



HAL
open science

Connaissance et prospective des parcs automobiles

Michel Andre, Foudil Lekhal, Adrien Allemand, Caroline Roux, Virginie
Boutueil, Laurent Hivert

► **To cite this version:**

Michel Andre, Foudil Lekhal, Adrien Allemand, Caroline Roux, Virginie Boutueil, et al.. Connaissance et prospective des parcs automobiles. [Rapport de recherche] IFSTTAR - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux. 2019, 74p. hal-02888899

HAL Id: hal-02888899

<https://hal.science/hal-02888899v1>

Submitted on 3 Jul 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



IFSTTAR

INSTITUT FRANÇAIS
DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES DES TRANSPORTS,
DE L'AMÉNAGEMENT ET DES RÉSEAUX

Connaissance et prospective des parcs automobiles

*Convention DGITM 16/368 – Partie 1
Référence IFSTTAR : RP3-J1700601*

Par :

*Michel André, Foudil Lekhal, Adrien Allemand, Caroline
Roux, Virginie Boutueil, Laurent Hivert*

*Rapport Ifsttar
2019*

Tableau de suivi des versions du rapport

Version	Date	Auteurs	Modifications
1	17/12/2019	M. André L. Hivert (et contributions des auteurs)	Fichier initial : "Rapport_Convention_DGITM_16_368_Partie_1.docx"

Auteurs :

<i>Michel ANDRÉ</i>	<i>Directeur de recherche Transports et pollution de l'air IFSTTAR Département Aménagement – Mobilités - Environnement</i>
<i>Virginie BOUTUEIL</i>	<i>Chercheur IFSTTAR - LVMT Département Aménagement – Mobilités – Environnement</i>
<i>Laurent HIVERT</i>	<i>IDTPE IFSTTAR - DEST Département Aménagement – Mobilités - Environnement</i>
<i>Adrien ALLEMAND</i>	<i>Stagiaire, Master 2 SOAC, Université Lyon 1</i>
<i>Caroline ROUX</i>	<i>Stagiaire, Master 2 SOAC, Université Lyon 1</i>
<i>Foudil LEKHAL</i>	<i>Stagiaire, Master 2 Économie du Développement Durable, Université Paris 1</i>

Avec la collaboration des membres du GT-PARCS Automobiles France

Fiche bibliographique

1 UR (1 ^{er} auteur) AME – département Aménagement Mobilités Environnement		2 Projet n°		3 Rapport INRETS n° Rapport Ifsttar	
4 Titre Connaissance et prospective des parcs automobiles					
5 Sous-titre				6 Langue F	
7 Auteur(s) Michel André, Foudil Lekhal, Adrien Allemand, Caroline Roux, Virginie Boutueil, Laurent Hivert				8 Rattachement ext.	
9 Nom adresse financeur, co-éditeur INERIS				10 N° contrats, conv. DGITM 16/368 Réf. IFSTTAR: RP3-J1700601	
				11 Date de publication 2019	
12 Remarques					
13 Résumé <p>Ces travaux s'inscrivent dans le cadre de la convention DGITM visant à soutenir des recherches sur les transports et leurs infrastructures. Ils portent spécifiquement sur les parcs automobiles, mobilisant plusieurs laboratoires de l'IFSTTAR, et intéressant de nombreux acteurs autour de problématiques mobilités et transports, énergétiques et environnementales, et les politiques publiques.</p> <p>Les travaux visaient un état de l'art de questions importantes ou émergentes ainsi que la mobilisation d'un groupe national de travail GT-PARCS autour de la problématique des parcs automobiles.</p> <p>Des travaux ont été menés autour des fonctions de survie et utilisation qui entrent dans la modélisation de la composition des parcs automobiles, ainsi que sur la départementalisation des compositions de parcs automobiles afin de tenir compte des spécificités locales. Une analyse de la démotorisation a été menée à partir des données de l'enquête Parcauto. Enfin une mise à jour complète de la modélisation IFSTTAR du parc automobile français a été réalisée avec notamment le réexamen de nombreuses hypothèses, la construction de scénarios prospectifs étendus à l'horizon 2050, et la prise en compte des immatriculations des années 2013 à 2018.</p> <p>Ce rapport fait également état des travaux du groupe de travail GT-PARCS sur les parcs automobile, qui - bien que ne s'étant réuni que 2 fois au cours des 3 dernières années - témoigne d'un intérêt accru et d'une grande richesse des contributions et des échanges.</p>					
14 Mots clés Parc automobile, mobilités, prospective,			15 Diffusion libre		
16 Nombre de pages 74 pages		17 Prix _____ €	18 Confidentiel jusqu'au		19 Bibliographie oui

Publication data form

1 UR (1st author) AME – Planning, Mobility and Environment		2 Project n°		3 INRETS report n° Rapport Ifsttar	
4 Title Vehicle fleet: knowledge and prospective					
5 Subtitle				6 Language F	
7 Author(s) Michel André, Foudil Lekhal, Adrien Allemand, Caroline Roux, Virginie Boutueil, Laurent Hivert				8 Affiliation	
9 Sponsor, co-editor, name and address				10 Contract, conv. n° DGITM 16/368 Réf. IFSTTAR: RP3-J1700601	
				11 Publication date 2019	
12 Notes					
13 Summary <p>This work is part of the DGITM convention aimed at supporting research on transport and its infrastructure. They relate specifically to vehicle fleets, mobilizing several IFSTTAR laboratories, and of interest to many actors around mobility and transport, energy and environmental issues, and public policies.</p> <p>The work aimed at a state of the art of important or emerging issues as well as the mobilization of a national GT-PARCS working group around the problem of car fleets.</p> <p>Work has been carried out around the survival and use functions that go into modelling the composition of vehicle fleets, as well as the departmentalization of vehicle fleet compositions in order to take account of local specificities. A demotorization analysis was carried out using data from the Parcauto survey. Finally, a complete update of the IFSTTAR modelling of the French car fleet was carried out with in particular the re-examination of many hypotheses, the construction of forward-looking scenarios extended to 2050, and the taking into account of recent registrations from 2013 to 2018.</p> <p>This report also reports on the work of the GT-PARCS fleet working group, which - although it has only met twice in the past 3 years - shows an increased interest and rich contributions and exchanges.</p>					
Key-words: Vehicle fleet, mobility, prospective			15 Distribution statement free		
16 Nb of pages 74 pages		17 Price _____ €	18 Declassification date		19 Bibliography yes

Table des matières

Introduction et contexte	5
1. Mise à jour de la modélisation du parc automobile IFSTTAR	9
1.1. Contexte	9
1.2. Principes de la modélisation IFSTTAR des parcs automobiles en circulation, pour le calcul d'émissions	10
1.3. Travaux effectués dans ce cadre	12
1.3.1. Principes de la modélisation	12
1.3.2. Intégration de nouvelles données d'immatriculations	12
1.3.3. Prise en compte de nouvelles catégories de véhicules	13
1.3.4. Hypothèses de survie et d'utilisation (kilométrage annuel)	13
1.3.5. Hypothèses prospectives	15
1.3.6. Actualisation d'autres données d'entrée des simulations	18
1.4. Illustration de résultats de la mise à jour du parc IFSTTAR version 2019	21
1.4.1. Comparaison de l'évolution du parc des voitures particulières entre les versions v2013 et v2019 des travaux IFSTTAR	23
1.4.2. Évolution des motorisations et réglementations Euro des voitures particulières	24
1.5. Fiche descriptive du parc IFSTTAR v2019	26
1.5.1. Champ couvert, structure du parc et données simulées	26
1.5.2. Cadres d'application	26
2. Hypothèses de survie et utilisation des véhicules	29
2.1. Principes généraux et fonctions de survie et utilisation	29
2.1.1. Fonctions ou hypothèses de survie	29
2.1.2. Hypothèses d'utilisation (ou kilométrages annuels)	31
2.2. Voitures particulières	31
2.3. Véhicules utilitaires légers	33
2.4. Camions et tracteurs routiers	34
2.5. Autobus et autocars	35
2.6. Deux-roues motorisés	36
2.7. Conclusions	36
3. Régionalisation – départementalisation des parcs, parcs locaux	37
3.1. Principes	37
3.2. Méthode	37
3.3. Résultats	38
3.3.1. Répartition selon les motorisations et énergies	38
3.3.2. Renouvellement et réglementations EURO	39
3.4. Mise en œuvre des corrections	40
3.5. Conclusions	41
4. Démotorisation	43
4.1. Méthode	43
4.2. Analyse descriptive	44
4.2.1. Évolution de la motorisation d'une année sur l'autre	44
4.2.2. Motivations et facteurs de démotorisation	45
4.3. Modélisation logistique de la démotorisation	47
4.3.1. Modélisation de la démotorisation globale (totale et partielle)	48
4.3.2. Autres analyses et limites des modèles	51
4.4. Conclusions	52
5. Groupe de travail GT-PARCS	55

5.1.	Attentes et positionnement du GT-Parcs, et questions émergentes	55
5.1.1.	Introduction	56
5.1.2.	Diversité des attentes	56
5.1.3.	Positionnement du GT	57
5.1.4.	Questions émergentes	58
5.1.5.	Conclusions	58
5.2.	Travaux en cours	59
5.2.1.	RSVERO2 : Estimation des parcs roulant et de la circulation – CGDD - Nathalie Guillon, SDES	60
5.2.2.	Les flottes de véhicules des personnes morales : Etude BeMobi 2017 - Stéphane Tazka, SEEIDD/CGDD	60
5.2.3.	Les travaux de modélisation de parc IFSTTAR et de régionalisation - J.-Marc André, CITEPA en l'absence de M. André, IFSTTAR	60
5.2.4.	Les travaux récents de l'IFSTTAR exploitant l'enquête Parc Auto - Laurent Hivert, IFSTTAR	60
5.3.	Prospective des parcs et mobilités	61
5.3.1.	Prospective : vision Ademe transports et énergies - Laurent Gagnepain, Ademe	61
5.3.2.	Travaux « Objectif 2040 » CGDD - Maude Jolly, SEEIDD	61
5.3.3.	Le modèle de parc CARS - Maude Jolly, SEEIDD	61
5.3.4.	Projections du parc automobile français - ITF-OCDE - Eric Jeannière	62
5.3.5.	Modélisation de la demande de transport modèle FSIM – IFPEN - Cyprien Ternel	62
5.4.	Conclusions	62
6.	Conclusions	65
	Bibliographie	67

Introduction et contexte

La connaissance, l'évolution et la prospective des parcs automobiles sont des questions de recherche qui concernent plusieurs laboratoires de l'IFSTTAR et plus spécifiquement du département AME Aménagement – Mobilité – Environnement (DEST, LVMT, LTE), et il est particulièrement intéressant de mobiliser conjointement ces différentes compétences pour faire progresser de manière significative cette thématique.

A l'IFSTTAR, des travaux sont menés sur l'observation et l'évolution des mobilités et des parcs (enquêtes, ParcAuto (Kantar pour Ifsttar-Ademe-CCFA-DSR), travaux (ANR) sur la démotorisation (Lekhal 2017, Proulhac et al. 2018), les parcs d'entreprise et les motorisations alternatives (Boutueil 2016, Coulombel et al. 2019, Morganti et al. 2015), la modélisation de la composition des parcs actuels et futurs en vue des calculs d'émissions de polluants et gaz à effet de serre (travaux financés par DGITM et ADEME, André et al. 2014), nécessitant une déclinaison technologique très détaillée des véhicules (motorisations, énergies, réglementations pollution, etc.).

Cette problématique des parcs automobiles trouve écho auprès de plusieurs services des Ministères :

- pour la prospective énergétique (DGEC), et plus largement autour de questions de prospective des mobilités, du trafic, de la circulation des camions, etc. (CGDD, Service économie, évaluation et intégration du développement durable)
- pour appréhender les effets des politiques fiscales et incitatives (énergie et environnement, DG Trésor),
- pour la réalisation des inventaires nationaux d'émission de polluants du trafic (DGEC),
- pour la problématique particulièrement actuelle de la pollution de l'air en agglomération, et la mise en œuvre de zones de restriction (ZRC ou ZFE) ou d'autres mesures visant à diminuer la pollution, se confrontant à d'éventuelles spécificités locales des parcs automobiles.

Un groupe de travail français (GT-PARCS) s'est réuni entre 2012 et 2014 autour de cette problématique des parcs automobiles, auquel ont participé pour l'IFSTTAR les laboratoires LTE, DEST, LVMT, et parmi les autres partenaires ADEME, CCFA, CITEPA, SOeS, CEREMA, DGEC et plusieurs autres services.

Ce GT a permis d'abord un partage et un enrichissement de la problématique entre les différents acteurs et autour de nombreuses connaissances disséminées (enquêtes mobilités, travaux des différents laboratoires). Des travaux de ce GT, ont également émergé plusieurs questions importantes parmi lesquelles :

1. la nécessité de prise en compte des parcs automobiles d'entreprise (éléments déterminant de l'évolution du parc national notamment pour les technologies émergentes), et des nouveaux services de mobilité (auto-partage, etc.),
2. la nécessité de revisiter les hypothèses prospectives, ainsi que de nombreuses hypothèses critiques entrant en jeu dans la modélisation des parcs (survies, kilométrages, etc.), et l'importance de convergence des approches de détermination des parcs automobiles (SOeS, CCFA/CITEPA, IFSTTAR), notamment en regard des négociations internationales sur le climat et la pollution de l'air,
3. la nécessité de tenir compte des spécificités locales ou régionales des parcs automobiles pour l'évaluation de politiques locales (PDU, zones de restrictions, etc.). Sur ce dernier point, un travail a été entrepris dans le cadre de l'INS - Inventaire National Spatialisé afin d'envisager une régionalisation / départementalisation des compositions de parcs automobiles.

Objectifs – travaux envisagés

Fort de ces travaux antérieurs et constats, il a été proposé d'initier un travail transversal avec un soutien de la DGITM afin de :

1. réactiver ce processus de coopération autour des parcs automobiles français,
2. aborder les questions émergentes et cruciales mentionnées ci-dessus,
3. contribuer à la mise à jour de la modélisation des compositions de parcs en circulation, à la fois à l'échelle nationale et pour des problématiques locales ou régionales

Les travaux envisagés concernaient notamment :

- la prise en compte des véhicules professionnels et nouveaux services dans la description et modélisation des parcs automobiles (quelles approches possibles) ;
- la régionalisation des parcs en lien avec l'inventaire national spatialisé ;
- les hypothèses critiques et notamment les hypothèses prospectives de motorisation et de répartition énergétique ;
- La recherche de convergence et de synergie entre les acteurs, les connaissances sur les parcs et leur modélisation ;
- la réactivation du groupe de travail GT Parcs, autour des attentes et des questions d'importance.

Les travaux ont consisté principalement en une démarche coordonnée des différents laboratoires de l'IFSTTAR autour des questions mobilisant leurs différents champs de recherche, et pour favoriser la synergie et la coopération avec les acteurs concernés (SOeS, CITEPA, CCFA, Ceréma, ADEME et Services des Ministères). Ils ont permis également

d'aborder même partiellement certaines des questions évoquées ci-dessus, mais également d'en identifier d'autres qui devront être investiguées.

Ce rapport récapitule les travaux qui ont été effectués autour de cette problématique, et propose un état des lieux des questions abordées. Outre des travaux dédiés sur les fonctions de survie et utilisation (Chapitre 2), la régionalisation des compositions des parcs automobiles (Chapitre 3), la démotorisation (Chapitre 4), une mise à jour complète de la modélisation IFSTTAR du parc automobile français (toutes catégories de véhicules) a été réalisée (Chapitre 1), avec notamment le réexamen de nombreuses hypothèses, la construction de scénarios prospectifs étendus à l'horizon 2050, et la prise en compte des immatriculations des années 2013 à 2018. Les compositions de parc simulées (1970 à 2050) ont été intégrées dans les outils de calcul d'émissions de polluants européens HBEFA et sont disponibles pour de nombreuses autres analyses.

Ce rapport fait également état des travaux du groupe de travail GT-PARCS sur les parcs automobile (Chapitre 5), qui - bien que ne s'étant réuni que 2 fois au cours des 3 dernières années - témoigne d'un intérêt accru et d'une grande richesse des contributions et des échanges.

1. Mise à jour de la modélisation du parc automobile IFSTTAR

1.1. Contexte

La problématique de modélisation et simulation du parc automobile français réalisée à l'IFSTTAR est liée aux calculs des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre du transport routier. Ces calculs reposent principalement sur les outils européens COPERT et HBEFA, dont les méthodologies mises en œuvre dans ces outils nécessitent en effet une déclinaison très détaillée du parc automobile (selon les motorisations, systèmes de dépollution, taille des véhicules ou cylindrée des moteurs, réglementation en émissions, ainsi que plusieurs autres caractéristiques technologiques). C'est dans le but de construire ces compositions des parcs automobiles, déclinées selon les paramètres technologiques et réglementaires, qu'ont été entrepris des travaux de modélisation du parc français, décrits successivement dans (Bourdeau, 1998), (Lacour et al., 2002), puis (Hugrel et al., 2004).

Une remise à plat de l'ensemble de ces travaux, assortie d'une vaste révision et mise à jour des données et des nombreuses hypothèses nécessaires aux simulations, et une totale refonte des outils de détermination du parc ont été menées et finalisées en 2013. Ces travaux ont été financés conjointement par l'ADEME et la DGITM, et ont permis l'élaboration et l'édition de la composition détaillée du parc automobile IFSTTAR (version 2013), pour l'ensemble des catégories de véhicules (voitures, véhicules utilitaires légers et lourds, deux-roues motorisés), et sur la période 1980 à 2030. Cette composition du parc français a été largement diffusée et utilisée depuis. Elle entre notamment dans les outils de calcul d'émission HBEFA.

Les principes généraux de la modélisation, l'état des lieux des données et hypothèses, l'analyse critique des approches, les limites et voies d'amélioration sont décrits en détail dans le rapport :

André, M., A.L. Roche, L. Bourcier. (2013). Statistiques de parcs et trafic pour le calcul des émissions de polluants des transports routiers pour la France. Rapport IFSTTAR-LTE, Bron (France), 132p.

Ce rapport est disponible par les liens suivants :

- <http://madis-externe.ifsttar.fr/exl-php/DOC00021002>
- <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01431629>

ou sur le site de l'ADEME :

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/calcul-emissions-polluants-transports-routiers-en-france-2014.pdf>

1.2.Principes de la modélisation IFSTTAR des parcs automobiles en circulation, pour le calcul d'émissions

Pour la France, l'élaboration de la composition détaillée du parc et du trafic pour le calcul des émissions de polluants repose sur le processus illustré **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**- s'appuie sur :

- des données de base (a) entrant dans le calcul :
 - Ce sont d'abord les données annuelles d'immatriculations (tirées du fichier national des cartes grises), qui comportent les informations et caractéristiques techniques des véhicules, informations qui seront déclinées selon la structure nécessaire aux calculs d'émissions si possible,
 - Des informations techniques complémentaires qui ne sont pas renseignées dans le fichier des immatriculations sont également nécessaires, comme par exemple l'équipement en filtre à particules, en climatisation, en dispositif de piégeage des évaporations de carburant, en dispositifs de dépollution EGR ou SCR, ainsi que le type d'injection (Directe / indirecte), etc. Ces caractéristiques techniques seront construites à partir d'autres sources ou estimées plus empiriquement.
 - De même la réglementation en émission à laquelle correspond un véhicule n'est que depuis récemment associé de manière fiable aux immatriculations. Des hypothèses d'entrée en vigueur des réglementations des émissions de polluants des véhicules doivent donc être élaborées (année d'entrée en vigueur, pourcentage de véhicules nouvellement immatriculés et concernés par la nouvelle réglementation).
 - Les données annuelles d'immatriculations de véhicules neufs constituent l'entrée des véhicules dans le parc automobile. Des fonctions de survie doivent être établies et appliquées à ces immatriculations année par année, afin de dénombrer les véhicules (de chacune des catégories et selon leur âge) qui demeurent présents dans le parc automobile au bout de N années.
 - Les immatriculations annuelles, leur déclinaison détaillée selon les caractéristiques techniques et réglementations (et âge), et leur combinaison avec les lois de survie constituent l'image de la composition du parc statique (non pondéré par son utilisation). C'est ce niveau de détail qui est nécessaire aux calculs d'émissions.
 - Des hypothèses de kilométrages annuels (variant selon les catégories et décroissant généralement avec l'âge des véhicules) permettent de pondérer l'utilisation de chacune des catégories ou sous-catégories de véhicules, et les

volumes de trafic correspondants constituent l'image du parc en circulation ou roulant (toujours décliné selon les caractéristiques technologiques et réglementaires).

