



AUCAME
Caen Normandie

Novembre 2015

OBSERVATOIRE
MOBILITÉS

Novembre 2015

LES ÉMISSIONS DE POLLUANTS ET CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE DES DÉPLACEMENTS DANS LE CALVADOS



ENQUÊTE
MÉNAGES DÉPLACEMENTS



SOMMAIRE

Introduction	3
Méthodologie.....	4
Les chiffres clés	6
Le poids des modes dans les émissions	8
Zoom sur le parc automobile.....	10
Zoom sur les transports collectifs	11
Les émissions selon la portée des déplacements	12
L'impact du lieu de résidence	13
Les émissions selon les motifs.....	14
Les profils sociodémographiques « émetteurs »	15
La mobilité dans la consommation énergétique des ménages.....	16
Conclusion.....	18

La maîtrise d'ouvrage



Les exploitations réalisées dans ce document sont le fait de l'agence d'urbanisme de Caen Normandie Métropole et n'engagent pas la maîtrise d'ouvrage de l'enquête.

Les partenaires



Projet cofinancé par l'Union européenne



INTRODUCTION



Les conséquences de l'activité humaine sur le changement climatique et sur l'environnement de manière plus globale, sont indéniables aujourd'hui. En décembre 2015, la France accueille et préside la 21^e Conférence des parties de la Convention-cadre des Nations unies (COP21), conférence qui « doit aboutir à un nouvel accord international sur le climat » et d'engager les pays émetteurs dans une diminution de leurs empreintes carbone.

Les lois dites Grenelle 1 et 2 de l'environnement ont permis de renforcer la dimension environnementale des politiques publiques et projets d'aménagement, en systématisant les démarches d'évaluation environnementale. Elles visent à mesurer les conséquences sur l'environnement des projets, notamment en matière d'émissions de polluants, et à diminuer ces dernières.

Mais pour mieux réduire, il est primordial de bien connaître. C'est ici que toute la difficulté de l'exercice se pose. En effet, l'absence d'éléments ou de méthodes de quantification est aujourd'hui problématique dans ces processus d'évaluation.

Prévues par le Code de l'Environnement, les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) - Air C.O.M. pour la Calvados - sont en charge de mesurer les concentrations de polluants atmosphériques et ainsi évaluer la qualité de l'air localement. Il est toutefois très

difficile d'imputer ces mesures de polluants à leurs sources d'émissions anthropiques. Afin de mesurer directement l'impact de nos comportements de mobilité, le CEREMA avec l'aide de l'IFSTTAR et de l'Ademe, a développé un outil nommé Diagnostic Energie et Emissions de Mobilité (DEEM) qui, en tirant profit de la richesse d'informations d'une enquête ménages déplacements, estime les émissions de gaz à effet de serre et polluants atmosphériques de chacun des déplacements.

Le Calvados, territoire test du DEEM, a pu bénéficier de cet outil. L'analyse des données DEEM est l'objet de la présente publication, qui a pour but de quantifier les impacts des déplacements jusqu'ici analysés dans l'EMD, et d'identifier les facteurs de mobilité particulièrement émetteurs (Qui émet ? Comment ? Dans quel secteur ? Pour quel motif ?).

Cette exploitation de l'EMD sur les émissions de mobilité, vient compléter les cinq tomes jusqu'ici réalisés par l'AUCAME :

- *Les déplacements entre les pôles du Calvados*
- *Le stationnement dans l'agglomération de Caen la mer*
- *Les déplacements pour achats dans Caen la mer et le Calvados*
- *Les déplacements des habitants de Caen-Métropole*
- *La pratique de la marche dans le Calvados*

MÉTHODOLOGIE

Entre novembre 2010 et février 2011, deux enquêtes ont été réalisées simultanément, une à l'échelle de Caen la mer appelée Enquête Ménages Déplacements (EMD) et une à l'échelle du Calvados intitulée Enquête Ménages Déplacements Grand Territoire (EMDGT). Ces deux enquêtes recensent tous les déplacements des Calvadosiens fait un jour de semaine, offrant ainsi une vision exhaustive des comportements de mobilité.

Pour l'EMD, 5 688 personnes de 5 ans et plus résidant dans l'agglomération caennaise ont été enquêtées en «face à face» sur leurs déplacements de la veille. Pour l'EMDGT, 5 412 autres personnes, de 11 ans et plus cette fois-ci, ont été contactées par téléphone sur le reste du Calvados. Au total, la fusion des deux enquêtes donne un échantillon de près de 11 000 individus de 11 ans et plus dont les résultats, une fois redressés, reflètent les habitudes de déplacements des 576 005 Calvadosiens de 11 ans et plus.

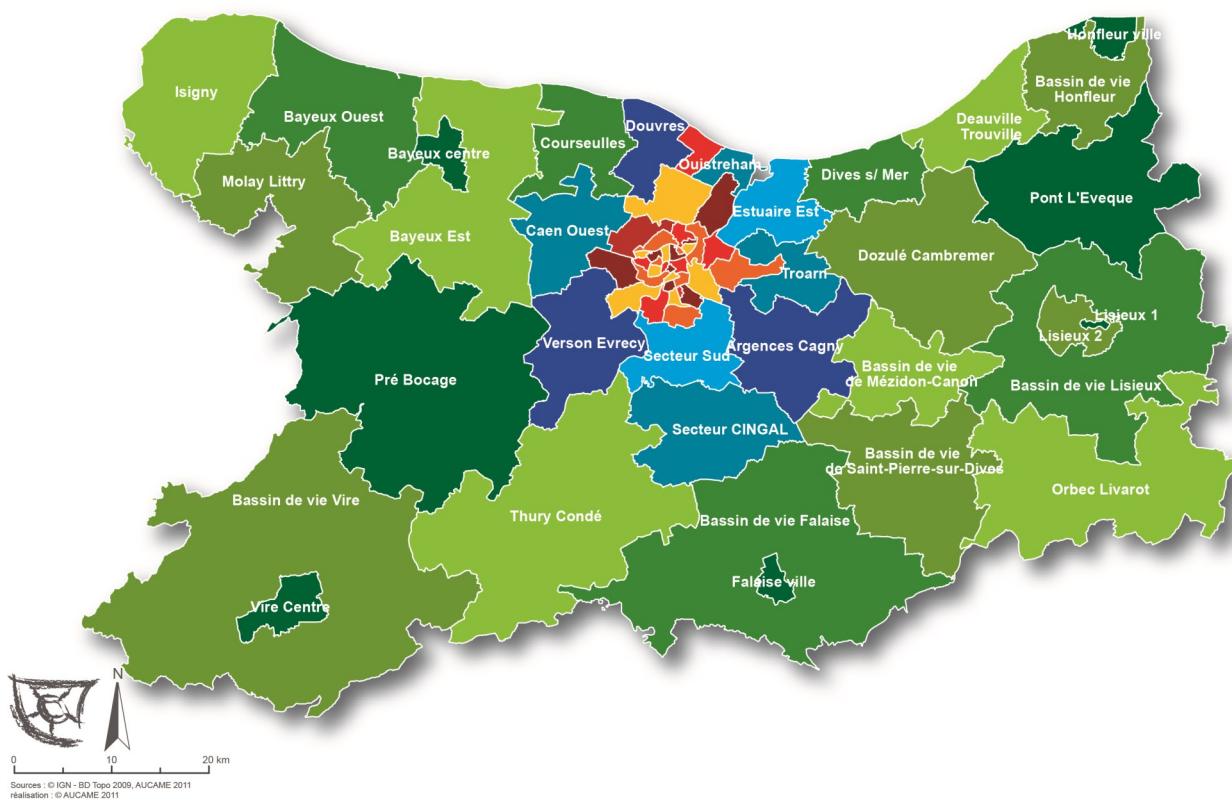
Ces deux enquêtes bénéficient du label «CERTU», label national qui offre la possibilité de comparer les résultats avec ceux des autres enquêtes,

identiquement labélisées et réalisées dans les autres agglomérations françaises. L'intérêt est double : voir dans quelle mesure les comportements observés sur le Calvados confirment ou non les tendances dégagées à l'échelle nationale et mesurer les évolutions de comportements sur le long terme.

Afin de s'assurer de la validité statistique des résultats, le territoire a été découpé en «secteurs de tirage» sur lesquels a été interrogé un échantillon minimum de ménages et personnes. Le secteur de tirage est donc la plus petite maille sur laquelle il est possible d'exploiter les données des enquêtes. On recense 67 secteurs de tirage sur tout le périmètre d'étude (34 sur l'agglomération-EMD et 33 pour le reste du département-EMDGT).

Ce dispositif a été complété par une troisième enquête faite par téléphone et renseignant sur les déplacements du week-end. 2 556 ménages, soit 3 000 personnes, ont été sollicités sur le département.

Le découpage du Calvados en secteurs de tirage de l'EMDGT



Depuis 2011, le CEREMA et l'IFSTTAR, avec l'aide de l'Ademe, travaillent à l'élaboration d'un outil, s'appuyant sur les données des enquêtes ménages déplacements, pour estimer les consommations énergétiques et les émissions liées à la mobilité des voyageurs. Il se nomme Diagnostic Energie et Emissions de Mobilité (DEEM) et a vocation à devenir un module complémentaire des EMD.

