

Décarboner la mobilité en Vallée de la Seine

« Moins de carbone, plus de lien »

RAPPORT COMPLET

DÉCEMBRE 2020

GRANDE COURONNE D'ILE-DE-FRANCE,
NORMANDIE, CALVADOS, ROUEN, LE HAVRE

« Les conflits sociaux intervenus durant l'hiver 2019-2020 puis la crise sanitaire qui frappe depuis mars dernier ont eu des conséquences directes en matière de déplacements. L'on a vu ainsi, depuis lors s'accroître l'usage du vélo dans les grandes agglomérations. À l'inverse le transport en commun souffre depuis de long mois, entre indisponibilité, confinement et crainte de la promiscuité, pour ne prendre que quelques causes majeures de la baisse de la fréquentation qui fragilise les réseaux publics. Chacun s'accorde aujourd'hui pour considérer que les événements vécus en 2020 auront des conséquences durables ; mais chacun s'interroge aussi sur leurs impacts exacts et sur leurs effets en matière de consommation d'énergie.

Dans ces temps d'incertitude, les analyses conduites par *The Shift Project* sur l'axe Seine, avec l'appui de l'État, incarné par l'ADEME, et les régions visent à éclairer les évolutions envisageables. L'objectif n'était pas de proposer une solution toute faite, mais à travers l'analyse des déplacements au sein des aires urbaines franciliennes et normandes, d'illustrer le champ des possibles permettant de réduire l'empreinte carbone des transports. Il est essentiel en effet de disposer, pour orienter l'action publique, d'éléments de compréhension qui précisent les effets, soit de l'évolution des parts de tel ou tel mode, le vélo par exemple, soit de pratiques influant sur la mobilité, le télétravail en étant une illustration.

La démarche conduite a permis d'associer des experts des différents sujets et repose sur un travail de modélisation extrêmement important. Elle a été alimentée tout au long de son déroulement par des représentants de collectivités locales, autorités organisatrices de mobilité. Cela a permis un échange continu, enrichissant les approches conduites et consolidant leurs fondements techniques. Il nous appartient aujourd'hui de partager de façon large les enseignements que nous apportent le rapport final, de façon à adapter les politiques publiques et, notamment, mieux tenir compte de la diversité des situations. »

François PHILIZOT

Préfet, délégué interministériel au développement de la Vallée de la Seine

« Cette déclinaison territoriale en Vallée de la Seine de l'étude réalisée en 2017 par le Shift Project à l'échelle nationale sur les systèmes de mobilité alternatifs à l'autosolisme arrive à point nommé dans le contexte foisonnant de mise en œuvre du volet transition écologique du Plan de relance dont une partie est opérée par l'ADEME en Ile-de-France et en Normandie, mais aussi de renégociation des Contrats de Plan Etat-Région (CPER) et du CPIER Vallée de la Seine ainsi que du lancement des Contrats de Relance et de Transition Ecologique (CRTE).

Elle fournit en effet aux acteurs territoriaux franciliens et normands des chiffrages stratégiques sur le potentiel de réduction du CO₂, des polluants atmosphériques ainsi que sur le dimensionnement des investissements à consentir mais aussi des économies réalisées dans les aires urbaines normandes et de la grande couronne francilienne où la part de la voiture individuelle dans les déplacements est encore importante.

Elle montre aussi la nécessité de faire évoluer significativement nos modes de vie et l'organisation de nos activités économiques pour s'aligner sur une trajectoire de neutralité carbone et tendre ainsi vers des territoires plus résilients. C'est donc avec grand intérêt que nous avons soutenu cette étude. »

Michel GIORIA

Directeur régional Île-de-France, ADEME

Avant-propos

L'étude « Décarboner la mobilité dans les Zones de Moyenne Densité », portée par Francisco Luciano pour *The Shift Project* et publiée en septembre 2017, a mis en évidence les potentiels de décarbonation de différentes alternatives à l'usage de la voiture en solo (autosolisme) dans les Zones de Moyenne Densité¹ (ZMD), et a permis de placer ces alternatives dans le débat public national. Nous y étudions leurs effets sur la mobilité des individus, sur les émissions de CO₂, ainsi que les dépenses et économies que chacune de ces alternatives permettrait.

Trois ans plus tard, dans le cadre de l'Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) du Contrat de Plan Interrégional Etat-Régions Vallée de la Seine (CPIER), nous proposons d'appliquer les méthodes que nous avons développées dans l'étude de 2017, afin de quantifier les effets de ces mêmes alternatives à l'autosolisme mais sur un périmètre géographique plus local (la Vallée de la Seine), et sur des zones élargies incluant à la fois des parties plus denses et des parties moins denses (les Aires Urbaines).

Ce rapport et la note méthodologique qui l'accompagne marquent la fin d'une période d'analyse approfondie et de consultation de nombreuses personnes et institutions concernées par ces questions, qui nous a permis d'enrichir la réflexion et d'affiner le chiffrage.

Les chiffrages et enseignements tirés de cette étude sont destinés aux acteurs de la vie économique et sociale des territoires de la Vallée de la Seine. Ils devraient leur permettre de mettre en avant de manière chiffrée les mécanismes de changement et les impacts associés à la mise en place de politiques ambitieuses de développement du télétravail, de distribution des achats à domicile, d'un système vélo, de transports publics express (trains ou cars), ou de covoiturage. Ils ont vocation à orienter leurs décisions vers la mise en place de politiques favorisant effectivement une mobilité quotidienne bas carbone.

Nicolas RAILLARD

et l'équipe du Shift Project

¹ Les ZMD incluent les communes polarisées des grandes unités urbaines et de l'agglomération parisienne, les communes périphériques (banlieue) des pôles urbains des unités urbaines moyennes et grandes, hormis la petite couronne de Paris, et les villes-centres des aires urbaines de taille moyenne.

Remerciements

The Shift Project tient à remercier l'ensemble des membres du Comité de Suivi du projet :

- Anne-Claire Bideault (Région Normandie)
- Aurélien Cagnard (Métropole Rouen)
- Wilfried Dehenry (DREAL Normandie)
- Ivan Derré (DRIEA)
- Nicolas Foubert (Le Havre Seine Métropole)
- Jean-Marc Gohier (ADEME Normandie)
- Isabelle Lefavrais-Godart (Région Normandie)
- Francisco Luciano (Citec)
- Patrice Nogues (EDF R&D)
- Adèle Olivier-Genestar (Caen Normandie Métropole)
- Mathieu Philippot (Le Cotentin)
- Geneviève Quemeneur (DREAL Normandie)
- Hadjira Schmitt-Foudhil (MTES)
- Thomas Schneider (DREAL Normandie)

Et tout particulièrement les membres en charge du suivi des projets du CPIER

- Gilles David (Conseiller Développement Durable auprès de M. le Préfet Philizot, Délégation interministérielle au développement de la vallée de la Seine)
- Thibaut Faucon (ADEME Île-de-France)
- M. le Préfet François Philizot

Les experts ayant contribué à nos réflexions ou nous ayant aidé à exploiter des données de mobilité :

- Anne Aguilera (Université Gustave Eiffel) ; Louis Belenfant (Collectif vélo d'Île-de-France) ;
- Aurélien Bigo (Chaire Energie et Prospérité, Ecole Polytechnique)
- Guillemette Bois (Citec)
- Loïc Cedelle (Citec)
- Bastien Diaz (Citygo)
- Daniel Grebouval (FNAUT Normandie)
- Stéphanie Lopes Azevedo (UTP)
- Benjamin Del Monte (Département Eure)
- Didier Galet (Relais d'Entreprises)
- Gilles Fraudin (FNAUT Normandie)
- Noé Jubert (Klaxit)
- Xavier Lepetit (AUCAME)
- Alexandre Modena (Département Eure)
- Laura Papet (PMP)
- Sylvain Renaud (DREAL Normandie)
- Jean-Luc Saladin (Ville du Havre)
- Didier Pastant (Région Normandie)
- Laure Wagner (1km à pied)

Et en particulier Patrice Nogue (EDF R&D) pour la modélisation des impacts sur la consommation d'énergie et sur les émissions atmosphériques ; les relecteurs : Francisco Luciano (Citec) et Laura Foglia (Experte Mobilité), ainsi que les membres du comité de suivi ; l'équipe du *Shift* : Nicolas Raillard (pilotage, rédaction), Paul Boosz (modélisation, rédaction), Nolwenn Brossier et Annabelle de Cazanove (rédaction), Pénélope Choussat (synthèse) ; et Léa Fourcade (graphiste).

Nous tenons enfin à remercier l'ensemble des participants aux ateliers collaboratifs du 24 janvier 2020 pour leur apport d'expertise, leurs retours terrain, et les mises en contact qui s'en sont suivies.

NB : Les interprétations, positions et recommandations figurant dans ce rapport n'engagent que The Shift Project, et ne peuvent être attribuées ni aux membres du Comité de suivi, ni aux experts consultés, ni aux relecteurs.

Étude soutenue par l'ADEME dans le cadre du CPIER Vallée de la Seine.

Table des matières

Introduction	6
Objectifs de l'étude	8
Importance du sujet.....	10
Périmètre spatial d'étude	11
Les aires urbaines aujourd'hui en Vallée de la Seine	13
Précarité énergétique, précarité économique, vulnérabilité	16
Principaux axes méthodologiques de l'étude	18
Quelques précisions concernant la modélisation	23
Chapitre 1 – Distribution des achats	24
Situation actuelle	24
Pourquoi s'intéresser à la distribution des achats ?.....	24
Distribution des achats par tournées	25
Livraison collaborative des achats	32
Chapitre 2 – Télétravail.....	43
Situation actuelle	43
Pourquoi s'intéresser au télétravail ?	44
Comment développer le télétravail ?.....	46
Les scénarios télétravail : démarche et impacts.....	47
Chapitre 3 - Système Vélo	59
Le système vélo : au-delà de la bande cyclable	59
Situation actuelle	60
Pourquoi s'intéresser au vélo ?.....	63
Comment développer un système vélo ?.....	65
Les scénarios système vélo : démarche et impacts.....	70
Chapitre 4 - Transports Publics Express (TPE)	83
Comment développer les TPE ?.....	88
Scénario <i>Potentiel Max</i> : démarche et impacts	91
Chapitre 5 - Covoiturage	101
La situation actuelle	101
Pourquoi s'intéresser au covoiturage ?.....	105
Comment développer le covoiturage ?.....	105
Les scénarios covoiturage : démarche et impacts.....	108
Chapitre 6 - La mobilité : des enjeux complexes que nous n'avons pas tous pris en compte	120
Externalités	120
Effets rebonds et systémiques	120
Chapitre 7 - Replacer nos domaines d'action dans un cadre systémique .	122

Abréviations

AOM	Autorité Organisatrice de Mobilité
AU	Aire urbaine
C2C	Customer to customer (échange inter-consommateur)
CCI	Chambres de commerce et d'industrie
CPIER	Contrat de Plan Interrégional Etat-Régions
DT	Domicile-travail
EGT	Enquête Globale Transports
EMD	Enquête Ménages Déplacements
ENTD	Enquête Nationale Transports Déplacements
EPCI	Établissement public de coopération intercommunale
GES	Gaz à effet de serre
IDF	Île-de-France
LOM	Loi d'orientation des mobilités
LTECV	Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique et la croissance verte
MtCO _{2e}	Millions de tonnes équivalent CO ₂
PDM	Plan de Mobilité
p.km	Personne.kilomètre
PL	Poids Lourd
PM	(scénario) <i>Potentiel Max</i>
PM _{2.5}	Particules en suspension de diamètre inférieur à 2,5 µm
PM ₁₀	Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm
PME	Petites et Moyennes Entreprises
SNBC	Stratégie Nationale Bas Carbone
TC	Transports en Commun
TIC	Technologies de l'information et de la communication
TTC	Toutes taxes comprises
v.km	Véhicule.kilomètre
VAE	Vélo à Assistance Électrique
VCAE	Vélo Cargo à Assistance Électrique
Vol	(scénario) <i>Volontariste</i>
VP	Voiture particulière
VUL	Véhicule utilitaire léger
ZMD	Zone de Moyenne Densité

Ce rapport est accompagné d'une **Note Méthodologique**, disponible en ligne. Pour plus de précisions et de détails concernant la méthodologie, il convient de la consulter, ainsi que les ouvrages cités en référence.

Synthèses

Le présent rapport est également disponible sous la forme de cinq synthèses (9 p.), une par zone géographique étudiée :



THE SHIFT PROJECT
THE CARBON TRANSITION THINK TANK



THE SHIFT PROJECT
THE CARBON TRANSITION THINK TANK



THE SHIFT PROJECT
THE CARBON TRANSITION THINK TANK



THE SHIFT PROJECT
THE CARBON TRANSITION THINK TANK



THE SHIFT PROJECT
THE CARBON TRANSITION THINK TANK



Introduction

Objectifs de l'étude

La mobilité quotidienne dans les Aires Urbaines françaises est aujourd'hui assurée principalement par la voiture particulière, résultat de décennies de politiques d'aménagement et d'investissements publics qui ont favorisé l'étalement urbain. Inverser cette tendance pour réduire les déplacements individuels en voiture prendra du temps. Or, il apparaît aujourd'hui essentiel de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et de revenir vers des pratiques de proximité pour le bien-être des populations.

La baisse de la disponibilité (géologique) du pétrole, l'introduction de taxes destinées à décourager l'utilisation de combustibles fossiles, ou la mise en place de mesures contraignant l'usage de la voiture, ont déjà commencé à avoir un impact sur la vie des habitants de nos aires urbaines, devenue presque totalement dépendante de la voiture. Ce constat a été largement illustré par deux éléments déclencheurs du mouvement Gilets Jaunes : la taxe carbone sur les carburants fossiles à destination des ménages, et l'abaissement des limitations de vitesses de 90 km/h à 80 km/h sur les « routes à double-sens sans séparateur central » (Sugy 2019).

En 2017, déjà conscient de ces enjeux, *The Shift Project* a publié une étude dont le but était d'analyser des domaines d'action concrets visant la décarbonation de la mobilité dans les zones de moyenne densité, territoires dans lesquels la dépendance à la voiture est exacerbée (Luciano 2017).

Au fil de ce travail, nous avons développé des méthodes d'analyse de la mobilité et des méthodes prospectives pour évaluer les effets de ces domaines d'action à un horizon de 10 ans, sur les pratiques de mobilité, sur les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) et sur les dépenses et économies que ces domaines génèreraient pour la société.

Aujourd'hui, le *Shift* souhaite fournir une analyse similaire aux acteurs des territoires, afin qu'ils puissent **réduire la dépendance aux combustibles fossiles et les émissions carbonées** découlant de la mobilité quotidienne de leurs habitants, en accord avec les orientations politiques françaises et tout en préservant les populations les plus fragiles. Plus spécifiquement, cette étude s'adresse aux acteurs de la mobilité des territoires de la Vallée de la Seine (les régions Île-de-France et Normandie), dans le cadre du Contrat de Plan Interrégional Etat-Régions (CPIER) Vallée de la Seine. Elle propose également des élargissements sur l'analyse d'impacts des domaines d'action étudiés.

En bref, notre analyse concerne...	... et pas ...
... la mobilité des personnes	... la mobilité des marchandises, sauf quand le déplacement de marchandises a un impact sur les déplacements de personnes (livraison d'achats, par exemple)
... la mobilité quotidienne locale, c'est-à-dire, dans un rayon de moins de 80 km autour du domicile à vol d'oiseau, et en jours ouvrés	... la longue distance ... la mobilité du week-end
... les Aires Urbaines	... le rural hors aire urbaine
... les mesures réalisables à moyen terme (2030)	... les mesures réalisables à plus long terme, comme le réaménagement du territoire ou la « mobilité résidentielle », même si, à l'horizon 10 ans, les arbitrages entre coût de mobilité quotidienne et coût de logement peuvent conduire de nombreux ménages à déménager
... les émissions de CO ₂ directement liées à l'usage des véhicules, celles liées aux autres phases de vie des véhicules	... les émissions de CO ₂ liées à la fabrication des infrastructures, ou d'autres activités en lien avec la mobilité
... certaines émissions ayant un impact sur la qualité de l'air et la santé publique (NO _x , PM ₁₀ , PM _{2.5}) dues à la combustion de carburant et à l'usure des pneus ou des plaquettes de freins.	... les émissions d'autres gaz ou particules
... les coûts induits au <i>niveau de la société</i> par la mise en place, et l'usage, de nouvelles infrastructures, équipements ou services, ainsi que les économies induites par la réduction d'usage des voitures	... d'autres dépenses ou économies indirectes (sur le système de santé par exemple) : nous n'avons pas « internalisé » d'externalités
...le temps <i>moyen</i> passé à se déplacer	... le temps passé à d'autres activités
... la Normandie et l'Île-de-France (hors Paris et sa première couronne)	... le reste du monde

Il va sans dire que cette délimitation du champ d'étude ne réduit en aucun cas l'importance des aspects qui n'ont pas été traités dans ce rapport.

Cette étude se base essentiellement sur les méthodes, outils et recherches effectués dans l'étude de 2017. Ce rapport reprend donc en grande partie les analyses qualitatives que nous avons menées à l'époque, tout en les mettant à jour lorsque c'est pertinent et en orientant les analyses sur notre nouvelle zone géographique d'étude.

Importance du sujet

Selon le CITEPA, en 2018, le secteur des transports a émis **131 Mt de CO₂** en France, soit **40 % du CO₂ national**. Le secteur représente également 31 % des émissions de gaz à effet de serre² (GES) nationales.

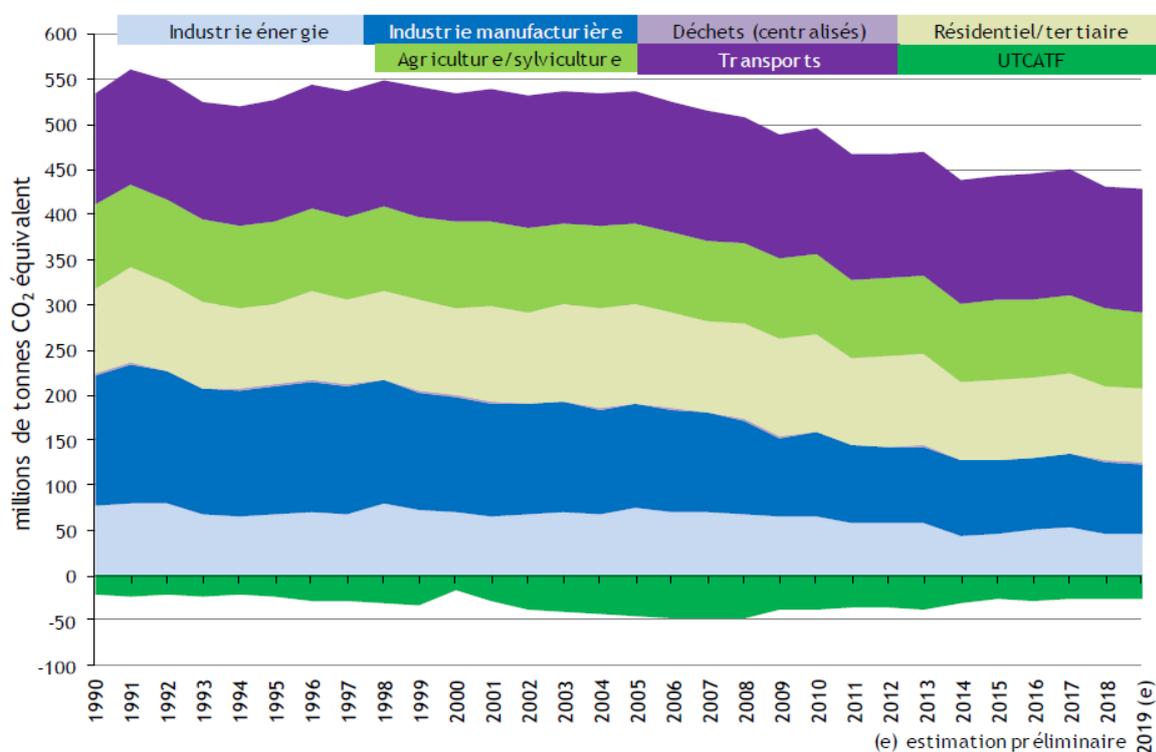


Figure 1 : Evolution des émissions dans l'air de CO₂e depuis 1990 en France (Métropole et Outre-mer UE). Source (CITEPA 2019).

Ses émissions sont en stagnation depuis une dizaine d'années, mais sa part dans le bilan national augmente (voir Figure 1). Comme rappelé par le Haut Conseil pour le Climat, les objectifs fixés par la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) dans le secteur des transports pour 2015-2018 n'ont pas été atteints (Haut Conseil pour le Climat 2020).

Le transport routier est le principal émetteur de CO₂ du secteur des transports (autour de 120 MtCO₂/an depuis 2009, soit 95 % des émissions du secteur). A noter que ces chiffres n'incluent pas les émissions dues aux agro-carburants car prises en compte dans la biomasse, ni l'aérien, le fluvial ou le maritime international. Les principales sources des émissions du transport routier sont les voitures particulières (VP) (56 %, dont 41% pour les diesel catalysés et 15 % pour les essence), les poids lourds diesel (22 %) et les véhicules utilitaires légers (VUL) diesel catalysés (19 %).

D'autre part, on peut estimer que la mobilité des personnes en France est assurée à 95 % par de l'énergie issue des produits pétroliers. C'est le secteur, avec le transport de marchandises, le plus dépendant à ces produits. Or, selon une étude du *Shift Project* s'appuyant essentiellement sur les estimations des capacités futures de production mondiale de pétrole brut de l'agence d'intelligence économique norvégienne spécialisée, Rystad Energy, l'Union Européenne risque de connaître une contraction du volume total de ses sources actuelles d'approvisionnement en pétrole pouvant aller jusqu'à 8 % entre 2019 et 2030 (The Shift Project 2020b). Il est donc crucial et urgent d'explorer et mettre en œuvre les possibilités de réduire cette dépendance à moyen terme.