- Des statistiques externes permettent de cadrer / valider et ajuster les calculs précédents (données de cadrage (b)) ; ces statistiques externes concernent principalement les kilométrages annuels par catégories de véhicules et l'âge des véhicules (résultats d'enquêtes), les parcs totaux constatés, etc.
- Enfin des tendances ou/et hypothèses prospectives (c) sont élaborées pour anticiper les compositions de parc des années futures. Ces hypothèses portent sur l'évolution des immatriculations (années postérieures aux statistiques disponibles), l'utilisations des véhicules (kilométrages, etc.), ou alternativement sur les parcs automobiles et volumes totaux de trafic.

Les calculs d'émissions nécessitent également des données complémentaires (d) : répartition spatiale ou selon les réseaux du trafic, vitesses, conditions d'utilisation des véhicules, etc.

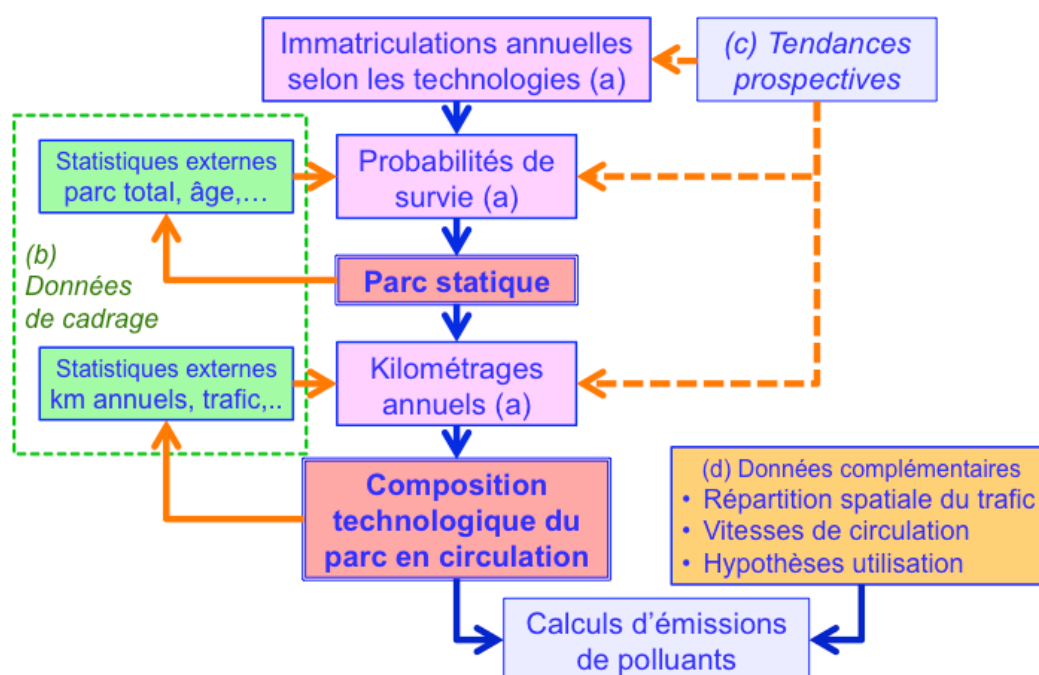


Figure 1: Schéma de principe de la détermination de la composition des parcs automobiles et trafics selon les caractéristiques techniques détaillées des véhicules, en vue des calculs d'émission de polluants. (a) données de base entrant dans le calcul ; (b) données de cadrage, ajustement éventuel sur des statistiques externes ; (c) tendances prospectives ; (d) autres données nécessaires aux calculs d'émission

1.3. Travaux effectués dans ce cadre

Une mise à jour des travaux précédents a été réalisée dans ce cadre, avec notamment :

- L'intégration des données d'immatriculations neuves récentes (c'est-à-dire après l'année 2012)
- La consolidation de diverses hypothèses et notamment la prise en compte des données de référence post-2012 (enquêtes sur les mobilités et parcs)
- Un réexamen des hypothèses prospectives, et l'élaboration de différents scénarios,
- La construction ou mise à jour d'autres données entrant dans les calculs d'émission de polluant du trafic (profils météorologiques, schémas de réglementation, données de circulation et trafic, etc.).

1.3.1. Principes de la modélisation

Les principes généraux de la modélisation sont relativement similaires à ceux mis en œuvre pour la version 2013 du parc IFSTTAR. Ils sont décrits dans le rapport cité précédemment et ne sont pas repris en détails ici. On précise ici les grandes lignes et certains aspects de la mise à jour 2019 du parc automobile français simulé par l'IFSTTAR.

1.3.2. Intégration de nouvelles données d'immatriculations

La version 2013 du parc IFSTTAR reposait sur les immatriculations de véhicules neufs :

- Données hétérogènes en qualité et structures pour les années 1940 jusqu'à l'année 2001
- Données directement extraites du fichier SIV, non mises en classes et recensant strictement tous les modèles référencés pour les années 2002 à 2012 incluses.

Les données d'immatriculations des années 2013 à 2018 incluses ont été acquises dans le cadre et sur le budget de cette convention, et ont été intégrées dans la démarche.

Ces 6 années de données sont complètement homogènes avec les 10 années 2002-2012. L'ensemble représente un bloc de 16 années récentes, pour lesquelles les immatriculations sont connues et documentées très précisément, pour chacun des modèles de véhicules des différentes catégories : voitures particulières, véhicules utilitaires légers et lourds (dont camions, autobus et autocars), ainsi que les véhicules spéciaux, les deux- et trois-roues motorisés, et les quadricycles (quads, etc.) légers et lourds.

La version 2019 du parc IFSTTAR intègre en conséquence les immatriculations annuelles des véhicules neufs en France jusqu'au 31/12/2018.

1.3.3. Prise en compte de nouvelles catégories de véhicules

Dans le cadre de la mise à jour 2019 de la modélisation, ont été intégrées de manière systématique toutes les motorisations alternatives (dont véhicules à Hydrogène par exemple) pour lesquelles des immatriculations ont été recensées. Ces nouvelles catégories sont simulées au niveau des données élémentaires (nombre de véhicules dans le parc) et - le cas échéant - regroupées ou assimilées ensuite à d'autres catégories lorsqu'elles ne sont pas prises en compte dans les outils de calcul d'émission.

Les quadricycles (quads, etc.) et les véhicules sans permis ont également été intégrés dans les données d'entrées et dans les simulations, bien que ces véhicules soient encore très mal pris en compte dans les calculs d'émissions.

1.3.4. Hypothèses de survie et d'utilisation (kilométrage annuel)

Les hypothèses de survie et d'utilisation ont été l'objet d'investigations dédiées dans ce cadre. Les travaux sont décrits dans un chapitre suivant.

Globalement, ce sont des ajustements relativement mineurs qui ont été mis en œuvre dans la mise à jour 2019 du parc IFSTTAR, par rapport aux hypothèses antérieures de la version v2013 (c'est-à-dire reposant sur l'approche développée successivement par Bourdeau, Hugrel, Lacour). La forme des fonctions de survie a notamment été le plus souvent conservée, car les formes alternatives testées (loi de Weibull) n'ont pas donné de résultats très satisfaisants (discontinuités d'évolution difficiles à maîtriser).

Le maintien des formes initiales (loi Log-Normale) ne constitue cependant pas une fragilité de la modélisation, car de fait les lois utilisées sont ajustées très précisément par plages d'années pour optimiser le cadrage aux données de référence (nombre total de véhicules par catégories dans le parc et kilométrages annuels). La forme intervient donc plutôt en second ordre parce que le paramétrage des fonctions est contrôlé par les données de référence (Figure 2).

Par ailleurs, dans la version 2019, on a introduit un ajustement supplémentaire de manière à cadrer aux hypothèses prospectives de parc (total et par motorisations) aux horizons 2030 et 2050. Les lois de survie sont ainsi ajustées entre 2019 et 2050 pour cadrer au mieux avec les hypothèses prospectives à 2030 et 2050 (parc total annuel, immatriculations annuelles et leur déclinaison selon les différentes motorisations et énergies).

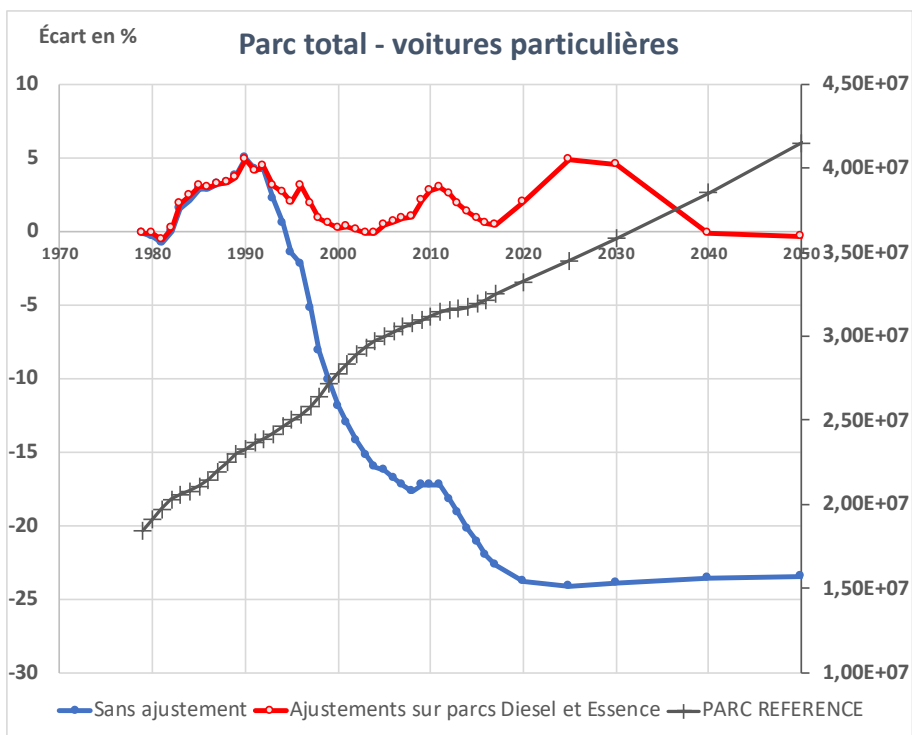


Figure 2: Illustration des ajustements de la simulation du parc total des voitures particulières. Les données « PARC REFERENCE » correspondent aux statistiques de parc des années 1978 à 2017 (CCTN), puis aux hypothèses prospectives. La courbe « sans ajustement » est obtenue avec les hypothèses de survie (Diesel, Essence et autres motorisations). La courbe « avec Ajustements » réalise à chaque période un reparamétrage des fonctions de survie pour cadrer aux données de référence (Diesel, Essence et parc total).

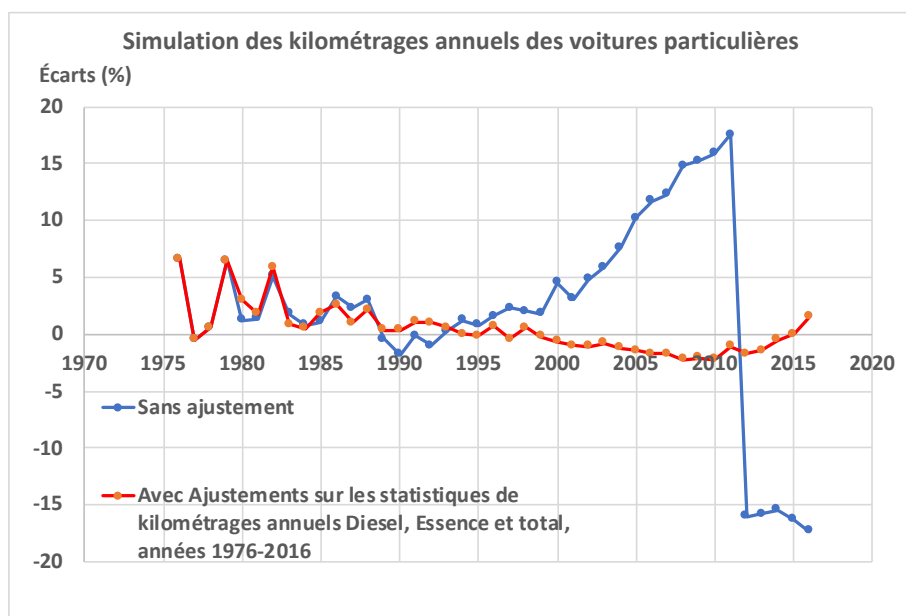


Figure 3: Illustration des ajustements de la simulation des kilométrages annuels des voitures particulières. La courbe « sans ajustement » est obtenue avec les hypothèses d'utilisation (Diesel, Essence et autres motorisations). La courbe « avec Ajustements » réalise à chaque période un reparamétrage des fonctions d'utilisation pour cadrer aux données de référence (kilométrages annuels des Diesel, Essence et parc total).

Ainsi, les ajustements des simulations du parc des voitures particulières (nombre de véhicules) et de leur utilisation (kilométrages annuels) sont illustrés en Figure 2 et Figure 3. On observe que les courbes de survie des différentes catégories de voitures et dérivées des différents travaux induisent au fil des années une sous-estimation du parc total qui atteint 25%. Leur re-paramétrage par période et selon les statistiques de parc observés contient les écarts aux données de référence en dessous de 5%.

Le saut important observé pour les simulations des kilométrages correspond aux fonctions d'utilisation par plages d'années (jusqu'à 2011, puis de 2012 à 2016) et à la discontinuité qui en résulte. L'ajustement sur les statistiques de kilométrage annuels résorbe cette discontinuité.

Des ajustements similaires ont été appliqués aux autres familles de véhicules.

1.3.5. Hypothèses prospectives

Les hypothèses prospectives ont été complètement révisées. Elles se déclinent en plusieurs aspects.

1.3.5.1. Mobilités, trafics

Les hypothèses sont dérivées des travaux du CGDD référencés ci-après :

CGDD (2016). Projections de la demande de transport sur le long terme. Analyse Théma - Transport. Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable Sous-direction Mobilité et Aménagement (MA). La Défense. 169p.

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Théma%20-%20Projections%20de%20la%20demande%20de%20transport%20sur%20le%20long%20terme.pdf>

Ces travaux déclinent la projection de la demande de transport aux horizons 2030 et 2050, en distinguant :

- Transport de voyageurs longue distance et courte distance
 - o Dont VP (en véh x km), TC (en voy x km)
- Transport de marchandises
 - o Dont Route (tonne x km), PL (véh. km), sur autoroutes, nationales et autres.

Ces projections sont également traduites en trafic routier (véh x km) en distinguant (Tableau 1) :

- VP (longue et courte distance), 2-roues motorisés, véhicules utilitaires légers, Bus et cars, poids-lourds de transport de marchandises (camions)

Plusieurs scénarios sont déterminés :

- Tendanciel,
- Avec cadrage SNBC (stratégie nationale bas carbone),
 - o Avec options nouveaux modes,
- Ainsi que des scénarios croisant les précédents avec des hypothèses PIB bas ou haut, coût du baril bas ou haut, dont on peut dériver 2 scénarios extrêmes : le plus haut et le plus bas en ce qui concerne les volumes de trafic et le recours aux énergies alternatives).

Tableau 1 : Hypothèses prospectives dérivées de CGDD (2016)

Milliards de véhkm	2012	2030	2050	2050	Taux / an 2012-2030	tendanciel	SNBC
	2012	2030	tendanciel 2050	SNBC 2050		2012-2050	2012-2050
Véhicules personnels	426,3	487,1	564,9	499,6	0,74%	0,74%	0,42%
<i>longue distance</i>	107,7	133,9	161,6	161,6	1,22%	1,07%	1,07%
<i>courte distance</i>	318,6	353,2	403,4	338	0,57%	0,62%	0,16%
Deux-roues motorisés	13,9	15,4	17,6	15,6	0,57%	0,62%	0,30%
Véhicules utilitaires légers	92,9	106,9	124,1	112,5	0,78%	0,76%	0,51%
Bus et cars	3,5	4,6	5,5	5,2	1,53%	1,20%	1,05%
<i>longue distance</i>	2,4	3,1	3,6	3,4	1,43%	1,07%	0,92%
<i>courte distance</i>	1,1	1,5	1,8	1,8	1,74%	1,30%	1,30%
Poids lourds marchandise	27,1	35,1	43,8	41,8	1,45%	1,27%	1,15%
Total	563,7	649,2	756	674,8	0,79%	0,78%	0,47%
Variation % à 2012	-	15%	34%	20%			

Les hypothèses des scénarios tendanciel et SNBC aux horizons 2030 et 2050 ont été adaptées pour estimer les volumes totaux du parc de chacune des catégories de véhicules pour les années 2020, 2025, 2030, 2040 et 2050. Dans les simulations, ces « données de références » servent de cadre pour ajuster progressivement les taux de survie des véhicules et ainsi satisfaire ces volumes de parc. Toutes les années entre 2019 et 2050 sont simulées avec les taux de survie ajustés.

La version actuelle du Parc IFSTTAR v2019 correspond au scénario tendanciel 2050.

Les autres scénarios SNBC, haut et bas pourront être simulés de la même manière.

1.3.5.2. Énergies

Les hypothèses reposent principalement sur les travaux de l'ADEME :

ADEME (2018). L'exercice de prospective de l'ADEME - « Vision 2030-2050 ». 297p.

https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/85536_vision_2030-2050_document_technique.pdf

Ces travaux donnent des hypothèses d'évolution de la demande de mobilité (qui ne sont pas reprises dans ce cadre), ainsi que des hypothèses de répartition des véhicules de transport de passagers selon les motorisations thermiques (y compris hybrides non-rechargeables et en distinguant Diesel et essence), hybrides rechargeables et électriques, ainsi que GNV. Les autres carburants alternatifs ne sont pas considérés de manière explicite. Les hypothèses de vente de véhicules neufs à l'horizon 2030 sont très similaires à celles utilisées pour la simulation du parc IFSTTAR v2013.

Tableau 2 : Hypothèses prospectives de répartition énergétique des voitures particulières, dérivées de Ademe (2018)

Principales ventes 2030	g CO2 / km	Milliers	Parts des ventes 2030	Parts des ventes en 2050	Scénario intermédiaire 2050
Diesel	85	305	16%	8%	
Essence	95	303	15%	8%	
Hybride Diesel	50	171	9%	4%	7%
Hybride Essence	60	540	28%	14%	21%
GNV	95	10	1%	2%	
Total Thermiques			68%	34%	44%
Rechargeables + VE RE	30	432	22%	38%	28%
VE	0	196	10%	28%	28%
TOTAL	49	2 millions			

Nous avons donc adapté les hypothèses du parc v2013 à l'horizon 2050 en tenant compte des hypothèses de l'Ademe (Tableau 2).

Cependant, les hypothèses de l'ADEME imposeraient (pour certaines catégories de véhicules et motorisations) une rupture d'évolution entre la période d'aujourd'hui à 2030 d'une part, et la période 2030 et 2050 d'autre part. Cette rupture serait difficile à simuler car elle impose de fixer des objectifs 2030 et 2050 non cohérents en progressivité, et l'évolution 2030-2050 devrait en conséquence rattraper l'évolution 2019-2030. Nous avons donc pris le parti d'une évolution plus progressive mais continue (scénario intermédiaire, sans rupture) entre 2019 et 2050, imposant dans certains cas d'ajuster les objectifs.

1.3.5.3. Parcs totaux et immatriculations des véhicules entre 2019 et 2050

La simulation du parc automobile (pour chaque catégorie de véhicule) repose sur l'arrivée chaque année des nouvelles immatriculations, et la disparition de véhicules selon des lois de survie. Un cadrage par rapport au parc total dénombré se fait en ajustant les lois de survie sur des périodes suffisamment longues (forte inertie).