En vue d'une standardisation de l'outil, cette démarche expérimentale a été éprouvée sur les enquêtes de trois territoires tests : Amiens, Grenoble et Caen.

Pour cela, le DEEM s'appuie à la fois sur des données de l'enquête ménages (données du parc automobile, distance, vitesse, mode, date de déplacement), sur des données des réseaux de transports collectifs locaux (taux de remplissage, composition du parc, kilomètres par type de véhicules, etc.), ainsi que sur les facteurs d'émissions par type de véhicule issus du modèle COPERT 4.

A chaque trajet enregistré dans la base sont associés ses équivalents en consommation et émissions, offrant une bonne finesse des indicateurs environnementaux pour chacun des déplacements, notamment pour les déplacements multimodaux.

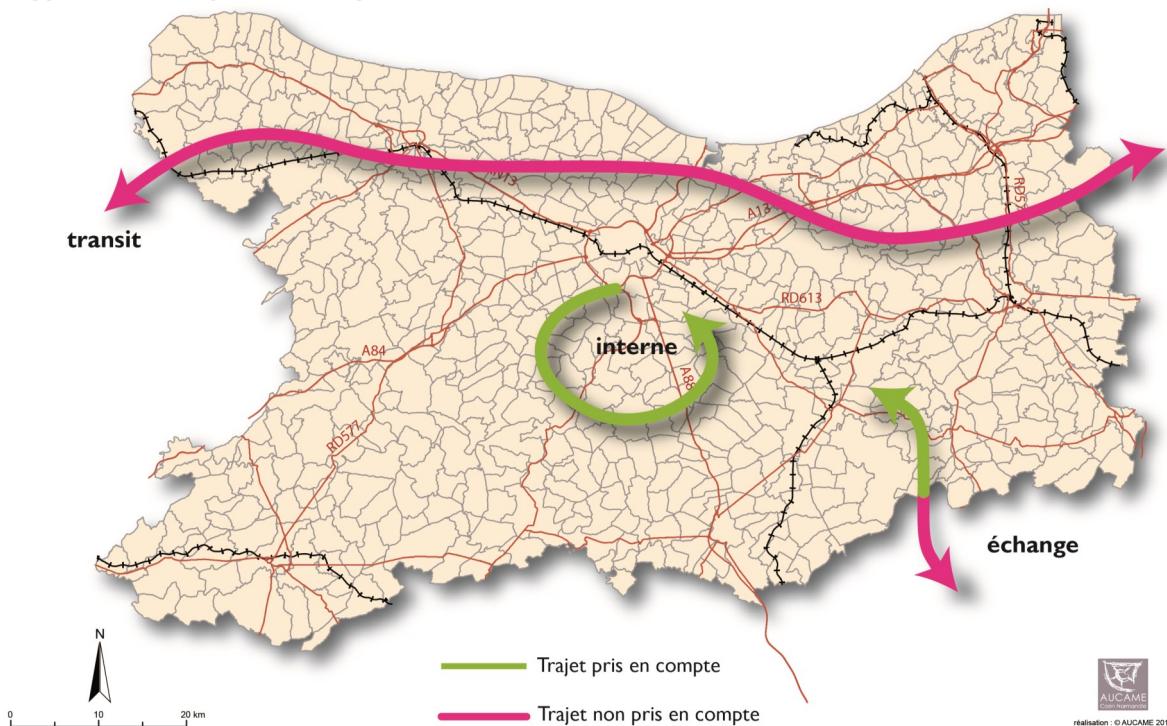
L'enquête ménages déplacements est ainsi enrichie des indicateurs environnementaux suivants :

- la consommation énergétique (exprimée en gramme équivalent pétrole, gep)
- les émissions de gaz à effet de serre (exprimées en gramme équivalent CO₂, geCO₂)
- les émissions de polluants atmosphériques, monoxyde de carbone (CO), oxydes d'azote (NO_x), composés organiques volatiles (COV), émissions de particules totales en suspension (PM) ; chacun exprimé en gramme (g).

Dans le cadre de cette première expérimentation, seules les émissions et consommations de la partie des déplacements effectuée à l'intérieur de l'aire d'enquête sont disponibles, ce qui prévaut pour les résultats de cette publication.

A terme, il est prévu dans le cadre des exploitations standards du CEREMA, d'avoir à la fois les émissions et consommations sur la partie interne à l'aire d'enquête, mais également, sur la partie des trajets externes, offrant des possibilités d'analyses territoriales mais aussi des analyses portant sur la mobilité totale des résidents.

Les types de trajet pris en compte dans le DEEM



LES CHIFFRES CLÉS

Selon l'EMDGT du Calvados réalisé en 2011, les 576 000 habitants du Calvados de 11 ans et plus effectuent chaque jour 2 243 000 déplacements. Réalisés en grande partie de façon motorisée, et plus particulièrement en voiture, cette mobilité a un impact avéré sur l'environnement, le cadre de vie et la santé des Calvadosiens.

Les chiffres clés de l'EMDGT Calvados 2011

Nombre de personnes (11 ans et +) **576 000**

Nombre de déplacements par jour **2 243 000**

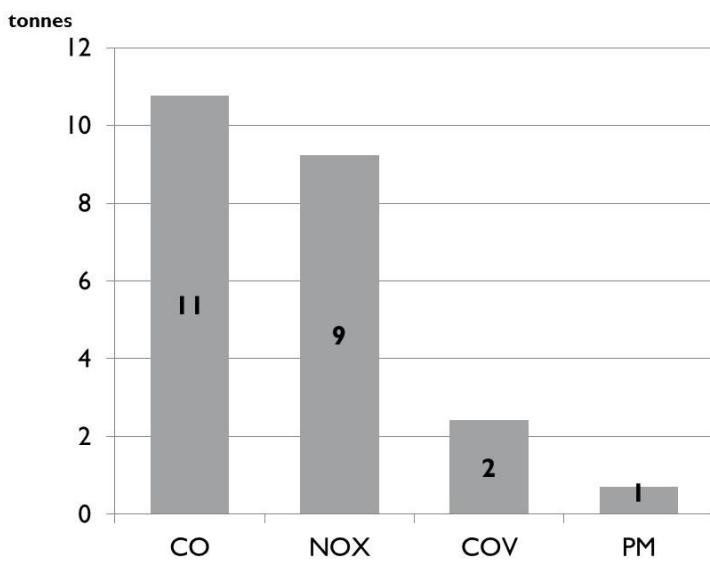
Nombre de kilomètres par jour **18 420 000**

Part modale voiture **67%**

Taux de mobilité **3,9**

Distance moyenne d'un déplacement (km) **8,2**

Les émissions totales quotidiennes de polluants atmosphériques dues aux déplacements des Calvadosiens



L'Ademe estime que le secteur des transports est le premier émetteur de CO2 avec 36% des émissions totales en 2013, et représente une part croissante de 32% de la consommation en énergie finale.

Le module DEEM de l'EMDGT permet d'estimer à la fois la consommation énergétique mais aussi les émissions liées à la mobilité des habitants du Calvados.

Concernant les émissions liées à la mobilité, le DEEM calcule les rejets des principaux polluants atmosphériques émis par les transports et qui résultent généralement d'une combustion incomplète des énergies fossiles ou de l'usure des composants du mode utilisé. On retrouve parmi ces polluants :

- les oxydes d'azote (NOx), dont la principale conséquence sur la santé est d'être un gaz irritant pour les bronches, particulièrement dangereux pour les personnes asthmatiques et les enfants. 9,2 tonnes de NOx sont émis chaque jour dans le Calvados par les déplacements de ses habitants.
- Le monoxyde de carbone (CO) est très dangereux pour la santé car il se fixe sur l'hémoglobine du sang à la place de l'oxygène et empêche la bonne oxygénation de l'organisme. On estime à 11 tonnes les émissions de CO par jour liées à la mobilité des Calvadosiens.
- Les composés organiques volatiles (COV) ont des effets divers sur la santé selon la nature du composé, allant d'une simple gène olfactive et respiratoire, à des effets mutagènes et cancérogènes. La mobilité des Calvadosiens émet 2,4 tonnes de COV quotidiennement.
- Les particules (PM) sont les polluants les plus nocifs pour la santé. Classées comme cancérogènes par l'Organisation mondiale de la santé en 2013, les particules pénètrent au cœur de l'arbre pulmonaire, pouvant irriter les voies respiratoires et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. 0,71 tonne de particules est émis chaque jour dans le cadre de la mobilité des Calvadosiens.

L'équivalent de 1,43 L de gazole est consommé chaque jour par un Calvadosien pour ses déplacements, pour une émission de GES moyenne de 4 300 geCO2 par habitant.

Hormis les particules, l'ensemble de ces polluants ont également des impacts environnementaux plus globaux, qu'ils interviennent dans la formation des pluies acides et de l'ozone troposphérique, ainsi que dans la formation de l'effet de serre, responsable du dérèglement climatique.

Les émissions liées aux transports sont parmi les principaux contributeurs à ce dérèglement climatique. Ainsi, dans le Calvados, les déplacements des habitants du département émettent 2 451 tonnes d'équivalent CO2 dans l'atmosphère quotidiennement.

En rapportant ces émissions à la population, 4 300 geCO2 sont émis en moyenne par chaque habitant du département dans le cadre de ses déplacements un jour de semaine. 133 geCO2 sont émis en moyenne par kilomètre parcouru, tous modes confondus.