La mobilité quotidienne locale³ en Vallée de la Seine émet **4,9 Mt CO₂** soit 4 % des émissions de CO₂ du transport routier français. Les énergies fossiles dominent le mix énergétique de cette mobilité : elles

² Les GES incluent le CO₂, mais aussi d'autres gaz comme le méthane (CH₄) ou le protoxyde d'azote (N₂O)

³ La mobilité quotidienne locale correspond aux déplacements effectués dans un rayon de 80 km à vol d'oiseau autour du domicile

représentent 99 % de l'énergie utilisée pour la mobilité quotidienne pour la Normandie, et 80 % pour la Grande couronne francilienne.

Périmètre spatial d'étude

Le périmètre d'étude est composé de cinq zones :

Deux zones au niveau régional :

- Les aires urbaines de Normandie, notées **AU Normandie** par la suite.
- La grande couronne d'Ile-de-France, composée des 4 départements de grande couronne : 77, 78, 91, 95. On la notera **Grande couronne IDF** par la suite.

Trois gros plans autour d'agglomérations normandes, correspondant au périmètre de l'enquête ménage déplacements la plus récente de chaque agglomération :

- L'aire urbaine du Calvados, notée **AU Calvados** par la suite. Cela correspond au périmètre de l'Enquête Ménage Déplacement Caen Calvados de 2011.
- Le périmètre de l'Enquête Ménage Déplacement de Rouen de 2017, noté **EMD Rouen** par la suite. Ce périmètre est composé de la Métropole Rouen Normandie et de l'Agglomération Seine-Eure.
- Le périmètre de l'Enquête Déplacement du Havre-Estuaire de la Seine de 2018, noté **EMD Havre** par la suite.

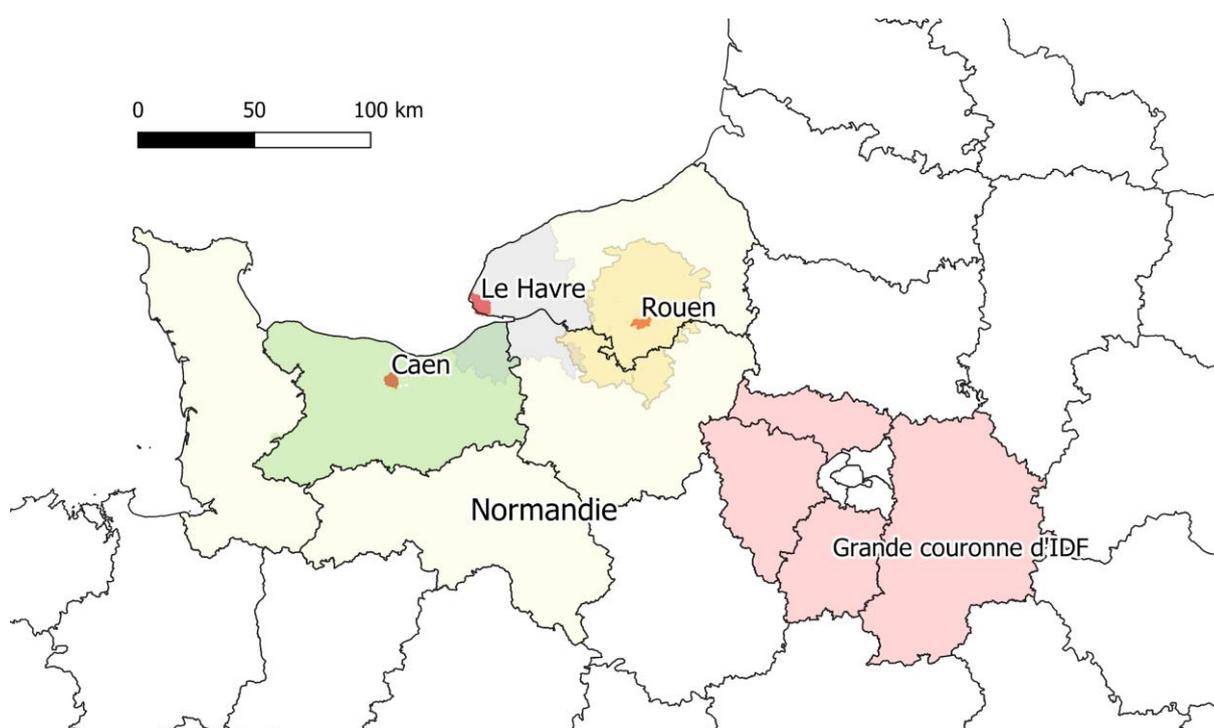


Figure 2 : Carte des cinq zones étudiées : La Normandie, la grande couronne d'Ile-de-France, l'aire urbaine du Calvados et les périmètres des enquêtes déplacements de Rouen et Le Havre

Au sein de chaque zone, nous nous concentrons sur les communes qui appartiennent à une aire urbaine (AU), au sens de la typologie fonctionnelle des territoires de l'INSEE. L'aire urbaine est définie par l'ensemble des zones dont la mobilité est « attirée » par un pôle urbain, tout en incluant le pôle urbain lui-même.

Nous n'étudions donc pas les communes hors aires urbaines :

- Les communes rurales qui ne sont attirées par aucun pôle urbain
- Les petites unités urbaines qui ne sont attirées par aucun pôle urbain

Ces communes hors aires urbaines sont situées dans la zone Normandie. En effet, toutes les communes de la grande couronne d'Ile-de-France sont situées dans l'aire urbaine francilienne.

Enfin, nous excluons de l'étude Paris et sa première couronne, qui sont des territoires très denses et à la mobilité spécifique moins dépendante de la voiture individuelle.

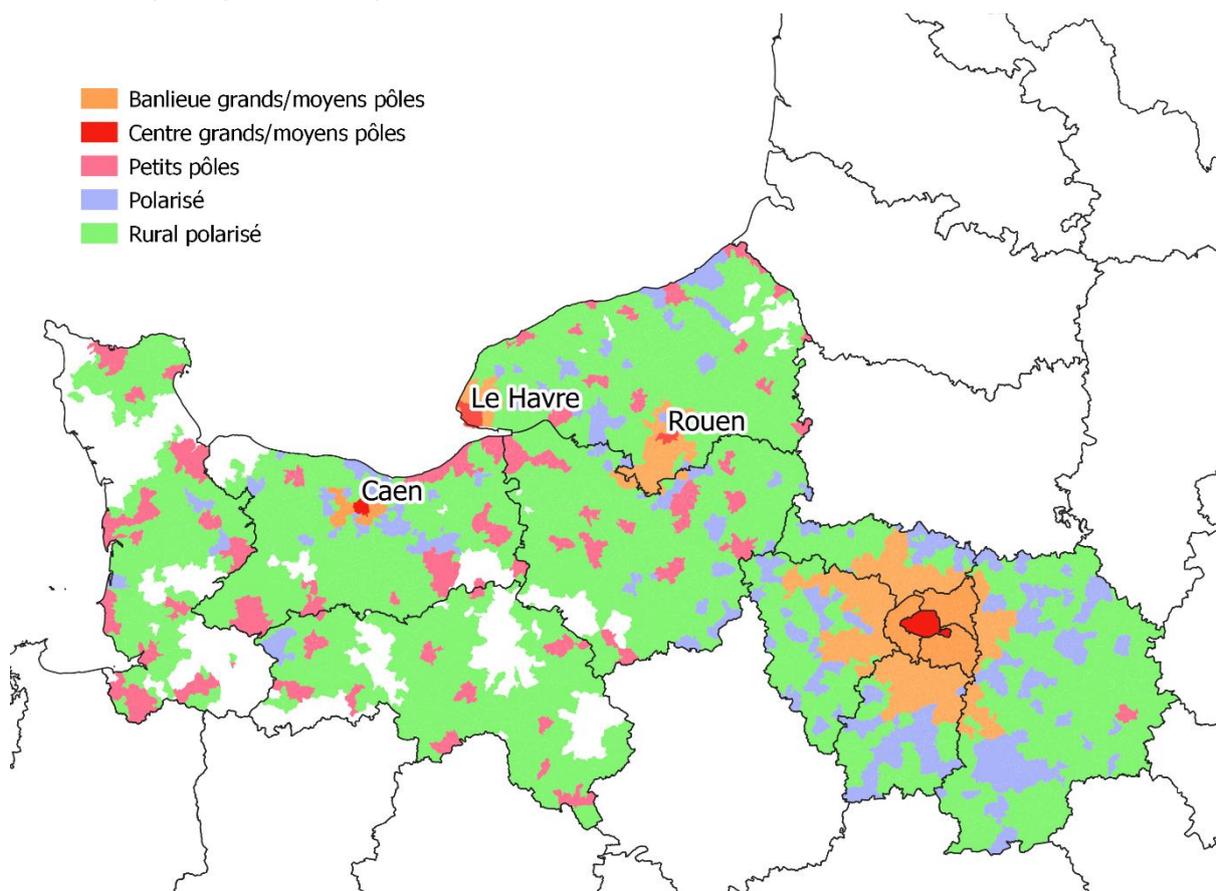


Figure 3 : Carte des différents types d'espace composant les zones étudiées. Les zones blanches de Normandie correspondent aux communes hors aires urbaines ne faisant pas partie du périmètre. Les détails de construction de la légende sont disponibles dans la Note Méthodologique.

Classification en type d'espace

Chacune de nos zones d'étude est composée de communes que l'on peut classer par type d'espace comme ci-dessus. Le type d'espace d'une commune dépend de :

- La taille de l'unité urbaine dont elle fait partie. Une unité urbaine est un ensemble de communes avec continuité de bâti contenant au moins 2 000 habitants. Dans la carte ci-dessus, les grands et moyens pôles sont des unités urbaines de plus de 100 000 habitants. Les petits pôles sont des unités urbaines de plus de 2 000 habitants.
- Sa position dans l'unité urbaine : est-ce que cette commune représente plus de 50% de la population de l'unité urbaine ? Si oui, elle est la seule ville-centre. Sinon toutes les communes qui ont une population supérieure à 50% de celle de la commune la plus peuplée sont villes-centres. Les communes de l'unité urbaine qui ne sont pas villes-centres constituent la banlieue. Enfin les communes qui ne sont pas dans une unité urbaine, c'est-à-dire les communes (ou ensembles de communes) dont la continuité du bâti contient moins de 2 000 habitants sont dites rurales.
- Finalement sa position par rapport au pôle. Un pôle est une unité urbaine offrant au moins 1500 emplois et qui n'est pas dans la couronne d'un autre pôle. Si une commune n'est pas dans un pôle mais que plus de 40% des actifs vont travailler dans un pôle voisin, elle est polarisée. Enfin si une commune n'est ni dans un pôle, ni polarisée, elle est hors de l'aire urbaine (en blanc sur la Figure 3).

Dans la suite, on désignera par Vallée de la Seine la juxtaposition de la grande couronne d'Ile-de-France et des aires urbaines normandes. Notre étude ne traite que de certaines zones de Vallée de la Seine, ainsi définie.

Les aires urbaines aujourd'hui en Vallée de la Seine

Population

Les aires urbaines de Normandie et la grande couronne francilienne représentent 8,42 millions d'habitants (données INSEE 2014). À l'horizon 2030, cette population devrait passer à 8,96 millions d'habitants, soit une augmentation de 0,4 % par an. Ceci s'explique en partie car la population des territoires périurbains, l'espace le plus dynamique en termes de démographie en France, particulièrement représentés en Normandie, augmente à un taux d'environ 1 % par an (Centre d'analyse stratégique 2012; INSEE 2010).

Les Figure 4 et Figure 5 illustrent la part de périurbain dans nos zones d'étude :

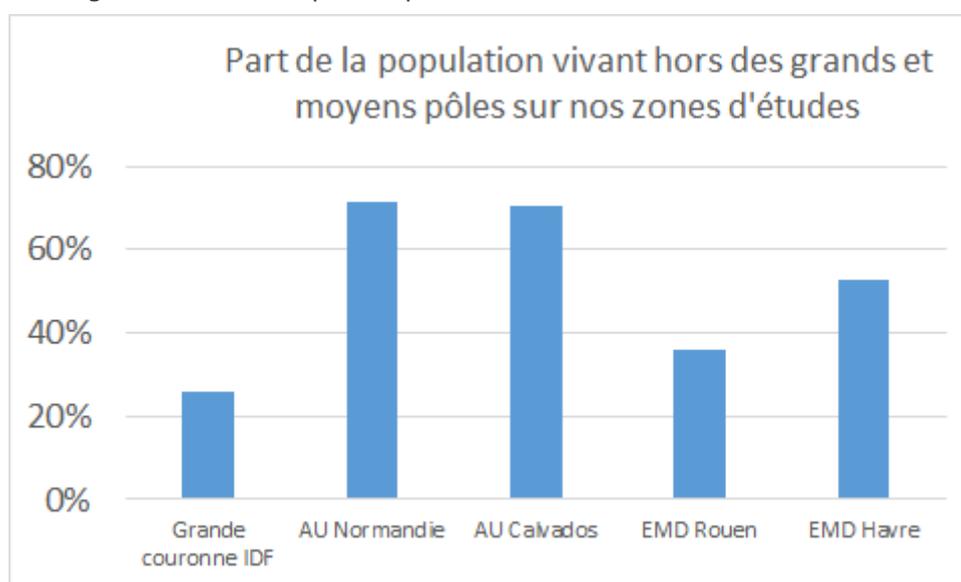


Figure 4 : Pour chaque zone étudiée, la part de la population vivant hors des pôles de plus de 100 000 habitants. Clé de lecture : Dans les aires urbaines normandes, 71% de la population vit hors des pôles de plus de 100 000 habitants. Ces 71% vivent principalement dans des zones polarisées (45 %) et dans de petits pôles (26%).

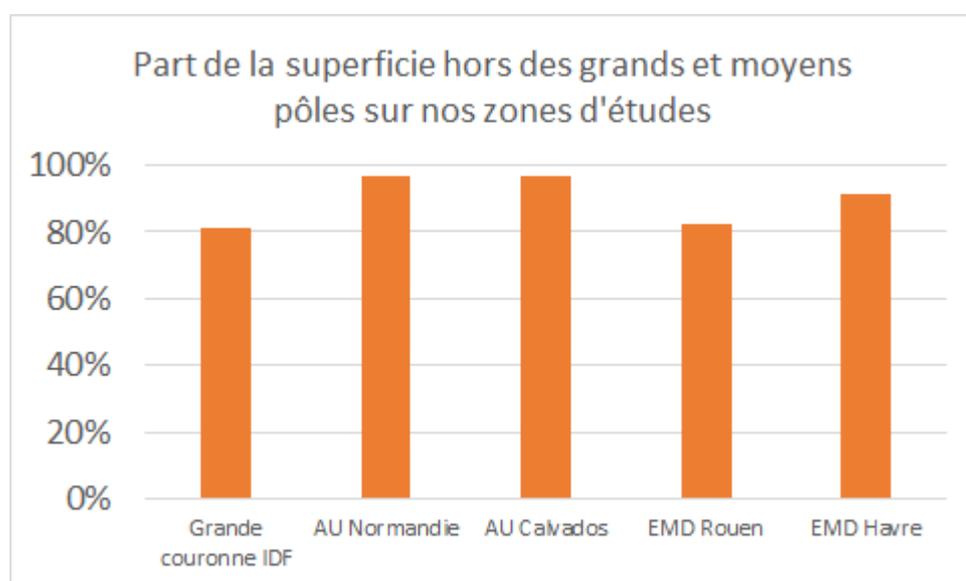


Figure 5 : Pour chaque zone étudiée, la part de la superficie du territoire hors des pôles de plus de 100 000 habitants. Clé de lecture : Dans les aires urbaines normandes, 96% de la superficie du territoire est hors des pôles de plus de 100 000 habitants.

La **mixité professionnelle** de nos zones d'étude varie entre la grande couronne francilienne et les aires urbaines normandes. En grande couronne francilienne la part d'employés et d'ouvriers est sensiblement la même que la moyenne nationale : 46 % selon l'INSEE (INSEE 2020). En revanche, dans les aires urbaines normandes, la proportion d'employés et d'ouvriers est largement plus importante : 61 % des actifs.

Mobilité

Au niveau national, la périphérie⁴ des Aires Urbaines (dont les AU de Caen, Rouen, Le Havre et Paris font partie) se caractérise par un déficit d'emploi : dans les communes périurbaines, on compte 40 emplois de cadres pour 100 cadres résidents. Les valeurs pour les professions intermédiaires, les employés et les ouvriers sont respectivement de 40, 50 et 70 % (RACF 2011). **Cette structure géographique de l'emploi implique des déplacements radiaux (entre la périphérie et le centre des agglomérations) importants.** Les habitants de la périphérie vont souvent chercher du travail assez loin de chez eux, et les transports en commun ne sont pas adaptés à leurs déplacements (étant trop rares, trop lents ou inexistant).

Ces périphéries se caractérisent également par une spécialisation fonctionnelle de l'espace (zones industrielles, lotissements, centres commerciaux), ce qui **rallonge les déplacements** pour se rendre d'une activité à l'autre (RACF 2011). La France connaît par ailleurs un phénomène important d'étalement urbain qui entraîne une dé-densification du territoire, malgré les objectifs de densification inscrits dans la loi (CRDALN 2012; Julien Fosse 2019). Ce phénomène qui détermine les distances moyennes de déplacement devrait perdurer dans les dix prochaines années.

D'autre part, les habitants de ces zones ont un taux de motorisation élevé (80 VP pour 100 adultes), avec un **rôle important accordé à la voiture** pour effectuer des trajets quotidiens longs (plus de 24 km/hab/jr) en comparaison avec les autres zones.

Afin de décrire et étudier la mobilité en Vallée de la Seine, nos sources de données principales sont 5 Enquêtes Ménages Déplacements (EMD) et l'Enquête Globale Transport (EGT) pour l'Île-de-France :

Zone	Année	Nombre de déplacements	Nombre d'interrogés	Nombre de communes
Ile-de-France	2010	124 k	30 k	950
EMD Caen Calvados	2011	43 k	10 k	517
EMD Cotentin ⁵	2016	19 k	4 k	154
EMD Rouen	2017	38 k	9 k	289
EMD Sud Manche-Orne ⁵	2017	29 k	6 k	474
EMD Havre	2018	28 k	6 k	253
Normandie	2011-2018	155 k	35 k	1 640

Figure 6 : Tableaux des principales sources de données de mobilité utilisées. Pour la Normandie nous avons utilisé l'association des enquêtes de Caen, Cotentin, Rouen, Sud Manche-Orne et le Havre

⁴ L'ensemble des communes polarisées des grandes aires urbaines.

⁵ Les Enquêtes Ménages Déplacements du Cotentin et de Sud Manche-Orne n'ont pas été étudiées en tant que zones à part. Elles ont été utilisées pour l'étude des aires urbaines normandes.

Individus étudiés :

- Les individus de 5 ans ou moins sont exclus.
- Les individus immobiles (qui n'ont pas effectué de déplacement à la date de l'enquête) sont exclus. Cela représente environ 13% des enquêtés en Normandie.

Par conséquent, les résultats de mobilité par personne sont des résultats par personne mobile de 6 ans ou plus.

Déplacements étudiés :

Nous ne considérons que les déplacements dans un rayon de 80 km à vol d'oiseau autour du domicile (mobilité locale). De plus, les enquêtes dont nous disposons ne nous renseignent que sur la mobilité en jour ouvré (à l'exception de l'Ile-de-France).

Ainsi les résultats de mobilité s'entendent pour la mobilité locale en jour ouvré, sauf mention contraire. Par exemple, lorsqu'on parlera d'un nombre de déplacements ou de kilomètres parcourus chaque année, ou encore de tCO₂ évitées, il s'agira de valeurs relatives à la mobilité locale sur les jours ouvrés.

Les Figure 7 et Figure 8 décrivent certaines caractéristiques de la mobilité en Vallée de la Seine pour différents motifs. Se rendre au travail ou sur son lieu d'étude et les tournées professionnelles commerciales (motif « Autres professionnels ») génèrent les déplacements les plus longs. Les motifs de déplacement les plus fréquents sont par ordre décroissant : se rendre au travail/sur son lieu d'études, accompagner/aller chercher, les loisirs et les achats (de proximité et en grande surface).

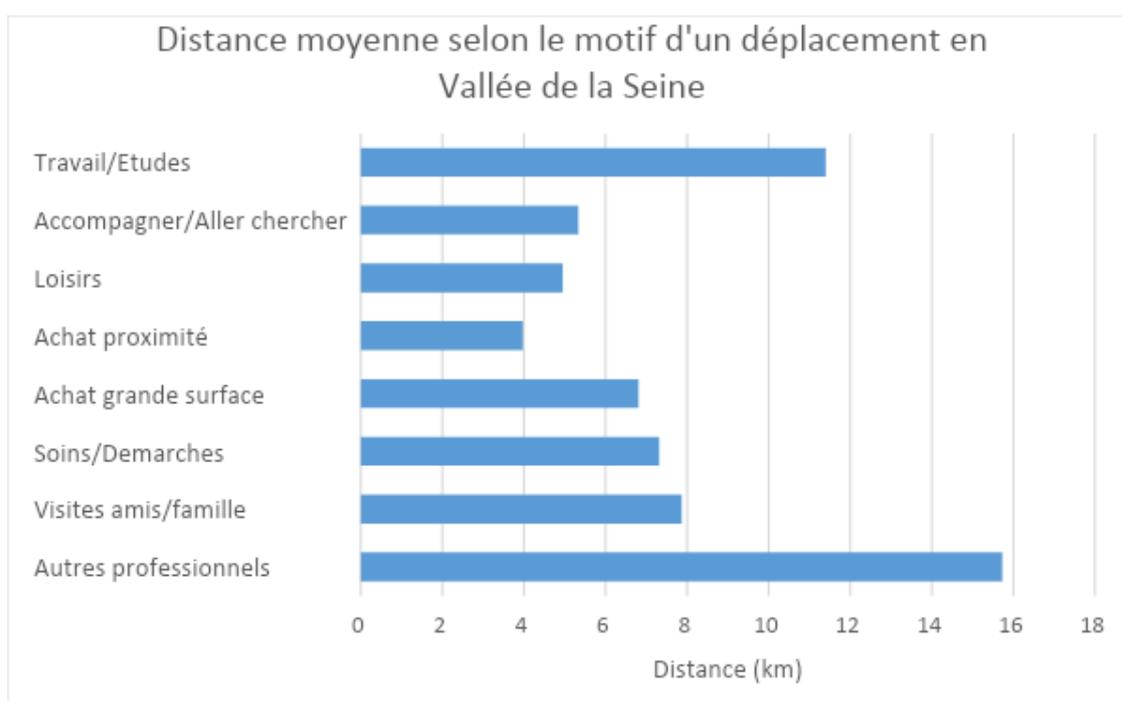


Figure 7 : Distance moyenne d'un déplacement en Vallée de la Seine, selon le motif.