Les hypothèses de parc total pour les années 2020 à 2050 permettent de proposer une évolution des immatriculations annuelles neuves avec des tendances quasi-équivalentes (au prorata d'un taux de renouvellement supposé constant en prospective).

On détermine ainsi pour chacune des catégories de véhicules l'évolution des immatriculations annuelles entre 2019 et 2050.

La répartition par tailles de véhicules se fait selon les cas : soit en suivant une tendance marquée au cours des dernières années (cylindrée des VP, catégories de VUL), soit en prolongeant la structure observée sur les dernières années pour lesquelles on dispose des données d'immatriculation (cas des véhicules lourds, selon les classes de taille en PTAC).

La répartition par énergie repose :

- d'une part sur les hypothèses dérivées des travaux Ademe et de celles de la simulation IFSTTAR v2013,
- d'autre part sur les ventes observées selon toutes les motorisations et énergies alternatives.

Dans la version la plus déclinée du parc IFSTTAR v2019, toutes ces motorisations / énergies alternatives sont préservées. Selon les cas, des hypothèses de croissance ou de persistance de la répartition observée sur les dernières années sont appliquées.

1.3.5.4. Répartition du trafic selon les réseaux urbain, rural et autoroutier, 2019 - 2050

Les scénarios d'évolution du trafic (CGDD) et des motorisations et énergies (Ademe) scénarios donnent quelques indications quant à la répartition du trafic selon : longue distance - courte distance, ou même : urbain, - périurbain - longue distance. Ces indications sont cependant insuffisantes à ce stade pour permettre une correction de la répartition du trafic selon les réseaux routiers urbain, rural et autoroutier. Des investigations complémentaires seront nécessaires pour améliorer les hypothèses prospectives de répartition du trafic sur le réseau routier.

1.3.6. Actualisation d'autres données d'entrée des simulations

1.3.6.1. Les « données de référence »

Ces données de référence ou de cadrage sont principalement les parcs totaux de véhicules par catégories résultants des travaux du CCFA et des CTN, ainsi que les statistiques de kilométrages annuels résultant des enquêtes mobilités). Elles ont été étendues de 2010-2011 (version 2013) jusqu'à l'année 2017 pour la révision 2019 du parc IFSTTAR.

1.3.6.2. Le « schéma d'application des réglementations EURO »

Le schéma d'application des réglementations EURO recense les années d'entrée en vigueur et de fin des différentes réglementations selon les catégories de véhicules. Il a été révisé (et confronté au schéma mis en œuvre par le CITEPA pour les exercices d'inventaires d'émissions annuels). Il a également été décliné pour les différentes phases des réglementations EURO6, et étendu aux réglementations les plus récentes (Euro6d, Euro7 pour les véhicules légers, Euro VI pour les véhicules lourds).

1.3.6.3. Données de vitesses et de répartition du trafic selon les types de réseaux routiers

Les données de vitesses moyennes de circulation sur les réseaux routiers urbain/rural/autoroute, et les données de distribution du kilométrage sur ces réseaux n'ont pas été l'objet d'investigation spécifique et sont quasiment inchangées par rapport à la version 2013.

On note cependant qu'un travail visant à construire les « situations de trafic » représentatives pour la France a été effectué. Ces situations de trafic consistent en des schémas de distribution du trafic selon les catégories détaillées de voies selon leur configuration et vitesse limite d'une part, et selon les conditions de circulation d'autre part (de la congestion à la circulation fluide). Des situations de trafic urbaine et rurale ont été construites, ainsi que des situations représentatives de certains types de route (autoroute, autoroutes urbaines

1.3.6.4. Définition de zones « météorologiques »

Les approches de calcul d'émission nécessitent la définition des conditions météorologiques (température, humidité), selon des profils plus ou moins détaillés (mensuels, journaliers, horaires). Le territoire national métropolitain étant cependant assez hétérogène, il semblait peu pertinent de ne construire qu'un profil météorologique moyen.

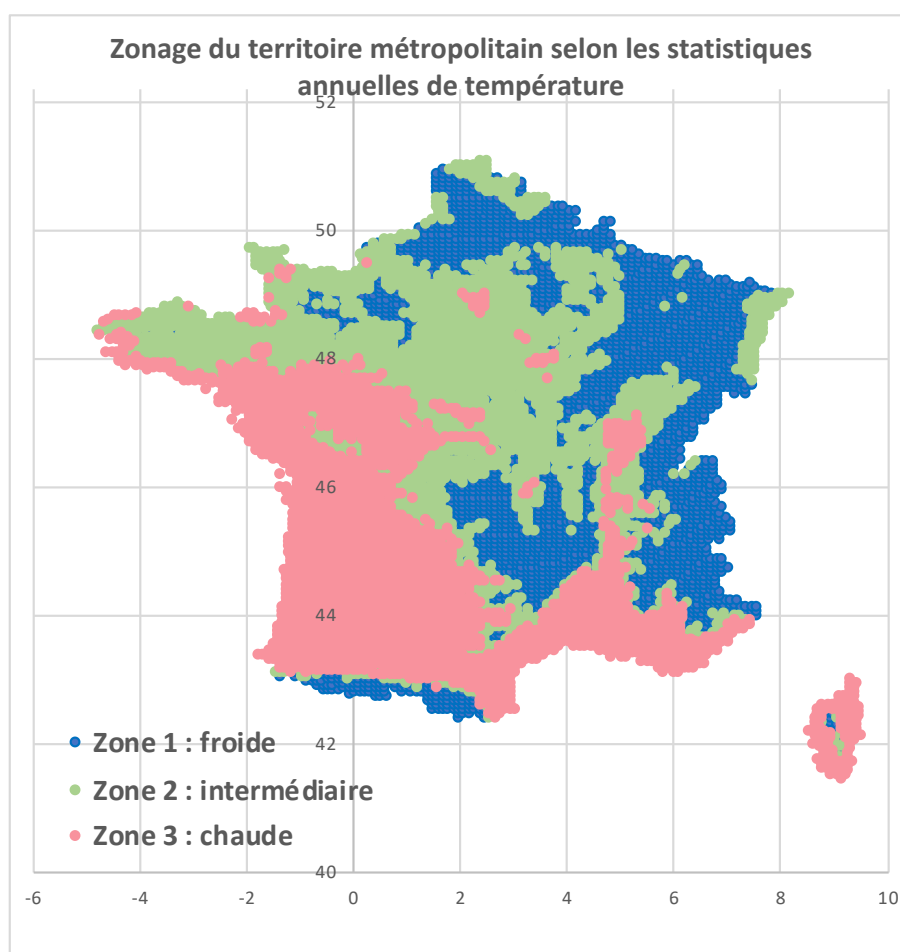


Figure 4: Zonage métropolitain à partir des statistiques de températures annuelles de 8600 stations météorologiques.

L'analyse des données statistiques annuelles de températures de quelques 8600 stations de mesure a permis de définir un zonage métropolitain en 3 classes (équivalentes en nombre de stations), selon le niveau moyen des températures annuelles (Figure 4). Sur la base de ce zonage, des profils mensuels de températures et humidité ont été construits pour l'approche de calcul d'émission HBEFA.

1.4. Illustration de résultats de la mise à jour du parc IFSTTAR version 2019

Nous proposons ci-après quelques comparaisons entre les versions 2013 et 2019 des simulations de parc automobiles. La Figure 5 compare l'évolution des parcs selon les 2 simulations. Les équilibres entre les catégories de véhicules restent assez similaires, avec une large prédominance des véhicules légers dont les 2-roues motorisés (et assimilés, 3-roues, quadricycles, etc.). On note une progression plus forte du parc total avec les nouvelles hypothèses prospectives, atteignant les 50 Millions dès 2030 contre 48 Millions avec les simulations v2013.

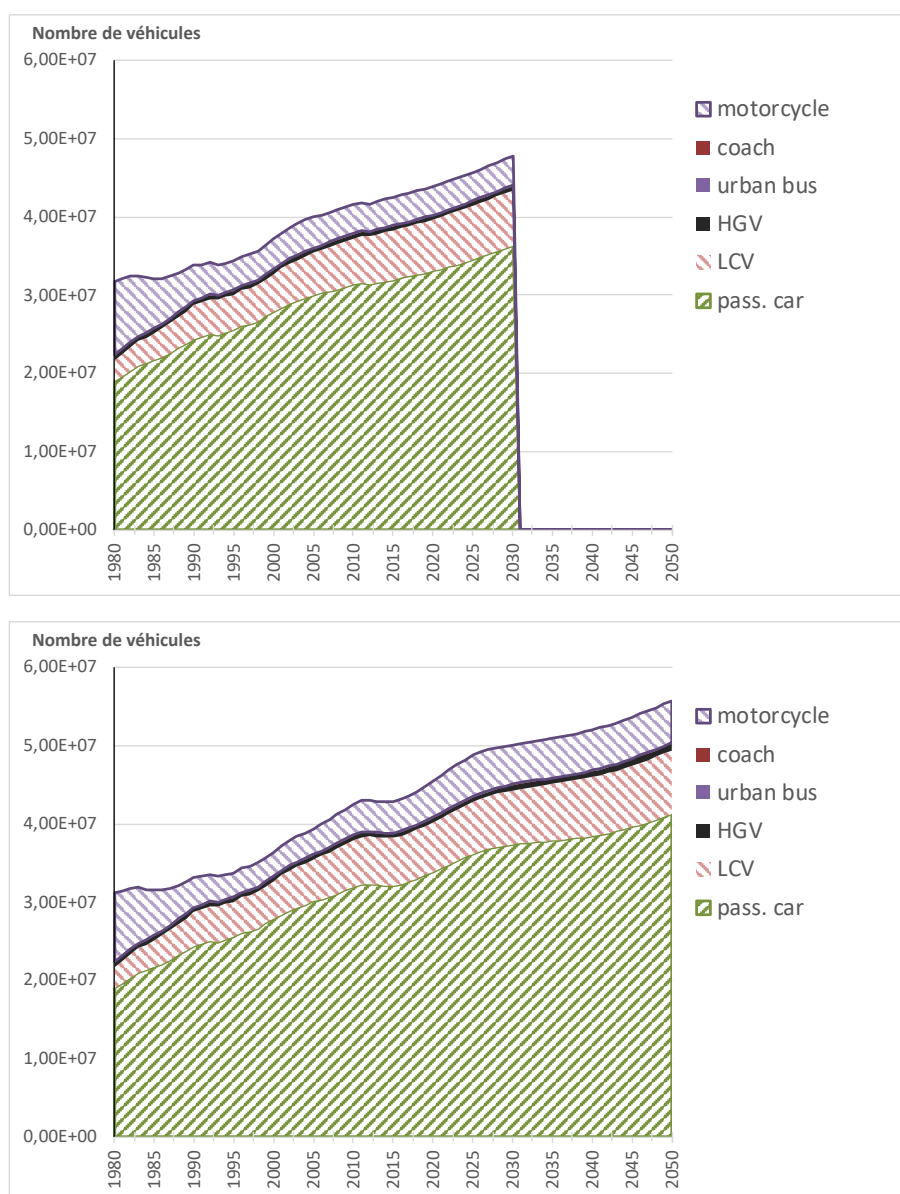


Figure 5 : Évolution de la composition du parc automobile, en nombre de véhicules - simulations version v2013 (en haut) et v2019 (en bas).

La transposition de ce parc en volumes de trafic (Figure 6) montre l'importance accrue de la circulation des camions, même si elle reste assez limitée, tandis que les 2-roues (et assimilés) sont moins représentés dans le trafic.

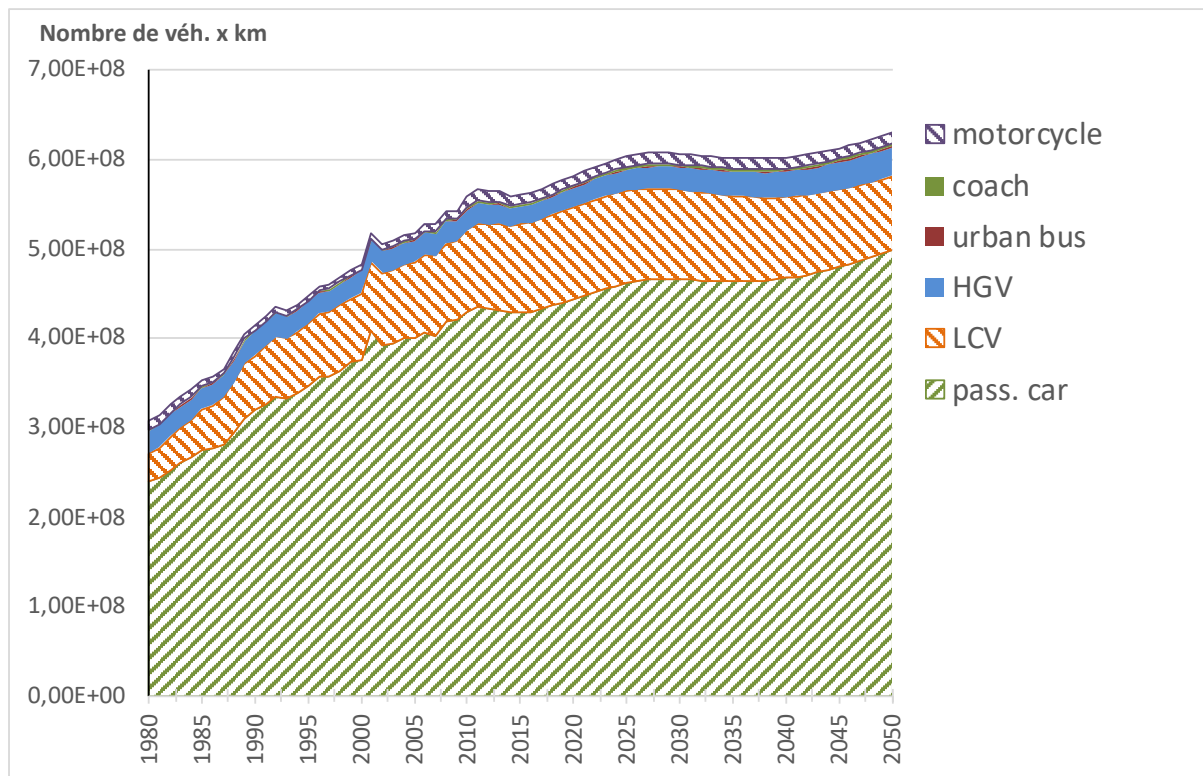


Figure 6 : Évolution de la composition du parc automobile, en nombre de véhicules x km - simulations version v2019.

1.4.1. Comparaison de l'évolution du parc des voitures particulières entre les versions v2013 et v2019 des travaux IFSTTAR

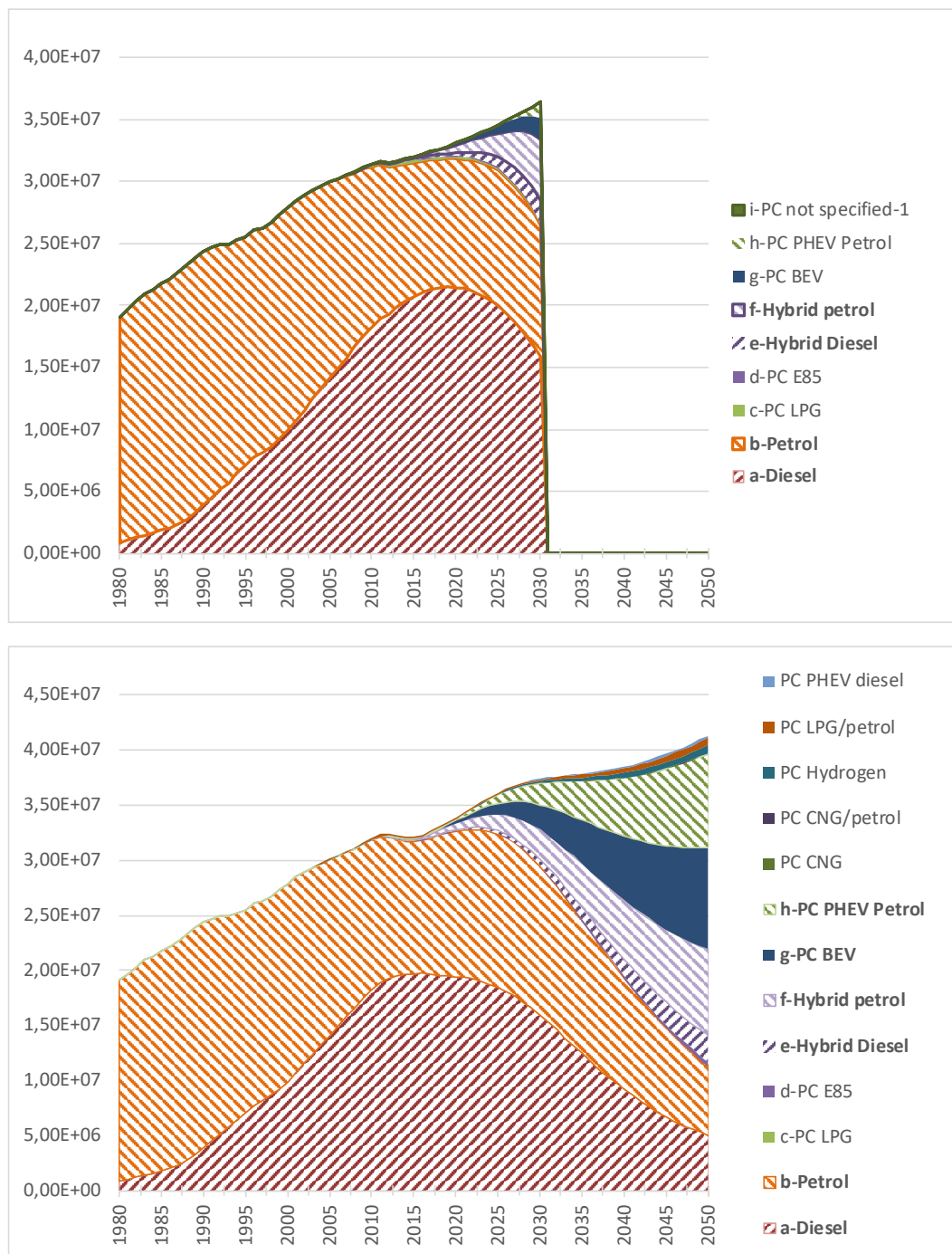


Figure 7 : Évolution de la composition du parc de voitures particulières et des motorisations alternatives, en nombre de véhicules - simulations v2013 en haut et v2019 en bas.

1.4.2. Évolution des motorisations et réglementations Euro des voitures particulières

Les Tableau 3 et Tableau 4 donnent la répartition du parc des voitures particulières pour les années 2020 à 2030 selon les simulations IFSTTAR v2013, et de 2020 à 2050 pour les simulations mises à jour en 2019.

Les simulations v2019 rendent mieux compte d'un recul des VP Diesel dès les années 2020, ce recul s'atténuant ensuite (niveaux des VP Diesel quasiment équivalents en 2030). Parallèlement à ce recul, les VP Diesel se renouvellent moins, d'où le recul des réglementations EURO6 et 5 des Diesel. A l'inverse, le retour (relatif) des voitures Essence avec les hypothèses (et nouvelles immatriculations) des simulations v2019 est plus marqué en 2030, mais c'est au détriment des véhicules plug-in Essence.