En matière de consommation énergétique, les déplacements des Calvadosiens engendrent quotidiennement l'utilisation de 777 tonnes d'équivalent pétrole. On estime à 1 370 grammes d'équivalent pétrole consommés par habitant et par jour, soit l'équivalent de 1,43 litre de gazole.

Bilan des émissions de gaz à effet de serre (en eCO2)

Emissions par jour (en teCO2)	2 451
Emissions par habitant (en geCO2)	4 300
Emissions par kilomètre (en geCO2)	133

Bilan des consommations énergétiques

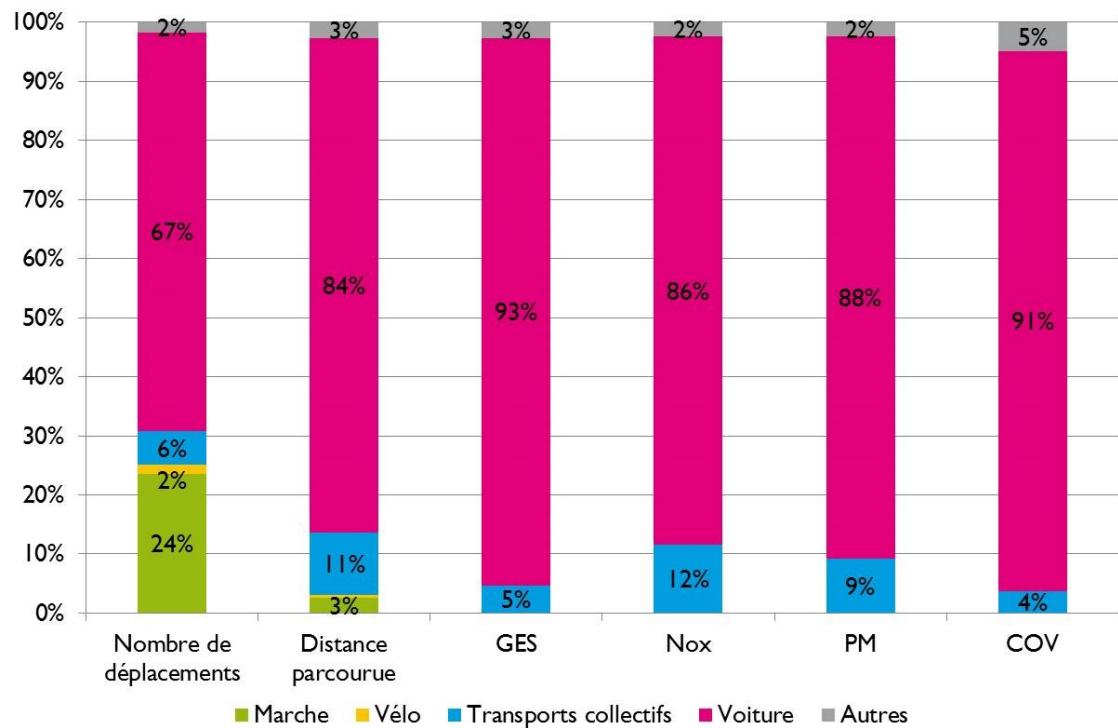
Consommation énergétique par jour (en tep)	777
Consommation énergétique par habitant (en gep) et par jour	1 370



Caen sous un nuage de pollution aux particules, le 18 mars 2015

LE POIDS DES MODES DANS LES ÉMISSIONS

Le poids des modes de déplacements dans la mobilité et ses émissions



Source : EMDGT Calvados 2011, 11 ans +

La voiture occupe un poids prépondérant dans la mobilité des Calvadosiens puisqu'elle représente 67% des déplacements et 84% des kilomètres parcourus. Ce poids est d'autant plus accentué lorsqu'on s'intéresse aux émissions de cette mobilité.

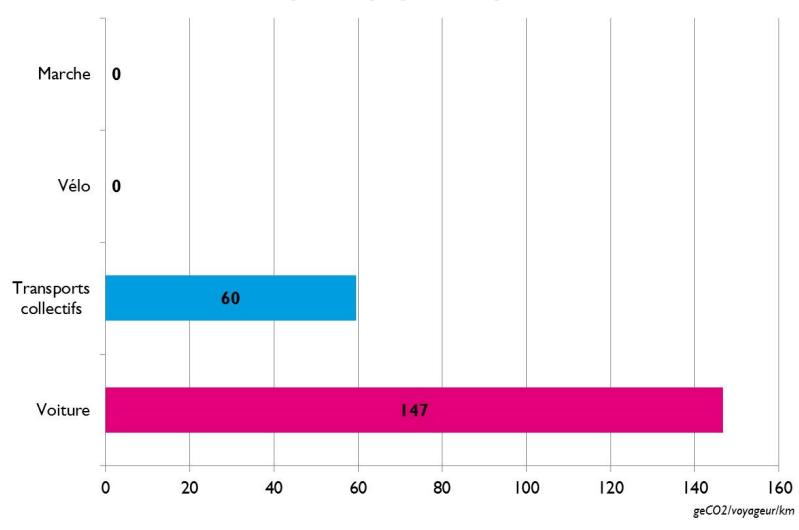
Ainsi, les déplacements des Calvadosiens faits en voiture sont responsables de 93% des émissions de gaz à effet de serre (GES) et entre 86% et 91% pour les autres polluants atmosphériques.

Les modes actifs étant par définition non motorisés, les transports collectifs, principalement le bus, sont le deuxième mode le plus émetteur, mais de façon bien moindre que la voiture. Ils ont surtout une responsabilité en matière de polluants atmosphériques, précisément NOx et PM.

En rapportant les émissions par mode à l'utilisation de

chacun d'eux, la voiture reste le mode de déplacement le plus polluant car on estime en moyenne à 178 geCO2 les émissions de GES d'un véhicule par kilomètre de déplacement et 147 geCO2 en prenant en compte le taux d'occupation des véhicules. La voiture est au moins deux fois plus émettrice au kilomètre que les transports collectifs.

Les émissions de GES par voyageur et par kilomètre



Source : EMDGT Calvados 2011, 11 ans +

93 % des émissions de GES sont le fruit des déplacements automobiles.

147 geCO2 de GES par km de déplacement par voyageur pour la voiture.

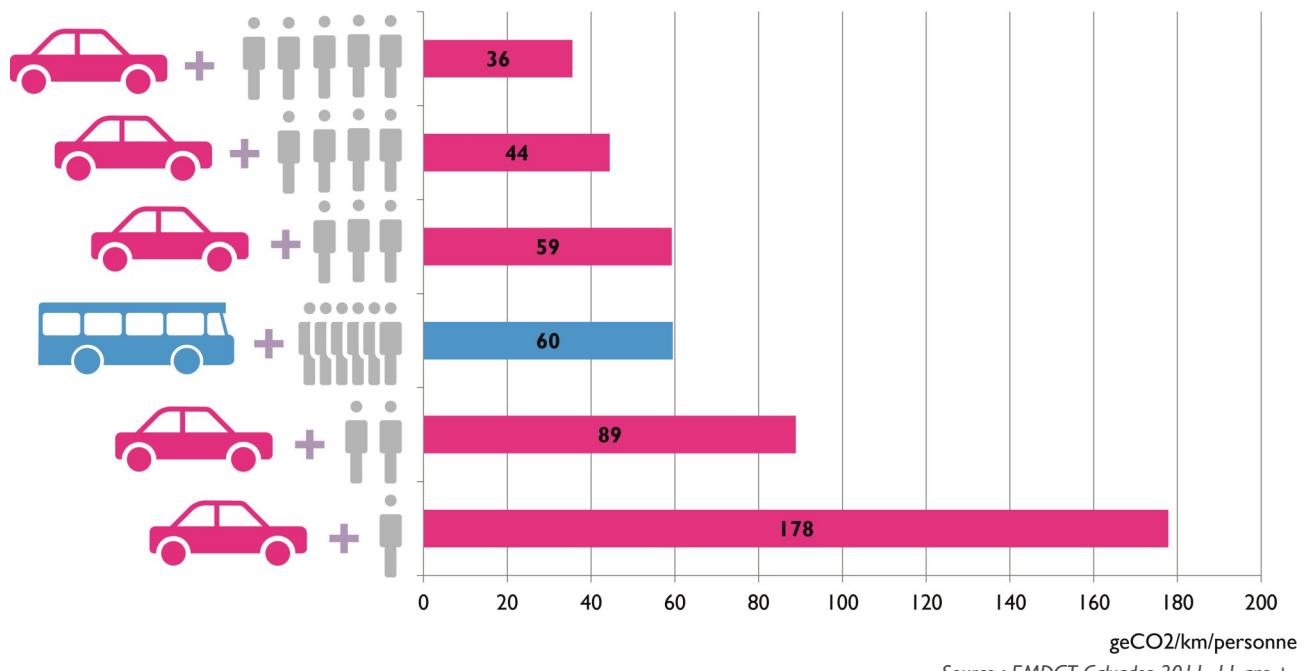
La pratique du covoiturage permet de faire de la voiture un mode concurrentiel en matière d'émissions de gaz à effet de serre puisque le taux d'émission de GES chute à 59 geCO2 par kilomètre par voyageur avec trois personnes à l'intérieur du véhicule, contre 60 geCO2 pour les transports collectifs, au taux de remplissage actuel des transports collectifs.