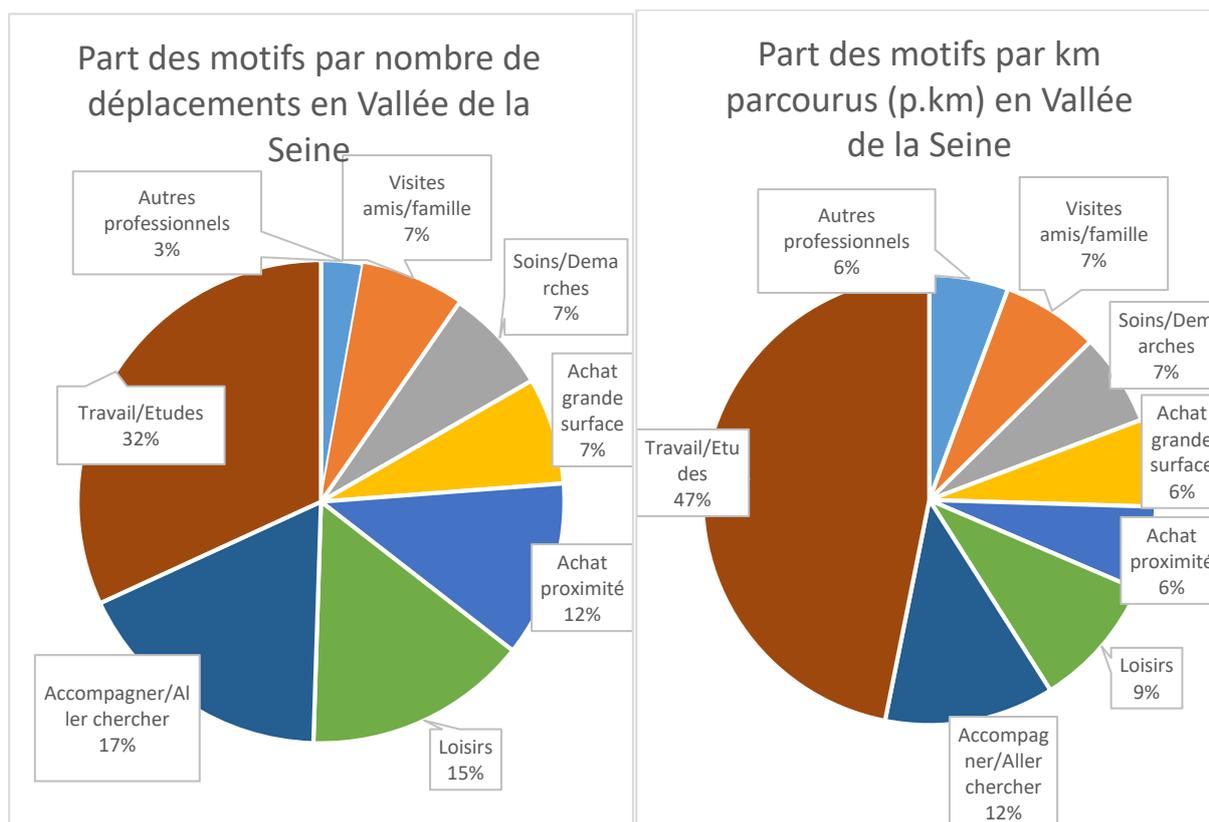


Figure 8 : Répartition des déplacements (gauche) et des distances en personne.kilomètre (p.km, droite) en Vallée de la Seine, par motif

Un habitant mobile d'au moins 6 ans de Vallée de la Seine fait en moyenne 4,25 déplacements par jour ouvré⁶, pour 33 km parcourus.

En Vallée de la Seine, **48 % des déplacements sont chaînés**, c'est-à-dire qu'ils répondent à plusieurs motifs (par exemple, travail et courses). Il s'agit des déplacements au cours desquels plusieurs motifs sont remplis sans repasser par le domicile. Par exemple, une personne allant chercher ses enfants à l'école en revenant de son travail.

Précarité énergétique, précarité économique, vulnérabilité

Pour une partie importante de la population, posséder une voiture n'est pas anodin, d'un point de vue économique. Selon L'Automobile Club Association, les dépenses de carburant représentent entre 9 et 13 % des dépenses totales TTC liées à l'achat et à la possession d'une automobile neuve (Automobile Club Association 2020). Selon la Fabrique Ecologique, le coût global d'une voiture achetée d'occasion est de l'ordre de 2500 €/an, dont la moitié en carburant (soit 104 €/mois) (Fabrique Ecologique 2017).

On observe d'importantes disparités dans l'usage de la voiture selon les différents types d'espaces de la Vallée de la Seine.

Ainsi un habitant d'une ville-centre d'un grand ou moyen pôle urbain tel que celui de Rouen, de Caen ou du Havre, fait en moyenne 12 km par jour ouvré en voiture. Un habitant d'une commune rurale polarisée de moins de 2000 habitants d'une aire urbaine normande parcourt en moyenne 38 km de voiture par jour soit 3,2 fois plus (voir Figure 9). Accumulé sur une année cela représente environ 7 000 km supplémentaires pour cet habitant.

⁶ A titre de comparaison, les Français effectuaient en moyenne 3,15 déplacements par jour en 2008. Les Français mobiles (ceux qui se déplacent au moins une fois par jour) en effectuaient 3,70. En jours ouvrés, les Français en effectuaient 3,57 ; les Français mobiles en effectuaient 4,20 (Calculs à partir de (CGDD 2010)).

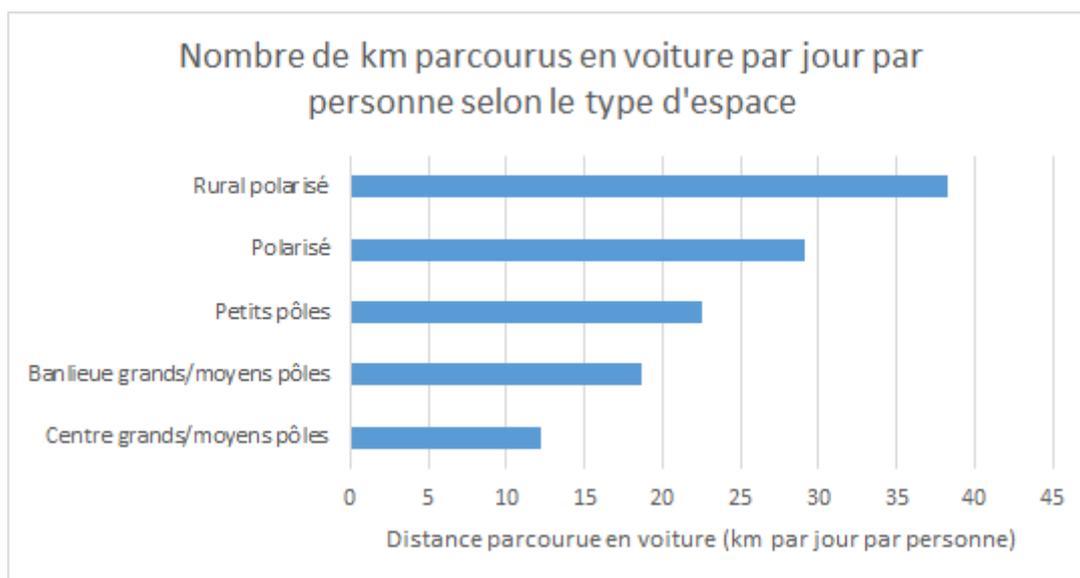


Figure 9 : Nombre de kilomètres parcourus en voiture par jour ouvré par personne pour les différents types d'espaces normands.

Au niveau national, selon le Laboratoire de la Mobilité Inclusive, les ménages vivant dans le périurbain parcourent chaque année en moyenne entre 8 et 10 000 km de plus que les autres ménages, soit une dépense supplémentaire de 3000 € par an, dont 1000 € de frais de carburant (Laboratoire de la Mobilité inclusive/Auxilia 2013). Par ailleurs, les ménages qui disposent de véhicules roulant au diesel ont des dépenses en carburant plus élevées (1280 €/an pour une diesel vs 1094 €/an pour une essence) (MTES 2018), signe qu'ils parcourent plus de distance en voiture, le diesel étant encore avantageux en termes de coût au kilomètre. A noter que le parc de véhicules particuliers français est encore composé de 57 % de voitures roulant au diesel (ANDRE et al. 2019). Cette part de la population est donc davantage affectée par **l'augmentation du coût du carburant**.

Par ailleurs, l'accès à la voiture est plus contraint pour les femmes, car elles sont plus concernées par les situations de précarité, et ont un taux de réussite réduit à l'examen du permis de conduire (s'expliquant notamment par les stéréotypes de genre sur la conduite automobile). Cela a un impact négatif sur l'autonomie et l'intégration sociale et professionnelle des femmes (accès à l'emploi, logement, loisirs et santé) (Jouanno et Hummel 2016).

Le coût global d'usage du véhicule (possession, maintenance-réparation et carburant) risque d'augmenter pour peser de plus en plus sur le budget des ménages⁷. La volatilité du prix du carburant ne permet pas de garantir à long terme l'accessibilité à la voiture individuelle pour les ménages les plus modestes.

Par ailleurs, les **réglementations liées aux transports** rendront la possession et l'utilisation d'une voiture polluante plus contraignante, ce qui risque d'augmenter les dépenses de mobilité des ménages.

Une étude sur la mobilité ne peut donc s'affranchir d'une analyse de la vulnérabilité de certaines populations face aux enjeux des transports, dans un pays où 8,8 millions de Français vivent en-dessous du **seuil de pauvreté**, soit 14,1 % de la population (données 2014) (INSEE 2016b). Cette vulnérabilité se traduit le plus souvent par une précarité énergétique et économique, qui affecte l'accès à la mobilité, indispensable à la vie quotidienne. Le coût mensuel d'un déplacement domicile-travail de 40 km aller-retour équivaut à 25 % du SMIC (Laboratoire de la Mobilité inclusive/Auxilia 2013).

Les personnes disposant de peu de ressources, en insertion et en recherche d'emploi sont moins mobiles que la moyenne. Ces problèmes de mobilité concerneraient environ 20 % des adultes en âge de travailler. Les **freins à la mobilité** ne sont pas seulement économiques et matériels, mais aussi géographiques (manque d'offre de transports publics), sociaux (distance aux emplois moins qualifiés) et organisationnels (surreprésentation des familles monoparentales, emplois atypiques à horaires

⁷ Le CGDD prévoit cependant une augmentation faible du prix du carburant à long terme : « Compte tenu de l'évolution des coûts du carburant et des coûts d'usage, l'évolution des coûts kilométriques est de +0,1 % par an sur la période 2012-2030 et de +0,4 % par an sur la période 2030-2050. » (+8 % en 20 ans) [Théma 2016] Toutefois, la Contribution Climat Energie devant être votée à chaque loi de finance, sa trajectoire est susceptible d'être modifiée.

morcelés et/ou décalés), liés aux compétences et à l'accès aux outils nécessaires à la mobilité (assurance du véhicule, papiers d'identité, maîtrise de l'écrit, possession d'une carte bancaire...) et psychosociaux (capacité à lire le territoire, à comprendre ses moyens de mobilité et à interagir avec eux) (Laboratoire de la Mobilité inclusive/Auxilia 2013).

Les territoires français les plus concernés par ces difficultés sont les **territoires ruraux et périurbains et les Zones Urbaines Sensibles** (Laboratoire de la Mobilité inclusive/Auxilia 2013). En effet, ces zones étant caractérisées par des distances quotidiennes à parcourir plus importantes qu'en zone urbaine⁸, il est important d'identifier les personnes soumises à ces problématiques, afin d'élaborer un modèle de mobilité qui tienne compte de leurs difficultés présentes et à venir.

Le développement des **plateformes d'intermédiation** et de partage permet aux populations, via leurs assistants numériques personnels, de bénéficier de nouveaux services de mobilité, à un rythme élevé d'innovation. Toutefois, ces outils sont utilisés inégalement sur le territoire et par les différentes catégories de population (couverture numérique insuffisante, manque de formation et de pratique des outils numériques, etc). Les expériences probantes manquent.

Principaux axes méthodologiques de l'étude

Cinq domaines d'action

Lors de notre étude précédente, nous avons identifié ce que nous avons convenu d'appeler des **domaines d'action** : un ensemble de mesures dont le potentiel de **décarbonation** de la mobilité nous semblait intéressant dans le périurbain.

Cette **focalisation sur les émissions de CO₂** explique pourquoi le groupe de travail d'alors n'avait pas abordé les technologies destinées à fluidifier le trafic automobile (ce qui revient à l'augmenter) ni les autres mesures visant à faciliter l'utilisation de la voiture individuelle.

Le concept de « mobilité » comme accès à une activité, largement partagé par la communauté d'experts, est à rapprocher de la méthode ASI (Avoid Shift Improve), développée initialement par GIZ (Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit), l'agence allemande de coopération internationale, et reprise aujourd'hui par de nombreux concepteurs européens. Cette logique **Eviter-Transférer-Améliorer** préconise d'analyser d'abord les possibilités de réduire les déplacements (sans réduire les possibilités d'exercer l'activité qui en est à l'origine), puis d'identifier les opportunités de transfert modal, pour définir enfin les actions à mener qui amélioreront l'efficacité énergétique des véhicules.

Les solutions ne relèvent plus exclusivement de nouvelles offres de mobilité ou de changement de comportement, mais d'une réflexion en amont qui prend en compte l'individu, son réseau et son activité. Le constat est que c'est bien l'activité qui génère la mobilité, et non l'inverse.

Comme développé dans le *Guide pour une mobilité quotidienne bas carbone* publié par le Shift en février 2020, une approche systémique de la mobilité quotidienne doit être adoptée pour orienter les comportements de mobilité vers des pratiques moins carbonées (Foglia 2020) :

« Si la voiture est aussi incontournable dans nos sociétés, c'est parce qu'il ne s'agit pas seulement d'un véhicule, mais bien d'un système complet composé des infrastructures, des services, de la fiscalité et d'un imaginaire puissant, construit depuis des décennies par des campagnes publicitaires. L'alternative doit nécessairement s'appuyer sur un système aussi abouti, où les véhicules, les infrastructures, les services, la fiscalité, et l'imaginaire « font système ».

3 axes sont à mettre en œuvre conjointement dans les zones de moyenne densité :

- *Déconstruire le « système voiture » en agissant sur l'urbanisme pour réduire les distances, sur les règles fiscales pour les rendre incitatives à l'usage de modes décarbonés, tout en rendant moins attractive la voiture en solo ;*

⁸ « Les déplacements des habitants des quartiers urbains centraux ou périurbains ne sont pas très différents lorsque l'on considère l'ensemble des déplacements sur un an, soit non seulement la mobilité locale, mais aussi la mobilité longue distance. » [FVM 2016b]

- *Développer un système de modes actifs et partagés : marche, cycles, transports en commun, covoiturage ;*
- *Susciter et accompagner le changement de comportement par des actions de communication et de pédagogie, et en accompagnant la mise en place de Plans de Mobilité.*

Ces politiques doivent impérativement faire l'objet d'une évaluation et d'un suivi rigoureux et régulier. »

La présente étude se penche successivement sur cinq domaines d'action dont trois font partie du second axe proposé dans le *Guide pour une mobilité quotidienne bas carbone*. Ces domaines sont ceux que nous avons étudiés au cours du projet précédent, tout en ayant conscience du caractère non-exhaustif de notre analyse.

- Vie de proximité : le maintien de l'accès aux activités quotidiennes en réduisant, voire en supprimant, les besoins de déplacement. Les dispositifs qui permettent ceci sont variés. Toutefois, ils ne conduisent pas tous à des réductions significatives des émissions de CO₂, bien qu'ils puissent être fort intéressants par rapport à d'autres objectifs. Après avoir analysé plusieurs mesures possibles, nous avons choisi d'étudier le **télétravail** et la **distribution des achats en grande surface**.
- **Le système vélo** : « l'ensemble des aménagements, des matériels, des services, des règlements, des informations et des formations permettant d'assurer sur un territoire une pratique du vélo efficace, confortable et sûre. » (Frédéric Héran 2018)
- **Transports publics express**⁹ : l'amélioration/introduction de deux types de liaison rapide, les trains et les bus express.
- **Le covoiturage** : le partage généralisé des trajets afin de réduire les véhicules-km.

Comme développé dans le *Guide*, et comme régulièrement rappelé dans ce rapport, ces domaines d'action, pour être efficaces du point de vue de la réduction des émissions de CO₂, doivent être intégrés dans un raisonnement systémique tenant compte de l'urbanisme, de la place de la voiture dans l'espace public, de la fiscalité autour de la mobilité, de l'accompagnement au changement de comportement, et des outils permettant de fluidifier l'usage de nos domaines d'action.

La perspective de développement de la voiture autonome¹⁰ n'a pas été intégrée à notre étude car la technologie n'est pas jugée suffisamment mature en termes de sûreté en milieu complexe (tel que le réseau routier des territoires français) pour significativement changer la mobilité en Vallée de la Seine dans les 10 années à venir (Europe 1 2020). La question de l'impact CO₂ (positif ? négatif ?) des voitures autonomes et/ou connectées ne sera donc pas traitée dans ce rapport.

La Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) a été mise en place par l'Etat afin d'atteindre les objectifs de la Loi relative à la transition énergétique et la croissance verte (LTECV). Cette loi vise une réduction de 40 % des émissions de GES à l'horizon 2030 par rapport à 1990, et l'atteinte de la neutralité carbone en 2050. Les domaines d'action que nous avons étudiés comptent parmi les grandes orientations énumérées dans celle-ci (MTES 2020c) :

- « Orientation T 6 : maîtriser la hausse de la demande de transport ». C'est par cette orientation que la SNBC encourage le télétravail et le covoiturage.
- « Orientation T 5 : encourager le report modal en soutenant les mobilités actives et les transports massifiés et collectifs (fret et voyageurs) et en développant l'intermodalité ». Par cette orientation, elle encourage le développement d'un système vélo et l'offre de transports de type Express.

Deux scénarios de mise en œuvre

Pour chacun des cinq domaines d'action, nous avons établi un scénario dit **Potentiel Max** (PM) à l'horizon 2030 et estimé son impact sur la mobilité et sur les émissions de CO₂. Pour certains domaines

⁹ La frontière entre transport public et partagé devient de plus en plus floue. Pour l'instant, nous considérerons qu'un service de mobilité rentre dans la catégorie « transport public » si le véhicule n'appartient pas aux voyageurs et s'il est conduit par un professionnel.

¹⁰ Nous parlons de l'autonomie totale (niveau 5).

d'action nous avons également développé des scénarios dits **Volontariste** (*Vol*), à horizon 2030 également.

Dans le scénario *Volontariste*, une série de mesures ambitieuses et réalistes sont mises en place à l'horizon 2030. Les comportements de mobilité dans ce scénario répondent à ces mesures, dans un monde n'ayant pas (beaucoup¹¹) changé par ailleurs. Ces mesures permettent le développement d'une offre performante pour chaque domaine d'action considéré, par exemple des infrastructures et une plateforme de mise en relation pour le covoiturage. Elles peuvent être accompagnées de mesures « exogènes », qui réduisent l'attractivité de la voiture individuelle (par exemple une mesure de restriction du stationnement pour les voitures), mais appliquées de manière peu intense.

Dans le scénario *Potentiel Max* (noté *PM* par la suite), on suppose que tous les habitants de la Vallée de la Seine sont prêts à modifier leurs comportements de mobilité dans le sens de la solution proposée. Par exemple, pour le domaine du covoiturage, le scénario *PM* prend pour hypothèse que tous ceux qui peuvent raisonnablement covoiturer, le font. Deux autres exemples : dans les scénarios *PM* respectifs, nous supposons que tous les jours de travail réalisables à distance, sont télétravaillés ou que tous les trajets raisonnablement cyclables, sont réalisés à vélo. Ce type de scénario répond à la question : « Combien, au plus, peut-on éviter d'émissions de CO₂ grâce à cette solution ? ».

La définition du scénario *Potentiel Max* implique de fixer des limites « physiques » à cette motivation. Par exemple, il paraît difficile d'imaginer que la majorité des individus fassent des trajets de 50 km à vélo pour aller travailler tous les jours. Ces limites ont été fixées en tenant compte des us et coutumes actuels des Français. Elles sont fonction des incitations et contraintes exogènes au système de mobilité, elles-mêmes émergentes des structures sociales, économiques et légales en place, qui déterminent en grande partie les comportements de mobilité. En d'autres termes, le scénario *Potentiel Max* explore le développement du domaine d'action à son maximum, sans remise en cause radicale de nos modes de vie et de nos modes de production : l'accès à nos activités actuelles y est assuré, en un temps et un confort qui nous semble acceptables. Il implique la mise en place des mesures qui permettent le développement d'une offre performante dans le domaine d'action considéré (comme dans le scénario *Volontariste*), ainsi que des mesures exogènes appliquées de manière plus intense que dans le scénario *Volontariste*.