Au-delà de 2030 seulement on observe un déclin marqué des VP Diesel et Essence (12 et 15% du parc en 2050), tandis que les véhicules hybrides et plug-in (Essence et Diesel) progressent considérablement (45% en tout), en même temps que les véhicules électriques (22%).

u-

Tableau 3 : Évolution de la répartition des voitures particulières selon les motorisations et réglementations EURO (simulations v2013)

Somme de NbVeh2 Catégorie	EURO	Year						
		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1-PC Diesel	0-pre-Euro	0,0%	0,0%	0,0%				
	1-Euro-1	0,3%	0,0%	0,0%				
	2-Euro-2	1,1%	0,2%	0,0%				
	3-Euro-3	5,6%	1,8%	0,3%				
	4-Euro-4	13,0%	5,5%	1,8%				
	5-Euro-5	21,3%	12,7%	5,3%				
	6-Euro-6	23,5%	37,5%	36,2%				
Sous-total PC-Diesel		64,9%	57,8%	43,7%				
3-PC Essence	0-pre-Euro	0,1%	0,0%	0,0%				
	1-Euro-1	0,7%	0,0%	0,0%				
	2-Euro-2	1,9%	0,4%	0,0%				
	3-Euro-3	3,6%	1,3%	0,3%				
	4-Euro-4	5,3%	2,6%	0,9%				
	5-Euro-5	8,2%	5,6%	2,7%				
	6-Euro-6	11,5%	21,5%	25,1%				
Sous-total PC-Essence		31,3%	31,5%	29,0%				
5a-PC GPL		0,5%	0,4%	0,2%				
5b-PC CNG								
6-PC Hybride Diesel		0,8%	2,4%	5,1%				
7-PC Hybride Essence		1,8%	5,7%	13,5%				
8a-PC PHEV Diesel								
8b-PC PHEV Essence		0,0%	0,1%	3,5%				
9-PC E85		0,3%	0,3%	0,3%				
2-PC Électrique	10-Alt	0,5%	1,8%	4,7%				
z-PC Hydrogène	10-Alt							
Total général		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tableau 4 : Évolution de la répartition des voitures particulières selon les motorisations et réglementations EURO (simulations v2019)

Somme de NbVeh2 Catégorie	EURO	Year						
		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
1-PC Diesel	0-pre-Euro	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	1-Euro-1	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	2-Euro-2	1,1%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	3-Euro-3	5,4%	1,7%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	4-Euro-4	16,7%	9,8%	4,8%	1,8%	0,3%	0,0%	0,0%
	5-Euro-5	18,9%	14,5%	8,9%	4,4%	1,6%	0,2%	0,0%
	6-Euro-6	14,9%	24,8%	28,7%	26,8%	22,0%	16,8%	12,2%
Sous-total PC-Diesel		57,4%	51,1%	42,6%	32,9%	23,9%	17,0%	12,2%
3-PC Essence	0-pre-Euro	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	1-Euro-1	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	2-Euro-2	3,2%	1,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	3-Euro-3	5,3%	2,3%	0,7%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
	4-Euro-4	6,2%	3,6%	1,7%	0,6%	0,1%	0,0%	0,0%
	5-Euro-5	8,1%	5,7%	3,1%	1,3%	0,4%	0,0%	0,0%
	6-Euro-6	15,4%	25,8%	30,5%	29,9%	25,9%	20,4%	15,2%
Sous-total PC-Essence		38,9%	38,5%	36,1%	31,8%	26,3%	20,4%	15,2%
5a-PC GPL		0,4%	0,4%	0,5%	0,8%	1,1%	1,4%	1,6%
5b-PC CNG		0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
6-PC Hybride Diesel		0,3%	0,7%	1,5%	2,7%	3,9%	5,0%	5,9%
7-PC Hybride Essence		1,8%	4,0%	7,1%	10,6%	14,0%	16,8%	18,8%
8a-PC PHEV Diesel		0,0%	0,1%	0,1%	0,2%	0,4%	0,5%	0,5%
8b-PC PHEV Essence		0,4%	2,1%	5,2%	9,3%	13,7%	17,6%	20,7%
9-PC E85		0,1%	0,1%	0,2%	0,4%	0,6%	0,7%	0,8%
2-PC Électrique	10-Alt	0,8%	2,7%	6,1%	10,5%	15,1%	19,1%	22,3%
z-PC Hydrogène	10-Alt	0,0%	0,1%	0,4%	0,7%	1,1%	1,4%	1,7%
Total général		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

1.5. Fiche descriptive du parc IFSTTAR v2019

1.5.1. Champ couvert, structure du parc et données simulées

1.5.1.1. Champ couvert

Parc automobile français ; véhicules routiers seulement ; métropole seulement

Parc des véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers (VUL - moins de 3,5 t de PTAC) ; camions et camions articulés ; autobus urbains ; autocars ; motocycles, cyclomoteurs et quadricycles

La composition du parc v2019 est simulée sur la période 1970 à 2050

Les hypothèses prospectives sont dérivées des travaux du CGDD et de l'ADEME qui ont permis de construire et de décliner plusieurs scénarios d'évolution du parc d'ici 2030 et 2050. La version v2019 du parc IFSTTAR correspond à la simulation du scénario tendanciel. Les autres scénarios prospectifs (SNBC et hypothèses hautes et basses) pourront être simulés ultérieurement.

1.5.1.2. Structure du parc

Déclinaison par :

- catégories de véhicules,
- sous-catégories le cas échéant (camions / articulés, cyclomoteurs / motos / quads)
- carburant, énergie utilisés (Diesel, Essence et la plupart des carburants alternatifs)
- taille des véhicules (cylindrées, segments commerciaux, catégories réglementaires pour les VUL, PTAC)
- catégories réglementaires relatives aux émissions de polluants (EURO)

1.5.1.3. Données simulées

- Composition du parc statique (en nombre de véhicules par catégories détaillées, ou en % du nombre total de véhicules ou du nombre total par catégorie ou sous-catégories)
- Composition du parc roulant ou en circulation (en véhicules x kilomètres par an ou en %)
- Composition des parcs en circulation en zone urbaine, rurale et sur autoroute (à partir de coefficient d'utilisation selon les réseaux, en véhicules x kilomètres par an ou en %)
- Autres données : kilométrages annuels ; kilométrage cumulé (au compteur) des véhicules, vitesses de circulation

1.5.2. Cadres d'application

La parc IFSTTAR v2019 a été importé dans les outils HBEFA 4.1 version publique de calculs des émissions, avec quelques spécificités :

- Dans ce cadre, la structure est simplifiée par rapport à celle d'origine, avec exclusion (réaffectation) de certaines motorisations (Hydrogène par exemple), exclusion des quadricycles (réaffectés en motocycles).
- Le parc France de HBEFA version publique ne décline plus les classes de cylindrées des véhicules particuliers (les facteurs / fonctions d'émission de polluants ne sont en effet pas différenciées selon les cylindrées).
- Des statistiques complémentaires d'évolution de l'équipement en filtre à particule ont été ajoutées, de même que pour la prise en compte des véhicules EURO5 du groupe VW pour lesquels des corrections d'émissions sont effectuées (pour les véhicules en l'état et pour ceux qui ont été l'objet d'une révision logicielle par le constructeur).
- Le logiciel HBEFA inclut des statistiques d'utilisations des véhicules (situations de trafic) qui ont été construites spécifiquement pour la France et correspondent à plusieurs situations-types (urbain, rural, autoroutes rurales, autoroutes urbaines, etc.).
- Le logiciel HBEFA inclut également des statistiques de températures et humidité (saisonniers, journalières) établies pour la France ainsi que pour 3 grandes régions (chaude, froide, intermédiaire).

Le parc IFSTTAR v2019 dans sa version la plus détaillée reste disponible pour une utilisation plus ouverte.

Il est également adaptable à la structure de calcul des émissions de l'outil Européen COPERT5 (imposant quelques simplifications et réaffectations).

2. Hypothèses de survie et utilisation des véhicules

Ces travaux ont été l'objet d'un stage de Master et sont décrits en (Roux et al., 2018). Nous récapitulons ici les principales investigations menées sur les hypothèses de survie et d'utilisation des véhicules.

La modélisation du parc repose entre autres sur des paramètres très sensibles :

- Les hypothèses de survie qui conditionnent le renouvellement du parc, celui-ci résultant d'une part des immatriculations neuves et d'autre part de l'élimination des véhicules plus anciens selon ces hypothèses de survie (variant notamment avec l'âge des véhicules)
- Les hypothèses d'utilisation des véhicules (ou kilométrages annuels), qui déterminent la présence plus ou moins forte des différentes catégories de véhicules (selon leur motorisation, leur taille, leur âge) dans le trafic, c'est-à-dire la composition du parc en circulation.

Le travail réalisé dans ce cadre s'inscrit dans la prolongation des travaux de mise à jour de la modélisation du parc IFSTTAR, et s'est focalisé sur l'amélioration des hypothèses de survie et d'utilisation, pour les différentes catégories de véhicules.

2.1. Principes généraux et fonctions de survie et utilisation

Les principes généraux de simulation de la composition du parc automobile sont illustrés en Figure 1 et décrits en section 1.2.

2.1.1. Fonctions ou hypothèses de survie

Les hypothèses de survie d'une catégorie de véhicule correspondent à la probabilité de retrouver ces véhicules dans le parc selon leur âge. La probabilité d'existence est maximale lorsque le véhicule est neuf et récent (proche de 1), elle décroît quand l'âge du véhicule augmente. Deux lois théoriques statistiques décrivent cette décroissance de la durée de vie en fonction de l'âge ont été proposées antérieurement par (Gallez, 1994) et (Kolli, 2012) :

- **loi de survie de type Log normale :**

De la forme :

$$s(a) = 1 - \frac{\varnothing\left(\frac{\ln a - m}{\sigma}\right)}{\varnothing\left(\frac{\ln A - m}{\sigma}\right)}$$

avec :

- a : âge des véhicules considérés
- A : âge limite de survie
- m : taux de survie médian
- σ : écart-type de la distribution, indicateur de la rapidité de disparition
- ϕ : loi log-normale
- $S(a)$ proportion restante de véhicules après a années

- **loi de survie de type Weibull**

De la forme :

$$s(a) = \exp\left(-\frac{a}{T}\right)^b$$

Avec :

- $s(a)$: proportion restante de véhicules après a années
- a : âge des véhicules considérés
- T : âge correspondant au taux de survie représentant le 99^{ème} percentile
- b : âge correspondant au taux de survie représentant le 50^{ème} percentile

Dans la réalité, la survie d'un véhicule au sein d'un parc automobile est complexe et sensible à de nombreux facteurs, que l'on peut dissocier en deux catégories :

- la durée de vie liée aux facteurs physiques et caractéristiques du véhicule (robustesse mécanique) combinée avec les conditions d'usage auxquelles il est soumis (kilométrage, conditions de circulation et d'entretien, accidents, etc.).
- les facteurs économiques qui conditionnent la vie du véhicule depuis son acquisition (coût d'achat, promotions, incitations, et conditions économiques du moment, crise / prospérité, pouvoir d'achat des catégories de personnes) jusqu'à sa destruction (prime à la casse, opportunités, conditions économiques, marché de l'occasion, etc.).

Les hypothèses de survie sont déterminées à partir d'enquêtes statistiques qui renseignent la distribution des véhicules en fonction de leur âge (par catégories plus ou moins détaillées). Le taux de survie en fonction de l'âge est estimé à partir de l'équation suivante (Bourdeau, 1998, Kolli, 2012) :

$$s_t(a) = \frac{N_t(a)}{I_{t-a}}$$

Avec :

- $s_t(a)$: proportion restante de véhicules après a années de l'année t de l'enquête
- $N_t(a)$: nombre de véhicules survivants de a années pour l'année t
- I_{t-a} : nombre d'immatriculations neuves de l'année de 1^{ère} mise en circulation $t-a$

Si la courbe de survie "expérimentale" ainsi obtenue présente les caractéristiques d'une des deux lois théoriques statistiques mentionnées précédemment (Log normale et Weibull), alors il

est possible d'effectuer un ajustement de leurs paramètres aux données d'observations. L'analyse de l'évolution des paramètres permet de décrire et comprendre la dynamique de renouvellement et de vieillissement du parc. Il est également possible de calculer un âge moyen théorique qui est un bon indicateur pour la description des distributions établies (expérimentale ou théorique) par application de la relation :

$$A_{\text{moyen théorique}} = \frac{\sum(\text{âge } i \times \text{taux de survie de l'âge } i)}{\sum \text{taux de survie}}$$

2.1.2. Hypothèses d'utilisation (ou kilométrages annuels)

Les hypothèses ou fonctions d'utilisation décrivent l'évolution des kilométrages annuels moyens suivant l'âge, les technologies et catégories de véhicules. Elles sont établies à partir d'enquêtes ponctuelles (non annuelles ni pour toutes les catégories de véhicules). De ce fait, elles s'appliqueront généralement à des années et à des catégories de véhicules élargies. L'usage d'un véhicule dépend de ses caractéristiques (catégorie VP, VUL, camions..., carburant Essence, Diesel..., taille / cylindrée) ainsi que de son âge (neuf ou ancien) (Lacour et al 2002). Ainsi, les véhicules Diesel sont plus utilisés que les Essence (par un coût d'utilisation plus faible). De même les gros véhicules ou à forte motorisation effectuent des trajets plus longs. Enfin, les véhicules neufs parcourent généralement plus de kilomètres que les véhicules âgés. D'autres facteurs s'ajoutent tels que la conjoncture économique (prix du carburant, etc.) ou les conditions météorologiques.

2.2. Voitures particulières

L'analyse de l'enquête Parc Auto des années 2009 à 2016 a permis d'établir des fonctions de survie Essence et Diesel de forme Weibull pour cette période.

Les ajustements aux données d'enquête par les fonctions sont illustrés Figure 8. Les paramètres des fonctions sont donnés en Tableau 5. L'évolution des fonctions de survie établies sur les périodes 2000-2008 (Kolli, 2012) et sur les années 2009-2016 est assez marquée surtout pour les voitures Essence. Ces différences pourraient être liées à une évolution réelle de la survie des véhicules (observée par la succession des enquêtes), mais elles peuvent aussi être dues à une approche différente de paramétrage des fonctions.

Tableau 5 : Paramètres des fonctions de Weibull pour les voitures particulières

Type de loi	Catégorie et période	Paramètres	
		T	b
Weibull (travaux Kolli, 2012)	VP Diesel, 2000-2008	15,1886	2,4782
	VP Essence, 2000-2008	12,7830	2,6346
Weibull Ajustements sur données Parcauto 2009-2016	VP Diesel, 2009-2016	15,81	2,69
	VP Essence, 2009-2016	13,21	1,86

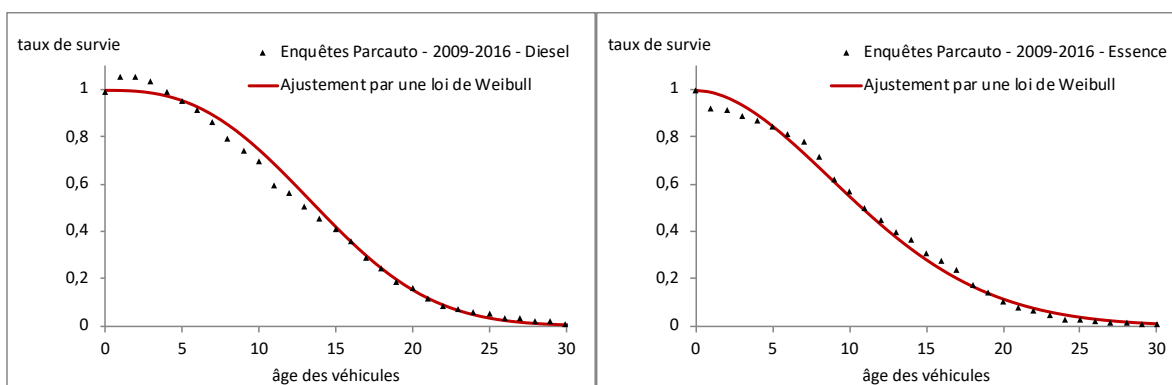


Figure 8: Données statistiques de survie des voitures particulières dérivées de l'enquête Parcauto pour les années 2009 à 2016 et ajustements par une loi de Weibull - Voitures Diesel à gauche, Essence à droite.

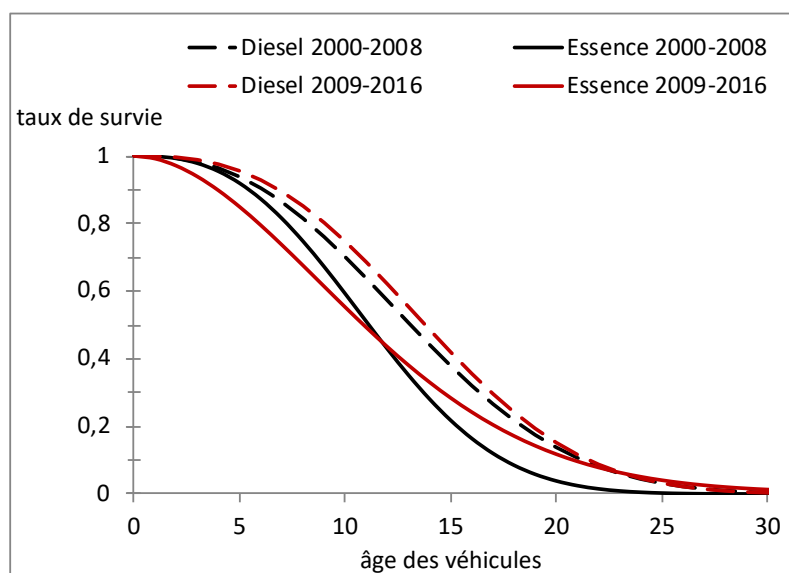


Figure 9: Évolution entre les fonctions de survie établies sur les années 2000-2008 (Kolli, 2012) et celles établies sur les années 2009 à 2016.

Les mêmes données de Parcauto des années récentes ont permis de déterminer des statistiques d'utilisation précises (kilométrages annuels) sur la période 2009-2016. L'ajustement à ces données par des fonctions d'utilisation par catégories de véhicules et

classes de cylindrées (comme requis dans les calculs d'émissions de polluants) s'est avéré cependant assez difficile.

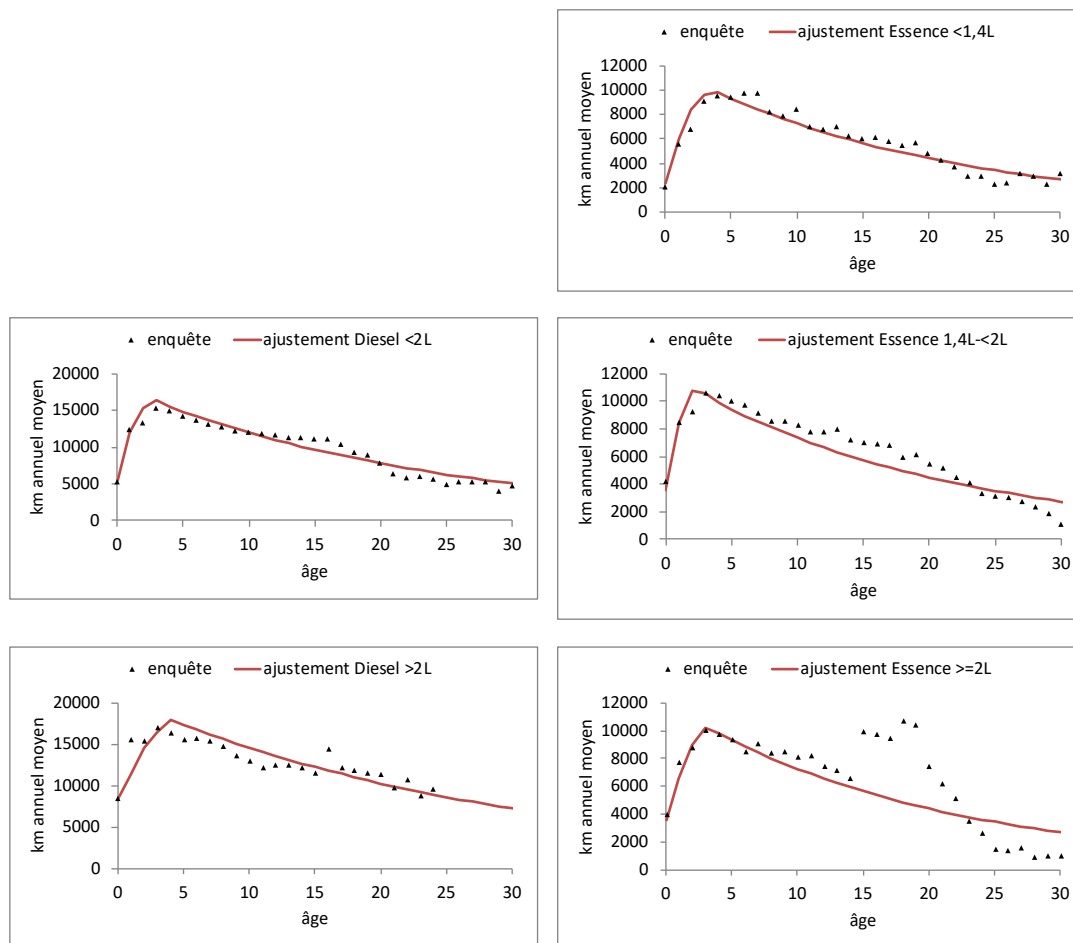


Figure 10: Tentative d'ajustement de fonctions d'utilisation sur les données statistiques dérivées de l'enquête Parcauto des années 2009 à 2016.