Mais la même logique s'applique pour le transport collectif si on arrive à augmenter la fréquentation des réseaux urbains et interurbains dans le département avec l'offre actuelle.



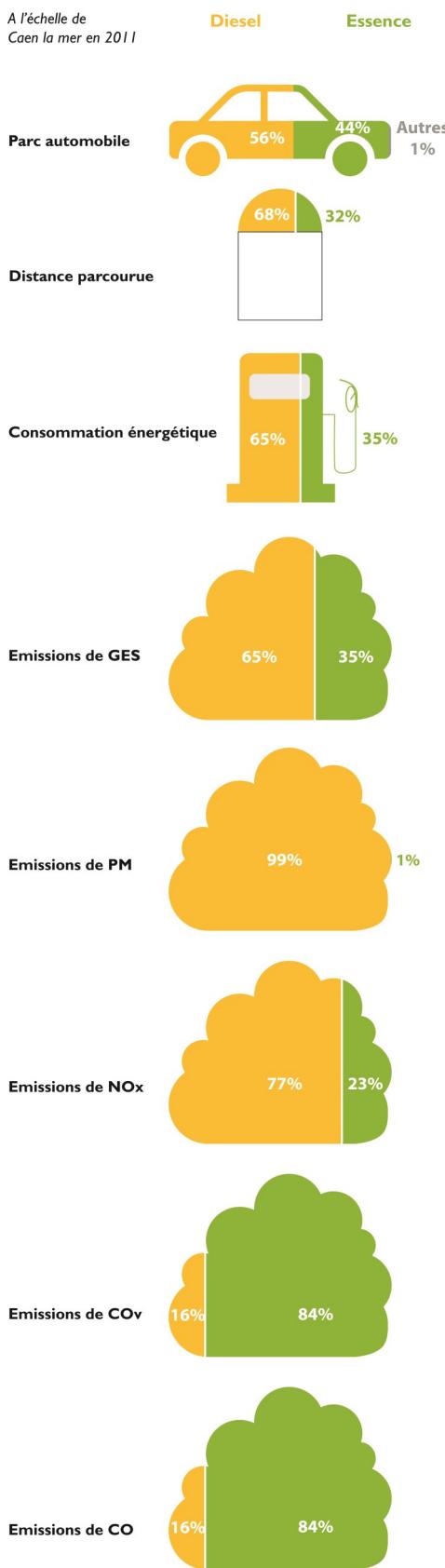
L'optimisation de l'occupation des véhicules motorisés, que ce soit la voiture ou les transports collectifs, permet d'accroître leur efficacité environnementale.

Les émissions de gaz à effet de serre par voyageur et par kilomètre selon le taux d'occupation des véhicules



ZOOM SUR LE PARC AUTOMOBILE

A l'échelle de Caen la mer en 2011



L'EMD réalisée sur le territoire de Caen la mer en 2011 permet de connaître précisément la composition du parc automobile utilisé.

A l'échelle de Caen la mer, le parc diesel est majoritaire par rapport au parc essence. Le moindre du prix du gazole à la pompe et la motorisation moins énergivore des diesel ont plaidé en leur faveur. Ces véhicules sont notamment plébiscités pour faire des longs trajets, la proportion de distance parcourue est plus importante pour les diesels comparativement à la composition du parc.

En volume global, deux tiers des émissions de gaz à effet de serre sont produites par le parc diesel. Son utilisation étant faite pour des trajets plus longs, il peut être considéré comme un véhicule moins émetteur en matière de GES que l'essence avec 193 geCO2 émis par km contre 220 geCO2.

Néanmoins, il n'y a pas de motorisation plus vertueuse que d'autre, la responsabilité dans les rejets de polluants atmosphériques est partagée entre les différents types de carburant. Les véhicules diesel

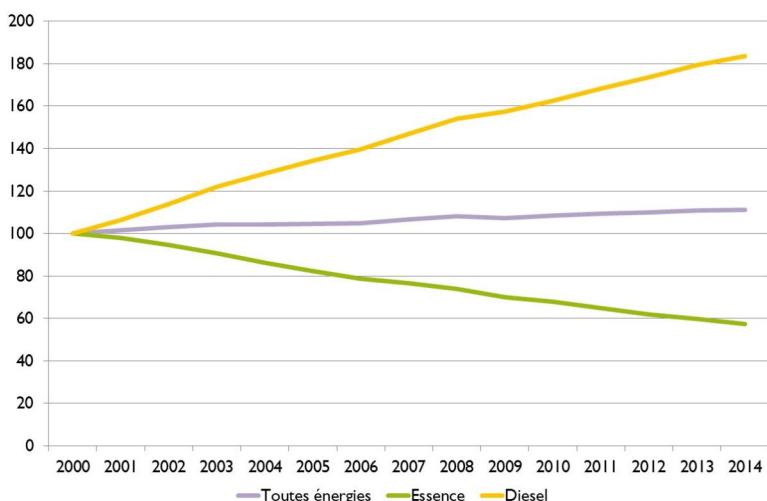
sont majoritairement à l'origine des rejets d'oxydes d'azote (NOx), et les seuls à émettre des particules, alors que la majorité des émissions de monoxyde de carbone (CO) et des composés organiques volatiles (COv) sont le fruit des véhicules essence.

A l'échelle du Calvados, le parc automobile s'est fortement dieselisé ces dernières années, à l'image de ce qui a été observé à l'échelle nationale. Celui-ci a presque doublé en 15 ans, alors que dans le même temps le parc essence a décrue de près de 50%. Il se répartit de la façon suivante : 62% de diesel, 36% d'essence.

Ce parc a aujourd'hui une moyenne d'âge de 9 ans. Malgré les efforts technologiques des constructeurs, le lent renouvellement du parc, l'explosion du marché de l'occasion et les besoins accrus de mobilité concourent à l'augmentation des épisodes de pollution, notamment aux particules.

Les émissions du parc alternatif (hybride, GPL, gaz) peuvent être considérées comme négligeables au vu de la faiblesse du parc.

Evolution du parc automobile particulier et commercial du Calvados depuis 2000 (base 100)



Source : Répertoire statistique des véhicules routiers (RSVERO) - MEDDE (CGDD/SOeS)

ZOOM SUR LES TRANSPORTS COLLECTIFS

On observe ici deux logiques de réseaux :

- les réseaux interurbains (Bus verts et train) qui sont des réseaux de déplacements longues distances avec 34% des déplacements seulement mais 72% des kilomètres de déplacements en transports collectifs dans le Calvados,
- les réseaux urbains (principalement le réseau urbain caennais) qui ont un poids conséquent dans la mobilité en transports en commun (66% des déplacements) mais pour des trajets de petites distances (28% des kilomètres).

Ce sont avant tout les bus ou cars qui sont à l'origine des émissions de polluants dans les transports collectifs, avec 77% des émissions contre 65% des voyages mais avec 72% des kilomètres parcourus.

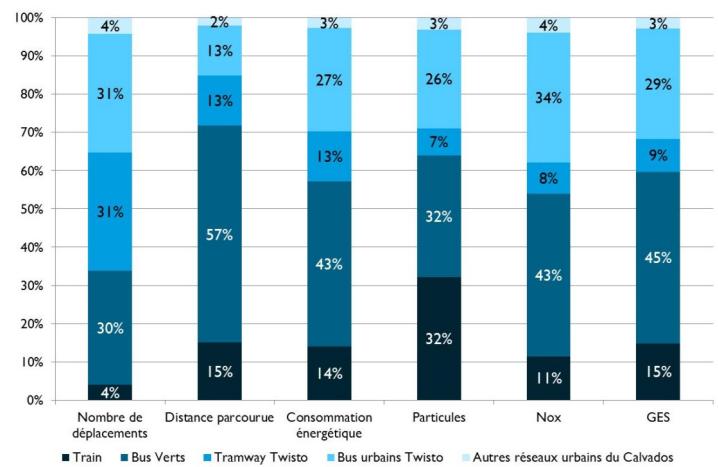
En volume global, le réseau interurbain Bus verts est le réseau qui émet le plus, représentant un peu moins de la moitié des émissions (particules exceptées), mais pour un nombre de kilomètres parcourus plus important. A l'inverse, les bus urbains Twisto sont responsables entre un quart et un tiers des émissions liées aux transports collectifs et pourtant ils ne représentent que 13% des kilomètres parcourus.

Le bus urbain Twisto émet 129 gCO₂ par km et par voyageur, là où le bus interurbain émet 46 gCO₂. Rapportés à leur utilisation, les bus urbains sont donc bien plus polluants que les cars interurbains, cela tenant au fait que les bus urbains multiplient les petits parcours à bas régime, et avec un fonctionnement des moteurs thermiques non optimal.

Les émissions du train sont à peu près cohérentes par rapport aux distances de parcours réalisées par ce mode. Néanmoins, le train a une forte responsabilité dans les émissions de particules (32% des émissions contre 15% des kilomètres). Ce résultat est la conséquence d'une importante réalisation de l'offre TER en traction diesel.

Le tramway reste le mode le moins polluant, qui grâce à son alimentation électrique, émet 38 gCO₂ par kilomètre et par voyageur.

