été estimé sur le fondement de l'enquête de 1994. Il est vraisemblable que l'application d'un taux d'occupation moyen trop élevé conduise à surestimer la demande de transport des véhicules particuliers, exprimée en voyageurs*km, dans les Comptes des Transports de la Nation. La baisse du taux d'occupation semble essentiellement pouvoir s'expliquer par l'accroissement de la motorisation des ménages, motivée par le besoin d'autonomie individuelle pour effectuer les déplacements pour motifs personnels. La méthode utilisée dans les Comptes des Transports de la Nation serait sans doute perfectible en réévaluant un taux d'occupation moyen sur une périodicité plus rapprochée que celle qui sépare les deux enquêtes et en prenant éventuellement en compte des informations sur la structure du trafic par types de déplacements.

L'estimation de la demande de transport ferroviaire conduit aussi à mettre en évidence des décalages importants par rapport aux estimations de la SNCF. Les estimations de la circulation ferroviaire issues de l'ENTD sont nettement plus faibles que celles de la SNCF. Cet écart demeure pour l'instant mal expliqué. Une partie de la différence tient sans doute aux champs respectifs des deux sources qui diffèrent ; une autre partie à la définition des déplacements et à la manière de les comptabiliser dans l'ENTD et dans le système billettique de la SNCF ; enfin une troisième partie tient peut-être à une sous-estimation par l'ENTD des déplacements effectués par les personnes voyageant le plus fréquemment, notamment du fait des oublis, la mobilité ferroviaire à longue distance étant très inégalement répartie selon la position sociale. Néanmoins, cette comparaison nécessiterait un travail plus approfondi, en collaboration avec la SNCF et/ou RFF.

Les données aériennes ne sont pas directement comparables, et un approfondissement serait également souhaitable pour évaluer la cohérence des estimations produites. A l'heure actuelle, on ne peut qu'émettre quelques hypothèses dont la validité ne pourra être confirmée ou infirmée sans un travail technique collaboratif, vraisemblablement long et complexe, entre les différents producteurs de données. Ce travail de mise en cohérence ou du moins de compréhension des divergences entre les sources sur les différents modes paraît cependant souhaitable : par fertilisation croisée, il permettrait de dégager des pistes pour améliorer ou affiner les méthodes de redressement utilisées dans les différentes méthodes d'estimation des trafics.

Outre les efforts souhaitables de coopération entre producteurs et utilisateurs de données, il semblerait judicieux de développer une réflexion sur les indicateurs de distances les plus pertinents pour reconstituer la demande de transport à partir d'enquêtes ménages. Des distances déclaratives sembleraient a priori plus adaptées à cet objectif que des distances basées sur un critère d'optimisation d'itinéraire en temps ou en distance, qui conduisent à sous-estimer les distances réellement parcourues. La préservation du postulat simplificateur d'un individu "rationnel", très utile en modélisation, implique vraisemblablement de réfléchir à des critères d'optimisation plus complets et réalistes, tenant notamment compte des préoccupations des individus en termes de confort d'usage et de qualité de service, mais aussi de la variabilité de la valeur du temps selon le type d'usager et le motif du déplacement. Enfin, l'oubli de certains déplacements dans les enquêtes déclaratives peut aussi expliquer une partie des écarts observés, ainsi que le suggèrent les données recueillies par GPS.

Références

- [1] "Mobilité individuelle, émissions polluantes et consommation d'énergie - méthodologie de calcul du BETEL dans le cas des transports", Jean-Pierre NICOLAS, CIRED - LET - LTMU, Juillet 2004.
- [2] "Evolution des volumes et des caractéristiques des voyages à longue distance", Richard GRIMAL, note d'information n°2, série "Mobilités à longue distance", Sétra, Avril 2010.
- [3] "Des ménages toujours plus petits - projections de ménages pour la France métropolitaine à l'horizon 2030", Alain JACQUOT, INSEE Première n°2006, Octobre 2006.
- [4] "Des mobilités au pluriel, des dynamiques divergentes", Richard GRIMAL, note d'information n°3, série "Mobilités à longue distance", Sétra, Juin 2010.
- [5] "Mobilité à longue distance : plus de voyages s'effectuent en train, mais les seniors restent adeptes de la voiture", Richard GRIMAL, in "La mobilité des Français - panorama de l'enquête nationale transports et déplacements 2008", Revue du CGDD, Décembre 2010.
- [6] "L'introduction du GPS dans les EMD : quelle perspective au regard des exemples étrangers", Nicolas MERLE, présentation aux journées transport du RST, Juin 2011.
- [7] "Les comptes des transports en 2008 - tome 1", collection Références, Commissariat Général au Développement Durable (CGDD), Juin 2009.
- [8] "L'avion : des voyages toujours plus nombreux et plus lointains", Elizabeth BOUFFARD - SAVARY, in "La mobilité des Français - panorama de l'enquête nationale transports et déplacements 2008", Revue du CGDD, Décembre 2010.
- [9] "Introduction à l'Enquête Nationale Transports et Déplacements", Richard GRIMAL, note d'information n°1, série "Mobilités à longue distance", Sétra, Avril 2010.
- [10] "Motorisation et mobilité : des comportements plus rationnels ? », note d'information n°4, série "Mobilités à longue distance", Sétra, Septembre 2010.

Rédacteur

Richard GRIMAL – Sétra
téléphone : 33 (0)1 46 11 34 65 – télécopie : 33 (0)3 83 18 41 00
mél : richard.grimal@developpement-durable.gouv.fr

Renseignements techniques

Richard GRIMAL – Sétra

À l'heure où la volonté de maîtriser les émissions de gaz à effet de serre et les nuisances liées aux transports est de plus en plus forte, l'observation et la compréhension des comportements de mobilité deviennent essentielles. Le succès des objectifs ambitieux de la puissance publique dépend en effet en partie de la capacité à mieux comprendre les déterminants des comportements de mobilité individuelle, de façon à inventer des réponses de compromis intelligentes, permettant de concilier les enjeux collectifs liés au changement climatique et à la maîtrise de la demande énergétique avec la satisfaction des besoins de mobilité et l'évolution des modes de vie. C'est dans la possibilité de cette rencontre que se situent au moins en partie les marges de manœuvre pour décliner les impératifs du changement climatique en mesures économiquement efficaces et socialement acceptables.

C'est dans ce contexte que se situe la collection « Mobilités à grande distance ».

Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements
46, avenue Aristide Briand – BP 100 – 92225 Bagneux Cedex – France
téléphone : 33 (0)1 46 11 31 31 – télécopie : 33 (0)1 46 11 31 69

Document consultable et téléchargeable sur les sites web du Sétra :
• Internet : <http://www.setra.developpement-durable.gouv.fr>
• Intranet (Réseau du ministère) : <http://intra.setra.i2>

Ce document ne peut être vendu. La reproduction totale du document est libre de droits.
En cas de reproduction partielle, l'accord préalable du Sétra devra être demandé.
Référence : 1125w – ISRN : EQ-Sétra--11-ED08--FR

Le Sétra appartient
au Réseau Scientifique
et Technique
du MEDDTL