2.3. Véhicules utilitaires légers

Pour les véhicules utilitaires légers, les courbes de survie antérieures résultaient des travaux de (Bourdeau, 1998), établissant une courbe de survie à partir de l'enquête sur l'utilisation des petits véhicules utilitaires de 1991. Une courbe similaire a été construite à partir de l'enquête VUL de 2011. Ces 2 fonctions sont illustrées Figure 11, et traduisent une évolution forte de la durée de vie des petits véhicules utilitaires. Nous n'avons pas cherché à approcher ces statistiques par des fonctions (les hypothèses de survie s'expriment donc directement par les valeurs statistiques de chaque année d'âge).

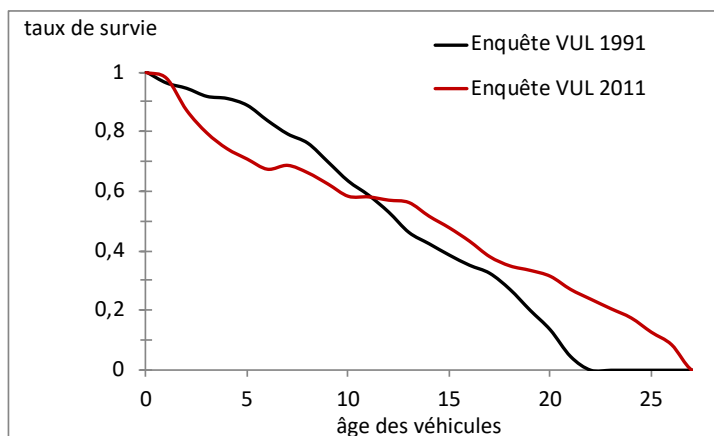


Figure 11: Fonctions de survie des petits véhicules utilitaires, établies à partir des enquêtes VUL de 1991 et 2011.

Des statistiques d'utilisation (kilométrage) ont été également dérivées de cette enquête qui ont permis la construction d'une fonction d'utilisation ajustée sur des données plus récentes. Cependant, cette fonction unique ne permet pas de différencier les motorisations essence et Diesel, ni les catégories de petits véhicules utilitaires (M1 voitures commerciales, N1-I VUL de moins de 1300 kg de PTAC, N1-II de moins de 1700kg et N1-III de moins de 3500kg).

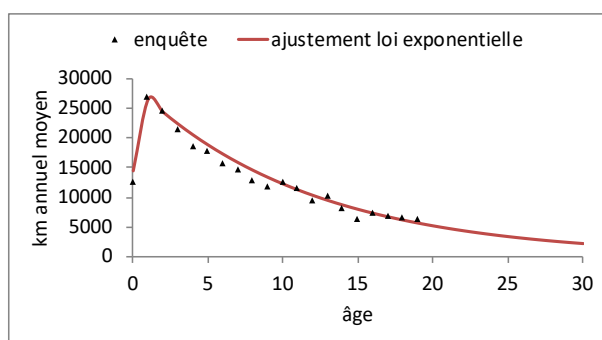


Figure 12: Ajustement d'une fonction d'utilisation des petits véhicules utilitaires, à partir des statistiques de l'enquêtes VUL de 2011.

2.4. Camions et tracteurs routiers

Les fonctions de survie existantes (dérivées de Bourdeau 1998) sont basées sur les enquêtes TRM déjà anciennes. À partir des enquêtes TRM récentes (parcs par tranches d'âge, de 1997-2016 pour les tracteurs et 2008-2016 pour les camions) et des données d'immatriculations annuelles sur ces périodes, nous avons tenté de construire des fonctions de survie plus actuelles.

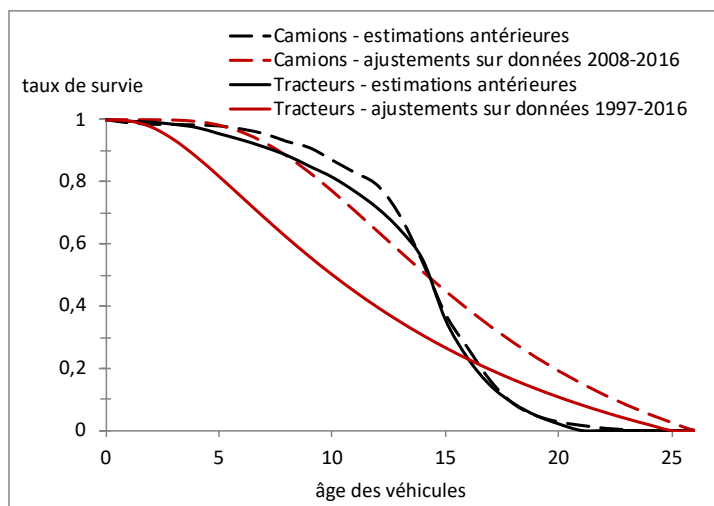


Figure 13: Fonctions de survie des camions et tracteurs routiers, établies antérieurement d'après Bourdeau, 1998 et sous forme de lois log-normales à partir des enquêtes TRM et données d'immatriculations des périodes 1997-2016 et 2008-2016.

Compte tenu de classes d'âge relativement larges (2 à 5 ans) et d'une prise en compte inexacte des véhicules de plus de 15 ans, les ajustements de fonctions aux statistiques sont difficiles et les courbes se révèlent peu appropriées, marquant également de très fortes différences avec les estimations antérieures (Figure 13).

On a également essayé de construire des fonctions d'utilisation à partir des statistiques récentes. Ces fonctions ne sont également pas totalement satisfaisantes et nécessiteront des améliorations.

2.5. Autobus et autocars

A partir des données SDES (ZOYEM) donnant séparément les parcs d'autobus et autocars de 2014 et leur distribution précise selon l'âge des véhicules et des statistiques d'immatriculations annuelles sur les 35 années précédentes (1980-2014), il est possible de construire des statistiques précises de survie de ces véhicules et de les approcher par des fonctions. Les immatriculations annuelles ne différencient cependant pas autobus et autocars. Une seule courbe de survie a donc été établie à partir des données 2014, dont l'ajustement n'est pas totalement satisfaisant (Figure 14, gauche). La comparaison de cette courbe avec les estimations antérieures montre une grande hétérogénéité (Figure 14, droite).

Les fonctions d'utilisation selon l'âge des véhicules ont été également construites à partir des statistiques de kilométrage des années 2011 à 2015 (source SDES). Ces fonctions (non reproduites ici) semblent relativement satisfaisantes, mais minimisent les kilométrages des autocars, sans doute en raison des classes d'âge larges (2 à 5 années), ce qui constitue une source d'incertitude importante pour l'ajustement d'une fonction.

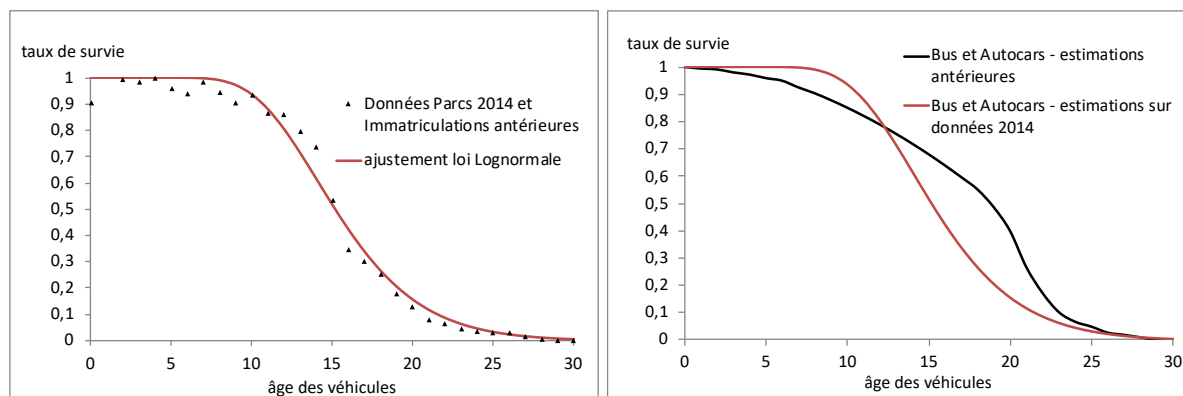


Figure 14: Fonctions de survie des autobus et autocars. A gauche : Ajustements d'une loi Log-Normale sur les statistiques dérivées de la distribution du parc 2014 selon l'âge et des données d'immatriculations des années antérieures. A droite comparaison des courbes de survie antérieure et celle basée sur ces données 2014

2.6. Deux-roues motorisés

On ne dispose pas de nouvelles données qui auraient permis de mettre à jour les hypothèses de survie et d'utilisation selon l'âge des 2-roues motorisés.

2.7. Conclusions

Les travaux menés dans ce cadre ont permis de remettre à plat les approches statistiques de détermination des lois de survie et d'utilisation des véhicules, et de collecter les statistiques et résultats d'enquêtes des années récentes qui permettent de les mettre à jour. Les différents types de fonction (Log-Normale, exponentielle, Weibull) ont été intégrés dans les programmes de simulation du parc IFSTTAR.

Dans le cadre du stage de Master, de nouvelles courbes ont été élaborées pour la plupart des familles de véhicules, à partir des statistiques les plus récentes et des approches développées. Ces courbes ont été également testées en utilisant les simulations de parc de la version 2013 (avant mises à jour et intégration des données d'immatriculations récentes). Cependant des discontinuités ont été observées, qui imposaient des ajustements importants pour cadrer avec les données statistiques de référence (dénombrement du parc). Pour cette raison, plusieurs des courbes testées n'ont pas été intégrées dans la mise à jour du parc IFSTTAR, car elles n'apportent pas à ce stade d'amélioration par rapport aux fonctions définies antérieurement (également imparfaites, mais ajustées plus aisément par les données de référence). Ces travaux sur les courbes de survie et d'utilisation sont donc à poursuivre avec l'intégration des données récentes de Parcauto, en vue du développement de fonctions plus robustes, par plages d'années.

3. Régionalisation – départementalisation des parcs, parcs locaux

L'analyse des spécificités locales des parcs automobiles a été entreprise dans le cadre de l'Inventaire National Spatialisé » (INS), afin d'approcher au mieux les émissions locales de polluants du trafic. Ces travaux pilotés par l'INERIS sont décrits en André et al. 2019.

Dans ce cadre DGITM, un stage de Master a contribué à ces travaux et notamment dans leur mise en œuvre informatique (Allemand et al. 2018). C'est pourquoi ces travaux sont décrits succinctement dans ce rapport, et nous n'en donnerons que les principes et quelques résultats.

3.1. Principes

L'Inventaire National Spatialisé » (INS) recense sur le territoire français les émissions atmosphériques polluantes notamment celles du trafic routier, à échelle géographique fine (km²). Pour le trafic routier, ces émissions sont calculées à partir de la méthodologie européenne COPERT, combinant des facteurs d'émissions établis par catégories détaillées de véhicules (déclinaison technologique), des données d'activité (trafic selon les catégories de véhicules) et des données caractéristiques (parcs automobiles, conditions d'utilisation, etc.).

Il est actuellement admis que les parcs automobiles présentent des différences significatives selon les territoires (en termes de diésélisation, de renouvellement, etc.), alors qu'on utilise habituellement une composition de parc homogène sur tout le territoire national, pour les calculs d'émissions de polluants. La prise en compte des spécificités territoriales des parcs automobiles (aux niveaux départementaux ou régionaux) semble donc indispensable à l'établissement d'un inventaire spatialisé à des échelles fines de l'ordre du km².

L'objectif de ces travaux était donc d'établir, à partir d'une simulation du parc national selon les catégories détaillées nécessaires aux calculs des émissions de polluants, un parc automobile détaillé au niveau départemental ou régional (ou territorialisé) et traduisant les spécificités territoriales.

3.2. Méthode

L'approche de départementalisation ou régionalisation repose sur les statistiques de parc par départements (et régions) publiées par le SDES (<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-sur-le-parc-des-vehicules-au-1er-janvier-2019?rubrique=58&dossier=1347>). Il faut noter qu'il s'agit de parcs statiques (nombres de véhicules), qui ne donnent pas directement une image du parc en circulation (nombre de véhicules x km), pondérée par l'utilisation relative (ou kilométrage) des véhicules. Les statistiques en ligne sont cependant insuffisantes pour appréhender les spécificités qui nous

intéressent, et ce sont donc les données de base qui ont été utilisées. Ces données résultent d'une modélisation relativement simplifiée des parcs automobiles, puisqu'elle considère un âge maximum des véhicules avant leur sortie du parc plutôt que des hypothèses de survie. Cependant, l'accumulation des immatriculations annuelles sur une période constitue une bonne image du parc et de ses spécificités.

Les principaux paramètres de différenciation des compositions de parc automobiles sont la distribution selon les motorisations (et énergies), la rapidité du renouvellement du parc (qui conditionne l'âge des véhicules et leur répartition selon les réglementations en émissions de polluants), et les tailles des véhicules. La variabilité de ces paramètres a été analysée par départements et régions et pour les différentes familles de véhicules.

On définit ainsi des profils contrastés des départements selon ces paramètres. Les statistiques par département, région, ou selon les classes-types de départements, rapportées aux valeurs nationales, permettent d'élaborer des indicateurs, ceux-ci étant utilisés ensuite pour distordre ou ajuster la composition nationale du parc selon les spécificités observées.

L'exercice a été effectué en considérant la composition du parc nationale élaborée par le CITEPA pour les années 2007, 2012, puis 2015 à 2035 par pas de 5 ans. Parallèlement l'adaptation des structures de description du parc a été réalisée afin de permettre leur utilisation avec la méthodologie COPERT5 dans le cadre de l'INS.

3.3. Résultats

L'analyse des statistiques départementales (compositions des parcs du SDES et données d'immatriculations des véhicules neufs) a montré la forte variabilité qui peut être observée d'un département à l'autre. Cette variabilité concerne principalement le taux de diésélisation, le renouvellement du parc, mais aussi les tailles des véhicules (cylindrée moteur, PTAC) et la motorisation des autobus urbains.

3.3.1. Répartition selon les motorisations et énergies

Ainsi par exemple, le taux de diésélisation des voitures varie entre 55% (Alpes-Maritimes) et 80% (Lozère) (Tableau 6).

Tableau 6 : Variations de la répartition des motorisations du parc automobile de voitures particulières (Essence, Diesel, autres) selon les départements, au 1^{er} janv. 2017, France métropolitaine

	Département	1-Diesel	2-Essence	3-Electrique	4-Autres
Profil Mini Diesel	Alpes-Maritimes	55%	44%	0,2%	1,5%
Profil Maxi Diesel	Lozère	80%	19%	0,1%	1,0%
Profil 25%bas Diesel		64%	34%	0%	2%
Profil 25%haut Diesel		76%	23%	0%	1%

Pour les autobus, ce sont des statistiques réelles de répartition selon les énergies qui doivent être considérées, car les distributions sont vraiment typiques de certains départements et ne peuvent être agrégées. Le Tableau 7 illustre cette grande variabilité des parcs autobus des

départements (les départements avec une forte proportion de Diesel ne sont pas reproduits dans le tableau).

Tableau 7 : Variations de la répartition des motorisations du parc automobile d'autobus (Essence, Diesel, autres) selon les départements, au 1^{er} janv. 2017, France métropolitaine

Département	1-Diesel	Électrique	4-GPL	5-Gaz naturel	6-Diesel Hybride Non rechargeables	7-Autres
<i>Profil 25% bas Diesel</i>	73%	2%	0%	15%	7%	4%
<i>Profil 75% haut Diesel</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Bas-Rhin	51%	0%	0%	40%	0%	9%
Haut-Rhin	84%	1%	0%	13%	0%	1%
Dordogne	95%	1%	0%	0%	4%	0%
Gironde	40%	4%	0%	51%	5%	0%
Haute-Loire	85%	15%	0%	0%	0%	0%
Puy-de-Dôme	72%	0%	0%	7%	0%	21%
Calvados	88%	11%	0%	0%	0%	0%
Côte-d'Or	50%	0%	0%	0%	49%	0%
Finistère	77%	8%	0%	11%	0%	4%
Cher	54%	0%	0%	44%	0%	3%
Eure	76%	0%	0%	17%	0%	7%
Gard	47%	0%	49%	1%	0%	3%
Pyrénées-Orientales	90%	0%	0%	4%	5%	1%
Creuse	87%	1%	0%	2%	9%	1%
Loire-Atlantique	50%	0%	0%	48%	0%	2%
Sarthe	90%	10%	0%	0%	0%	0%
Aisne	73%	0%	0%	1%	0%	26%
Oise	38%	7%	0%	47%	0%	9%
Haute-Saône	58%	2%	0%	21%	4%	15%
Paris	46%	0%	0%	48%	0%	5%
Seine-Saint-Denis	41%	0%	0%	47%	1%	11%
Val-de-Marne	57%	22%	11%	0%	0%	10%
Yvelines	49%	1%	0%	18%	0%	32%
Gers	84%	1%	0%	5%	5%	5%
Tarn	90%	2%	0%	7%	1%	0%
Tarn-et-Garonne	64%	0%	0%	36%	0%	0%
Alpes-de-Haute-Provence	91%	9%	0%	0%	0%	0%
Alpes-Maritimes	92%	0%	0%	7%	0%	1%
Drôme	86%	0%	0%	13%	1%	0%
Isère	68%	1%	0%	16%	14%	2%
Tous départements	84%	1%	0%	8%	4%	2%

3.3.2. Renouvellement et réglementations EURO

Le taux de renouvellement est plus difficile à approcher, mais un indicateur a été construit en rapportant les immatriculations annuelles neuves (par département et régions) s au volume total du parc de l'année considérée (parcs SDES 15 ans). On obtient ainsi un taux de renouvellement annuel du parc.

Ces taux varient de 4 à 14% selon les régions et ils sont assez stables sur 4 ou 5 années. Les percentiles 25 et 75% sont plus resserrés (entre 4,7% et 5,4%). La variabilité inter-départements est plus forte avec des taux de renouvellement de 3 à 20%. Lorsqu'on calcule le taux de renouvellement des 30% des départements ayant les taux de renouvellement les plus faibles, on obtient un taux 4,3% (moyenné sur 5 ans). A l'opposé les 30% ayant le plus fort renouvellement

affichent en moyenne un taux de 7,2 à 7,4%, tandis que le renouvellement des 60% des départements intermédiaires s'établit à 4,9% (Tableau 8).

Les taux moyens de renouvellement sur 5 années ont été considérés afin d'obtenir des statistiques suffisamment stables. Une composition locale est dérivée de la composition nationale en considérant le différentiel entre le taux de renouvellement du département considéré (ou de la classe de départements) et le taux de renouvellement national calculé à partir des mêmes statistiques.

Tableau 8 : Taux de renouvellement du parc automobile de voitures particulières selon les départements, France métropolitaine

Départements	2016	2015	2014	2013	2012	Moyenne 5 ans
Total	6,2%	5,8%	5,4%	5,3%	5,7%	5,7%
Mini - Charente-Maritime	3,4%	3,2%	3,3%	3,2%	3,2%	3,3%
Maxi - Oise	22,8%	21,4%	18,8%	17,0%	20,2%	20,1%
Centile 25% bas	4,8%	4,5%	4,3%	4,3%	4,5%	4,5%
Centile 75% haut	5,7%	5,4%	5,1%	5,1%	5,3%	5,3%
Taux moyen des 30% bas	4,6%	4,4%	4,1%	4,0%	4,3%	4,3%
Taux moyen des 30-70%	5,2%					4,8%
Taux moyen des 30% haut	8,0%	7,4%	7,0%	6,7%	7,2%	7,2%

L'approche de correction des distributions des véhicules selon leur âge et leur réglementation EURO est assez complexe. Elle consiste à considérer ces taux de sur- (ou sous-) renouvellement par rapport aux statistiques nationales, et à faire entrer dans la composition départementale des véhicules neufs (réglementation en vigueur) au prorata du sur-renouvellement, tandis qu'il faut faire sortir le même nombre de véhicules selon des hypothèses de survie (probabilité de sortie selon l'âge). De plus ce sur- (ou sous-) renouvellement doit être incrémenté sur plusieurs années, puisqu'il est estimé sur plusieurs années et correspond principalement à une différence de contexte économique des départements.