Le poids des différents réseaux dans les déplacements en transports collectifs intra départementaux



Source : EMDGT Calvados 2011, 11 ans +



©Aprim

L'arrivée d'un nouveau tramway sur fer, plus capacitaire et entièrement électrique, diminuera l'empreinte environnementale des transports collectifs urbains.

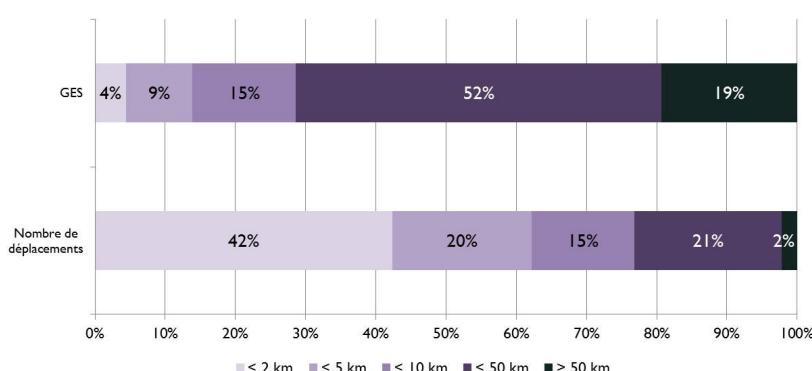
LES ÉMISSIONS SELON LA PORTÉE DES DÉPLACEMENTS

Les parts modales selon la distance de déplacement



Source : EMDGT Calvados 2011, 11 ans +

La répartition du nombre de déplacements et des émissions de GES selon la distance



Source : EMDGT Calvados 2011, 11 ans +

La répartition des émissions de GES selon le type de flux



Source : EMDGT Calvados 2011, 11 ans +

Le choix du mode de déplacement est un facteur déterminant dans les émissions liées à la mobilité. Or ce choix modal dépend de plusieurs critères.

En analysant les parts modales des déplacements selon leur portée, on observe une croissance rapide de la part des déplacements motorisés, qui plus est de la voiture. À l'inverse, les petits déplacements de moins de 2 km, qui représentent près de 42% des déplacements totaux, sont en bonne partie faits à pied et n'engendrent donc pas d'émissions.

Ainsi, lorsqu'on regarde la répartition des déplacements en fonction du volume et des émissions de GES, on s'aperçoit que le poids des déplacements de longue distance dans les émissions de GES est considérable par rapport au nombre qu'ils représentent. Ce constat est la conséquence d'une très forte utilisation de la voiture pour ces grands déplacements, contrairement aux petits déplacements, comme vu ci-dessus.

L'étalement urbain croissant autour de la métropole caennaise induit une augmentation de la distance des déplacements et donc des déplacements plus fortement émetteurs.

À titre d'exemple, les déplacements d'échanges entre l'agglomération caennaise et le reste du Calvados représentent seulement 12% des déplacements mais près de 36% des émissions de GES. La portée moyenne d'un tel déplacement est de 24 km, alors qu'il n'est que de 4 km pour les déplacements internes à Caen la mer et 7 km pour les déplacements internes au reste du Calvados.

La faiblesse de l'étoile ferroviaire caennaise, au regard notamment de la performance de l'offre du réseau autoroutier, est un handicap de poids dans l'utilisation des transports collectifs pour les déplacements périurbains et interurbains.

L'IMPACT DU LIEU DE RÉSIDENCE

Au regard des conséquences de la distance des déplacements dans les émissions, la stratégie de localisation des ménages apparaît comme un facteur important, de par les comportements modaux qu'elle va induire.

Les zones rurales et les zones périurbaines sont les secteurs où l'on retrouve les émissions de GES par habitant les plus importantes. La faible densité d'activités et le peu d'offre alternative à la voiture forcent les ménages à utiliser l'automobile dans leurs déplacements. En outre, les distances importantes entre ces zones résidentielles périurbaines et les zones d'emplois des agglomérations génèrent des parcours quotidiens de grandes portées, fortement émetteurs de GES.

On peut noter que les territoires traversés par une infrastructure routière majeure (RN13, A84, RN158), qui plus est gratuite, ont les émissions de GES par habitant les plus fortes. Ces infrastructures facilitent un développement périurbain plus lointain des agglomérations à temps de parcours égal.

A l'inverse, l'ensemble des pôles urbains du Calvados ont des émissions par habitant faibles, conséquence d'un mode de vie de proximité possible.

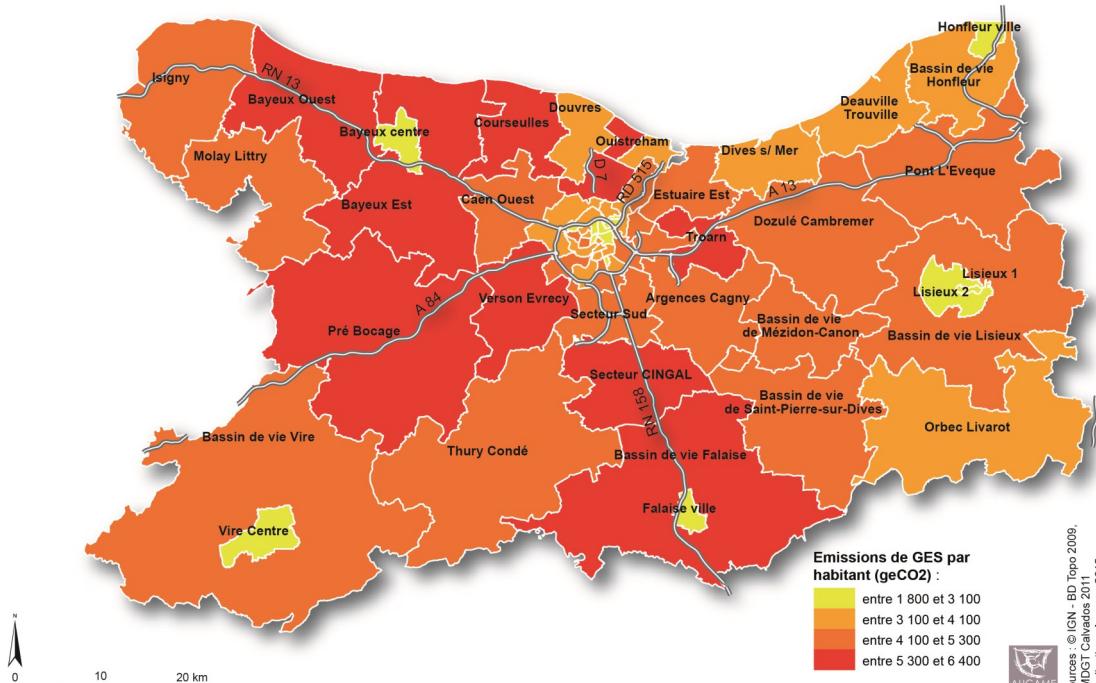
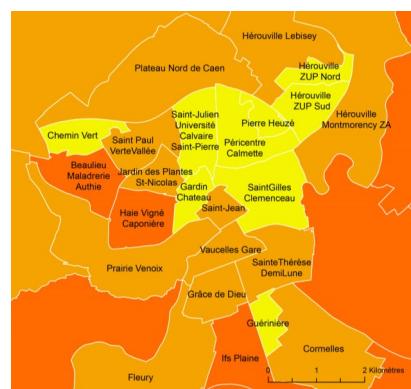
Les émissions de GES par secteur de tirage de l'EMD dans le Calvados

Néanmoins, une analyse territoriale plus fine peut faire apparaître l'importance d'autres critères. Un zoom sur le centre-ville de Caen permet de montrer que le taux de motorisation des ménages, y compris dans les milieux très urbains, est un facteur déterminant. Ainsi à Caen et Hérouville-Saint-Clair, les quartiers où l'on émet le moins présentent une population de captifs des transports collectifs importante (quartiers sociaux, étudiants), situés sur le passage du tramway.

Les quartiers plus aisés, y compris dans la ville centre, présentent des émissions par habitant proches de certains territoires périurbains.

Les secteurs côtiers (Côte de Nacre et Côte Fleuve), ont une mobilité faiblement émettrice, le caractère urbain et l'importance des déplacements de loisirs favorisent l'utilisation de modes alternatifs.

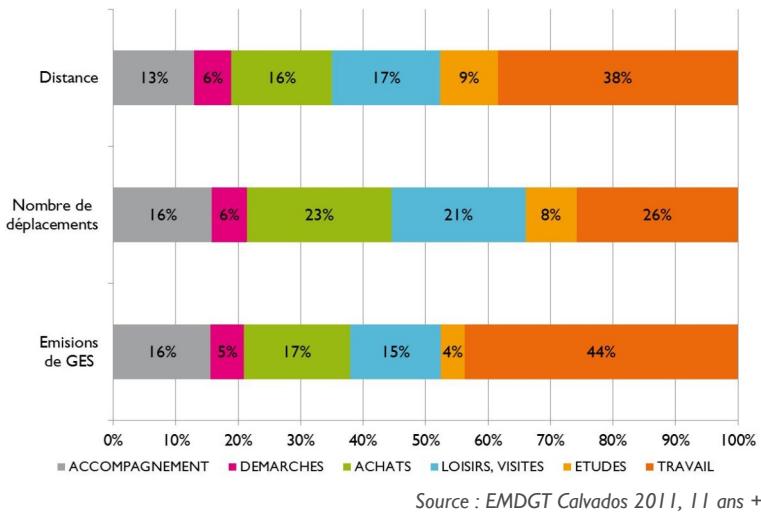
Il est à noter que le lieu de résidence des ménages ne correspond pas forcément au lieu d'émissions et donc à la population exposée.