Les résultats relatifs aux scénarios *Potentiel Max* et *Volontariste* ont été comparés avec un scénario **Référence**, dans lequel nous avons intégré les projections d'évolution du parc automobile (taille et motorisation) proposées par l'ADEME dans son scénario Vision 2035 (ADEME 2017a) et prévues par la SNBC, ainsi que les hypothèses de croissance démographique de l'INSEE.

Ainsi, les grandes lignes des évolutions de ce scénario sont les suivantes :

- La part de l'électrique dans les kilomètres parcourus en voiture croît très fortement, de 1% en 2020 à 15% en 2030¹²
- La consommation unitaire des voitures thermiques s'améliore de 30% de moins entre 2030 et 2020
- La population augmente de 6,4% entre 2014 et 2030

Ce scénario suppose qu'aucune mesure forte de développement des domaines d'actions étudiés n'est mise en œuvre. Il constitue une référence dans le sens où les scénarios *Potentiel Max* et *Volontariste* contiennent non seulement les évolutions du scénario *Référence*, mais également les évolutions des différents domaines d'action. Ainsi, ces scénarios sont conçus pour mesurer l'effet des évolutions des domaines d'action seulement, en comparaison de ce qui se passe dans le scénario *Référence*.

La démarche et les indicateurs sélectionnés

Dans chaque chapitre, nous avons identifié un ensemble de **mesures** visant à développer le domaine d'action du chapitre.

Puis, pour chaque scénario relatif au domaine d'action, nous avons supposé la mise en place de certaines de ces mesures afin de décrire le cadre dans lequel les changements de **comportements** de mobilité prennent place. Nous avons ensuite fixé des hypothèses chiffrées quant aux changements de comportements induits par ces mesures, ce qui nous a permis d'estimer les émissions de CO₂ associées

¹¹ Voir la Note méthodologique.

¹² Estimation réalisée à partir de l'hypothèse de 35% de vente de voitures électriques neuves en 2030 (SNBC 2019)

à ces nouveaux comportements de mobilité¹³. En les comparant à celles du scénario *Référence* en 2030, nous avons obtenu la réduction des émissions pour chaque scénario.

De la même manière, nous avons étudié d'autres indicateurs qui nous semblent utiles pour discuter des politiques favorisant les changements de comportements de mobilité. En voici la liste complète :

- Les émissions de **GES dues à l'usage des véhicules** (combustion de carburant fossile du puits à la roue¹⁴) ;
- Les émissions de **GES dues à la production et la fin de vie des véhicules** utilisés dans les différents scénarios (ACV : Analyse Cycle de Vie du véhicule) ;
- Les émissions de **polluants de l'air** : les oxydes d'azote (NO_x) et les particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2.5}) ;
- Les augmentations et réductions des **dépenses** dues à la mise en œuvre des mesures ;
- Le **temps moyen** passé à se déplacer.

Ces indicateurs, comme pour les émissions de CO₂ « à l'usage », sont calculés pour chaque scénario, par rapport au scénario *Référence*, en 2030.

Le chapitre 6 de ce Rapport aborde les différents effets rebond qui peuvent exister, ainsi que les différents impacts que pourraient avoir nos domaines d'action sur les indicateurs qui ne sont pas traités dans cette étude (santé, bruit, lien social...).

Le chapitre 7, intitulé « Replacer nos domaines d'action dans un cadre systémique », décrit les mesures qui permettent de développer l'ensemble des domaines d'action (mesures dites « transversales »).

L'objet de notre étude est de **comprendre comment favoriser les changements de comportement, puis de quantifier les liens entre comportements individuels de mobilité et les différents indicateurs que nous cherchons à évaluer** (émissions de CO₂, coûts, émissions de polluants de l'air, temps passé à se déplacer).

Plus précisément, nous répondons, pour les différents domaines d'action, aux questions suivantes (voir Figure 10) :

A : *Quelles sont les mesures à mettre en place pour favoriser des changements de comportement de mobilité vers une mobilité moins émettrice ?* Par exemple, pour le covoiturage, la mise en place d'un ensemble d'aires de covoiturage permet de favoriser le partage de trajets.

B : *Si les comportements individuels de mobilité évoluent, dans quelle mesure les déplacements sont-ils modifiés ?* Par exemple, une augmentation de x % du nombre d'individus qui covoiturent, pour différents motifs de déplacement, mène à une augmentation du taux de remplissage moyen des voitures sur les déplacements concernés de z %.

C : *Dans quelle mesure la modification des déplacements affecte-t-elle les indicateurs sélectionnés (émissions de CO₂, etc.) ?* Par exemple, l'augmentation de z % du taux de remplissage moyen des voitures sur un ensemble de déplacements mène à réduire les émissions de CO₂ de la mobilité quotidienne en Normandie de w %.

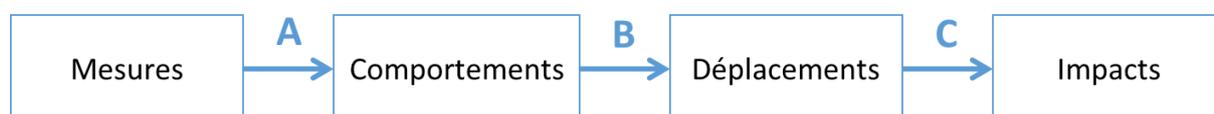


Figure 10 : Nos étapes de calcul

¹³ Les hypothèses et les étapes de calcul sont disponibles dans la Note Méthodologique associée à ce rapport.

¹⁴ Ce sont les émissions dues à l'ensemble des activités nécessaires à la production du vecteur énergétique alimentant le véhicule, ajoutées à celles dues à sa combustion dans le moteur du véhicule (si c'est un carburant).

Le scénario *Référence*

Comme tous les résultats que nous présentons sont exprimés *par rapport au scénario Référence à l'année 2030*, nous indiquons dans le tableau suivant les résultats de ce scénario pour chacune de nos zones d'étude.

Scénarios <i>Référence</i> en 2030	Grande couronne IDF	AU Normandie	AU Calvados	EMD Rouen	EMD Le Havre
Population (hab)	5 660 000	3 300 000	719 000	771 000	505 000
Mobilité (Mp.km)	45 500	21 900	5 300	4 100	3 100
Trafic voiture (Mv.km)	22 900	15 900	3 900	2 800	2 100
Consommation carburant fossile (MWh)	9 600 000	6 300 000	1 500 000	1 100 000	860 000
CO ₂ à l'usage (tCO ₂)	3 000 000	1 900 000	460 000	340 000	260 000
CO ₂ en ACV (tCO ₂)	3 700 000	2 400 000	580 000	430 000	320 000
NO _x (tNO _x)	3 300	2 300	560	420	310
PM _{2.5} (tPM)	860	580	140	100	80
PM ₁₀ (tPM)	340	220	53	38	29
Temps passé à se déplacer (min/jr/pers)	99	70	73	70	70

Quelques précisions concernant la modélisation

Les valeurs utilisées dans notre exercice de prospective résultent de la combinaison de données statistiques (notamment les EMD des collectivités normandes et l'EGT francilienne) et d'avis d'experts intégrés selon les méthodes décrites dans la Note Méthodologique.

Notre démarche est **prospective**, et en aucun cas prédictive. Notre but est de déterminer des ordres de grandeur pour orienter les choix politiques et non de prédire quelle sera effectivement la réduction des émissions de CO₂ à l'horizon 2030. Il s'agit de résultats conditionnels : « Si on fait X... les émissions seront réduites de Y ».

Tout modèle mathématique repose sur une simplification de la réalité. Dans notre cas, et par rapport aux étapes « classiques » de la modélisation de transports (Figure 11), nous nous sommes limités à jouer sur la première étape (génération) et la troisième étape (choix modal), sans toucher aux deux autres. En ce qui concerne la première étape, nous avons éliminé certains trajets dans le cas de la « vie de proximité » (soit ils sont remplacés par une livraison, soit ils ne sont plus nécessaires dans la mesure où la personne télétravaille). Dans les autres cas, nous n'avons pas touché à la distribution des trajets (deuxième étape) mais transféré certains trajets vers un autre mode (un cycle, une voiture partagée, un train, etc.). Dans tous les cas, nous avons conservé la structure de déplacements observée dans les enquêtes ; autrement dit, nous n'avons intégré à la modélisation ni les changements de destination, ni les changements d'itinéraire pour se rendre à la même destination.

Au moment de territorialiser et opérationnaliser plus finement les trajectoires de changement, il faudra tenir compte de toute la complexité de la mobilité. En effet, le lien entre activité et mobilité n'est pas séquentiel : il n'y a pas un choix « absolu » d'activité, puis un choix de mobilité pour y accéder (le fait que les Marseillais vont plus souvent à la plage que les Orléanais est lié au fait qu'il est plus facile d'y accéder pour ces premiers). Les choix de localisation se font en tenant compte d'une série de possibilités et contraintes liées à un territoire.



Figure 11 : Les 4 étapes classiques de la modélisation des transports

Pour quantifier les coûts monétaires, nécessaires à la mise en place et au maintien de chaque domaine d'action, et incombant à la société dans son ensemble, nous avons pris un ensemble d'hypothèses concernant les différents postes de dépense qu'il met en jeu par rapport au scénario *Référence*. Ces postes, estimés hors taxe, ont été actualisés avec un taux d'actualisation de 0 %, permettant une estimation des bénéfices ou déficits pour la société une fois le domaine d'action mis en place de manière permanente (estimation en régime stabilisé). Pour chaque poste de dépense nous avons posé des hypothèses sur le type d'acteur macroéconomique qui le porterait afin d'établir les ordres de grandeur des économies et/ou dépenses pour ces acteurs.

Aucune externalité du système n'a été monétisée dans ce bilan économique, non pas parce qu'elles n'existent pas ou sont négligeables, mais simplement pour extraire le bilan de la discussion sur la valeur à attribuer aux externalités (valeur du temps, valeur de la santé etc.) et prouver, dans certains cas, que les mesures en question restent économiquement viables *même si* on néglige totalement les externalités (qui, dans la plupart des cas, augmenteraient les bénéfices relatifs à la mesure).

Les détails de méthode et de calculs sont présentés dans la Note Méthodologique.

Chapitre 1 – Distribution des achats

Situation actuelle

Le commerce électronique (ou e-commerce, commerce en ligne, vente en ligne ou à distance) est l'échange pécuniaire de biens, de services et d'informations par l'intermédiaire d'internet. Il permet de faire ses achats à distance.

Le poids relatif du e-commerce dans la consommation représente environ 30% des flux de livraison effectués pour compte d'autrui dans les villes (MTES/PMP/LAET/Logicités/ELV Mobilités 2018).

Bien que le consommateur final n'ait pas à se déplacer, certaines pratiques du e-commerce émettent plus de CO₂ que la distribution classique. Le développement actuel du e-commerce est loin d'optimiser les émissions, du fait des effets suivants (MTES/PMP/LAET/Logicités/ELV Mobilités 2018):

- atomisation des achats : livraison d'environ deux articles par commande ;
- atomisation des livraisons : une commande de plusieurs articles est livrée en plusieurs fois, la multiplication des prestataires atomise la chaîne logistique ;
- la livraison à domicile représente environ la moitié des livraisons en e-commerce¹⁵. La livraison à domicile, en comparaison à celle en points-relais, engendre l'éclatement des flux de livraisons, les possibilités d'échecs de livraison (et donc les reprogrammations qui s'en suivent), augmentant les distances parcourues et l'impact environnemental. Le fort développement du e-commerce en C2C, notamment sous l'effet des plateformes de type Etsy ou Vinted, dont les produits sont livrés à domicile, accentue ces tendances¹⁶ ;
- le développement de la « livraison instantanée », en un jour ouvré ou en quelques heures, proposée par certains acteurs favorise la circulation de livreurs peu chargés, tout en pénalisant la rationalisation et l'optimisation des tournées ;
- le volume des paquets provenant du e-commerce est supérieur à celui de la distribution traditionnelle pour le même article (surprotection de l'article, multiplication des emballages) : il y a 43% de vide dans les colis de l'e-commerce, avec de fortes disparités, de 18% pour l'habillement à 62% pour les accessoires et articles en verre (Pap'Argus 2019) ;
- échec des livraisons : 15 à 25 % des livraisons directes doivent être livrées à nouveau. Ce taux dépend du service, de l'opérateur et de la typologie de produits ;
- taux de retour très variables selon les secteurs : les retours concernent en particulier les secteurs de l'habillement et des chaussures jusqu'à atteindre dans certains cas 50% ;
- possibilité d'acheter à grande distance ;
- peu d'articles similaires commandés en même temps : le transport est individualisé hors palette, ce qui conduit à un volume transporté moins optimisé.

Pourquoi s'intéresser à la distribution des achats ?

Différentes expériences montrent qu'une **bonne gestion de la distribution en e-commerce** permet des gains importants en termes de déplacements. C'est le cas lorsque la distribution d'un grand nombre d'achats est groupée sur un périmètre de proximité géographique. Une étude américaine menée sur deux *counties* montre que le e-commerce permet un gain allant jusqu'à 95 % des distances parcourues par rapport à la distribution classique et une réduction des **émissions de CO₂ de 86 %** (Wygonik et Goodchild 2012). Notre étude précédente, menée sur les zones de moyenne densité en France métropolitaine, concluait à des ordres de grandeur similaires. Le facteur clé de l'efficacité environnementale de la livraison des achats est, selon ces études, l'agrégation des achats, car elle permet de rendre la livraison optimale en termes de taux de remplissage des véhicules de livraison, et

¹⁵ Sans compter le e-commerce en C2C.

¹⁶ Même si ces flux passent par La Poste, dont les performances environnementales en termes d'emballage et de tournées sont bonnes comparées à d'autres transporteurs.

en termes de distances parcourues par ces véhicules (qui desservent alors des foyers proches les uns des autres).

Le e-commerce, utilisé de manière stratégique et optimisée, peut permettre de réduire l'impact environnemental de la distribution de biens. Il importe donc d'améliorer les pratiques du e-commerce pour encourager la **massification des achats**, et ainsi améliorer l'efficacité des livraisons. Combiné avec les **commerces de proximité**, qui assurent la réception et le stockage des produits et enregistrent des commandes, le e-commerce pourrait contribuer à redynamiser les centres-bourgs : « C'est la banalisation de l'utilisation de l'automobile qui a bouleversé le modèle de consommation de proximité en éloignant les points d'approvisionnement, alors même que les consommateurs déclarent préférer faire leurs achats dans les commerces de proximité plutôt que dans les grandes surfaces. Par ailleurs, alors que l'on commence à mener dans les grandes métropoles des politiques de limitation de l'usage de la voiture, hors de ces villes la délocalisation de l'activité loin des centres-bourgs rend la voiture toujours plus indispensable » (Olivier Razemon 2017).

On peut d'autre part s'intéresser au e-commerce car les grands groupes de la distribution eux-mêmes ont décidé depuis quelques années de revoir leur modèle d'hypermarché, en raison de l'essor d'autres acteurs du e-commerce, le plus souvent en accolant à leurs grandes surfaces des Drives (Isa-conso.fr 2020). S'il s'agit, pour les produits de grande consommation qui y sont achetés, d'un premier pas vers des pratiques potentiellement vertueuses du point de vue carbone, ce type de e-commerce passe pour l'instant majoritairement par le Drive plutôt que par la livraison à domicile, impliquant un déplacement du consommateur, essentiellement en voiture (Blaquière 2019).

Nous étudions par la suite deux types de distribution des achats, tout en sachant qu'il en existe potentiellement d'autres : la distribution des achats par tournées et la livraison des achats collaborative.

Distribution des achats par tournées

Comment développer la distribution des achats par tournées ?

Nous listons ici les principales mesures évoquées par les experts consultés dans le cadre du groupe de travail de l'étude 2017. Elles sont présentées à titre indicatif et nous semblent constituer un cadre favorable pour développer la distribution des achats par tournées, c'est-à-dire, la substitution des déplacements des consommateurs pour leurs achats en grandes surfaces par des tournées de livraison. Ces livraisons sont effectuées soit directement au domicile du consommateur, soit dans des points-relais ou dans des consignes sécurisées et automatisées, accessibles à pied et en vélo cargo.

Pour que le système de distribution par tournées soit efficace du point de vue de la réduction des émissions de CO₂, il doit éviter les effets rebond mentionnés précédemment. A cette fin, il est nécessaire d'optimiser le mode de distribution des achats, notamment par la mise en place d'un certain nombre d'aménagements.

- **Agréger les achats** : les tournées doivent être programmées et passer à une fréquence définie à l'avance (par exemple 2 fois par semaine) afin que les achats soient agrégés entre ménages et dans le temps. De plus, le système de livraison doit être centralisé afin que l'ensemble des achats des ménages soit traité par la même plateforme de livraison, ce qui permet d'agréger les achats entre ménages.
- **Limiter la quantité d'emballages** nécessaires à la livraison, en concevant par exemple des emballages réutilisables, et en intégrant les flux de retour de ces derniers dans le processus de livraison : lorsque les emballages ne peuvent être réutilisés, il faudra que leur recyclage soit prévu préalablement dès leur conception. C'est ce que propose la plateforme Loop, pour l'instant sur un nombre limité de produits, avec une logistique adaptée : les emballages utilisés sont envoyés dans une usine de nettoyage avant de repartir vers les différentes usines de production pour être remplis (Challenges 2019).
- Déployer **davantage de points multi-services** (vente, point de retrait des achats) à proximité de l'habitat, à l'échelle de l'immeuble ou du micro-quartier, dans des zones d'activité, dans les gares, chez des particuliers, dans les commerces locaux et centres commerciaux, sous forme de service de « gardiennage/conservation ». Aujourd'hui, Relais Colis (groupe Kering) et ses concurrents comme Kiala UPS, Mondial Relay (groupe OTTO) et Pickup (La Poste) ont maillé la France de presque 30 000 points relais tenus par des commerçants partenaires. La SNCF a pris des initiatives dans le domaine de la livraison agrégée, proposant des points « relais-colis

» dans ses gares et entrepôts fret (Geodis), pour rapprocher la distribution des achats des consommateurs. Il s'agit de multiplier ces points pour qu'ils recouvrent efficacement le territoire, et de les équiper de systèmes de réfrigération et de congélation pour qu'ils puissent conserver les produits frais.

- Déployer un **réseau de consignes automatiques sécurisées en complément (et non en substitut) des points multi-services**. Actuellement beaucoup plus minoritaires que les points multi-services, les consignes automatiques sécurisées sont deux fois plus coûteuses (installation, maintenance, entretien, loyer) et se développent lentement, principalement dans les gares (via les Amazon Lockers d'Amazon et SNCF Gares & connexions) ou en magasin (Fnac Darty) (JDN 2018). Ces consignes doivent permettre un retrait des achats en dehors des plages horaires d'ouverture des points multi-services et être équipées, dans certains cas, de systèmes de réfrigération et de congélation.
- **Compensation financière du service** : à dire d'expert, un tel système de livraison suscitera des résistances de la part de la grande distribution et des consommateurs. En effet, ce modèle de tournées nécessite d'importantes restructurations des modèles d'affaires et de la chaîne logistique de ces entreprises. D'autre part, le système de livraison apporte au consommateur final un double service de « constitution du panier d'achats » et de livraison, par rapport à la grande distribution actuelle, ce qui engendre des coûts supplémentaires. Ces coûts sont donc à répartir entre les parties prenantes (le consommateur en payant pour ce service supplémentaire, l'enseigne de distribution, le secteur public via des subventions). Le retour d'expérience des drives montre que les consommateurs sont peu enclins à payer leur panier plus cher pour un service qu'ils ont l'habitude d'accomplir eux-mêmes (la constitution de leur panier), même si ce service leur permet un gain de temps.
- **Entrepôts multi-enseignes** : regroupement des achats qui favorise la mutualisation des tournées entre les enseignes.
- **Effectuer les livraisons avec des véhicules bas-carbone** : moins les véhicules de livraison utilisés seront émetteurs en gaz à effet de serre, plus la réduction des émissions par le système de livraison sera importante.

Impliquer les groupes de grande distribution, ainsi que les transporteurs (et notamment ceux du e-commerce) dans ce système est essentiel pour élaborer un système d'achat et de livraison efficace, avec des véhicules adaptés aux tournées. Pour l'instant, les entreprises ont manifesté peu d'intérêt pour réduire leurs émissions et, plus particulièrement, tenir compte des déplacements induits par leur activité, malgré les recommandations de l'article 173 de la LTECV¹⁷.

Scénario *Potentiel Max*¹⁸ : démarche et impacts

Démarche

Dans le cadre de ce scénario, un système de distribution des achats par tournées est mis en place.

Toutes les grandes surfaces (hypermarchés et supermarchés, sans les centres commerciaux) sont remplacées par des entrepôts optimisés pour la constitution des paniers des consommateurs. La livraison est ensuite assurée par un système de tournées, remplaçant les trajets individuels en VP vers les grandes surfaces.

Les ménages commandent leurs achats sur **internet**, et peuvent choisir de se faire livrer à domicile, ou dans un point-relais (si personne ne peut réceptionner la commande au moment du passage de la tournée). Les ménages n'ayant pas accès à internet (pour des raisons techniques, cognitives, ou

¹⁷ Les groupes de la grande distribution doivent calculer et rapporter les émissions incluses dans leur scope 3 en vertu de la LTECV article 173 pour l'ensemble des postes d'émission significatifs. Selon le cabinet de conseil Carbone 4, les entreprises ne se sont pas encore penchées sur le sujet des déplacements des consommateurs induits par leur activité. Carrefour, ou le groupe Casino, ont produit le bilan pour certains postes de leur scope 3 (transport des marchandises, déplacement des salariés), mais n'incluent pas le dernier km effectué par leurs clients.