3.4. Mise en œuvre des corrections

Un premier développement a été réalisé dans le cadre du stage de Master (Allemand et al. 2018) à partir des outils Matlab, qui a conduit à l'élaboration d'un premier jeu de données (partiel) en juin 2018, repris et amélioré en novembre 2018. Cette première version intégrait les modifications départementales et régionales selon des nombres de profils limités (3 ou 5 selon les paramètres). Des analyses spécifiques sur ce jeu de données ont révélé qu'il était souhaitable d'augmenter le nombre de profils pour obtenir une plus grande variabilité des parcs départementaux, représentative de la variabilité effectivement constatée au travers des statistiques de parcs départementaux du SDES.

Quelques erreurs dans la mise en œuvre des hypothèses et la complexité d'améliorer les outils existants nous ont conduits à une remise à plat de l'ensemble de la démarche, incluant

une rationalisation des fichiers de données et paramètres d'analyse, et une informatisation en langage Fortran pour une grande flexibilité de la programmation.

Les nouveaux outils permettent la prise en compte et la paramétrisation de chacune des corrections, le calcul selon des profils-types ou selon les données réelles de chaque département, et une édition des fichiers résultats sous forme d'une table de données autorisant un grand nombre d'analyses par sélections simples de départements ou régions.

Les corrections s'effectuent selon la séquence suivante :

- Prise en compte des volumes de parc par catégories de véhicules, propres à chacun des départements (et des régions) - toutes catégories de véhicules sauf 2-roues
- Prise en compte des spécificités départementales de répartition selon les motorisations et énergie - voitures particulières et autobus urbains seulement
- Prise en compte des spécificités départementales de répartition selon les classes de taille (cylindrée des moteurs) - voitures particulières seulement - selon les motorisations
- Prise en compte des spécificités départementales de renouvellement du parc et de la répartition selon les réglementations EURO - voitures particulières, véhicules utilitaires légers et autobus urbains seulement - selon les motorisations et avec prise en compte des tailles de véhicules.

Les paramètres de la composition du parc, calculés ou corrigés incluent : les nombres de véhicules (parc statique), les kilométrages annuels, la répartition du kilométrage annuel selon les réseaux urbains, ruraux, et autoroutiers, la répartition du trafic (ou composition du parc roulant) par catégories détaillées de la composition du parc, les compositions des parcs roulants urbains, ruraux, et autoroutiers.

L'édition des résultats inclut la composition détaillée du parc pour chaque département, région, et la composition nationale. Deux jeux de données ont été produits pour toutes les années considérées :

- l'un utilise les profils-types pour chacune des corrections, limitant de ce fait la variabilité mais aussi les risques de biais pour certains départements,
- l'autre utilise les statistiques exactes de chacun des départements et régions, restituant ainsi la variabilité incluse dans les statistiques des parcs départementaux.

3.5. Conclusions

Cette approche des spécificités départementales et régionales des compositions de parc automobile constitue une avancée pour les estimations locales des émissions de polluants. Elle est confortée par plusieurs campagnes expérimentales de caractérisation in-situ des parcs automobiles par observation vidéo. Elle pourra se poursuivre avec des statistiques de parcs départementaux / régionaux dérivés de RSVERO II.

4. Démotorisation

Ce chapitre porte sur la démotorisation des ménages et analyse quels en sont les déterminants à partir de l'enquête panélistée Parcauto menée par TNS Kantar (pour Ifsttar-Ademe-CCFA-DSR). L'analyse porte sur les vagues annuelles 2011 à 2015¹ et les résultats sont mis en regard des analyses (internationales) antérieures sur la période 1994-1998 (Dargay et al. 2003). Les travaux ont été l'objet d'un stage de Master 2 en Économie du Développement Durable. Nous récapitulons ici les principaux résultats. Pour plus de détails (notamment sur les analyses statistiques) on se reportera au rapport (Lekhal et al. 2017).

4.1. Méthode

La démotorisation correspond à la réduction du nombre de voitures disponibles pour un ménage individuel. Elle peut être totale (plus aucune voiture dans le ménage) ou partielle (le ménage conserve au moins une voiture). Elle peut intervenir à la suite avec de changements (structurels ou conjoncturels) de situation (familiale, professionnelle, déménagement, etc.), mais peut aussi résulter de changements de comportements de mobilité, ou de changement du rapport à l'automobile.

Les problématiques environnementales (changement climatique, pollution de l'air) nécessitent une limitation de l'usage de la voiture individuelle. La démotorisation est un des leviers possibles d'une évolution favorable. Il est donc particulièrement intéressant d'observer comment la démotorisation a évolué au sein des ménages durant les dernières années et d'en identifier les déterminants.

À partir des données de l'enquête Parcauto menée par TNS Kantar auprès de 10 000 ménages, une exploitation longitudinale de cette base sur 5 années (2011 à 2015) est effectuée via le logiciel SAS (Copyright © SAS Institute Inc). On notera que sur ces années, entre 2/3 et 3/4 des ménages restent présents dans l'échantillon interrogé d'une année sur l'autre.

L'analyse nécessite tout d'abord la combinaison des tables des différentes années ainsi que la création des variables utiles (nombres de permis de conduire et de voitures du ménage, type de localisation résidentielle) ainsi que de variables dynamiques traduisant les variations d'une année sur l'autre (variation des nombres de voitures et de permis, changements de localisation, de situations familiale et professionnelle, etc.).

Une analyse descriptive est ensuite menée, qui consiste à quantifier la démotorisation ainsi que les différences statistiques observées et qui peuvent être induites ou liées à certains

¹ Remarque : Pour les années plus récentes, 2016, 2017 et débuts d'analyses 2018, on pourra se reporter aux analyses, quantitatives et qualitatives, en cours et premières publications de la recherche ANR démotorisation, notamment avec les références mentionnées en conclusion de ce chapitre.

paramètres (ou déterminants). Ont été considérés les déterminants déjà identifiés antérieurement (Dargay et al. 2003), ainsi que d'autres paramètres spatiaux et démographiques non encore exploités jusque-là.

A cette analyse descriptive succède une modélisation par procédure logistique avec une sélection séquentielle automatisée des variables explicatives (via l'option « stepwise ») permettant d'approfondir les résultats et notamment l'identification des déterminants les plus significatifs.

La comparaison aux résultats antérieurs de (Dargay et al. 2003), établis sur la période 1994-1998 permet par ailleurs d'analyser l'évolution de la démotorisation et de ses déterminants entre les deux périodes d'analyse (1994-1998 et 2011-2015).

4.2. Analyse descriptive

4.2.1. Évolution de la motorisation d'une année sur l'autre

Le Tableau 9 donne la matrice de transition (ici en %) de la motorisation de l'année n-1 à l'année n. La diagonale principale de la matrice, qui n'indique aucun changement dans l'effectif de voitures à disposition de chaque ménage d'une année à l'autre, contient la majorité des ménages (89%). Les cas au-dessus de la diagonale indiquent les ménages avec une augmentation du nombre des voitures entre les deux années (4,9%), tandis que ceux sous la diagonale indiquent une démotorisation (6,2%).

Tableau 9 : Distribution des ménages (en %) selon le nombre de voitures déclarées en années n-1 et n. La diagonale de la matrice donne les ménages dont la motorisation n'a pas évolué. Les cases sous la diagonale correspondent à une démotorisation.

n-1/n année n-1	année n				Total (distribution n-1)
	0 voiture	1 voiture	2 voitures	3 voitures ou plus	
0 voiture	15,4	0,7	0,1	0,0	16,2
1 voiture	1,3	44,6	2,6	0,2	48,6
2 voitures	0,3	2,7	25,4	1,3	29,6
3 voitures ou plus	0,1	0,3	1,5	3,7	5,5
Total (distribution n)	17,0	48,2	29,6	5,2	100,0

Globalement, les ménages motorisés (en n-1) le restent à 98% à l'année n, le plus souvent avec le même nombre de véhicules (88%). Ce nombre de ménages « stables » (toujours motorisés) n'a pas évolué entre les deux périodes d'analyses (1994-1998 et 2011-2015).

Globalement, sur l'ensemble des ménages, la démotorisation concerne 6,2% des ménages, tandis que 4,9% voient leur nombre de véhicules augmenter. Ces résultats traduisent une

démotorisation nette (somme des augmentations et réductions du nombre de véhicules) de 1,3% (+/- 0,1). Cette démotorisation nette n'était pas observée antérieurement.

Parmi les démotorisations, 74% sont partielles (4,5% de l'ensemble des ménages) et 26% sont totales. Les démotorisations totales restent donc marginales et concernent 1.6% des ménages (contre 1.0% sur la période 1994-1998).

On note finalement que la démotorisation concerne plus les ménages ayant plusieurs véhicules (33% de ceux ayant 3 voitures ou plus, 10% de ceux avec 2 voitures, contre seulement 2,6% des ménages ayant une seule voiture).

4.2.2. Motivations et facteurs de démotorisation

Les motivations de la démotorisation sont d'abord analysées au travers des réponses à une question explicitement posée dans l'enquête, mais ces réponses ne concernaient que la démotorisation totale.

Les données de démotorisation d'une année sur l'autre permettent ensuite une analyse plus fine des facteurs qui l'influencent.

4.2.2.1. Raisons invoquées dans l'enquête

L'enquête renseigne les motivations des ménages qui ont abandonné tout véhicule (au moins pour 3 mois) pour les années 2011 à 2014. Ces mêmes informations pour les années 1999, 2000 et 2001 ont été analysées dans (Dargay et al. 2003).

La principale motivation (36 à 40% des ménages, contre 48% pour la période 1999-2001) est celle du changement de situation familiale (nombre de personnes). On notera que ces changements peuvent correspondre à des situations très différentes comme par exemple : 1- le décès de la personne de référence d'un ménage âgé, le veuf (la veuve) se séparant de la voiture ; 2- la décohabitation : un membre du foyer quitte le ménage avec sa voiture (la démotorisation n'est alors que relative, car elle s'observe dans le ménage, mais pas dans l'ensemble du parc automobile).

Viennent ensuite le coût élevé d'entretien du véhicule (22 à 26%), puis la préférence pour les transports en commun (19%) et la difficulté de circuler (environ 17%).

Les raisons de santé sont également invoquées (autour de 16%), avec une proportion croissante avec les années (de 8% à 18% entre 1999 et 2001, de 16 à 20% entre 2011 et 2014).

4.2.2.2. Facteurs socioéconomiques

Ce sont principalement la classe d'âge de l'enquêté, la situation familiale et professionnelle et le revenu qui s'observent corrélativement à ces phénomènes de démotorisation.

Ainsi la classe d'âge 25-34 ans est celle qui est la plus affectée par la démotorisation (10% +/- 1.2), les autres classes d'âge étant affectées autour de 6 à 8%. Cette classe des 25-34 ans est une classe où l'on observe classiquement une motorisation assez instable, accompagnant des

changements de situation assez notables (sorties des études, entrée dans la vie active, éventuellement précaire, mise en couple, etc.)

Concernant la situation familiale :

- les ménages dont le chef est veuf sont plus affectés par la démotorisation (9.6%),
- ceux qui passent de couple à célibataire ou divorcé (affectés à 46%)
- ceux qui passent de couple à veuf (affectés à 18% par une démotorisation totale).

Concernant l'activité,

- on observe que 50% des ménages sans voiture ont un chef de famille retraité (alors qu'ils ne représentent que 42% de l'ensemble des ménages). Par contre l'analyse de la démotorisation de l'année n-1 à l'année n ne montre pas une telle surreprésentation. On peut supposer un retard de la démotorisation, qui ne survient pas immédiatement l'année du départ à la retraite.
- Parallèlement, 5,7% des ménages dont le chef de famille est chômeur ont été affectés par une démotorisation (alors qu'ils ne représentent que 4.3% des ménages). Cette surreprésentation s'observe aussi en dynamique : 0,7% des ménages ont vu leur chef de famille devenir chômeur, et 9% de ceux-ci ont été affectés par une démotorisation.

Enfin, concernant le revenu (ré-estimé ici par unité de consommation à partir des déclarations brutes dans l'enquête), le 1er quintile (les 20% de ménages de revenu inférieur à 944 €) est la seule catégorie très affectée par la démotorisation (12% contre 7%). On observe aussi une relation décroissante entre revenu par unité de consommation et démotorisation.

4.2.2.3. Facteurs démographiques

Dans ce qui suit nous différencierons la démotorisation absolue (le nombre de voitures diminue seulement) et la démotorisation relative (le nombre de voitures diminue en même temps que le nombre de conducteurs).

Pour 1/3 des ménages pour lesquels un individu majeur (en âge de conduire) quitte le ménage, on observe une démotorisation (totale ou partielle). Cette proportion atteint la moitié des ménages qui ne voient pas le nombre de majeurs diminuer mais qui perdent au moins un permis de conduire.

L'arrivée d'un enfant dans le ménage n'influence pas de manière significative la démotorisation, tandis que la réduction de la taille du ménage est le facteur le plus corrélé à la démotorisation.

4.2.2.4. Facteurs liés à localisation résidentielle

On s'intéresse ici au lieu de résidence actuel du ménage (zone selon la définition SOFRES et l'éloignement au centre, taille de la ZPIU², densité de la commune) mais aussi à l'effet d'un déménagement au cours d'une des années observées sur la démotorisation, Kantar gardant le contact avec ses panélistes, même lorsqu'ils changent de localisation.

Le taux de démotorisation croît avec l'éloignement du centre-ville. Il passe ainsi de 6,5% ($\pm 0,6$) pour le centre, à 7,1% en banlieue et 7,6% en périurbain et atteint 8,6% en zone rurale. Les zones de centre-ville et de banlieue, qui sont les plus densément peuplées, sont aussi les plus affectées par une démotorisation complète des ménages, tandis que les zones périurbaines et rurales (moins denses) sont plus affectées par une démotorisation partielle.

On observe également une légère décroissance entre densité de la commune et taux de démotorisation : 8,4% des ménages vivant dans une commune de moins de 67 hab/km² sont démotorisés, ils ne sont que 7,4% pour les communes de 67 à 220 hab/km², et 7,1% pour celles de plus de 3000 hab/km².

Lorsque les ménages déménagent (6% de l'ensemble), 10% se démotorisent (contre 6,9% pour les ménages stables). Le déménagement augmente donc significativement la démotorisation, le changement de commune amplifiant cet effet.

Les ménages qui changent à la fois de commune ET de ZPIU sont deux fois plus démotorisés (16,2%) que les ménages qui changent de commune dans la même ZPIU (9,4%).

De même les ménages qui passent des zones les plus urbanisées (« Centre - Banlieue ») à « Périurbain – Rural » sont beaucoup plus démotorisés (17%) que les ménages qui changent de commune en restant dans « Centre - Banlieue » (10 %). De même les ménages qui passent de « Périurbain – Rural » à « Centre – Banlieue » sont deux fois plus démotorisés (21%) que les ménages qui changent de commune en restant dans les zones peu denses, i.e en « Périurbain – Rural » (10 %). Le changement de type de zone, quel que soit le sens est donc un facteur de démotorisation important.

4.3. Modélisation logistique de la démotorisation

La section précédente a permis d'identifier les motivations et déterminants de la démotorisation. La modélisation logistique doit permettre de décorrélérer et hiérarchiser ces déterminants et d'estimer leurs effets. On réalise une procédure logistique avec sélection des

1. ² ZPIU : Zone de peuplement industriel et urbain (de l'ordre de 600 ZPIU en France en 1990). Cette déclinaison est abandonnée au profit des aires urbaines

variables pas à pas (« stepwise », Desjardins, 2005) pour déterminer celles (les principales) qui ont un impact significatif sur la démotorisation. Après l'introduction d'une nouvelle variable dans le modèle, la procédure réexamine les tests de Student pour chacune des variables explicatives déjà incluses, et rejette celle qui ne serait plus significative. Le processus continue jusqu'à ce que plus aucune variable ne puisse être introduite ni retirée du modèle. Dans l'étape finale, ces déterminants sont donc ordonnés par ordre d'importance décroissant.

4.3.1. Modélisation de la démotorisation globale (totale et partielle)

On modélise ici la probabilité de démotorisation (totale ou partielle) d'un ménage, qui était motorisé l'année antérieure. L'examen des p-values associées aux tests de ratio de vraisemblance, de Score et de Wald indiquent que l'hypothèse nulle d'absence de significativité globale des paramètres est rejetée. Ainsi, le modèle est globalement significatif au seuil de 1%.

Tableau 10 : Variables finalement retenues pour la modélisation logistique de la démotorisation (totale ou partielle).

Etape	Effet saisi	DDL	Pr > Khi-2	Libellé des variables
1	permis	6	<.0001	Variation nombre de permis
2	profap	7	<.0001	Profession du chef de famille (année d'après)
3	varactif	2	<.0001	Évolution du nombre d'actifs dans le ménage
4	ageap	6	<.0001	Age du chef de famille
5	varpers	2	<.0001	Variation nombre de personnes
6	revucap	4	<.0001	Revenu par unité de consommation (année d'après)
7	demenager	3	<.0001	Déménagement (ZPIU et commune)
8	statap	4	<.0001	Statut familial du chef de famille (année d'après)
9	sexe	1	<.0001	Sexe du chef de famille
10	revenu	2	0.0002	Variation du revenu par UC
11	nbadulap	2	0.0002	Nombre d'adulte dans le ménage (année d'après)
12	changact	3	<.0001	Changement de statut d'activité
13	haboap	8	0.0058	Taille d'agglomération (année d'après)
14	nbpfoap	3	0.0133	Nombre de personnes dans le ménage (année d'après)
15	CBPR	1	0.0118	Booléen de « Passe du Centre/Banlieue au Péri/Rural »
16	PRCB	1	0.0041	Booléen de « Passe du Péri/Rural au Centre/Banlieue »
17	nactap	3	0.0446	Nombre d'actifs dans le ménage (année d'après)

Le modèle conserve 17 variables (Tableau 10) qui ont un effet significatif sur la démotorisation, dont les variables de déménagement, de revenu, le nombre de permis, le nombre de personnes (ces deux dernières en niveau absolu et en variation temporelle), les variables de changement de zone.

Le Tableau 11 (et Tableau 12, sa suite) confirme et détaille les résultats précédents, et quantifie les probabilités d'augmenter (via l'estimation des « odds ratio », que l'on peut traduire en « rapport de cote » ou encore « sur-risque ») la démotorisation en fonction cette fois-ci des différentes modalités des variables retenues dans la modélisation.

Ainsi, les ménages qui ont déménagé et changé de ZPIU ont 1,7 fois plus de chance de se démotoriser que les ménages qui ne déménagent pas. Les ménages qui déménagent en

changeant de milieu (Centre/Banlieue vers Périurbain/Rural ou l'inverse) ont une probabilité équivalente de se démotoriser, cette probabilité étant 2,4 fois plus élevée que pour les ménages qui changent de commune mais sans changer de milieu.

La variation du nombre de permis est également un facteur très fort de démotorisation.

Il en est de même pour la diminution du nombre de personnes du ménage (probabilité de démotorisation 2,2 fois plus élevée que pour les ménages stables en nombre de personnes).

Les ménages ont une probabilité 2,6 fois plus élevée de se démotoriser si le chef de famille est veuf (ou veuve), 1,7 fois plus forte s'il est divorcé, et 1,5 fois plus si c'est un homme.

En termes de revenu, les ménages les moins aisés (< 944 € par unité de consommation) risquent 1,5 fois plus la démotorisation que les ménages du quintile le plus élevé (revenu par u.c. > 2306 €). Et en dynamique, lorsque le revenu d'un ménage diminue de plus de 20%, la probabilité de démotorisation est 1,4 fois plus forte.