Sources : © IGN - BD Topo 2009,
EMDT Calvados 2011
Réalisation : Aucame

LES ÉMISSIONS SELON LES MOTIFS

La répartition des émissions de GES par motif



La déconnexion des lieux de vie et d'emploi, et l'aspect structurant du motif travail dans les déplacements quotidiens entraîne sa forte implication dans les émissions de GES. Le motif travail est généralement celui qui conditionne l'utilisation de la voiture durant la journée. Il représente près de 40% des distances parcourues et 45% des émissions de GES alors qu'il ne compte que pour un quart des déplacements.

A l'inverse les déplacements non contraints, c'est-à-dire achats et loisirs, sont les déplacements qui émettent le moins, comparativement à leurs poids respectifs dans le volume des déplacements. La part modale de la voiture pour ces deux motifs est bien plus faible et les distances moindres.

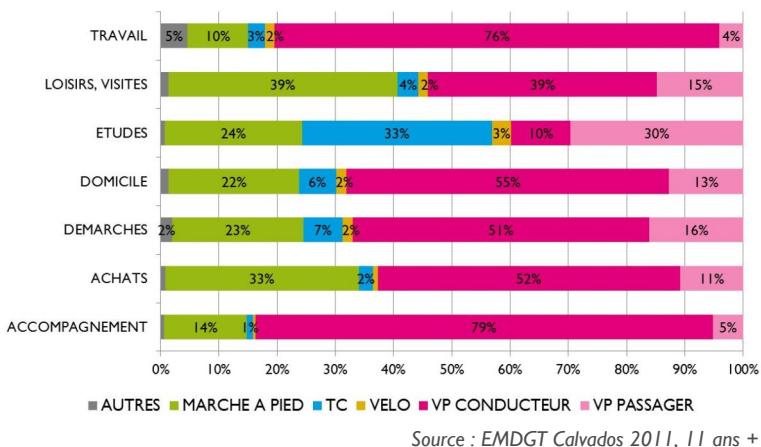
Le motif études, pourtant un motif contraint, est également un motif pour lequel on émet peu. La population pour ce motif est une population relativement captive des modes alternatifs, jeunes de moins de 18 ans et population étudiante non motorisée vivant en centre-ville.

Lorsque l'on rapporte les émissions pour chacun des motifs à la distance parcourue, ce sont les principaux motifs contraints, travail et accompagnement, qui s'avèrent les plus émetteurs de GES. Pour le motif travail, cela se justifie par la très grande motorisation des déplacements. Pour le motif accompagnement, l'utilisation de la voiture est encore plus importante mais avec des distances plus courtes (6,5 km de moyenne contre 11,8 km pour le travail), ce qui peut expliquer un ratio d'émissions de GES par kilomètre moins avantageux.

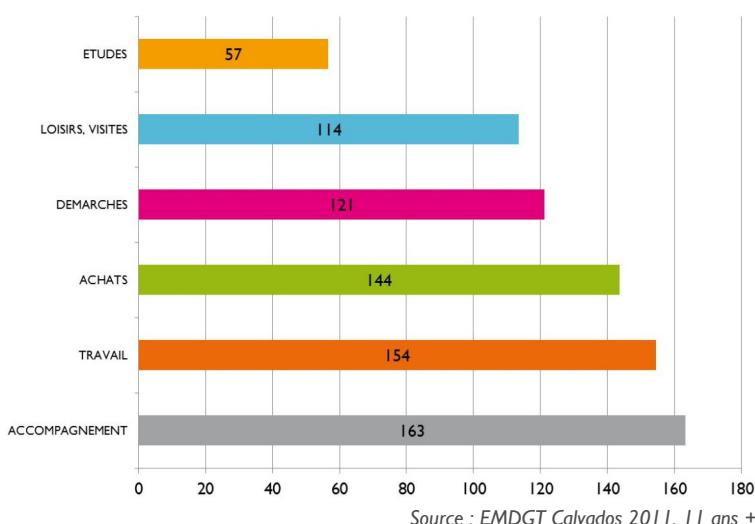
Le même constat peut être fait pour les déplacements achats où l'utilisation de la voiture se fait sur de plus petites distances. L'optimisation de ces déplacements plus courts constitue un levier important de baisse des émissions de mobilité, à travers le choix du mode le plus adapté.

La grande utilisation des transports collectifs par les scolaires entraîne un très faible ratio d'émissions au km pour les déplacements d'études, ratio trois fois moins important que le motif travail ou accompagnement.

Les parts modales selon le motif de déplacement



Les émissions de GES par kilomètre parcouru selon le motif (geCO2 /km)



LES PROFILS SOCIODÉMOGRAPHIQUES « ÉMETTEURS »

La mobilité évolue selon l'âge et l'occupation des personnes, et par conséquent les émissions de GES aussi.

Les personnes âgées entre 25 et 49 ans émettent le plus, c'est dans cette tranche d'âge que l'on retrouve le plus grand nombre d'actifs occupés à temps plein, profil de personnes qui présentent de fortes émissions.

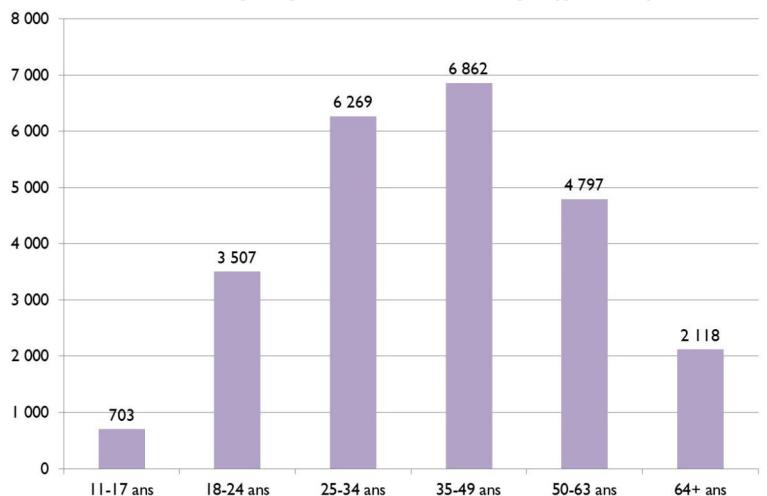
En règle générale, le travail à temps plein entraîne un nombre important de motif contraint travail pour les personnes concernées. En outre, les tranches d'âge des 25-49 ans correspondent aux âges types d'un ménage avec enfants, ce qui induit d'autres déplacements contraints de type accompagnement. Ces déplacements contraints, comme vu précédemment, engendrent une motorisation importante et donc de fortes émissions.

18 ans est un âge charnière, l'accès à l'automobile bouleverse les comportements de mobilité, ce qui se traduit par plus d'émissions. L'augmentation importante des émissions pour la tranche d'âge 18-24 ans correspond aussi à l'entrée d'une partie de cette population dans la vie active et donc à l'augmentation du nombre de déplacements contraints.

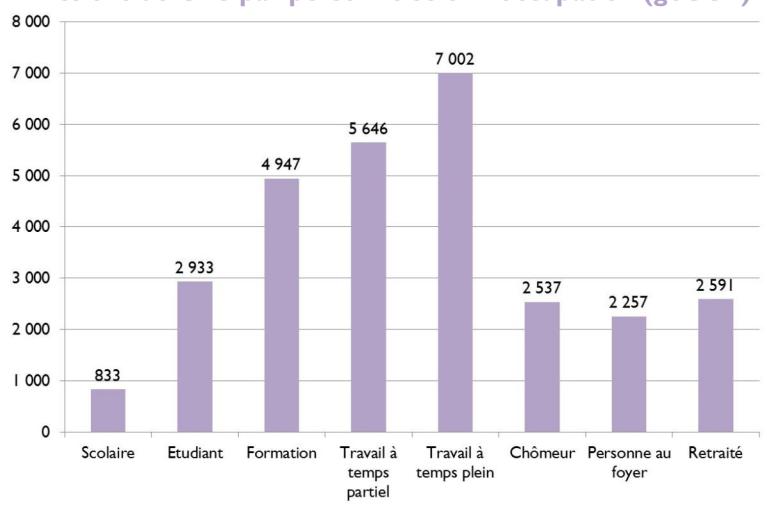
Enfin, les émissions décroissent pour les séniors. L'autonomisation des enfants, la diminution des déplacements contraints et l'augmentation des temps libres laissent plus de place dans le choix d'un mode alternatif à la voiture. La progressive moindre activité que l'on observe chez les plus âgés implique également une baisse de la mobilité. Cependant, le recul de l'âge du départ en retraite, l'augmentation de l'espérance de vie et la poursuite d'activités accrues risquent de repousser la décroissance des émissions.

Le genre intervient également dans les différenciations d'émissions. Bien que la bi-activité des ménages soit commune aujourd'hui, il existe encore une différence entre l'activité des hommes et celle des femmes. En effet, le travail à temps partiel ou même le statut de personne au foyer, est une situation beaucoup plus répandue chez les femmes que chez les hommes. Cela se traduit par des déplacements contraints moins importants et sur de plus petites distances.