¹⁸ La distribution des achats par tournées est un système intéressant du point de vue conceptuel, mais il a semblé aux experts interrogés lors de l'étude précédente qu'un tel système ne saurait se massifier, par manque d'adhésion de la population et des acteurs de la grande distribution. C'est pourquoi nous ne développons pas de scénario *Volontariste* pour ce domaine d'action.

financières) ont accès à des **bornes** et une assistance dans la maison de services locale (MSAP), à la Poste, ou chez un commerçant local, pour pouvoir commander.

Les **points-relais** sont situés chez les commerçants de proximité¹⁹, qui disposent de matériel frigorifique et de congélation ; des points-relais automatiques sont également disponibles sous forme de consignes automatiques réfrigérées pour pouvoir récupérer ses achats en dehors des horaires d'ouverture des points-relais.

Nous supposons que le système décrit a émergé grâce à la mise en place de **mesures exogènes**, soit celle d'une taxe carbone dissuasive pour les consommateurs faisant leurs courses en voiture thermique, soit par l'obligation pour les entreprises de la grande distribution de réduire les émissions induites par le flux de leurs clients faisant leurs courses (scope 3 selon la méthode Bilan Carbone), soit par un mix de ces deux contraintes.

Hypothèses de calcul

Afin d'obtenir l'ordre de grandeur de la réduction des émissions de CO₂ induites par ce scénario, nous avons fixé des hypothèses chiffrées. Ces hypothèses sont détaillées dans la Note Méthodologique, et synthétisées ci-dessous :

- Chaque ménage reçoit au plus deux livraisons par semaine.
- Des véhicules de livraison type Véhicule Utilitaire Léger sont chargés pour livrer une quinzaine de domiciles localisés proches les uns des autres. Nous avons supposé que ces VUL émettent la même quantité de CO₂ par kilomètre que la moyenne du parc d'automobiles.
- Le système de distribution par tournées étudié remplace les trajets destinés au shopping-achats (c'est-à-dire, se terminant par un achat) vers les grandes surfaces. Les trajets pour les achats de proximité et les trajets destinés au shopping-loisir (lèche-vitrine) ne sont pas modifiés.
- Les acteurs de la grande distribution opèrent des entrepôts spécialisés dans la confection de paniers pour la vente en ligne, destinés à la livraison par tournées.

Méthode de calcul

Pour ce scénario, une simulation Monte Carlo²⁰ de la distribution des achats par tournées d'un magasin nous a permis de comparer le nombre de v.km parcourus par l'ensemble des consommateurs qui vont faire leurs courses dans ce magasin et le nombre de v.km parcourus par l'ensemble des véhicules remplaçant ces trajets par des tournées de livraisons (voir Figure 12) pour ce magasin, en fonction du nombre de trajets qu'il génère (par sa fréquentation). La comparaison entre les v.km parcourus en VP sans le système de livraison par tournées, et ceux parcourus par les camionnettes avec le système, permet de calculer un taux d'effacement des v.km selon le nombre de trajets générés par le magasin.

Nous avons ensuite estimé la fréquentation des différents types de grandes surfaces ce qui nous a permis d'estimer un taux d'effacement global pour le motif « achat grande surface » de 88%. Ce taux a ensuite été appliqué aux trajets « achat grande surface » de chaque zone étudiée pour ne conserver que 12% des v.km de ces trajets (qui représentent les trajets des camionnettes de livraison).

¹⁹ On peut alors imaginer que la fréquentation des commerces de proximité serait augmentée par deux effets : d'une part ces commerces servent de point-relais ce qui fournit une raison supplémentaire de les visiter, d'autre part car l'accès aux produits par la grande distribution serait réduit (les livraisons ne passent que 2 fois par semaine, ce qui favorise les commerces de proximité pour les achats d'appoint entre deux livraisons).

²⁰ Cf. Note Méthodologique.

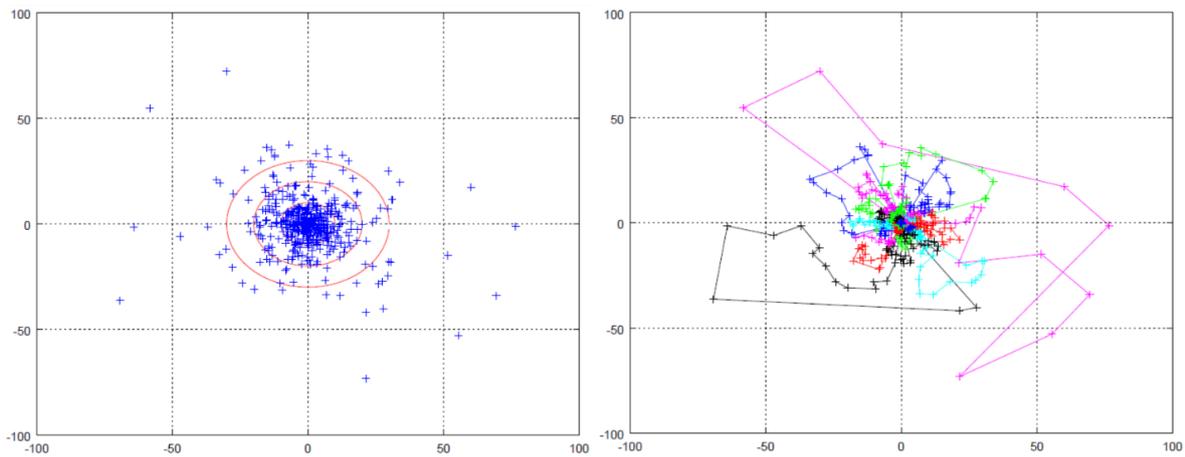


Figure 12 : figure de gauche : 500 origines de trajets individuels vers une grande surface (au centre de la figure), générant environ 13 200 km de déplacement. Figure de droite : Tournées remplaçant les 500 trajets individuels vers la grande surface, générant environ 2080 km de déplacement.

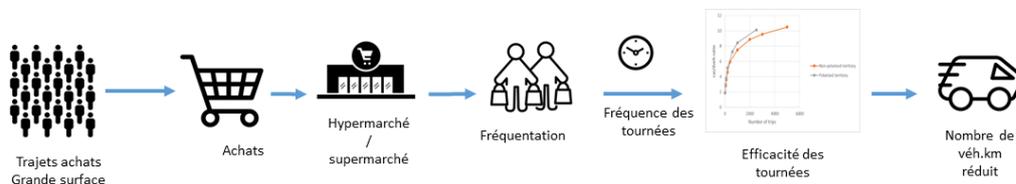


Figure 13 : Etapes de calcul pour déterminer le nombre de v.km évités par le système de distribution proposé.

Résultats pour la grande couronne d'Ile-de-France

En grande couronne d'Ile-de-France le scénario distribution des achats par tournée *PM* entraîne une diminution des distances parcourues par l'ensemble des habitants (p.km) de 4,2% en 2030 par rapport au scénario *Référence*. Cela correspond à une baisse des distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) de 5,2% et de la consommation de pétrole de 5,1%.

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 5,0%. Si l'on prend en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules la réduction reste de 5,0%.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x), de PM₁₀ et de PM_{2.5} se réduisent respectivement de 5,1%, 4,6% et 4,7%.

Enfin chaque jour les habitants de grande couronne d'Ile-de-France passent 3,4% de temps en moins, soit 3 minutes, à se déplacer.

Pour le système de distribution par tournées, la flotte de véhicules de livraison ainsi que leur consommation en carburant, les ressources humaines assurant la livraison, la transition de grandes surfaces classiques vers un modèle d'affaires type drive, la mise en place et l'entretien de consignes automatisées, les ressources humaines assurant le gardiennage des achats qui ne peuvent être réceptionnés directement à domicile, les installations frigorifiques permettant le maintien de la chaîne du froid lors du gardiennage, et le centre d'appel permettant aux personnes n'ayant pas accès à internet de commander leurs achats, constituent les augmentations de dépenses par rapport au scénario *Référence*.

Le système de distribution permet également de réduire les dépenses des ménages, par un moindre usage de la VP, une moindre consommation de carburant et par un moindre besoin en entretien, réparation et assurance des VP.

Pour la Grande couronne IDF, le système de livraison par tournée assure la livraison de 570 000 paniers par jour ouvré, valeur qui détermine en grande partie les dépenses associées à ce service.

	Potentiel Max Tournées (M€/an)
Augmentation des dépenses Véhicules de livraison (8 700) et carburant Ressources humaines livraison (9 900 temps-pleins) Transition grandes surfaces → entrepôts drives Consignes automatisées (11 000 m ³) Ressources humaines gardiennage Equipements frigorifiques (13 000 m ³) Centres d'appel commandes sans internet (760 temps-pleins)	370
Réduction des dépenses Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite Réduction besoins entretien/réparation/assurance VP	390
Bénéfice	Non-significatif

Le système de distribution par tournées génère environ autant d'augmentation de dépenses que de réductions de dépenses, par rapport au scénario *Référence*.

Résultats pour les aires urbaines de Normandie

Dans les AU de Normandie le scénario distribution des achats par tournée *PM* entraîne une diminution des distances parcourues par l'ensemble des habitants (p.km) de 7,7% en 2030 par rapport au scénario *Référence*. Cela correspond à une baisse des distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) de 7,5% et de la consommation de pétrole de 7,3%.

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 7,2%. Si l'on prend en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules la réduction reste de 7,3%.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x), de PM₁₀ et de PM_{2.5} se réduisent respectivement de 7,2%, 6,6% et 7,0%.

Enfin chaque jour les habitants des AU de Normandie passent 6,4% de temps en moins, soit 4 minutes, à se déplacer.

Les hypothèses fixées pour le bilan économique en Normandie sont les mêmes que pour l'Île-de-France, à ceci près qu'elles sont modulées par le nombre de paniers à livrer, spécifique à la zone (600 000 pour la Normandie).

	Potentiel Max Tournées (M€/an)
Augmentation des dépenses Véhicules de livraison (9 200) et carburant Ressources humaines livraison (10 000 temps-pleins) Transition grandes surfaces → entrepôts drive Consignes automatisées (11 000 m ³) Ressources humaines gardiennage Equipements frigorifiques (13 000 m ³) Centres d'appel commandes sans internet (810 temps-pleins)	400
Réduction des dépenses Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite Réduction besoins entretien/réparation/assurance VP	380
Déficit	Non-significatif

Le système de distribution par tournées génère environ autant d'augmentation de dépenses que de réductions de dépenses, par rapport au scénario *Référence*.

Résultats pour l'aire urbaine du Calvados

Dans l'AU du Calvados le scénario distribution des achats par tournée *PM* entraîne une diminution des distances parcourues par l'ensemble des habitants (p.km) de 7,8% en 2030 par rapport au scénario *Référence*. Cela correspond à une baisse des distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) de 7,4% et de la consommation de pétrole de 7,3%.

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 7,3%. Si l'on prend en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules la réduction reste de 7,3%.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x), de PM₁₀ et de PM_{2.5} se réduisent respectivement de 7,2%, 6,7% et 7,0%.

Enfin chaque jour les habitants de l'AU du Calvados passent 6,2% de temps en moins, soit 4 minutes, à se déplacer.

Les hypothèses fixées pour le bilan économique pour l'AU du Calvados sont les mêmes que pour l'Île-de-France, à ceci près qu'elles sont modulées par le nombre de paniers à livrer, spécifique à la zone (140 000 pour la métropole).

	Potentiel Max Tournées (M€/an)
Augmentation des dépenses Véhicules de livraison (2 000) et carburant Ressources humaines livraison (2 300 temps-pleins) Transition grandes surfaces → entrepôts drive Consignes automatisées (2 600 m ³) Ressources humaines gardiennage Equipements frigorifiques (3 100 m ³) Centres d'appel commandes sans internet (190 temps-pleins)	87
Réduction des dépenses Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite Réduction besoins entretien/réparation/assurance VP	93
Bénéfice	7

Le système de distribution par tournées représente un bénéfice annuel de 7 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant juste compensées par les réductions des dépenses.

Résultats sur le périmètre de l'EMD de Rouen

Sur le périmètre de l'EMD de Rouen, le scénario distribution des achats par tournée *PM* entraîne une diminution des distances parcourues par l'ensemble des habitants (p.km) de 8,7% en 2030 par rapport au scénario *Référence*. Cela correspond à une baisse des distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) de 8,6% et de la consommation de pétrole de 8,4%.

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 8,4%. Si l'on prend en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules la réduction reste de 8,4%.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x), de PM₁₀ et de PM_{2.5} se réduisent respectivement de 8,3%, 7,5% et 8,3%.

Enfin chaque jour les habitants de l'EMD de Rouen passent 7,1% de temps en moins, soit 5 minutes, à se déplacer.

Les hypothèses fixées pour le bilan économique pour la métropole de Rouen sont les mêmes que pour l'Île-de-France, à ceci près qu'elles sont modulées par le nombre de paniers à livrer, spécifique à la zone (120 000 pour la métropole).

	Potentiel Max Tournées (M€/an)
Augmentation des dépenses Véhicules de livraison (1 600) et carburant Ressources humaines livraison (1 800 temps-pleins) Transition grandes surfaces → entrepôts drive Consignes automatisées (2 200 m ³) Ressources humaines gardiennage Equipements frigorifiques (2 700 m ³) Centres d'appel commandes sans internet (170 temps-pleins)	72
Réduction des dépenses Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite Réduction besoins entretien/réparation/assurance VP	78
Bénéfice	6

Le système de distribution par tournées représente un bénéfice annuel de 6 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant juste compensées par les réductions des dépenses.

Résultats sur le périmètre de l'EMD du Havre

Sur le périmètre de l'EMD du Havre, le scénario distribution des achats par tournée *PM* entraîne une diminution des distances parcourues par l'ensemble des habitants (p.km) de 7,7% en 2030 par rapport au scénario *Référence*. Cela correspond à une baisse des distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) de 7,7% et de la consommation de pétrole de 7,5%.

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 7,5%. Si l'on prend en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules la réduction reste de 7,5%.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x), de PM₁₀ et de PM_{2.5} se réduisent respectivement de 7,5%, 6,7% et 7,3%.

Enfin chaque jour les habitants de l'EMD du Havre passent 5,9% de temps en moins, soit 4 minutes, à se déplacer.

Les hypothèses fixées pour le bilan économique pour la métropole du Havre sont les mêmes que pour l'Île-de-France, à ceci près qu'elles sont modulées par le nombre de paniers à livrer, spécifique à la zone (77 000 pour la métropole).

	Potentiel Max Tournées (M€/an)
Augmentation des dépenses Véhicules de livraison (1 100) et carburant Ressources humaines livraison (1 200 temps-pleins) Transition grandes surfaces → entrepôts drive Consignes automatisées (1 400 m ³) Ressources humaines gardiennage Equipements frigorifiques (1 700 m ³) Centres d'appel commandes sans internet (110 temps-pleins)	48

Réduction des dépenses	
Consommation carburant réduite	53
Fréquence d'achat VP réduite	
Réduction besoins entretien/réparation/assurance VP	
Bénéfice	5

Le système de distribution par tournées représente un bénéfice annuel de 5 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant juste compensées par les réductions des dépenses.

Livraison collaborative des achats

Comment développer la livraison collaborative des achats ?

Une des tendances actuelles en termes de livraison des achats est la livraison collaborative.

Ce modèle repose sur l'idée que des particuliers s'arrangent entre eux pour assurer les livraisons. Il diffère donc sensiblement du modèle précédent, puisqu'il n'y a pas d'implication directe du distributeur dans la livraison. Par contre, le distributeur doit assurer un **service de constitution du panier** dans la grande surface (service similaire à celui des drives « magasin »).

Il s'agit d'encourager le développement d'un modèle collaboratif de livraison (covoiturage des achats par les voisins). Shopopop, par exemple, met en lien des acheteurs en e-commerce, qui désirent se faire livrer leurs courses, et des personnes qui pourraient effectuer la livraison lors d'un de leurs déplacements quotidiens, moyennant un paiement d'un peu moins de 10 €. De tels modèles pourraient être amenés à se développer en contexte Covid-19.

Une telle préconisation pourrait se heurter à des **problèmes juridiques** : la législation est floue sur ce sujet, le transport de courses par un particulier devrait être soumis aux lois sur le transport de marchandise. Il faut par exemple pouvoir assurer la chaîne du froid.

Scénario *Potentiel Max*²¹ : démarche et impacts

Démarche

Nous avons évalué un système de livraison collaborative entre voisins²².

Dans ce scénario, *toutes* les grandes surfaces proposent aux consommateurs qui finissent leurs courses de livrer un de leurs voisins contre une petite rétribution. Concrètement :

- un consommateur commande ses achats sur internet ;
- les employés de la grande surface²³ préparent son panier ;
- un autre consommateur qui a fait ses courses dans la grande surface récupère le panier préparé pour son voisin et le lui livre sur son chemin de retour.

Nous supposons que ce système de livraison a émergé par la mise en œuvre de mesures de même nature que celles du scénario *Potentiel Max* « distribution par tournées », mais avec une moindre intensité.

²¹ Lors de l'étude précédente, nous avons évalué qu'un tel système de livraison permettrait de réduire les émissions de CO₂ de quelques pourcents au plus (en scénario de type Potentiel Max). C'est pourquoi nous ne développons pas de scénario de type *Volontariste* (dont l'effet serait encore moindre) pour ce domaine d'action.

²² Cette évaluation est indépendante de l'évaluation du système de livraison par tournées. Ainsi, aucune tournée n'est supposée être mise en place dans ce scénario.

²³ les grandes surfaces restent des points de vente physiques accueillant les consommateurs, non optimisés pour la livraison, rendant la préparation des paniers peu efficace (LSA 2017).

Hypothèses de calcul

On suppose dans ce scénario que **40 %** des achats effectués par les utilisateurs d'internet sont livrés par un voisin²⁴.

Pour estimer le taux d'utilisation d'internet à l'horizon 2030 selon la classe d'âge, nous avons extrapolé les données fournies (CREDOC 2013) : 95 % des moins de 65 ans utilisent internet ; 75 % des plus de 65 ans utilisent internet.

Résultats pour la grande couronne d'Ile-de-France

En grande couronne d'Ile-de-France le scénario livraison collaborative *PM* entraîne une diminution des distances parcourues par l'ensemble des habitants (p.km) de 1,7% en 2030 par rapport au scénario *Référence*. Cela correspond à une baisse des distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) de 2,2% et de la consommation de pétrole de 2,1%.

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 2,1%. Si l'on prend en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules la réduction reste de 2,1%.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x), de PM₁₀ et de PM_{2.5} se réduisent respectivement de 2,1%, 2,0% et 2,1%, toujours par rapport au scénario *Référence* en 2030.

Enfin chaque jour les habitants de grande couronne d'Ile-de-France passent 1,6% de temps en moins, soit 2 minutes, à se déplacer.

Pour le système de livraison collaborative, les ressources humaines permettant la préparation des paniers dans les grandes surfaces, et la rétribution des ressources humaines (les voisins) assurant la livraison à domicile constituent des augmentations de dépenses par rapport au scénario *Référence*.

Ce système de livraison permet également de réduire les dépenses des ménages par un moindre usage de la VP, par une moindre consommation de carburant et par un moindre besoin en entretien, réparation et assurance de la VP.

Pour la Grande couronne IDF, le système de livraison par tournée assure la livraison de 70 000 paniers par jour, valeur qui détermine en grande partie les dépenses associées à ce service.

	Potentiel Max Collaborative (M€/an)
Augmentation des dépenses	
Ressources humaines préparation des paniers (17 000 temps-pleins)	460
Ressources humaines livraison (rémunération par course)	
Réduction des dépenses	
Consommation carburant réduite	140
Fréquence d'achat VP réduite	
Réduction besoins entretien/réparation/assurance VP	
Déficit	320

Le système de livraison collaborative représente un déficit annuel de 320 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant sensiblement supérieures aux réductions des dépenses.

²⁴ Le maximum théorique, si on s'en tient à un voisin qui livre une personne, serait de 50 %. On imagine ici que ce maximum n'est pas atteint car l'équilibre parfait entre le nombre de personnes qui passent par le e-commerce et celles qui vont faire leurs courses ne serait pas atteint. Cependant, les résultats "carbone" de ce scénario sont linéaires avec cette hypothèse, si bien que le lecteur peut se faire une idée du potentiel qu'on atteindrait avec des hypothèses plus élevées.

THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario
« Distribution des achats » en grande couronne d'Île-de-France

Légende

- Distribution par tournées
- Livraison collaborative

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts
par rapport au scénario Référence en 2030

trafic automobile



V.km*

réduction des émissions de CO₂ en ACV **



% des émissions de la mobilité locale

économie de carburant



par an et par ménage

augmentation des dépenses annuelles des ménages



par habitant et par an

pollution de l'air



émissions d'oxyde
d'azote (NO_x)

particules en suspension
(PM₁₀ et PM_{2,5})

dépenses publiques

Par hypothèse,
aucune dépense
publique n'est requise
pour mettre en place ces
systèmes de distribution



temps de trajet

-2min/jour min/jr/hab, Réf = 1h39 par jour
-3min/jour

*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Résultats pour les aires urbaines de Normandie

Dans les AU de Normandie le scénario livraison collaborative *PM* entraîne une diminution des distances parcourues par l'ensemble des habitants (p.km) de 3,1% en 2030 par rapport au scénario *Référence*. Cela correspond à une baisse des distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) de 3,0% et de la consommation de pétrole de 2,9%.