Les ménages dont le chef est retraité ont une probabilité plus faible de démotorisation à l'année n que les autres ménages quelle que soit la profession. Ceci peut s'expliquer par un niveau de motorisation déjà plus faible ou par l'effet retard déjà évoqué.

Pour finir, on observe que les ménages dont le nombre d'actifs varie (en plus ou en moins) ont une probabilité de démotorisation 1,9 fois plus élevée que les ménages stables en nombre d'actifs. Cela peut sembler paradoxal pour le cas d'augmentation des actifs, mais peut résulter d'une optimisation / d'un partage des moyens de transport individuels.

Tableau 11 : Estimation des effets des modalités des variables (Odds Ratio ou rapport de cotes) et significativité - Variables retenues par la modélisation logistique de la démotorisation (totale ou partielle).

Variable explicative	Coefficient	Significativité	Odds Ratio
Constante	-5.1229	<.0001	
Déménagement à l'année n (référence : Ne déménage pas)			
déménagement dans la même commune	0.2286	0.1202	1.257
déménagement en changeant de commune et en restant dans la même zpiu	-0.2765	0.2597	0.758
déménagement en changeant de zpiu	0.5443	0.0055	1.723
Sexe du chef de famille à l'année n (ref. Femme)			
homme	0.4266	<.0001	1.532
Age du chef de famille à l'année n (ref. 18/24 ans)			
25/34 ans	1.0976	0.0199	2.997
35/44 ans	0.3386	0.4777	1.403
45/55 ans	0.5017	0.2907	1.652
55/64 ans	0.5846	0.2201	1.794
65/74 ans	0.5297	0.2828	1.698
plus de 75 ans	0.9605	0.0524	2.613
Variation du nombre de permis (ref. nb de permis reste égal à 1)			
nb de permis augmente	0.2236	0.2325	1.251
nb de permis reste à 0	1.6576	<.0001	5.247
nb de permis reste sup à 1	0.5198	<.0001	1.682
nb permis dim à 2 et plus	2.0116	<.0001	7.475
nb permis dim à 0	4.8809	<.0001	131.751
nb permis dim à 1	1.8652	<.0001	6.457
Statut familiale du chef de famille à l'année n (ref. Marié)			
Célibataire	0.1978	0.2103	1.219
Divorcé	0.4747	0.0015	1.607
Veuf/Veuve	0.9240	<.0001	2.519
Concubinage	0.1058	0.2576	1.112
Revenu par unité de consommation à l'année n (ref. Max(7918))			
Q1(944)	0.4462	<.0001	1.562
Q2(1389)	0.2374	0.0219	1.268
Q3(2083)	0.1493	0.1494	1.161
Q4(2306)	0.0429	0.6724	1.044
Variation du revenu par unité de consommation (ref. Revenu n'évolue pas)			
augmentation du revuc* de plus de 20%	-0.0153	0.8259	0.985
diminution du revuc* de plus de 20%	0.3134	<.0001	1.368
Nombre de personnes dans le ménage à l'année n (ref. 2 personnes)			
1 pers	-0.3955	0.0306	0.673
3 pers	-0.0740	0.4765	0.929
4 à 8 pers	-0.2705	0.0156	0.763
Variation du nombre de personnes (ref. nombre de personne ne change pas)			
Nb de pers augmente	0.0199	0.9053	1.020
Nb de pers diminue	0.7630	<.0001	2.145
Nombre d'adultes dans le ménage à l'année n (ref. 2 adultes)			
1 adulte	0.3758	0.0841	1.456
3 adultes et plus	0.3660	0.0009	1.442
Catégorie Socio Professionnelle du chef de famille à l'année n (ref. retraité)			
ACC	1.4498	<.0001	4.262
agriculteur	0.5872	0.0440	1.799
autre inactifs	0.3469	0.0850	1.415
cadre	0.8850	<.0001	2.423
employé	0.5248	0.0071	1.690
intermédiaire	0.5461	0.0046	1.726
ouvrier	0.5740	0.0015	1.775

Tableau 12 : (suite du Tableau 11) Estimation des effets des modalités des variables (Odds Ratio ou rapport de cotes) et significativité - Variables retenues par la modélisation logistique de la démotorisation (totale ou partielle).

Variable explicative	Coefficient	Significativité	Odds Ratio
Changement du statut professionnel du chef de famille (ref. reste en emploi)			
autres	0.4729	<.0001	1.605
en emploi à chômage	-0.5567	0.0886	0.573
en emploi à retraité	0.1358	0.6452	1.145
Nombre d'actifs dans le ménage à l'année n (ref. 0 actif)			
1 actif	0.0877	0.4538	1.092
2 actifs	0.1812	0.1975	1.199
3 actifs et plus	0.5329	0.0102	1.704
Variation du nombre d'actifs (ref. nombre d'actifs ne change pas)			
Nb d'actifs augmente	-0.6187	<.0001	0.539
Nb d'actifs diminue	-0.6514	<.0001	0.521
Taille d'agglomération à l'année n (ref. 20 à 50 000)			
10 A 20 000	0.3750	0.0359	1.455
100 A 200 000	0.2443	0.1619	1.277
2 A 5000	0.3464	0.0298	1.414
5 A 10 000	0.0796	0.6513	1.083
50 A 100 000	0.2208	0.1771	1.247
> 200 000	0.2902	0.0385	1.337
AGGLO PARIS	0.5414	0.0004	1.718
RURAUX	0.4085	0.0034	1.504
Passage du Centre/Banlieue au Péri/Rural (ref. Ne passe pas du C/B au P/R)			
si passe du Centre/Banlieue au Périurbain/Rural	0.8649	0.0016	2.375
Passage du Péri/Rural au Centre/Banlieue (ref. Ne passe pas du P/R au C/B)			
si passe du Périurbain/Rural au Centre/Banlieue	0.8761	0.0054	2.402

4.3.2. Autres analyses et limites des modèles

Il aurait été intéressant de construire une modélisation distinguant uniquement la démotorisation totale (abandon de la voiture), mais les effectifs des données ne le permettaient pas aisément.

Une modélisation de la démotorisation partielle (excluant la démotorisation totale) a été effectuée (cf. Lekhal et al. 2017) que nous ne reproduisons pas intégralement ici, son intérêt étant plus limité. Le modèle logistique « stepwise » conserve ici 15 variables dont l'effet sur la démotorisation partielle est significatif. Ce sont les mêmes que précédemment, tandis que la variation du revenu par unité de consommation et la variable de déménagement du Périurbain/Rural au Centre/Banlieue disparaissent (non significatives). Les effets de ces variables sur la démotorisation partielle sont assez cohérents avec ceux obtenus sur la démotorisation globale (sans différencier partielle et totale).

Plusieurs limites de ces travaux ont été identifiées et ouvrent à la possibilité d'analyses complémentaires ou d'améliorations :

- Ainsi la construction des tables de données par jointure (par appariements biannuels) des vagues d'enquête n'a pas préservé les ménages pour les années d'après leur

démotorisation. Cette lacune (qui peut être levée facilement) limite la possibilité d'analyse de la mobilité après démotorisation et conduit à une sous-représentation de la démotorisation totale dans l'ensemble des ménages. Un appariement trisannuel permettrait (mais avec de faibles effectifs) d'analyser des phénomènes « avant-pendant-après », mais aussi de donner une première idée de l'effet retardé à un an.

- L'effet d'un changement (statut professionnel, déménagement, etc.) sur la démotorisation n'est pris en compte que si la démotorisation a eu lieu l'année de ce changement, alors qu'elle peut intervenir au cours des années suivantes.
- Les modèles pourraient sans doute être améliorés (mais probablement via des enquêtes ad hoc sur des échantillons plus ciblés surreprésentant les démotorisations), car les taux de prédictions exactes (concordance entre observations simulées et observations réelles) sont de l'ordre de 72%. Par ailleurs, la similarité des modèles de démotorisations globale et partielle s'explique par la prépondérance de la démotorisation partielle. La démotorisation totale reste marginale et difficile à analyser.

4.4. Conclusions

Ces travaux ont permis d'actualiser ceux effectués antérieurement et d'analyser les évolutions entre les deux périodes (1994-1998 et 2011-2015). On observe une très légère augmentation du niveau de démotorisation.

Parmi les déterminants de la démotorisation, on trouve le déménagement et l'évolution du nombre de permis de conduire (et bien sûr l'évolution du nombre de personnes) dans le ménage, en cohérence avec les résultats des années antérieures. D'autres effets sont observés, notamment l'influence du revenu, de la zone de résidence ou encore du changement de zone urbaine.

D'autres déterminants mériteraient des analyses approfondies. Il s'agit notamment des changements de situation professionnelle, des situations (plus ou moins provisoires) d'inactivité du chef de famille, ou encore de facteurs plus exogènes tels que l'offre ou la qualité de desserte des transports en commun. Avec les limites évoquées précédemment, ces analyses ouvrent à des perspectives de nouvelles exploitations des vagues d'enquête Parcauto, en incluant les dernières années.

D'autres travaux se poursuivent sur la démotorisation, notamment dans le cadre du projet de recherche ANR - **Motifs de démotorisation dans les aires urbaines françaises – MoDe** (<https://anr.fr/Projet-ANR-16-CE22-0004>), qui a déjà donné lieu à plusieurs communications :

- Hivert L. (2017) « La démotorisation vue dans le panel ParcAuto », Communication In: 1^{er} séminaire MoDe / WP2, diaporama de 23 p., Marne-la-Vallée.
- Hivert L. & Lekhal F. (2017) « Démotorisation dans ‘ParcAuto’, appariements de deux années consécutives », Communication In: 2e séminaire MoDe / WP2, diaporama de 36 p., Marne-la-Vallée.
- Hivert L. (2018) “Démotorisation; Il y a 15 ans et 5 jours (suite du Selest du 12 mai 2003 !)” , Communication In: SELEST “Démotorisation des ménages”, Marne-la-Vallée, mai 2018, diaporama de 17 p.
- Madre J.-L. (2018) “Un point de vue individuel sur la démotorisation”, Communication In: SELEST “Démotorisation des ménages”, Marne-la-Vallée, 17 mai 2018, texte de 2 pages et diaporama de 13 p.
- Proulhac L., Hivert L., Lekhal F., A. Aguiléra (2018) « Aspects quantitatifs sur la démotorisation à partir des vagues annuelles récentes de l’enquête ParcAuto », Communication in: 1ères Rencontres Francophones Transport et Mobilité (RFTM), Session 9 Prospective de la mobilité urbaine, diaporama de 12 p.
- Emery J., Motte-Baumvol, Hivert L. (2018) « Motifs de démotorisation dans les aires urbaines françaises : un premier retour sur l’enquête quantitative MoDe », Communication In: Colloque ASRDLF 2018, Session spéciale 18 : « les territoires et la voiture : vers un renouvellement de la culture automobile ? ».

5. Groupe de travail GT-PARCS

Le groupe de travail GT-PARCS sur les parcs automobiles français avait été perçu comme un enjeu important, motivant en grande partie l'ensemble des travaux menés dans ce cadre.

Deux réunions ont été organisées qui ont bien confirmé cet enjeu et l'intérêt fort et multiple des participants à ces réunions. Une troisième réunion avait été envisagée autour des véhicules d'entreprise, mais n'a finalement pas pu être organisée dans le calendrier.

Nous proposons ci-après un récapitulatif des travaux du GT-PARCS en reprenant des extraits de ces réunions (dont les comptes rendus et présentations intégrales sont disponibles) :

- La première section rend compte des attentes et objectifs du groupe de travail et interroge sur son juste positionnement suite à débat lors de la première réunion ; elle évoque aussi les questions émergentes ou d'intérêt que le GT-PARCS souhaite aborder,
- La seconde section relate l'avancement de travaux récents ou en cours,
- Enfin, la troisième section récapitule une session scientifique particulièrement riche sur la problématique de la prospective des parcs automobiles et mobilités, avec des contributions diversifiées et complémentaires des participants.

5.1. Attentes et positionnement du GT-Parcs, et questions émergentes

La 6^{ème} réunion du GT-PARCS (du 6/07/2017) est intervenue après une période creuse et avec un renouvellement important des participants et en conséquence des attentes. Cette réunion a donc été l'opportunité d'une part d'un récapitulatif et bilan des réunions précédentes pour orienter la suite, et d'autre part d'une remise à plat des attentes et des compétences. Nous rapportons ci-après ces aspects importants.

La réunion - dont l'ordre du jour est donné Figure 15 comportait une session scientifique autour de travaux sur les parcs locaux (Ceréma et IFSTTAR), la modélisation prospective du parc français par l'ITF, et l'avancement du répertoire statistique des véhicules routiers RSVERO II par le SDES. Ces travaux ne sont pas récapitulés ici, mais le compte-rendu de la réunion en fait la synthèse et les présentations y sont intégralement reproduites.

6^{ème} réunion du GT Parcs

- Introduction au GT Parcs - Michel André, Ifsttar
- Tour de table : attentes par rapport au GT / travaux sur les parcs
 - Vision ADEME du Parc France et des besoins (par Michel André)
- Discussion sur le positionnement du GT – objectifs

- Parcs locaux
 - Parcs locaux (statiques et dynamiques) à partir des EMD (DEEM) – D. Verry, Ceréma
 - Parcs locaux, enjeux et travaux récents - Michel André, Ifsttar
- Travaux OCDE/ITF (passenger vehicle fleet model for France) – N. Wagner
 - Discussion : quelle articulation avec le GT Parcs ?
- La refonte du répertoire statistique des véhicules routiers et la production de parcs roulants, Lise Dervieux, CGDD/SOeS

- *Problématiques actuelles ou émergentes autour de la connaissance des parcs automobiles, et contributions possibles du GT (échanges, coopération, etc.)*
- *Prochaine(s) réunion(s) et suites*

13/12/2011 4
9



Figure 15: Ordre du jour et travaux scientifiques présentés lors de la réunion du GT-PARCS du 6/07/2017.

5.1.1. Introduction

Le GT-Parcs s'est réuni entre 2012 et 2014 à la suite du constat d'approches différentes et divergentes d'estimation des parcs automobiles français, en vue d'échanges entre les différents acteurs (plusieurs services du Ministère, ADEME, CCFA, SOeS, CITEPA, CEREMA, IFSTTAR), et afin d'enrichir / faire converger les approches et de faire émerger les données / hypothèses les plus pertinentes. Un travail quasi-systématique (d'abord focalisé sur le calcul des émissions de polluants) autour des questions détaillées, des données, sources d'information et approches de détermination des compositions des parcs avait été mené, et récapitulé dans une trame déclinant les aspects techniques et échanges.

Cette problématique n'est malheureusement pas épuisée et de nombreux aspects n'ont pas été traités, tandis qu'ont émergé de nouveaux enjeux ainsi que différentes manifestations d'intérêt autour des questions de parcs. D'où la réactivation de ce GT, initiée par l'IFSTTAR avec le soutien de la DGITM.

5.1.2. Diversité des attentes

Un tour de table détaillé des participants a permis d'identifier une grande diversité d'attentes :

- scénarios prospectifs des parcs, motorisations et énergie, et trajectoires de l'efficacité énergétique ou des résolutions climat,
- évolution et incidence des comportements de mobilité, d'achat de véhicules, des coûts et taxes,
- nécessité de connaissance spécifique y compris prospective des parcs des collectivités publiques, des parcs d'entreprise, des véhicules utilitaires légers, 2-roues motorisés, des

parcs locaux dans le cadre de l'évaluation des politiques environnementales locales (certificat d'émissions, ZCR, etc.), PDU, SCOT,

- incidence des véhicules partagés et nouveaux services de mobilité, nouvelles technologies, etc.
- la connaissance des trafics (kilométrages, vitesses, chargements des véhicules),
- ainsi que des questions très techniques telles que la connaissance des lois de survie des véhicules selon catégories, l'évolution des classifications de véhicules, etc.

Plusieurs organismes / services développent une approche - plus ou moins détaillée et s'appuyant quelquefois sur une autre approche - d'estimation du parc pour répondre à ces questions, à l'attention de l'État, des collectivités, des constructeurs automobiles, etc.

Des discussions, il ressort un besoin de définitions et de précisions (terminologie : parc observé - estimé, parc statique - roulant - en circulation). Les travaux des comptes transports pourraient constituer une base.

5.1.3. Positionnement du GT

Au-delà des objectifs concrets d'amélioration et de convergence des approches, plusieurs positionnements du GT ont été envisagés :

- Organisation de séminaires périodiques d'échange et de partage de connaissances, autour de questions clés ou émergentes. La synergie reste alors assez faible.
- Travail plus « opérationnel » en vue d'un focus sur un aspect particulier, de la mobilisation de moyens, autour d'une action qui pourrait être pilotée par le GT.
- Rôle plus « intégrateur », fédérant les travaux sur les parcs en vue d'une véritable synergie, et pouvant aller jusqu'à préconiser une approche, un jeu de données, une répartition des tâches, un soutien à l'un des partenaires, etc. Exemple : on pourrait considérer le travail RSVERO II du SDES comme base unique de construction des données de parc, adapter sa structuration pour répondre aux différentes problématiques, et mobiliser les autres acteurs sur l'élaboration d'autres hypothèses, etc.

La discussion a montré l'enjeu et l'intérêt de cette 3^{ème} approche, en complément de l'échange et partage de connaissances :

- cette approche permettrait une convergence des approches, une optimisation des efforts, une focalisation sur certaines tâches (notamment l'aspect prospectif), alors que parallèlement des moyens ont été perdus (certaines enquêtes, personnels).
- elle permettrait une visibilité et connaissance des travaux d'estimation des parcs automobiles auprès des différents services qui pourraient s'y référer plutôt que développer leur propres estimations.

- En Europe, de nombreux pays révisent actuellement leur approche d'estimation de leur parc. Dans certains, c'est le ministère (des transports) qui en a la charge et qui fédère les différentes contributions à la connaissance des parcs.

On note des difficultés potentielles liées à l'interaction des métiers entre organismes (statisticiens versus techniciens) ainsi qu'un enjeu de mixité d'activité entre production de statistiques et travaux de recherche.

Deux autres aspects techniques de l'estimation des parcs sont mentionnés : la méconnaissance des canaux de diffusion de parc à parc (et de / vers l'étranger), les incertitudes sur les estimations de parc.

En conclusion, cette question de positionnement du GT suscite un intérêt, et on devra y revenir pour en préciser les formes et la faisabilité.

5.1.4. Questions émergentes

Un débat autour des questions émergentes ou importantes qui mériteront d'être abordées dans le cadre du GT-PARCS a eu lieu. Il s'appuyait sur une première liste de questions ou sujets qui sont récapitulées en Figure 16.

Au-delà des questions listées et des points évoqués au cours de la réunion (cf. notamment les attentes et le positionnement), ont été soulignés ici l'importance de clarifier les enjeux des véhicules d'entreprise et des services de mobilité, ainsi que l'enjeu de résorption des confusions entre véhicules utilitaires et véhicules de particuliers, confusions liées notamment à la fiscalité.



Problématiques actuelles ou émergentes, et contributions du GT (échanges, coopération, etc.)	Problématiques actuelles ou émergentes, et contributions du GT (échanges, coopération, etc.)
<ul style="list-style-type: none"> ■ Différentes problématiques : climat, air, mobilités, réglementations, fiscalité (véhicules / carburants), etc. ■ Des focus nécessaires <ul style="list-style-type: none"> ➢ Les véhicules d'entreprise - pas seulement une catégorie à part ➢ Les 2-roues (motorisés), ... ■ Les nouveaux usages et services de mobilité <ul style="list-style-type: none"> ➢ Covoiturage ➢ Voitures en auto-partage ➢ Les autocars ■ Parcs locaux / régionaux - spécificités ■ Tendances / évolution des parcs et usages <ul style="list-style-type: none"> ➢ Le « peak car travel » - découplage entre équipement et usage ? ➢ La « démotorisation » ➢ L'impact des hausses de carburant <ul style="list-style-type: none"> - Et du rééquilibrage Diesel - Essence ■ Le vieillissement des populations - le handicap ■ Les jeunes générations et leur rapport à l'automobile <p style="text-align: right;"></p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Des questions qui demeurent <ul style="list-style-type: none"> ➢ Lois de survie ➢ Utilisation (kilométrage annuels, répartition selon lieux) ➢ (Conditions de circulation) ➢ Prospective des mobilités et des parcs (et des technologies) ➢ ... ■ De nouvelles classifications des véhicules (pour les calculs d'émission de polluants par exemple) ■ Nouveaux outils d'observation des parcs et du trafic ■ Les nouvelles technologies <ul style="list-style-type: none"> ➢ Vers une transition énergétique ➢ Les véhicules autonomes ■ ■ Discussion : comment le GT Parcs s'empare de ces questions <p style="text-align: right;"></p>

Figure 16: Questions émergentes suggérées en amont de la réunion du GT-PARCS du 6/07/2009.