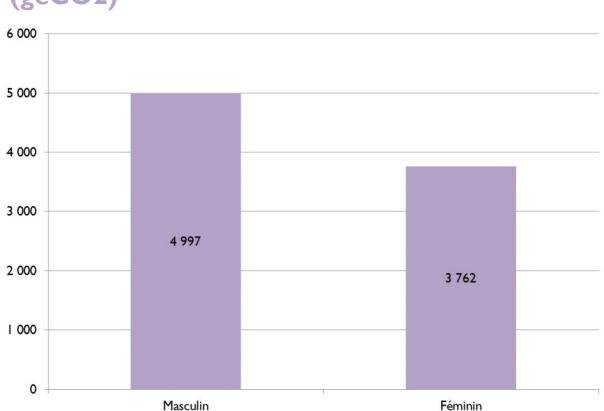
Emissions de GES par personne selon l'âge (geCO2)



Emissions de GES par personne selon l'occupation (geCO2)



Emissions de GES par personne selon le sexe (geCO2)



LA MOBILITÉ DANS LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DES MÉNAGES

La vulnérabilité énergétique

La question de la facture énergétique est devenue un élément prégnant du débat social, notamment au regard du renchérissement tendanciel à long terme des coûts de l'énergie. Les postes transports et logement sont aujourd'hui les premiers postes de dépenses des ménages, avec en moyenne un poste transports représentant 17,4% de celles-ci (INSEE, *Enquête Budget de famille 2011*).

De plus en plus de ménages tendent à avoir des difficultés pour couvrir leurs dépenses énergétiques de premières nécessités (chauffage, déplacements domicile/travail) au vu de leurs ressources, on parle de précarité énergétique. Afin d'anticiper une recrudescence de ce phénomène, on étudie également la vulnérabilité énergétique des ménages, situation de précarité potentielle dans laquelle l'aléa (housse des prix de l'énergie, chômage...) pourrait faire basculer le ménage.

Dans une étude de janvier 2015, l'INSEE, grâce aux données de recensement, a pu estimer le pourcentage de ménages dans une situation de vulnérabilité énergétique à l'échelle nationale.

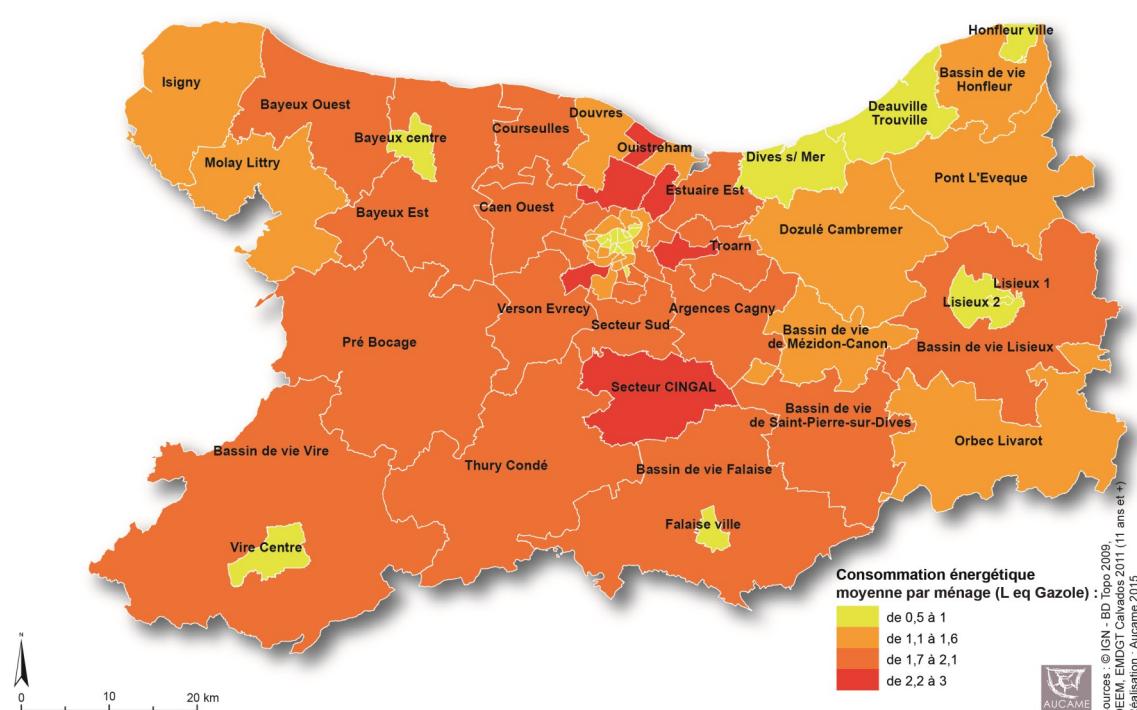
Ainsi, 22% des ménages se trouvent dans une telle situation, 14,2% pour l'approche logement et 10,2% par leurs déplacements. Enfin, 2,6% des ménages français connaissent une situation compliquée avec une vulnérabilité liée au transport et au logement.

Le DEEM nous permet de connaître les consommations énergétiques pour les déplacements des ménages par secteur de tirage. En moyenne, un ménage du département dépense l'équivalent de 1,4 L de gazole par jour de semaine pour ces déplacements de premières nécessités (hors déplacements loisirs/visites) en voiture. En prenant le prix moyen national du gazole en 2011, les ménages ont une dépense moyenne de 42 € par mois pour ce type de déplacements en semaine.

Comme vu dans la publication, le territoire de résidence des ménages va induire des comportements de mobilité divers. Ainsi les ménages des territoires périurbains et ruraux autour de l'agglomération caennaise mais aussi des villes moyennes du Calvados présentent une forte consommation énergétique pour leurs déplacements, à l'inverse des pôles urbains du territoire et de la Côte Fleurie.

Il est à noter que les territoires où l'on observe les consommations les plus importantes par ménage ne sont pas forcément les territoires périurbains les plus éloignés du centre métropolitain (les communes au nord et à l'est de Caen la mer). Les comportements de mobilité sont également le fait d'autres paramètres sociodémographiques, et no-

La consommation énergétique moyenne pour les déplacements par ménage selon le secteur de tirage



10% des ménages français sont vulnérables énergétiquement du fait de leurs déplacements.

42€ / mois : dépense moyenne en carburant des ménages du Calvados pour leurs déplacements.

tamment des ressources des ménages.

Localement, il est difficile techniquement de croiser les trois dimensions, revenus, logements, mobilités, pour arriver à un travail de quantification. Néanmoins une approche qualitative est possible. L'objectif de la présente partie est donc d'identifier, d'un point de vue mobilité, les territoires qui présentent un risque pour la soutenabilité énergétique des ménages.

Pour cela, on observe les revenus médians par unité de consommation selon le secteur de tirage avec la base FiloSoFi, qui intègre aux revenus fiscaux, les différentes prestations sociales.

Ainsi, on s'aperçoit qu'il y existe une certaine corrélation entre la consommation de carburant des ménages et les revenus disponibles. Pour résumer, plus les ménages du territoire sont aisés, plus ils auront facilement recours à l'automobile et consommeront de l'énergie. C'est le cas pour tous les secteurs au nord ouest de l'agglomération caennaise. A l'inverse, les secteurs ruraux comme Isigny, le Molay Littry ou Orbec, dont les ménages sont parmi les moins aisés du Calvados, sont également ceux qui consomment peu.

Il est néanmoins possible d'observer toute une

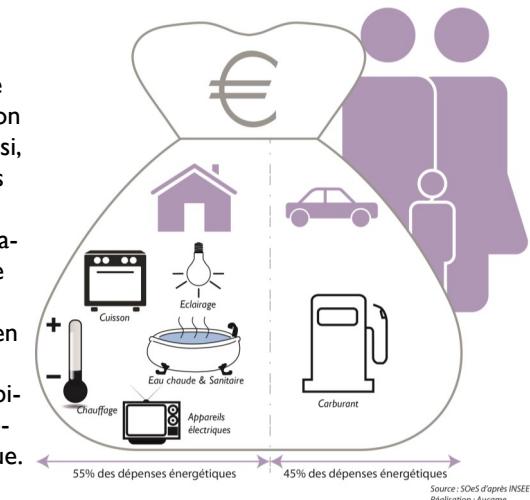
frange du Calvados, du secteur Pré Bocage jusqu'à Saint-Pierre-sur-Dives où les consommations énergétiques sont plutôt importantes et les ressources des ménages plutôt faibles. Les ménages de ces territoires présentent ainsi un risque de vulnérabilité énergétique plus important que leurs voisins du département.

Ce phénomène touche également l'est de l'agglomération (Cuverville, Giberville...), première couronne périurbaine de Caen

parmi les moins aisées.