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 2,9%. Si l'on prend en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules la réduction reste de 3,0%.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x), de PM₁₀ et de PM_{2.5} se réduisent respectivement de 2,9%, 2,8% et 2,9%, toujours par rapport au scénario *Référence* en 2030.

Enfin chaque jour les habitants des AU de Normandie passent 3,0% de temps en moins, soit 2 minutes, à se déplacer.

Les hypothèses fixées pour le bilan économique en Normandie sont les mêmes que pour l'Île-de-France, à ceci près qu'elles sont modulées par le nombre de paniers à livrer, spécifique à la zone (74 000 pour la Normandie).

	Potentiel Max Collaborative (M€/an)
Augmentation des dépenses	
Ressources humaines préparation des paniers (18 000 temps-pleins)	490
Ressources humaines livraison	
Réduction des dépenses	
Consommation carburant réduite	140
Fréquence d'achat VP réduite	
Réduction besoins entretien/réparation/assurance VP	
Déficit	350

Le système de livraison collaborative représente un déficit annuel de 350 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant sensiblement supérieures aux réductions des dépenses.

THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Distribution des achats » en Normandie

Légende

- Distribution par tournées
- Livraison collaborative

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts par rapport au scénario Référence en 2030

trafic automobile



V.km*

réduction des émissions de CO₂ en ACV **



% des émissions de la mobilité locale

économie de carburant



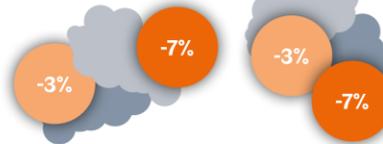
par an et par ménage

augmentation des dépenses annuelles des ménages



par habitant et par an

pollution de l'air



émissions d'oxyde d'azote (NO_x)

particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2,5})

dépenses publiques

Par hypothèse, aucune dépense publique n'est requise pour mettre en place ces systèmes de distribution



temps de trajet

-2min/jour min/jr/hab, Réf = 1h10 par jour
-4min/jour

*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Résultats pour l'aire urbaine du Calvados

Dans l'AU du Calvados le scénario livraison collaborative *PM* entraîne une diminution des distances parcourues par l'ensemble des habitants (p.km) de 3,2% en 2030 par rapport au scénario *Référence*. Cela correspond à une baisse des distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) de 3,0% et de la consommation de pétrole de 3,0%.

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 3,0%. Si l'on prend en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules la réduction reste de 3,0%.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x), de PM₁₀ et de PM_{2.5} se réduisent respectivement de 2,9%, 2,8% et 3,0%.

Enfin chaque jour les habitants de l'AU du Calvados passent 2,9% de temps en moins, soit 2 minutes, à se déplacer.

Les hypothèses fixées pour le bilan économique pour l'AU du Calvados sont les mêmes que pour l'Île-de-France, à ceci près qu'elles sont modulées par le nombre de paniers à livrer, spécifique à la zone (17 000 pour la métropole).

	Potentiel Max Collaborative (M€/an)
Augmentation des dépenses	
Ressources humaines préparation des paniers (4 100 temps-pleins)	110
Ressources humaines livraison	
Réduction des dépenses	
Consommation carburant réduite	33
Fréquence d'achat VP réduite	
Réduction besoins entretien/réparation/assurance VP	
Déficit	79

Le système de livraison collaborative représente un déficit annuel de 79 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant sensiblement supérieures aux réductions des dépenses.

THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Distribution des achats » au Calvados

Légende

- Distribution par tournées
- Livraison collaborative

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts par rapport au scénario Référence en 2030

trafic automobile



V.km*

réduction des émissions de CO₂ en ACV **



% des émissions de la mobilité locale

économie de carburant

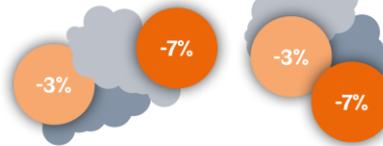


par an et par ménage

augmentation et réduction des dépenses annuelles des ménages



pollution de l'air



émissions d'oxyde d'azote (NO_x)

particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2,5})

dépenses publiques

Par hypothèse, aucune dépense publique n'est requise pour mettre en place ces systèmes de distribution



temps de trajet

-2min/jour min/jr/hab, Réf = 1h13 par jour
-5min/jour

*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Résultats pour le périmètre de l'EMD de Rouen

Sur le périmètre de l'EMD de Rouen, le scénario livraison collaborative *PM* entraîne une diminution des distances parcourues par l'ensemble des habitants (p.km) de 3,5% en 2030 par rapport au scénario *Référence*. Cela correspond à une baisse des distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) de 3,5% et de la consommation de pétrole de 3,4%.

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 3,4%. Si l'on prend en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules la réduction reste de 3,4%.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x), de PM₁₀ et de PM_{2.5} se réduisent respectivement de 3,4%, 3,2% et 3,4%, toujours par rapport au scénario *Référence* en 2030.

Enfin chaque jour les habitants de l'EMD de Rouen passent 3,3% de temps en moins, soit 2 minutes, à se déplacer.

Les hypothèses fixées pour le bilan économique pour la métropole de Rouen sont les mêmes que pour l'Île-de-France, à ceci près qu'elles sont modulées par le nombre de paniers à livrer, spécifique à la zone (15 000 pour la métropole).

	Potentiel Max Collaborative (M€/an)
Augmentation des dépenses	
Ressources humaines préparation des paniers (3 500 temps-pleins)	96
Ressources humaines livraison	
Réduction des dépenses	
Consommation carburant réduite	28
Fréquence d'achat VP réduite	
Réduction besoins entretien/réparation/assurance VP	
Déficit	68

Le système de livraison collaborative représente un déficit annuel de 68 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant sensiblement supérieures aux réductions des dépenses.

THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Distribution des achats » à Rouen

Légende

- Distribution par tournées
- Livraison collaborative

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts par rapport au scénario Référence en 2030

trafic automobile



V.km*

réduction des émissions de CO₂ en ACV **



% des émissions de la mobilité locale

économie de carburant



par an et par ménage

augmentation des dépenses annuelles des ménages



par habitant et par an

pollution de l'air



émissions d'oxyde d'azote (NO_x)

particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2,5})

dépenses publiques

Par hypothèse, aucune dépense publique n'est requise pour mettre en place ces systèmes de distribution



temps de trajet

-2min/jour min/jr/hab, Réf = 1h10 par jour
-5min/jour

*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Résultats sur le périmètre de l'EMD du Havre

Sur le périmètre de l'EMD du Havre, le scénario livraison collaborative *PM* entraîne une diminution des distances parcourues par l'ensemble des habitants (p.km) de 3,1% en 2030 par rapport au scénario *Référence*. Cela correspond à une baisse des distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) de 3,2% et de la consommation de pétrole de 3,0%.

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 3,0%. Si l'on prend en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules la réduction reste de 3,0%.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x), de PM₁₀ et de PM_{2.5} se réduisent respectivement de 3,0%, 2,9% et 3,0%, toujours par rapport au scénario *Référence* en 2030.

Enfin chaque jour les habitants de l'EMD du Havre passent 2,8% de temps en moins, soit 2 minutes, à se déplacer.

Les hypothèses fixées pour le bilan économique pour la métropole du Havre sont les mêmes que pour l'Île-de-France, à ceci près qu'elles sont modulées par le nombre de paniers à livrer, spécifique à la zone (9 500 pour la métropole).

	Potentiel Max Collaborative (M€/an)
Augmentation des dépenses	
Ressources humaines préparation des paniers (2 200 temps-pleins)	62
Ressources humaines livraison	
Réduction des dépenses	
Consommation carburant réduite	19
Fréquence d'achat VP réduite	
Réduction besoins entretien/réparation/assurance VP	
Déficit	43

Le système de livraison collaborative représente un déficit annuel de 43 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant sensiblement supérieures aux réductions des dépenses.

THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Distribution des achats » au Havre

Légende

- Distribution par tournées
- Livraison collaborative

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts par rapport au scénario Référence en 2030

trafic automobile



V.km*

réduction des émissions de CO₂ en ACV **



% des émissions de la mobilité locale

économie de carburant



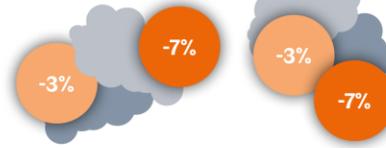
par an et par ménage

augmentation et réduction des dépenses annuelles des ménages



par habitant et par an

pollution de l'air



émissions d'oxyde d'azote (NO_x)

particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2,5})

dépenses publiques

Par hypothèse, aucune dépense publique n'est requise pour mettre en place ces systèmes de distribution



temps de trajet

-2min/jour min/jr/hab, Réf = 1h10 par jour
-4min/jour

*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Chapitre 2 – Télétravail

Situation actuelle

« Le télétravail est une forme d'organisation du travail qui désigne le fait de recourir à des technologies de l'information et de la communication (TIC) pour effectuer, hors des locaux de l'employeur, de façon régulière, le travail qui aurait pu être réalisé sur le poste de travail habituel » (DARES; DGAFP; Ministère du Travail, de l'Emploi, de la Formation et professionnelle et du Dialogue social 2017)

Le télétravail, pratique inscrite pour la première fois dans un cadre légal en 2012, permet aux salariés comme aux fonctionnaires de télétravailler²⁵. En 2018, l'Etat vient assouplir les conditions de mise en œuvre du télétravail. En effet, la loi n°2018-217 du 29 mars 2018 – art. 11 opère trois modifications principales :

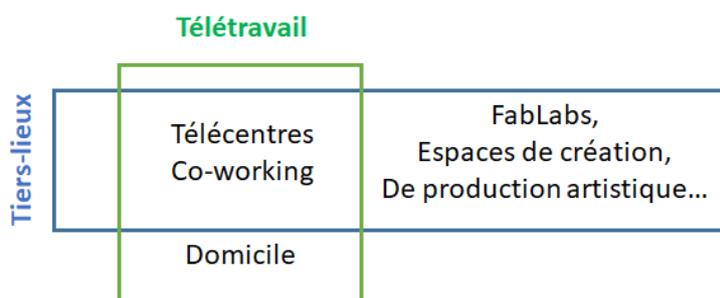
- Le télétravail ne doit plus être nécessairement inscrit dans le contrat mais peut être l'objet d'un accord collectif ou charte faite par l'employeur (ou par un autre moyen si occasionnel) ;
- Il est spécifié que le télétravailleur a les mêmes droits que les autres salariés (informations syndicales, élections professionnelles, accès à la formation) ;
- L'employeur doit motiver un refus d'accorder le télétravail.

Si dans 90 % des cas en France, le télétravail se pratique à domicile (Malakoff Humanis 2020), il existe différents lieux adaptés à cette démarche :

- les **télécentres** regroupent des bureaux fermés, des *open space*, des salles de réunion et se situent généralement en dehors des centres villes ;
- les **espaces de coworking**, quant à eux, visent des entrepreneurs qui souhaitent sortir de l'isolement pour collaborer et créer des dynamiques de travail. Situés le plus souvent en milieu urbain, ces derniers sont proches de l'esprit des incubateurs et des pépinières lorsqu'ils intègrent des services d'accompagnement à la création et au développement des entreprises.

Tiers-lieux est le terme générique qui désigne tous les espaces de travail qui se distinguent du bureau en entreprise ou celui à domicile. Les tiers-lieux répondent à différents besoins : espaces de travail, comme les télécentres et espaces de coworking, mais aussi FabLabs²⁶, espaces de création et de représentation artistiques, de production (potagers, réparation, upcycling, etc.), de vente de produits en circuits courts, etc.

Ils peuvent être plus ou moins ancrés au niveau local, plus ou moins ouverts au grand public, plus ou moins coopératifs (dans leur gouvernance, leur statut juridique, leurs activités)...



Le nombre de lieux de télétravail est en forte augmentation sur la période récente, même s'il est difficile d'en déterminer le nombre en Vallée de la Seine, en raison de leur extrême diversité. En France, selon Néo-nomade, plateforme de réservations d'espaces partagés, le nombre de lieux de télétravail aurait triplé en six ans (2010-2016).

En décembre 2019, la région Ile-de-France dénombrait plus de 2000 tiers-lieux sur son territoire, et prévoyait d'en créer 1000 nouveaux d'ici 2021. Au travers de sa politique « Smart Work » lancée en

²⁵ Le décret n°2016-151 du 11 février 2016 apporte également des précisions sur les conditions et modalités de la mise en œuvre du télétravail dans la fonction publique pour tenter de soutenir son développement, un guide a été publié en mai 2016 à cet effet. Toutefois, le télétravail est encore peu mis en place, que ce soit dans le secteur privé ou dans le secteur public.

²⁶ Laboratoires de fabrication avec des machines professionnelles mises en commun, qui s'appuient notamment sur l'impression 3D.

2016, laquelle apporte un soutien financier à la création de tiers-lieux, la région semble faire de la promotion du télétravail une priorité régionale.

Quelques éléments sur la politique du développement du télétravail en Ile-de-France :

- 3,5 millions d'euros en 2018 accordés pour le soutien à l'aménagement de tiers-lieux.
- Une mise en pratique qui « montre l'exemple » : la Région propose à ses agents le télétravail jusqu'à deux jours par semaines. En mars 2019, plus de 1000 agents régionaux le pratiquaient au moins un jour hebdomadairement, soit 63% des agents sur des fonctions compatibles avec le télétravail. Ils sont 59% à télétravailler deux jours par semaine.
- Un site « Smart Work » pour chercher un lieu de travail dans toute l'Ile de France.

En 2016, Néo-nomade estimait que la Normandie comptait seulement 21 tiers-lieux, soit l'une des trois régions les moins bien dotées de France.

Pourquoi s'intéresser au télétravail ?

D'après un communiqué de la Région Île-de-France en 2019 au sujet du développement du télétravail :

« Ce développement devrait permettre de désenclaver les territoires, d'améliorer les conditions de travail pour une meilleure conciliation entre vie personnelle et vie professionnelle, de réduire les émissions de gaz à effet de serre liées aux déplacements domicile-travail et de mettre en place de nouveaux modèles organisationnels et managériaux. » (Région Ile-de-France 2016)

Parce qu'il est de plus en plus pratiqué, accepté, et même désiré

La faible acceptation du télétravail en tant que mode de travail à part entière, la méconnaissance globale du dispositif et sa perception encore négative par le management, restaient encore jusqu'à récemment les principaux **freins** au télétravail (Cabinet Roland Berger/ Centre d'Analyse Stratégique 2009).

Durant ces dernières années cependant, le télétravail comme mode de travail **semble être de plus en plus accepté, même désirable, du côté management comme salariés.**

Selon une étude conduite entre novembre 2019 et février 2020 sur environ 2000 salariés, managers et dirigeants d'entreprises, la grande majorité trouve plus de bénéfices que de difficultés au télétravail. Par exemple, plus de 70% des dirigeants d'entreprise interrogés considèrent que le télétravail permet aux salariés d'avoir une meilleure qualité de vie au travail, d'être plus autonomes, plus efficaces ou productifs. Un manager sur deux est favorable au télétravail, et plus de deux sur trois le sont lorsqu'ils le pratiquent eux-mêmes. Toutefois, les managers ne sont pas accompagnés lors de la mise en place du télétravail et souhaiteraient être formés à la mise en place de cette pratique au sein de leurs équipes (Malakoff Humanis 2020).

Après quelques années de hausse, la pratique du télétravail s'est stabilisée en 2019 à 30% des salariés du privé le pratiquant, avec un fort taux de satisfaction. Cette évolution est sensiblement la même sur le nombre d'entreprises qui proposent le télétravail à leurs employés. En 2019, la pratique est encore largement occasionnelle : environ la moitié des télétravailleurs télétravaillent moins d'une fois par semaine.

« Pour les salariés, le télétravail facilite la conciliation vie professionnelle/vie personnelle (89% vs 85% en 2018), permet davantage d'autonomie dans le travail (88%), accroît l'efficacité et la productivité (88%), contribue à la diminution de la fatigue (86%), et renforce l'engagement (79%). 79% des salariés déclarent également que le télétravail leur permet de réaliser des économies financières (82% en province vs 72% en Ile-de-France). » (Malakoff Humanis 2020)

55% des télétravailleurs indiquent que réduire, voire supprimer, le temps de trajet domicile-lieu de travail est le premier bénéfice qu'engendre le télétravail (devant la réduction du stress, gain en autonomie, meilleur équilibre vie professionnelle-personnelle...) (Malakoff Humanis 2019).

Le télétravail réduit en effet le besoin même de se déplacer mais aussi les inconvénients des trajets quotidiens. A noter que cet effet peut être neutralisé dans les cas d'horaires flexibles ou demi-journées de télétravail.

Des **obstacles réglementaires et pratiques demeurent**, et doivent encore être levés pour déployer ce mode de travail : responsabilité assurantielle mal définie, décompte et paiement des heures télétravaillées, absence de politiques publiques et de promotion, maîtrise des TIC encore incomplète et passage à un management par objectifs.

Par ailleurs, le **coût de la mise en place** du télétravail constitue un frein important pour les entreprises. On peut supposer que la capacité pour une entreprise à mettre en place un dispositif de télétravail dépend de sa taille, car le télétravail constitue un changement organisationnel important, donc un investissement en argent et en temps conséquent. Si le télétravail se développe dans les grandes entreprises, en 2016 seules **15,9 % des PME** avaient mis en place des procédures de télétravail pour leurs salariés et souhaitaient le développer (Aguilera et al. 2016).

En circonstances limitant les capacités de déplacements (mouvements sociaux, crise sanitaire de la Covid-19), la perception des bénéfices du télétravail augmente, bien que légèrement moins du côté des dirigeants d'entreprises. En Ile-de-France, plus de la moitié des salariés non-télétravailleurs sont passés en télétravail durant les grèves du mouvement social contre la réforme des retraites de l'hiver 2019.

Au total, les trois-quarts des salariés et les deux-tiers des dirigeants pensent que le télétravail sera amené à se développer (Malakoff Humanis 2020).

Avant la crise de la Covid-19, différents facteurs de plus long terme convergeaient en faveur du développement du télétravail. D'une part, les temps de trajets importants entravent parfois l'équilibre vie privée / vie professionnelle. D'autre part, les progrès en termes d'équipements numériques et la tertiarisation de l'économie permettent le travail à distance.

Surtout, parce qu'il réduit potentiellement les émissions de CO₂

C'est le potentiel de décarbonation qui justifie, par exemple, l'inclusion du télétravail parmi les grandes orientations de la Stratégie Nationale Bas Carbone (MTES 2020c).

Or, nous évaluons ce potentiel de décarbonation comme étant assez faible au regard des émissions de la mobilité locale dans notre rapport de 2017, et mentionnons le sujet des effets rebonds potentiels de la pratique du télétravail.

L'ADEME s'est récemment saisie du sujet et a débuté un travail de chiffrage de l'effet rebond que pourrait générer le télétravail (ADEME, Greenworking 2020). L'Agence dénombre 18 effets induits par le télétravail en dehors de la réduction des déplacements. Certains de ces effets sont positifs pour la décarbonation (par exemple, une utilisation plus efficace des bureaux d'entreprise, ou une réduction des besoins en nouveaux bureaux), d'autres négatifs (consommation d'énergie augmentée au domicile du télétravailleur par exemple). Un certain nombre d'effets n'ont pas encore été quantifiés (comme l'augmentation de la quantité de matériel informatique, ou les effets macroéconomiques de l'augmentation du pouvoir d'achat).

Au final, l'ADEME estime que le télétravail permet d'éviter 270 kgCO₂eq/an et par jour de télétravail hebdomadaire par la réduction des trajets pendulaires. Cet effet « de base » est réduit de 30 % environ si on tient compte des motifs qui étaient chaînés avec le trajet domicile-travail, de l'augmentation des flux vidéos liés à la visio-conférence, des nouvelles consommations énergétiques au domicile, et des nouvelles mobilités quotidiennes qui émergent (sport, aller faire les courses...). Par contre, la généralisation du flex office²⁷ pourrait, à moyen terme, réduire la surface immobilière des entreprises et donc éviter la consommation énergétique à l'usage, à la construction et fin de vie des bâtiments. Cet effet ferait plus que contrebalancer les effets négatifs précédents.

A plus long terme, le télétravail pourrait favoriser l'**étalement urbain**, les individus n'étant plus soumis aux déplacements quotidiens et décidant de s'installer en périphérie des centres-villes (Rietveld 2011). Cet effet rebond peut apparaître dès lors que le télétravail est suffisamment développé : d'après l'exercice de préférences déclarées qu'a mené l'Observatoire société et consommation (Forum Vie Mobiles/l'Obsoco 2016), certaines personnes seraient prêtes à parcourir globalement plus de distance

²⁷ Le Flex Office, c'est-à-dire la dépersonnalisation des bureaux, induit une réduction des surfaces immobilières, effet positif majeur en matière de décarbonation. En organisation Flex office, il n'y a pas de bureaux fermés et chaque salarié n'a pas de poste de travail attribué. Dans une organisation Flex Office, les locaux de l'entreprise proposent généralement différents espaces de travail, permettant aux collaborateurs de s'installer là où ils le souhaitent. Chaque jour, les collaborateurs s'assoient donc là où ils trouvent de la place et à l'endroit qui leur semble approprié pour leur journée.

si le télétravail est proposé dans l'entreprise qu'elles visent, plutôt que de déménager plus près de cette entreprise. A l'heure actuelle, la pratique est trop faible pour justifier des déménagements plus loin du bureau. L'ADEME relève aussi la tendance possible à agrandir et aménager son logement si on y télétravaille plus souvent, ou à partir plus souvent en week-ends de villégiature, sans encore chiffrer ces effets.