5.1.5. Conclusions

Des échanges, il ressort un intérêt, pour les réunions suivantes, autour de :

- la poursuite de la réflexion sur le positionnement du GT Parcs
- la faisabilité d'adaptation ou articulation de RSVERO II aux autres problématiques

- les véhicules d'entreprise, en croisant différents points de vue

D'autres sujets ont également été évoqués :

- La prospective des parcs et trafics (identification ou élaboration de scénarios ?)
- Les systèmes d'observation du trafic (Cerema)
- Les véhicules autonomes
- Les deux-roues (déjà objet d'un GT lors de la sortie de l'enquête 2-Roues).

Des personnes d'autres services du Ministère pourraient être intéressées par les travaux sur le contrôle technique, ou sur d'autres sujets (prospective, etc.).

5.2. Travaux en cours

La réunion du 5/12/2019 a été principalement organisée autour de 2 sessions scientifiques (ordre du jour en Figure 17) :

- Une première session rapportant sur des travaux récents ou en cours,
- Une seconde session principalement dédiée à la prospective.

Ce jour, 7^{ème} réunion du GT Parcs

- Introduction au GT Parcs – Bref Tour de table (suite à l'état des lieux 2017) : attentes / activités en lien sur les parcs
- 10h30-12h30 – Session 1 - Travaux (récents ou en cours)
 - > RSVERO2 : estimation des parcs roulants et de la circulation - Nathalie Guillon, SDES
 - > Les flottes de véhicules des personnes morales - Stéphane Taszka, CGDD/SEEIDD/MA2
 - > Tour de table / discussion : Autres travaux / Synergies
- 12h30 - 14h - Déjeuner
- 14h-16h15 – Session 2 - Prospective et projections des parcs et mobilités
 - > Prospective : vision Ademe transports et énergies - Laurent Gagnepain, Ademe
 - > Projection du parc automobile français - Maude Jolly, Silvano Domergue, CGDD/SEEIDD
 - retour les travaux ministériels "objectifs 2040"
 - présentation du nouveau modèle de parc "CARS" du CGGD
 - > A passenger vehicle fleet model for France (modèle prospectif) – Eric Jeanniere, ITF-OCDE
 - > Modèle prospectif FSIM (fleet simulator) - Xavier Guichet, Cyprien Ternel, IFPEN
 - > Discussion : quelles hypothèses pour la prospective (25 min)
- 16h15-17h - Conclusions et perspectives du GT - Prochaine(s) réunion(s) et thèmes

04/11/2019 3



Figure 17: Ordre du jour et travaux scientifiques présentés lors de la réunion du GT-PARCS du 5/12/2019.

Les présentations de ces travaux sont intégralement reproduites avec le compte-rendu de cette réunion et ne sont pas reprises ici. Concernant les travaux récents ou en cours, cette session incluait notamment :

5.2.1. RSVERO2 : Estimation des parcs roulant et de la circulation – CGDD - Nathalie Guillon, SDES

Le répertoire statistique de véhicules routiers RSVERO est en cours d'enrichissement pour aboutir à une version appareillée avec les contrôles techniques. Cette version 2 qui fournira une meilleure vision du parc de véhicules devrait être opérationnel à l'été 2020. De premiers résultats ont déjà été produits et publiés, notamment sur les ZFE. Ils ont été présentés et discutés au cours de cette réunion.

5.2.2. Les flottes de véhicules des personnes morales : Etude BeMobi 2017 - Stéphane Taszka, SEEIDD/CGDD

Les « Personnes morales » achètent la moitié des VP neufs et les gardent en moyenne 4 ans, avant que ces véhicules ne reviennent dans le parc des particuliers. Les « Personnes morales » sont une cible à sensibiliser car un potentiel vecteur de diffusion de nouvelles technologies.

La synthèse des travaux a été présentée, révélant notamment le levier jusque-là insuffisant de promotion des véhicules électriques et motorisations alternatives, mais qui pourrait être amplifié par la loi sur les Mobilités.

5.2.3. Les travaux de modélisation de parc IFSTTAR et de régionalisation - J.-Marc André, CITEPA en l'absence de M. André, IFSTTAR

(Ces travaux sont documentés dans le compte-rendu de la réunion, ainsi que la présentation). Certains aspects sont décrits dans ce rapport.

5.2.4. Les travaux récents de l'IFSTTAR exploitant l'enquête Parc Auto - Laurent Hivert, IFSTTAR

(Ces travaux sont documentés dans le compte-rendu de la réunion, ainsi que la présentation)

5.3. Prospective des parcs et mobilités

Au cours de la réunion du 5/12/2019, s'est tenue une session dédiée aux questions prospectives des parcs et mobilités, incluant aussi la prospective énergétique.

Cette session a permis de regrouper des travaux très complémentaires et variés autour de cette thématique, témoignant de l'enjeu des questions prospectives.

Nous récapitulons ci-après ces travaux, dont les présentations intégrales sont disponibles avec le compte-rendu de la réunion.

5.3.1. Prospective : vision Ademe transports et énergies - Laurent Gagnepain, Ademe

Ont été présentées les différentes analyses et visions énergétiques développées par l'Ademe :

- La contribution ADEME à l'élaboration de visions énergétiques 2030 – 2050 (2013)
- L'actualisation du scénario énergie – climat ADEME 2035 – 2050 (août 2017)
- Le Projet prospective énergie ressources (en cours, publication fin 2021)

La prospective énergétique constitue un cadre qui peut s'avérer particulièrement structurant ou déterminant quant à la prospective des technologies des véhicules et des mobilités.

5.3.2. Travaux « Objectif 2040 » CGDD - Maude Jolly, SEEIDD

Dans le cadre de la SNBC (stratégie nationale bas carbone), un modèle simplifié a été développé à partir de l'enquête nationale transports - déplacement ENT-D, et basé sur la minimisation des coûts des ménages. Plusieurs scénarios de politique publiques (bonus-malus, ZFE, etc.) sont analysés, ainsi que des combinaisons de mesures (Taxe carbone, Bonus/malus, etc.) pour obtenir 80% de véhicules non thermiques dans les ventes de véhicules neufs en 2040.

5.3.3. Le modèle de parc CARS - Maude Jolly, SEEIDD

Le CGDD développe actuellement un nouveau modèle de parc automobile en différenciant les ménages selon leurs revenus et lieux de vie. Cet outil d'évaluation socio-économique permet d'estimer : les émissions CO₂ et polluants atmosphériques, la consommation de carburants, le coût pour les ménages, les recettes fiscales, les mesures de politique publique, les effets redistributifs de ces politiques.

Le choix d'achat des véhicules neufs est basé sur les comportements observés dans l'ENT-D 2008. Le ménage arbitre entre 4 technologies : essence, diesel, hybride rechargeable et électrique (mais les motorisations au gaz ne sont pas considérées en raison de la difficulté de lui attribuer une cible dans un modèle économique). Il distingue également les citadines des berlines. Le modèle prend également en compte le parc de VP d'entreprises et simule des mouvements d'occasions entre les différents quintiles de revenus et les entreprises. Ce modèle est en cours de calibration et devrait être opérationnel au deuxième semestre 2020.

5.3.4. Projections du parc automobile français - ITF-OCDE - Eric Jeannière

Il s'agit d'une modélisation du parc automobile reposant sur une approche de « choix discret logit multinomial », basée sur les résultats d'une enquête de préférences déclarées. Les véhicules particuliers et d'entreprise sont différenciés. Parmi les variables, certaines concernent le revenu, la zone géographique et l'offre de transports en commun.

La demande des entreprises est analysée avec prise en compte d'une élasticité au PIB (0,5), des coûts et durées de recharge des véhicules électriques (valeur du temps). Les facteurs non monétaires n'ont pas été considérés dans l'analyse de sensibilité des résultats

5.3.5. Modélisation de la demande de transport modèle FSIM – IFPEN - Cyprien Ternel

Il s'agit d'un modèle de parc développé à l'échelle européenne, de type choix discret emboîté (comme celui de l'ITF). Il intègre les impacts environnementaux (qualité de l'air) à partir de la demande de mobilité inspirée de l'outil européen REMOVE. L'objectif est l'étude de la dynamique du marché et du parc des VP en 2035, et l'analyse de la pénétration des nouvelles technologies, et leurs impacts sur les émissions. Afin de pallier aux limites des modèles classique de coûts, une brique comportementale est ajoutée, basée sur le modèle de « diffusion - adoption (modèle de Bass 1969, établi sur la télévision couleur, confirmé pour l'iphone), et qui distingue les « Early adopters » (ou technophiles, anticipent l'acquisition d'une nouveauté) et les « followers » (qui l'adoptent lorsqu'elle se diffuse). Une enquête de préférences déclarées permettra d'introduire davantage d'économie comportementale dans le modèle.

Le modèle teste des combinaisons de scénarios contextuels (déploiement des bornes de recharge, progrès technologique, etc.) et politiques (aide à l'achat du VE, taxe carbone, etc.). Il procède à une analyse de type coût-efficacité en termes d'abattement de CO2 pour estimer la « rentabilité » de l'intervention de l'État.

5.4. Conclusions

Le cadre élargi du GT-PARCS et les sessions très riches autour des différents travaux invitent à poursuivre cette initiative (comme en atteste l'intérêt fort manifesté par les participants et intervenants lors de la réunion du 05/11/2019). Certaines questions-clés demeurent tandis que d'autres problématiques émergent.

La session scientifique très riche autour de la prospective devra être prolongée par un travail collectif de synthèse permettant de faire émerger une vision prospective exhaustive et partagée des champs abordés (énergie, parcs, mobilités), voire la construction de scénarios explorant différentes hypothèses.

La prochaine réunion est envisagée avant l'été 2020. La réunion du 5/11/2019 a rappelé la nécessité de réponse aux problématiques de dépassement de concentrations de NO2 (condamnation par l'UE), le souhait d'émergence d'un parc unique et bien documenté pour la France métropolitaine, l'enjeu de RSVERO II (France entière, DOM et TOM inclus), et l'enjeu d'hypothèses et scénarios prospectifs robustes notamment pour les ASQA (Associations de surveillance de la qualité de l'air).

6. Conclusions

Une action de recherche transversale a été proposée autour des parcs automobiles, à partir du constat de pluralité des compétences et des travaux menés à l'IFSTTAR, et également parce que cette thématique intéresse de nombreux acteurs autour de problématiques de mobilités et transports, énergétiques et environnementales, de politiques publiques, et l'émergence d'autres questions autour des nouveaux services de mobilité ou encore de conduite autonome.

Ce rapport rend compte de travaux diversifiés menés dans ce cadre autour des parcs.

Il s'agit notamment d'une mise à jour de la modélisation du parc IFSTTAR, dont les données sont utilisées dans les outils et calculs d'émission de polluants européens. Cette mise à jour intègre la prise en compte des immatriculations des 6 dernières années (2013-2018), la révision de nombreuses hypothèses et données entrant dans la simulation des compositions de parcs, et la construction d'hypothèses prospectives dérivées des travaux du CGDD et de l'ADEME (prospectives mobilités / transports et énergies). Un jeu de données complet a été élaboré, décrivant les compositions des parcs des différentes catégories de véhicules (voitures, véhicules utilitaires légers, camions et tracteurs routiers, autobus et autocars, 2-roues motorisés et autres véhicules assimilés), pour les années 1970 à 2050. Ces données déclinent la composition du parc selon toutes les motorisations déjà existantes dans les immatriculations (en particulier les véhicules à Hydrogène) et selon les réglementations en émissions de polluants. Il intègre des catégories jusque-là peu étudiées comme les quads, les véhicules sans permis, etc. Ce jeu de données ainsi que quelques autres hypothèses nécessaires aux estimations des émissions de polluants (zonage et profils météorologiques, conditions de circulation, etc.) ont été intégrés dans les outils européens HBEFA pour l'estimation des émissions de polluants. Il est également disponible pour d'autres analyses.

Un travail de fond a été mené sur les fonctions de survie et d'utilisation (kilomètres annuels) des véhicules, selon les catégories et selon leur âge, fonctions qui entrent dans la modélisation des parcs automobiles. Ce travail a permis le recueil de statistiques et données d'enquête récentes et l'élaboration de fonctions actualisées. Ces fonctions devront cependant être l'objet d'investigations complémentaires pour améliorer leur paramétrage.

En lien avec les travaux de l'Inventaire National Spatialisé (INS) - qui vise à déterminer les émissions de polluants des différentes sources (dont le trafic) à échelle fine pour simuler ensuite les concentrations de polluants locales -, un travail de « départementalisation et régionalisation » des compositions de parc automobile a été entrepris, afin de tenir compte des spécificités locales d'achat et de renouvellement des véhicules. La diésélisation (et plus largement la répartition des véhicules selon différentes énergies et motorisations), les tailles des véhicules, et la rapidité de renouvellement du parc (achats de véhicules neufs remplaçant des véhicules anciens) sont des paramètres modifiant profondément les compositions de parc et

leurs émissions de polluants. Ces paramètres ont été analysés à partir des parcs départementaux du SDES, puis introduits comme indicateurs en vue de la correction de la composition du parc national afin de refléter les spécificités locales.

Dans un autre registre, ont été menés des travaux visant à analyser la démotorisation (partielle ou totale) à partir de l'enquête panéalisée Parcauto menée par TNS Kantar (pour Ifsttar-Ademe-CCFA-DSR), sur les vagues annuelles 2011 à 2015, et en comparaison à des analyses antérieures (période 1994-1998). L'analyse descriptive montre une démotorisation plus forte que par le passé, qui concerne 6,2% des ménages tandis que 4,9% voient leur nombre de véhicules augmenter. La démotorisation totale reste rare (1,6% des ménages).

Les principaux déterminants de la démotorisation sont le déménagement et l'évolution du nombre de permis de conduire et du nombre de personnes dans le ménage. D'autres effets sont observés, notamment l'influence du revenu, de la zone de résidence ou encore du changement de zone urbaine. Une modélisation logistique est proposée, qui permet de décorrélérer et hiérarchiser ces déterminants et d'estimer leurs effets sur la démotorisation.

D'autres déterminants mériteraient des analyses approfondies. Il s'agit notamment des changements de situation professionnelle, des situations (plus ou moins provisoires) d'inactivité du chef de famille, ou encore de facteurs plus exogènes tels que l'offre ou la qualité de desserte des transports en commun. Ces analyses ouvrent à des perspectives de nouvelles exploitations des vagues d'enquête Parcauto, en incluant les années les plus récentes (2016 - 2018). Ces travaux sur la démotorisation se poursuivent d'ailleurs dans le cadre d'un projet de recherche ANR - **Motifs de démotorisation dans les aires urbaines françaises – MoDe** (<https://anr.fr/Projet-ANR-16-CE22-0004>), qui a déjà donné lieu à plusieurs communications.

Enfin, la dimension transversale de ces travaux se trouve principalement développée dans le cadre du GT-PARCS, réuni à 2 reprises au cours des 3 dernières années (6^{ème} et 7^{ème} réunions), regroupant 15 et 25 participants (sur une liste d'une quarantaine de personnes intéressées). Mis à part les comptes rendus détaillés et présentations de ces réunions (disponibles par ailleurs), nous récapitulerons les travaux du GT-PARCS selon 3 aspects : 1- les attentes, le positionnement et les questions émergentes que le GT souhaite aborder ; 2- un bref point d'avancement des travaux en cours ; 3- une session scientifique particulièrement riche sur la problématique de la prospective des parcs automobiles et mobilités, avec des contributions diversifiées et complémentaires des participants. Cette session devra être prolongée afin de faire émerger une vision prospective partagée des champs abordés (énergie, parcs, mobilités).

Ce cadre du GT-PARCS, les sessions très riches autour des différents travaux, et l'intérêt fort manifesté par les participants et intervenants invitent à poursuivre cette initiative, avec des questions-clés à approfondir et des problématiques de pollution des agglomérations, de convergence des travaux autour d'un parc bien documenté pour la France métropolitaine, l'enjeu de RSVERO II (France entière, DOM et TOM inclus), et de scénarios prospectifs robustes notamment pour les ASQA (Associations de surveillance de la qualité de l'air).

Bibliographie

- Allemand A., André M. (2018) : Parcs automobiles locaux pour l'estimation des émissions de polluants du trafic routier. Rapport de stage de Master 2 SOAC de l'Université Lyon 1, 36p.
- André M., Allemand A. (2019). Parc automobile routier « territorialisé ». Projet : Inventaire National Spatialisé (INS). Rapport de convention INERIS : CBCP 16131. Rapport IFSTTAR, Bron (France), 70p. (à paraître)
- André, M., A.L. Roche, L. Bourcier. (2014). Statistiques de parcs et trafic pour le calcul des émissions de polluants des transports routiers pour la France. Rapport IFSTTAR-LTE, Bron (France), 132p.
- André M., M. Carteret, A. Pasquier (2016). Traffic and vehicle fleet statistics for the calculation of air pollutant emissions from road transports in France. pp 417-433. Doi: <https://doi.org/10.1002/9781119307761.ch27> ; In: André M., Z. Samaras, B. Jacob (2016) Research for Innovative Transport Sets - Vol. 1: Energy and Environment. ISTE Wiley. 521p.
- Bourdeau, B. (1998) : Evolution du parc automobile français entre 1970 et 2020. Thèse ingénierie de l'environnement. Chambéry : Université de Savoie, 1998, 377p.
- Boutueil V. (2016) : Fleet Management and the Adoption of Innovations by Corporate Car Fleets: Exploratory Approach. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2598, 84-91. DOI: 10.3141/2598-10
- Coulombel N., Boutueil V., Liu L., Viguie V., Yin B. (2019, in press) : Transport innovations and rebound effects: The case of urban ridesharing, Transportation Research Part D. DOI: 10.1016/j.trd.2018.12.006
- Dargay, J., Hanly, M., Madre, J. L., Hivert, L., & Chlond, B. (2003). Demotorisation seen through panel surveys: a comparison of France, Britain and Germany. In *10th International Conference of Travel Behaviour Research, Lucerne* (pp. 10-15).
- Desjardins, J. (2005). L'analyse de régression logistique. *Tutorial in quantitative methods for psychology*, 1(1), 35-41.
- Gallez, C. (1994). Modèles de projection à long terme de la structure du parc et du marché de l'automobile. PhD thesis, Université de Paris.
- Kolli Z. (2012): *Dynamique de renouvellement du parc automobile, Projection et impact environnemental*. Thèse de doctorat, Université de Paris 1, Panthéon-Sorbonne, mars 2012. 311p.
- Lacour, S., Joumard, R., (2002) : Parc, usage et émissions des véhicules routiers en France de 1970 à 2020. Rapport INRETS-LTE 0208. Bron, France, 89p.
- Lekhal F., Hivert L. (2017) : Démotorisation des ménages en France - Analyse des déterminants à partir d'une enquête de la base Parc Auto. Rapport de stage de Master 2 en Economie du Développement Durable de l'Université Paris 1, 34p

Morganti E., Boutueil V. (2015) Evolution of EV/PHEV market: Market trends and potential market for electric vans, Final Task Report, TEN-T Project Corri-Door, 2013-EU-92055-S

Proulhac L., Hivert L., Lekhal F. et A. Aguiléra (2018) « Aspects quantitatifs sur la démotorisation à partir des vagues annuelles récentes de l'enquête ParcAuto », In: 1ères Rencontres Francophones Transport et Mobilité (RFTM), Session 9 Prospective de la mobilité urbaine.

Roux C., André M. (2018) : Modélisation et calculs des émissions du parc automobile national IFSTTAR. Rapport de stage de Master 2 SOAC de l'Université Lyon 1, 43p