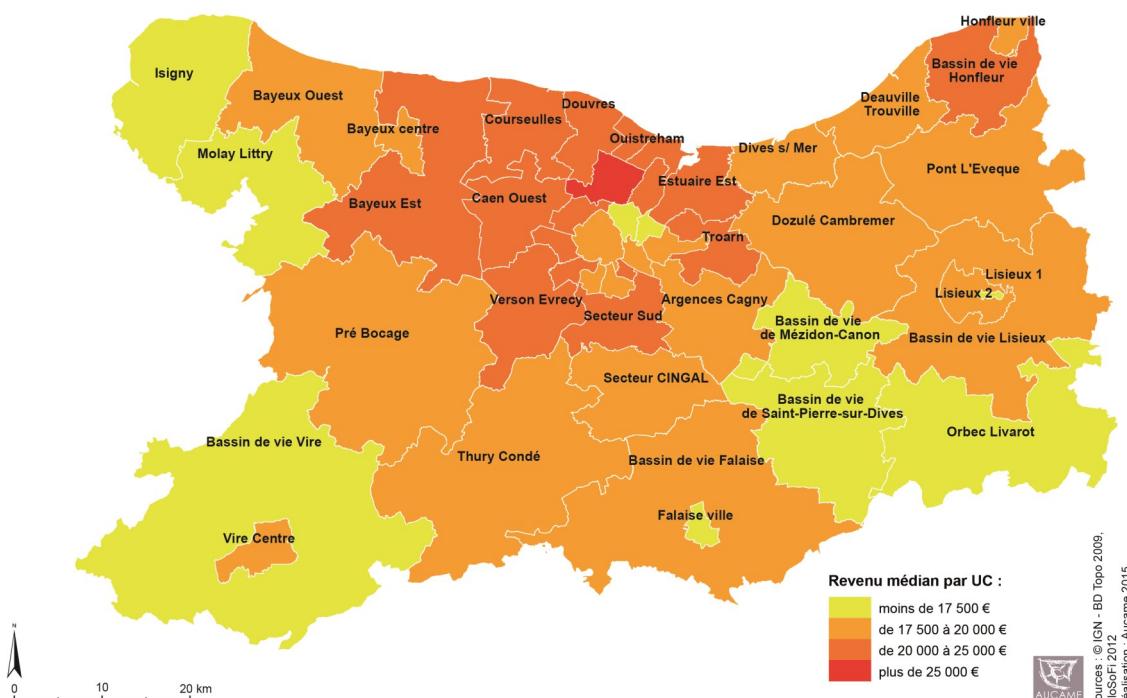
La vulnérabilité énergétique ne tient pas compte ici de la dispersion des revenus. Ainsi, dans les secteurs énergétiques à fortes consommations, peuvent se trouver des ménages peu aisés en situation potentielle de vulnérabilité, voire de précarité énergétique.

Les dépenses énergétiques des ménages en 2014



Source : SOeS d'après INSEE
Réalisation : Aucame

Le revenu médian par unité de consommation selon le secteur de tirage



Sources : © IGN - BD Topo 2009,
FiloSoFi 2012,
Aucame 2015
Réalisation : Aucame

CONCLUSION



Les données de l'enquête ménages déplacements ont permis depuis 2011 d'analyser et d'identifier les comportements de mobilité des habitants du Calvados. Ces données ont permis de mettre en exergue la prépondérance de l'automobile dans la mobilité calvadosienne, comparativement à des territoires de taille similaire. Cette prépondérance de la voiture illustre parfaitement le diagnostic effectué dans le cadre du SCoT sur la construction du territoire métropolitain.

La forte périurbanisation du territoire caennais s'est traduit à la fois par une dilution des espaces urbains, de moins en moins denses autour de l'agglomération et une déconnexion des lieux de vie et de travail. Ce modèle de développement urbain a entraîné un allongement des distances de déplacements, et notamment pour le travail, motif structurant de nos journées, et qui laissent peu d'alternatives à l'utilisation de la voiture. L'utilisation de la voiture et l'éloignement des lieux de vie sont d'autant plus facilités que le réseau routier du département est complet et performant.

Cette organisation du territoire et le système de mobilité qui en découle ne sont pas sans conséquence en matière d'impacts sur l'environnement. 2 451 tonnes équivalent CO₂ de gaz à effet de serre sont émis chaque jour par les déplacements des habitants du département, dont 93% sont issus directement des pots d'échappements automobiles. Il en est de même pour les polluants atmos-

phériques locaux, tels que le NOx ou les particules, pour lesquels l'implication de l'automobile est tout aussi importante.

Les résultats du DEEM nous permettent de conforter l'analyse des comportements de mobilité jusqu'ici effectuée. Les ménages d'actifs, vivant dans les zones périurbaines, dont les déplacements quotidiens sont fortement conditionnés par les contraintes de la journée (travail, accompagnement scolaire des enfants...) sont ceux qui utilisent le plus la voiture, et présentent donc les plus fortes émissions. A l'opposé, les habitants des pôles urbains, de par leurs profils sociodémographiques (petits ménages, étudiants, retraités, peu de revenus...) et la densité d'activités accessibles à faible distance du domicile, vivent dans la proximité et ont plus de facilité à utiliser des modes actifs, en premier lieu la marche (cf. La pratique de la marche dans le Calvados, Novembre 2014).

La composante sociale est également un critère important dans l'analyse de la mobilité. La voiture coûte cher ! On observe ainsi dans les secteurs plus populaires, et même ruraux, une contribution moindre des résidents de ces secteurs dans les émissions de GES ou de polluants. Le raisonnement est également valable dans les secteurs aisés, où l'on observe des niveaux d'émissions proches des habitants des secteurs périurbains, y compris dans certains quartiers de Caen.

Cette composante sociale est aujourd'hui fondamentale dans l'appréhension des comportements de mobilité, notamment d'un point de vue énergétique. La construction d'un modèle périurbain engendre un allongement des distances de déplacements et donc une croissance des consommations énergétiques. Or le contexte économique mondial et l'appauvrissement des réserves d'énergies fossiles entraînent un renchérissement tendanciel du coût de l'énergie. La deuxième vague de périurbanisation qui touche aujourd'hui le sud de Caen Métropole, principalement par des ménages moins aisés, risque de fragiliser la soutenabilité de la facture énergétique de ces ménages. Elle risque en outre de renforcer l'isolement des territoires plus ruraux et moins riches, faute de moyens de mobilité.

Si la consommation énergétique a un coût pour les ménages, la qualité de l'air, ou plutôt sa mauvaise qualité, représente un coût pour la collectivité. Les polluants atmosphériques rejetés par nos comportements de mobilités ont des conséquences sur la santé pour les populations chroniquement exposées : problèmes respiratoires, maladies cardio-vasculaires, cérébrales... Ces impacts sanitaires entraînent un surcoût dans les dépenses du système de santé. Il est possible de monétariser ces externalités et de chiffrer ainsi les gains potentiels liés à une amélioration de la qualité de l'air que nous respirons. A titre d'exemple, le compte déplacements fait sur l'agglomération caennaise (*Le compte déplacements de l'agglomération caennaise, Observatoire des Mobilités, décembre 2014, Aucame*) estime à 8 M€ le coût des émissions de GES et à 52 M€ le coût de la pollution atmosphérique pour l'année 2010.

Les politiques publiques en matière de qualité de l'air sont du ressort de la Région, à travers les Schémas Régionaux du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE). Ce schéma, approuvé par la

Région Basse Normandie et arrêté par le préfet le 30 décembre 2013, vise à définir des objectifs de réduction de GES et polluants atmosphériques à moyen et long termes. Il s'appuie en grande partie sur les différents documents de planification locaux par les différents liens de compatibilité et prises en compte. Ce schéma est réévalué tous les cinq ans, afin de réadapter les objectifs en fonction de l'évolution de la qualité de l'air.

L'un des premiers points d'appui du SRCAE est le SCoT. Celui de Caen Métropole a pour but de limiter les effets pervers de la périurbanisation, notamment en matière de mobilité, en identifiant les centralités et pôles de développement du territoire, et en renforçant l'offre de transports collectifs entre ces pôles.

Le plan de déplacements urbains est également un outil au service d'une meilleure qualité de l'air. À travers les différents objectifs assignés au PDU, celui-ci doit améliorer la cohérence entre urbanisme et transport afin de favoriser l'utilisation des modes alternatifs à la voiture.

Mais face à l'urgence de la situation, l'Etat a récemment mis en place des outils plus opérationnels pour les collectivités locales. La loi de transition énergétique offre la possibilité aux maires des communes traversées par une autoroute la possibilité d'abaisser les vitesses de circulation à 90 km/h pour diminuer les nuisances sonores et les émissions pour les populations riveraines. Elle institue également la création des zones à circulation restreinte, qui permettront de limiter l'accès de certaines zones aux catégories de véhicules les plus polluants.

Concilier mobilité et développement du territoire avec la qualité de l'air est aujourd'hui un enjeu sanitaire primordial, que l'outil DEEM permet de mieux connaître et appréhender.

Pour en savoir plus :

- Air C.O.M. , <http://www.airnormand.fr/>
- ADEME, 2014. *Climat, Air et Energie : Chiffres clés*.
- INSEE, 2015. *Vulnérabilité énergétique : Loin des pôles urbains, chauffage et carburant pèsent fortement dans le budget*. Insee premières, Janvier 2015.
- AUCAME, 2014. *Le compte déplacements de l'agglomération caennaise : Analyse des dépenses et du coût social des transports*. Observatoire des mobilités, Décembre 2014

Directeur de la publication : Patrice DUNY
Contact : xavier.lepetit@aucame.fr
Réalisation & mise en page : AUCAME 2015



**Agence d'Urbanisme de
Caen Normandie Métropole**
19 avenue Pierre Mendès France
14000 CAEN
Tél. : 02 31 86 94 00 contact@aucame.fr
www.aucame.fr