Toutefois, le télétravail peut aussi contribuer à **l'équilibre démographique des territoires** qui se désertifient aujourd'hui faute de services suffisants et de dessertes par des transports collectifs. Le télétravail peut également permettre à des entreprises d'intégrer des salariés dont le domicile situé trop loin du siège les aurait contraints à refuser le poste.

Comment développer le télétravail ?

Nous listons ici les principales mesures évoquées par les experts consultés dans le cadre du groupe de travail en 2017. Elles sont présentées à titre indicatif et nous semblent constituer un cadre favorable pour développer le télétravail. Le CGET, en préparation d'un Plan national de déploiement du télétravail, a d'ores et déjà fait un ensemble de propositions permettant de structurer une offre de tiers lieux, de sensibiliser et former les parties prenantes et d'établir un suivi du développement du télétravail²⁸ (CGET 2017).

Infrastructures

- Mettre en place des **tiers-lieux** pour couvrir efficacement et uniformément le territoire français dans les aires urbaines. Ils permettraient d'accueillir les télétravailleurs de la commune et des communes voisines dans un rayon de quelques kilomètres (distance cyclable). Pour cela, une coopération entre tous les employeurs, publics comme privés, est indispensable afin de mutualiser les moyens financiers, les locaux et les équipements. Par exemple, la municipalité pourrait mettre des locaux publics inoccupés à disposition des actifs. Une autre option consiste à utiliser les gares actives ou non comme bâtiment/repère urbain/lieux de vie à même de produire du service et du lien social (voir initiative « 1001 gares » de SNCF Gares et Connexions²⁹).
- Privilégier l'éco-construction et la **réaffectation des locaux existants** publics comme privés, ce qui nécessite des dépenses de mise aux normes et une adaptation du cadre réglementaire. Il faut également avoir conscience qu'une entreprise qui autorise des salariés à télétravailler libère de la surface de bureaux (surface par ailleurs occupée à environ 60 % (LBMG Worklabs 2012)).
- **Revoir le système de taxation de l'activité économique** afin de permettre aux « communes dotoirs » de financer les infrastructures de télétravail (et d'autres). Aujourd'hui, la commune où l'activité professionnelle est localisée bénéficie de davantage de cotisations que les communes sans activité professionnelle. Or, c'est un levier fiscal important³⁰.
- L'Etat peut contribuer au développement et à la viabilité des tiers-lieux en louant des bureaux eux-mêmes et pour leurs agents, ou en subventionnant les loyers à destination des actifs, d'autant plus si le télétravail permet à ces derniers d'accéder à un poste qui aurait sinon été inaccessible (aide au retour à l'emploi).
- Encourager les entreprises (et autres employeurs) à se constituer en « hubs » afin de **mutualiser les locaux** professionnels sur plusieurs sites, dans plusieurs bassins résidentiels.

Nouvelles pratiques

- **Adapter les techniques de management** (Greenworking 2012). Afin de favoriser le télétravail, les employeurs doivent revoir leur fonctionnement et leur organisation, et avoir recours à des

²⁸ Le CGET a mis en ligne le site internet <http://www.teletravailler.fr/>, qui donne des clefs de développement du télétravail selon l'interlocuteur (employeur, salarié...).

²⁹ SNCF Gares & Connexions a organisé en 2019 un appel à projets pour exploiter les bâtiments voyageur dans les gares qui en sont dotées mais dont l'espace est en partie inoccupé. Des projets d'aménagements et d'animation de ces espaces vacants devraient voir le jour (dont des bureau partagés, Fab Lab, petits commerces...) (César Armand 2019).

³⁰ « Nous [les Relais d'entreprises] réfléchissons également à ce que la taxe professionnelle, la cotisation sur la valeur ajoutée (CVAE), puisse être versée non pas à la commune du siège social de l'entreprise mais à celle où le salarié travaille. Elle pourra elle-même la reverser au gestionnaire du lieu » (Actu-Environnement 2016a).

formations au télétravail (TIC, nouvelle organisation du management), comme certaines entreprises américaines le font actuellement (Forbes 2015).

Valorisation, communication

- L'Etat peut créer des **incitations** (subventions) en faveur du télétravail. Le Plan d'action pour le déploiement du télétravail sur lequel travaille le CGET devrait aller dans ce sens (CGET 2017).
- Création de **labels** ou d'enseignes de tiers-lieux à l'image du réseau Relais d'Entreprises pour apporter de la lisibilité en matière de positionnement. Cet aspect permettrait de distinguer des établissements offrant différents niveaux de service : bureaux individuels meublés à destination des télétravailleurs salariés, espace à destination des créateurs d'entreprises du type pépinière et incubateur, présence d'un animateur ou non...

Il faudra de plus rester très vigilant aux **effets rebond**. Il convient d'étudier certaines solutions, comme par exemple une taxe modulable selon la distance entre lieu de vie et de travail, pour inciter les gens à vivre près de leur lieu de travail.

Les scénarios télétravail : démarche et impacts

Pour quantifier le potentiel de réduction des émissions de CO₂ des trajets domicile-travail, par le télétravail, nous avons défini deux scénarios distincts, correspondant à deux niveaux de mise en œuvre différents (voir p.19).

Scénario *Volontariste*

Démarche

Si le télétravail implique de ne pas se rendre sur son lieu de travail habituel, il existe un éventail d'alternatives. Les Français préfèrent sortir de leur quartier, tout en limitant la distance du domicile au travail (Forum Vie Mobiles/l'Obsoco 2016). A noter que nous avons exclu de notre étude les salariés qui profiteraient de l'opportunité de télétravailler pour déménager.

Le scénario *Volontariste* **tient compte des tendances managériales et culturelles françaises**, notamment de la plus grande facilité qu'ont les grandes entreprises à mettre en place le télétravail et du besoin que semblent avoir les Français d'un contexte social clair. Nous supposons que :

- Les grandes entreprises signent des contrats, des chartes ou des accords collectifs de télétravail avec une partie importante de leurs salariés dont l'emploi le permet. Elles valorisent cet effort de télétravail dans leur bilan « Responsabilité Sociétale des Entreprises » (RSE). Certaines de ces entreprises louent l'espace libéré aux salariés d'autres entreprises en tant que télécentre.
- L'Etat met également en place la pratique du télétravail auprès de ses agents.
- Les petites et moyennes entreprises, et les entreprises de taille intermédiaire signent également de tels contrats avec leurs salariés, mais dans une moindre mesure.
- Un effort de communication quant aux bénéfices du télétravail est fait par le gouvernement, et s'accompagne d'exonérations fiscales pour les entreprises et les salariés qui participent au télétravail.
- Un grand nombre de télécentres est mis en place afin que tout télétravailleur ait accès à un tel lieu situé à une distance cyclable. Les télétravailleurs peuvent alors choisir leur lieu de travail, entre les différents télécentres et leur domicile, et y accèdent à pied ou en cycle.

Hypothèses de calcul

Afin d'obtenir l'ordre de grandeur de la réduction des émissions de CO₂ induites par ce scénario, nous avons fixé les hypothèses suivantes (Cf. Note Méthodologique) :

- un nombre d'emplois télétravaillés de **30 %** est atteint en 2030 dans les entreprises de taille intermédiaire, grande (nombre de salariés supérieur à 250) et dans le secteur public ; ce nombre est seulement de **10 %** dans les entreprises de taille inférieure ;

- les travailleurs ayant des emplois télétravaillables télétravaillent **1 jour par semaine**³¹ ;
- les déplacements des jours télétravaillés sont supprimés : l'employé reste à la maison ou va travailler dans un tiers-lieu accessible à pied ou à vélo.

Scénario *Potentiel Max*

Démarche

Le scénario *Potentiel Max* ne tient pas compte des tendances culturelles et managériales françaises considérées comme des freins psychosociaux dans la littérature sur le sujet, ni des tendances observées lors de la crise de la Covid-19. Il prend seulement en compte les considérations de **productivité organisationnelle** et de **faisabilité du télétravail** en fonction des types d'emploi.

Ainsi, toutes les entreprises, quelle que soit leur taille, signent des contrats, des chartes ou des accords collectifs de télétravail avec tous les salariés dont l'emploi le permet. Elles valorisent cet effort de télétravail dans leur bilan « Responsabilité Sociétale des Entreprises » (RSE). Certaines de ces entreprises louent l'espace libéré aux salariés d'autres entreprises, en tant que télécentres.

Le management s'adapte à cette manière de travailler : des formations sont proposées aux managers et aux ressources humaines afin d'adapter le recrutement, la réglementation, et le management au télétravail.

Les télécentres mis en place sont plus nombreux et plus spacieux que dans le scénario *Volontariste*, afin d'accueillir le flot important de télétravailleurs chaque jour. Ils sont financés en grande partie par le gouvernement, via la taxe susmentionnée.

Nous supposons que ces adaptations ont émergé grâce à des **mesures exogènes** soit par la mise en place d'une taxe carbone dissuasive pour les salariés allant au travail en voiture thermique, soit par une obligation pour les entreprises de réduire les émissions induites par le flux de leurs salariés pour le domicile-travail (scope 3 selon la méthode Bilan Carbone), soit par un mix de ces deux contraintes.

Hypothèses de calcul

Dans ce scénario, nous avons supposé que **47 %** des salariés télétravaillent **2 jours par semaine**. Comme dans le cas précédent, les déplacements des jours télétravaillés sont supprimés : l'employé reste à la maison (pour 50 % des jours télétravaillés) ou va travailler dans un tiers-lieu accessible à pied ou à vélo (pour les 50 autres pourcents des jours télétravaillés).

Résultats

Grande couronne d'Ile-de-France

En grande couronne d'Ile-de-France le développement du télétravail entraîne une réduction des distances parcourues par l'ensemble des habitants (en p.km) de 2,1% dans le scénario *Volontariste* et de 8,2% dans le scénario *Potentiel Max* en 2030 par rapport au scénario *Référence*³². Cela correspond à une baisse des distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (en v.km) de 2,0% dans le scénario *Volontariste* (respectivement de 7,9% dans le scénario *Potentiel Max*) et de la consommation de pétrole de 2,0% en *Volontariste* (respectivement 7,9% en *PM*).

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 2,0% en *Volontariste*, 8,0% en *PM*. Si l'on prend en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules, la réduction est similaire : 2,0% en *Volontariste*, 7,9% en *PM*.

³¹ Dans un contexte Covid-19, cette hypothèse paraît faible. Cependant nous nous plaçons à un horizon prospectif de 10 ans dans lequel nous supposons un contexte revenu à la « normale ». Le lecteur peut facilement se faire une idée des résultats carbone qu'il obtiendrait sous une hypothèse plus forte, une relation linéaire liant les deux.

³² Tous les résultats sont exprimés par rapport au scénario *Référence* en 2030 (voir p. 25).

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 2,0% en *Volontariste* (resp. 7,8% en *PM*), les émissions de PM₁₀ diminuent de 1,9% en *Volontariste* (resp. 7,5% en *PM*) et les émissions de PM_{2.5} diminuent de 2,0% en *Volontariste* (resp. 8,0% en *PM*).

Dans le scénario *Volontariste*, chaque jour les habitants de grande couronne d'Ile-de-France passent 1,8% de temps en moins à se déplacer, soit 2 minutes en moins (respectivement 9,1% de temps en moins à se déplacer, soit 9 minutes en moins, dans le scénario *PM*).

La construction/rénovation et la maintenance des télécentres nécessaires à l'accueil des télétravailleurs ne travaillant pas de chez eux, le matériel et les dépenses courantes dans ces espaces, ainsi que les ressources humaines pour les gérer et les tenir propres, constituent les augmentations de dépenses par rapport au scénario *Référence*.

Le télétravail permet également des réductions de dépense, par un moindre usage de la VP et donc un moindre besoin en entretien, réparation et assurance, et par une moindre consommation de carburant.

A noter que si l'entreprise est en capacité d'adopter une gestion dynamique (*flex office*) de son immobilier de centre-bourg, le déploiement de télécentres lui permet de réduire sa surface de bureaux ou de la réaffecter à d'autres usages.

Les hypothèses fixées pour le bilan économique du scénario *Potentiel Max* sont les mêmes que celles du scénario *Volontariste*, mis à part qu'elles prennent en compte une surface de télécentres plus grande que dans le scénario *Volontariste*, afin d'accueillir le flux beaucoup plus important de télétravailleurs (170 Ha dans le *PM* contre 43 Ha dans le *Vol*).

	<i>Volontariste</i> (M€/an)	<i>Potentiel Max</i> (M€/an)
Augmentation des dépenses		
Construction de télécentres	30	130
Matériel et dépenses courantes des espaces		
Gestion/nettoyage des espaces		
Réduction des dépenses		
Consommation carburant réduite	130	520
Fréquence d'achat VP réduite		
Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits		
Bénéfice	100	390

Dans le scénario *Volontariste* comme dans le scénario *Potentiel Max* pour le télétravail, les réductions de dépense dépassent les augmentations de dépenses, par rapport au scénario *Référence* : le bénéfice annuel est de 100 M€/an pour le *Volontariste* et de 390 M€/an pour le *PM*.

THE SHIFT PROJECT

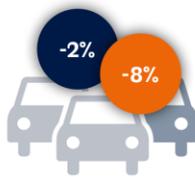
Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Télétravail » en grande couronne d'Île-de-France

Légende

- Scénario *Potentiel Max.*
- Scénario *Volontariste*

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts par rapport au scénario *Référence* en 2030

trafic automobile



réduction des émissions de CO₂ en ACV **



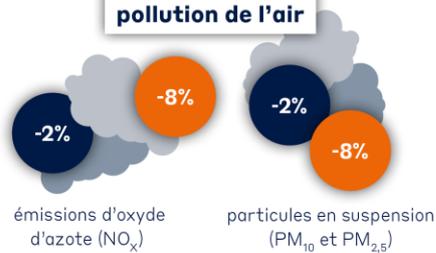
économie de carburant



réduction des dépenses annuelles des ménages



pollution de l'air



dépenses publiques

Par hypothèse, aucune dépense publique n'est requise pour mettre en place le télétravail



temps de trajet

-2min/jour min/jr/hab, Réf = 1h39 par jour
-9min/jour

*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Aires urbaines de Normandie

Dans les AU de Normandie le développement du télétravail entraîne une réduction des distances parcourues par l'ensemble des habitants (en p.km) de 1,7% dans le scénario *Volontariste* et de 6,7% dans le scénario *Potentiel Max* en 2030 par rapport au scénario *Référence*³³. Cela correspond à une baisse des distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (en v.km) de 2,1% dans le scénario *Volontariste* (respectivement de 8,3% dans le scénario *Potentiel Max*) et de la consommation de pétrole de 2,0% en *Volontariste* (respectivement 8,0% en *PM*).

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 2,0% en *Volontariste*, 8,0% en *PM*. Si l'on prend en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules, la réduction est similaire : 2,0% en *Volontariste*, 8,0% en *PM*.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 2,0% en *Volontariste* (resp. 8,0% en *PM*), les émissions de PM₁₀ diminuent de 1,9% en *Volontariste* (resp. 7,6% en *PM*), et les émissions de PM_{2.5} diminuent de 2,0% en *Volontariste* (resp. 8,0% en *PM*).

Dans le scénario *Volontariste*, chaque jour les habitants des AU de Normandie passent 0,9% de temps en moins à se déplacer, soit 1 minutes en moins (respectivement 5,1% de temps en moins à se déplacer, soit 4 minutes en moins, dans le scénario *PM*).

Les hypothèses fixées pour le bilan économique en Normandie sont les mêmes que pour l'Île-de-France, mais en tenant compte de besoins en surfaces de télécentre différents (25 ha dans le *Vol*, 99 ha dans le *PM*).

	Volontariste (M€/an)	Potentiel Max (M€/an)
Augmentation des dépenses		
Construction de télécentres		
Matériel et dépenses courantes des espaces	19	80
Gestion/nettoyage des espaces		
Réduction des dépenses		
Consommation carburant réduite		
Fréquence d'achat VP réduite	93	370
Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits		
Bénéfice	74	290

Dans le scénario *Volontariste* comme dans le scénario *Potentiel Max* pour le télétravail, les réductions de dépenses dépassent les augmentations de dépenses, par rapport au scénario *Référence* : le bénéfice annuel est de 74 M€/an pour le *Volontariste* et de 290 M€/an pour le *PM*.

³³ Tous les résultats sont exprimés par rapport au scénario *Référence* en 2030 (voir p. 25).

THE SHIFT PROJECT

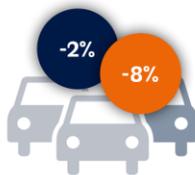
Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Télétravail » en Normandie

Légende

- Scénario *Potentiel Max.*
- Scénario *Volontariste*

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts par rapport au scénario *Référence* en 2030

trafic automobile



V.km*

réduction des émissions de CO₂ en ACV **



% des émissions de la mobilité locale

économie de carburant



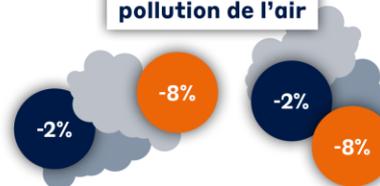
par an et par ménage

réduction des dépenses annuelles des ménages



par habitant et par an

pollution de l'air



émissions d'oxyde d'azote (NO_x)

particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2,5})

dépenses publiques

Par hypothèse, aucune dépense publique n'est requise pour mettre en place le télétravail



temps de trajet

-1min/jour min/jr/hab, Réf = 1h10 par jour
-4min/jour

*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
 ** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Aire urbaine du Calvados

Dans l'AU du Calvados le développement du télétravail entraîne une réduction des distances parcourues par l'ensemble des habitants (en p.km) de 1,7% dans le scénario *Volontariste* et de 6,8% dans le scénario *Potentiel Max* en 2030 par rapport au scénario *Référence*. Cela correspond à une baisse des distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (en v.km) de 2,1% dans le scénario *Volontariste* (respectivement de 8,4% dans le scénario *Potentiel Max*) et de la consommation de pétrole de 2,0% en *Volontariste* (respectivement 8,2% en *PM*).

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 2,0% en *Volontariste*, 8,1% en *PM*. Si l'on prend en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules, la réduction est similaire : 2,0% en *Volontariste*, 8,2% en *PM*.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 2,0% en *Volontariste* (resp. 8,2% en *PM*), les émissions de PM₁₀ diminuent de 1,9% en *Volontariste* (resp. 7,8% en *PM*), et les émissions de PM_{2.5} diminuent de 2,0% en *Volontariste* (resp. 8,1% en *PM*).

Dans le scénario *Volontariste*, chaque jour les habitants de l'AU du Calvados passent 0,8% de temps en moins à se déplacer, soit 1 minutes en moins (respectivement 5,8% de temps en moins à se déplacer, soit 4 minutes en moins, dans le scénario *PM*).

Les hypothèses fixées pour le bilan économique dans l'AU du Calvados sont les mêmes que pour l'Île-de-France, mais en tenant compte de besoins en surfaces de télécentre différents (5 ha dans le *Vol*, 22 ha dans le *PM*).

	Volontariste (M€/an)	Potentiel Max (M€/an)
Augmentation des dépenses		
Construction de télécentres	4	16
Matériel et dépenses courantes des espaces		
Gestion/nettoyage des espaces		
Réduction des dépenses		
Consommation carburant réduite	23	93
Fréquence d'achat VP réduite		
Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits		
Bénéfice	19	76

Dans le scénario *Volontariste* comme dans le scénario *Potentiel Max* pour le télétravail, les réductions des dépenses dépassent les augmentations de dépenses, par rapport au scénario *Référence* : le bénéfice annuel est de 19 M€/an pour le *Vol* et de 76 M€/an pour le *PM*.

THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Télétravail » au Calvados

Légende

- Scénario *Potentiel Max.*
- Scénario *Volontariste*

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts par rapport au scénario Référence en 2030

trafic automobile



réduction des émissions de CO₂ en ACV **



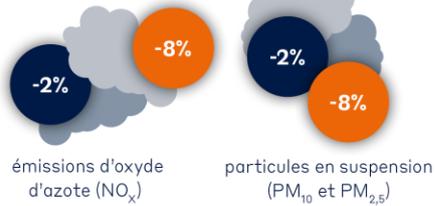
économie de carburant



réduction des dépenses annuelles des ménages



pollution de l'air



dépenses publiques

Par hypothèse, aucune dépense publique n'est requise pour mettre en place le télétravail



temps de trajet

-1min/jour min/jr/hab, Réf = 1h13 par jour
-4min/jour

*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
** Analyse du Cycle de Vie

Périmètre de l'EMD Rouen

Sur le périmètre de l'EMD de Rouen, le développement du télétravail entraîne une réduction des distances parcourues par l'ensemble des habitants (en p.km) de 1,6% dans le scénario *Volontariste* et de 6,5% dans le scénario *Potentiel Max* en 2030 par rapport au scénario *Référence*. Cela correspond à une baisse des distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (en v.km) de 2,1% dans le scénario *Volontariste* (respectivement de 8,3% dans le scénario *Potentiel Max*) et de la consommation de pétrole de 2,0% en *Volontariste* (respectivement 8,0% en *PM*).

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 2,0% en *Volontariste*, 7,9% en *PM*. Si l'on prend en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules, la réduction est similaire : 2,0% en *Volontariste*, 8,0% en *PM*.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 2,0% en *Volontariste* (resp. 8,0% en *PM*), les émissions de PM₁₀ diminuent de 1,9% en *Volontariste* (resp. 7,5% en *PM*), et les émissions de PM_{2.5} diminuent de 2,0% en *Volontariste* (resp. 8,0% en *PM*).

Dans le scénario *Volontariste*, chaque jour les habitants de l'EMD de Rouen passent 0,9% de temps en moins à se déplacer, soit 1 minutes en moins (respectivement 5,1% de temps en moins à se déplacer, soit 4 minutes en moins, dans le scénario *PM*).

Les hypothèses fixées pour le bilan économique en métropole de Rouen sont les mêmes que pour l'Île-de-France, mais en tenant compte de besoins en surfaces de télécentre différents (6 ha dans le *Vol*, 23 ha dans le *PM*).

	Volontariste (M€/an)	Potentiel Max (M€/an)
Augmentation des dépenses		
Construction de télécentres	4	18
Matériel et dépenses courantes des espaces		
Gestion/nettoyage des espaces		
Réduction des dépenses		
Consommation carburant réduite	17	66
Fréquence d'achat VP réduite		
Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits		
Bénéfice	12	49

Dans le scénario *Volontariste* comme dans le scénario *Potentiel Max* pour le télétravail, les réductions des dépenses dépassent les augmentations de dépenses, par rapport au scénario *Référence* : le bénéfice annuel est de 12 M€/an pour le *Volontariste* et de 49 M€/an pour le *PM*.

THE SHIFT PROJECT

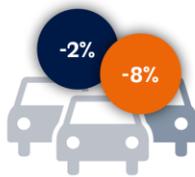
Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Télétravail » à Rouen

Légende

- Scénario *Potentiel Max.*
- Scénario *Volontariste*

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts par rapport au scénario *Référence* en 2030

trafic automobile



V.km*

réduction des émissions de CO₂ en ACV **



% des émissions de la mobilité locale

économie de carburant



par an et par ménage

réduction des dépenses annuelles des ménages



par habitant et par an

pollution de l'air



émissions d'oxyde d'azote (NO_x)

particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2,5})

dépenses publiques

Par hypothèse, aucune dépense publique n'est requise pour mettre en place le télétravail



temps de trajet

-1min/jour min/jr/hab, Réf = 1h10 par jour
-4min/jour

*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Périmètre de l'EMD du Havre

Sur le périmètre de l'EMD du Havre, le développement du télétravail entraîne une réduction des distances parcourues par l'ensemble des habitants (en p.km) de 1,6% dans le scénario *Volontariste* et de 6,3% dans le scénario *Potentiel Max* en 2030 par rapport au scénario *Référence*. Cela correspond à une baisse des distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (en v.km) de 2,0% dans le scénario *Volontariste* (respectivement de 8,0% dans le scénario *Potentiel Max*) et de la consommation de pétrole de 1,9% en *Volontariste* (respectivement 7,7% en *PM*).

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 1,9% en *Volontariste*, 7,7% en *PM*. Si l'on prend en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules, la réduction est similaire : 1,9% en *Volontariste*, 7,7% en *PM*.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 1,9% en *Volontariste* (resp. 7,8% en *PM*), les émissions de PM₁₀ diminuent de 1,8% en *Volontariste* (resp. 7,3% en *PM*), et les émissions de PM_{2.5} diminuent de 1,9% en *Volontariste* (resp. 7,8% en *PM*).

Dans le scénario *Volontariste*, chaque jour les habitants de l'EMD du Havre passent 1,7% de temps en moins à se déplacer, soit 1 minutes en moins (respectivement 5,1% de temps en moins à se déplacer, soit 4 minutes en moins, dans le scénario *PM*).

Les hypothèses fixées pour le bilan économique en métropole du Havre sont les mêmes que pour l'Île-de-France, mais en tenant compte de besoins en surfaces de télécentre différents (4 ha dans le *Vol*, 15 ha dans le *PM*).

	Volontariste (M€/an)	Potentiel Max (M€/an)
Augmentation des dépenses		
Construction de télécentres		
Matériel et dépenses courantes des espaces	3	12
Gestion/nettoyage des espaces		
Réduction des dépenses		
Consommation carburant réduite		
Fréquence d'achat VP réduite	12	48
Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits		
Bénéfice	9	37

Dans le scénario *Volontariste* comme dans le scénario *Potentiel Max* pour le télétravail, les réductions des dépenses dépassent les augmentations de dépenses, par rapport au scénario *Référence* : le bénéfice annuel est de 9 M€/an pour le *Volontariste* et de 37 M€/an pour le *PM*.

THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Télétravail » au Havre

Légende

- Scénario *Potentiel Max.*
- Scénario *Volontariste*

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts par rapport au scénario Référence en 2030

trafic automobile



réduction des émissions de CO₂ en ACV **



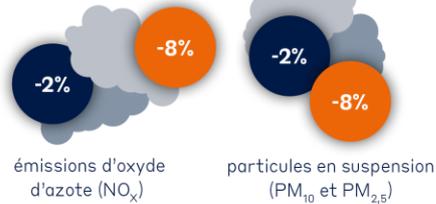
économie de carburant



réduction des dépenses annuelles des ménages



pollution de l'air



dépenses publiques

Par hypothèse, aucune dépense publique n'est requise pour mettre en place le télétravail



temps de trajet

-1min/jour min/jr/hab, Réf = 1h10 par jour
-4min/jour

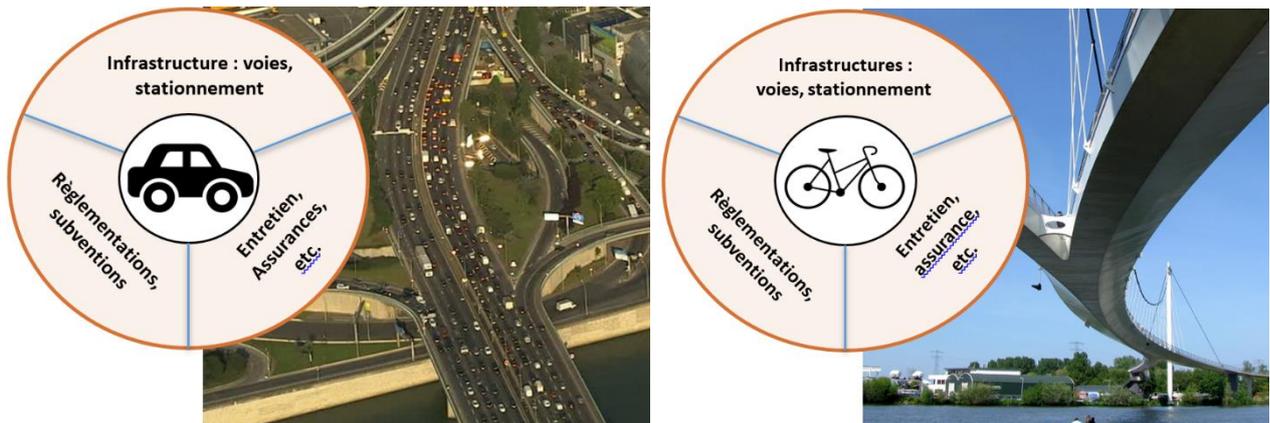
*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
 ** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Chapitre 3 - Système Vélo

Le système vélo : au-delà de la bande cyclable

Un véhicule seul ne constitue pas un système de transports.

Si la voiture est le mode de déplacement principal dans le périurbain, c'est parce qu'elle bénéficie de tout un système autour d'elle : routes, ouvrages d'art et lieux de stationnement, mais aussi services (vente de carburant, entretien, assurance...), avantages règlementaires et fiscaux, communication publicitaire (9 % des dépenses publicitaires en France (L'argus Pro 2016)), etc.



Nous avons désigné ce domaine d'action « système vélo » (et non simplement « vélo »), pour souligner que nous parlons d'un système de transports global et intégré, d'un **niveau de service identique à celui de la voiture** et non d'une série de mesures modestes et isolées.

Concrètement, un système vélo doit permettre à tout habitant du périurbain d'**utiliser son vélo comme un automobiliste utilise aujourd'hui sa voiture** :

- aller de n'importe quel point A à n'importe quel point B du périurbain à vélo, en utilisant une infrastructure cyclable, sans rallongement de la distance à parcourir (par rapport à la voiture) ;
- pouvoir garer son vélo à sa destination avec la même facilité (voire plus facilement) que l'on gare une voiture et un niveau de protection contre le vol et le vandalisme équivalent ;
- faire entretenir et réparer, acheter, louer ou assurer un vélo aussi facilement qu'on le fait avec une voiture dans le périurbain ;
- rejoindre des points stratégiques de mobilité moyenne distance (gares, stations de transports en commun, aires de covoiturage sur autoroute...) et de garer le vélo en sécurité, afin de créer une véritable intermodalité vélo & transports en commun (au sens large) alternative à la voiture particulière, ces points stratégiques étant pensés pour l'accueil du mode vélo.

En ce qui concerne le mot « vélo », nous l'avons retenu par souci de simplicité, mais dans notre analyse nous incluons des cycles qui ne sont pas des vélos à assistance électrique (VAE) d'un point de vue réglementaire³⁴, comme les s-pedelec ou speed-bikes³⁵ (vélos à assistance électrique bridés à 45km/h et donc classés à ce jour dans la catégorie cyclomoteur).

³⁴ Les vélos à assistance électrique, selon la norme EN15194 (2009), sont des « cycles à pédalage assisté, équipés d'un moteur auxiliaire électrique d'une puissance nominale continue maximale de 0,25 kilowatt dont l'alimentation est réduite progressivement et finalement interrompue lorsque le véhicule atteint une vitesse de 25 km/h, ou plus tôt, si le cycliste arrête de pédaler ». Leur puissance permet de doubler la distance parcourue par rapport à un vélo normal. Il suppose un effort physique à fournir, même si celui-ci est moindre.

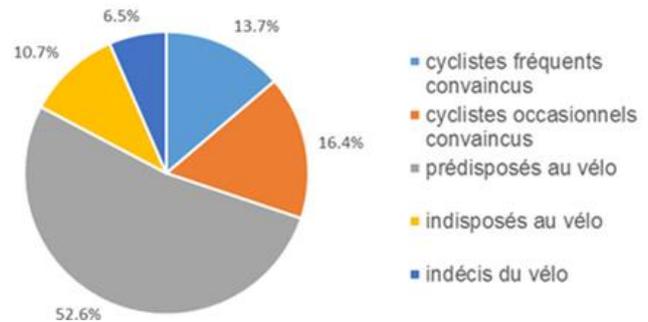
³⁵ Un speed-pedelec ou s-pedelec est un véhicule à assistance électrique qui sort de la norme VAE car sa motorisation dépasse les 250 W (c'est un cyclomoteur dans la réglementation française, donc casque et assurance sont obligatoires). Des moteurs de 500 à 700 W permettent au cycliste d'atteindre facilement des vitesses de 45 km/h. Un moteur de VAE (250 W) non bridé peut atteindre des vitesses similaires.

Situation actuelle

Statistiques

D'une part, le vélo est **très peu utilisé en France** et les actions concrètes pour développer son potentiel ont longtemps été très rares, bien qu'elles commencent aujourd'hui à se développer. En Vallée de la Seine, le vélo représente 1,1% des déplacements et 0,4% des kilomètres parcourus.

D'autre part, la propension des Français à pratiquer le vélo est relativement forte. Les prédisposés au vélo sont un peu plus des femmes (56%) que des hommes (44%). Ni le niveau d'étude, ni l'âge, ni la localisation résidentielle ne semblent jouer dans la composition de ce groupe (Vincent KAUFMANN et Emmanuel RAVALET 2015).



Répartition de la population française selon les logiques de choix modal relatives au vélo.

En 2015, seulement 2 % des Français sont allés au travail à vélo. Cet usage concerne plus les hommes que les femmes (4 % contre 1,5 % en 2019), même si l'écart se réduit dans les villes où le vélo est plus développé (Inddigo - Vertigolab 2020). Son usage concerne davantage les diplômés et cadres supérieurs. Par ailleurs, l'utilisation du vélo ne faiblit pas avec l'âge (INSEE 2017; MTES 2020a).

Au niveau national et en tenant compte des jours de week-end, le vélo est utilisé principalement pour les activités de loisir, et beaucoup moins pour les déplacements de la vie courante. Une grande majorité des ménages en Normandie et en Île-de-France hors Paris et sa première couronne, a accès à suffisamment d'espace pour ranger des vélos (soit ils vivent en maison individuelle, soit en immeuble avec un local ou une cour où les vélos peuvent être rangés en sécurité) (voir Figure 14).

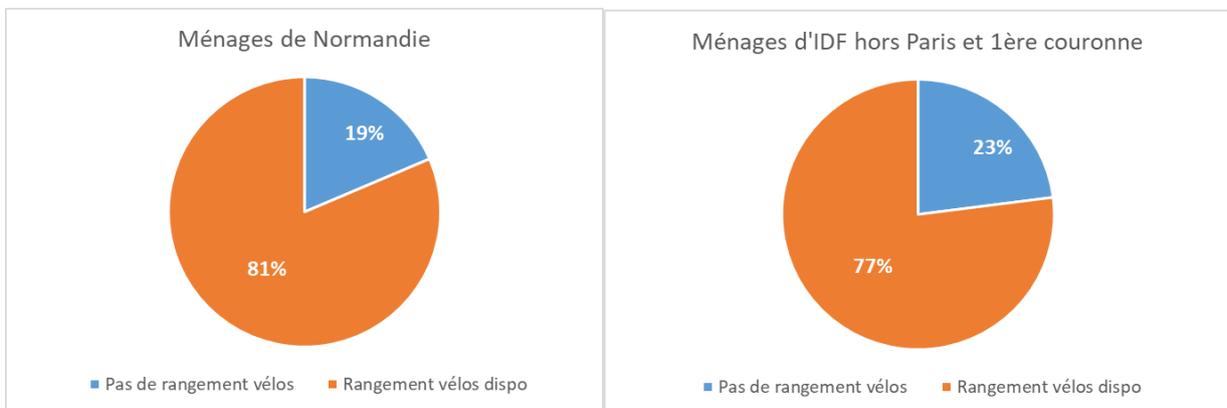


Figure 14 : Répartition des ménages de Normandie (à gauche) et franciliens (à droite) en fonction de leur accès à un rangement vélo à domicile.

Un peu plus de la moitié des ménages normands ou franciliens (hors Paris et 1^{ère} couronne) possèdent un ou plusieurs vélos (voir Figure 15). En s'en tenant à l'espace disponible de rangement, ces ménages pourraient être davantage équipés (CGDD 2008).

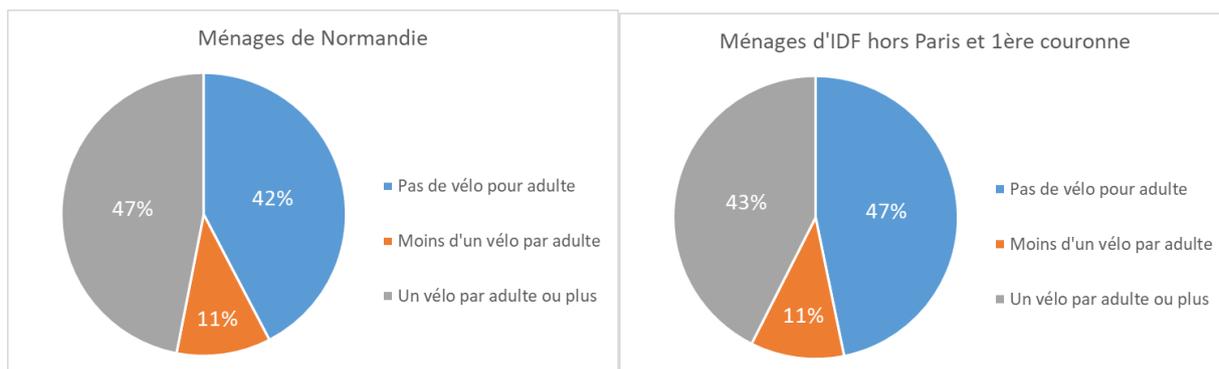


Figure 15 : Répartition des ménages de Normandie (à gauche) et franciliens (à droite) en fonction du nombre de vélos qu'ils possèdent.

Pendant les deux dernières décennies, **la part modale du vélo a diminué dans les zones périphériques, de banlieue et rurales**, tandis qu'elle a fortement augmenté dans les grands centres urbains, mais beaucoup moins dans les villes moyennes (Inddigo - Vertigolab 2020). D'une part, le manque de desserte des transports publics dans le périurbain encourage le déplacement individuel, ce qui aurait dû favoriser le vélo. Mais d'autre part, la faible cyclabilité³⁶ des infrastructures n'encourage pas la pratique quotidienne.

En jour ouvré, environ 1,1 % des déplacements se font à vélo en Vallée de la Seine. Cet usage répond à des motifs très variés (voir Figure 16) : se rendre sur son lieu de travail ou d'études (44 % des déplacements), se rendre à des loisirs (25 % des déplacements), faire des achats de proximité (9 %), visites (8 %), accompagner, aller chercher (6 %), soins et démarches (5 %)...

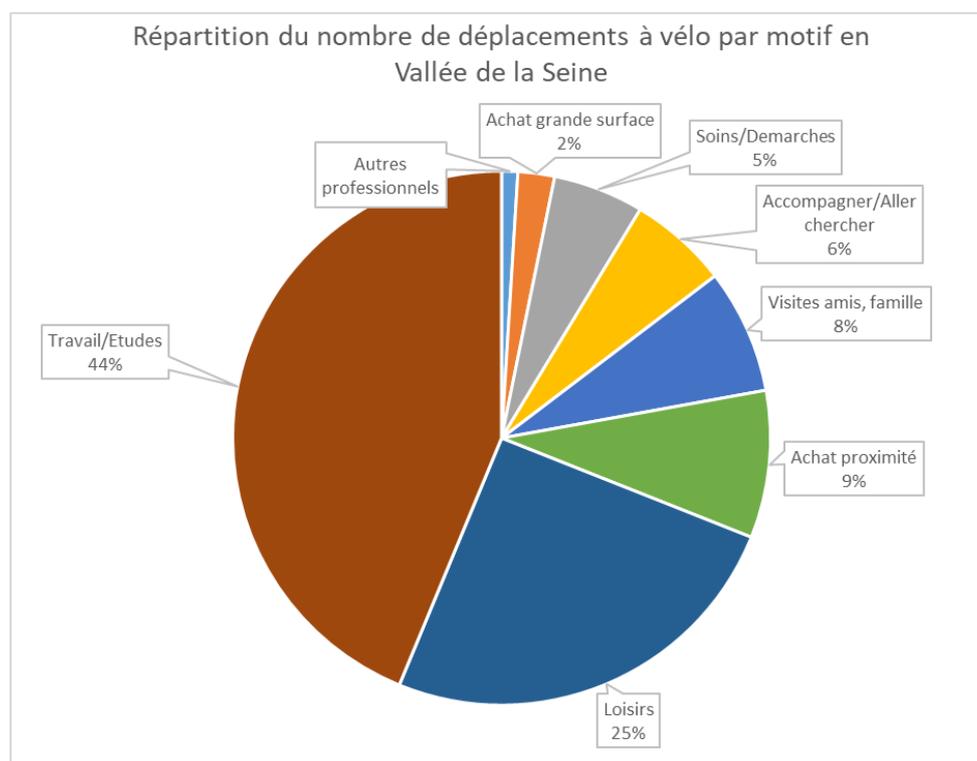


Figure 16 : Répartition du nombre de déplacements à vélo par motif en Vallée de la Seine.

Le vélo est utilisé comme une **alternative à la marche à pied**. En effet, une majorité des déplacements effectués à vélo ont une distance similaire ou légèrement supérieure à ceux parcourus à

³⁶ Cyclabilité : capacité à se déplacer à bicyclette, permise par un environnement et des infrastructures adaptées. Le trajet doit être couvert *sans discontinuité* par une combinaison de chaussées aménagées pour permettre la cohabitation de différents modes de transport (vitesse limitée à 30 km/h), de pistes cyclables, bandes cyclables, couloirs bus ouverts aux vélos, voies vertes. La cyclabilité d'une voie partagée dépend de la combinaison de la vitesse et du débit (et de la part des véhicules lourds) ; les voies en rase-campagne à moins de 1000 véh/jour sont cyclables puisqu'intégrables aux véloroutes.

ped (la *médiane* des distances faites à vélo en Vallée de la Seine est de 1,5 km) [Traitement Vallée de la Seine].

L'intermodalité³⁷ à vélo dans le périurbain était négligeable en 2008 (moins de 0,1 % des déplacements selon l'ENTD). Cependant, elle pourrait se développer si les conditions étaient meilleures (cyclabilité des itinéraires, stationnements en gare, stratégies des collectivités locales et de la SNCF) (PAPON et al. 2015).

Pourquoi le vélo ne se développe pas hors des centres urbains

Les raisons les plus souvent avancées de non-utilisation du vélo dans diverses études européennes (CEMT - ITF 2004; Cycling Scotland Scottish Charity 2018; Korsu, Massot, et Orfeuill 2011) sur l'ensemble d'un territoire sont, par ordre décroissant d'importance :

- les questions relatives à la **distance/vitesse** du véhicule et au relief, la voiture restant plus rapide que le vélo dans la plupart des circonstances, notamment en périphérie des aires urbaines. En Vallée de la Seine, la voiture a une vitesse moyenne de 29 km/h contre 9 km/h pour le vélo.
- **l'absence d'aménagements** cyclables adéquats dans les zones où les vitesses de circulation automobile sont limitées à 50 km/h ou plus, ce qui augmente l'insécurité des cyclistes ;
- l'impossibilité ou la **difficulté à transporter** des objets et/ou des personnes sans équipement dédié ;
- les problèmes de **sûreté** et de vol de vélos, bien que ce problème soit moins marqué dans le périurbain que dans l'urbain (Mercat et Héran 2003) ;
- le confort, les Français déclarant craindre le froid, la pluie et la chaleur alors que plus de 30 % des déplacements se font à vélo dans d'autres pays aux conditions climatiques similaires (Pays-Bas) ou moins bonnes (Suède : neige, froid intense) (Korsu et al. 2011).

Il semble que **les avantages du vélo perçus par les habitants des villes soient moins évidents en périphérie** : sa flexibilité, sa rapidité, son coût, l'agrément qu'il représente, l'exercice physique qu'il permet... En effet, les habitants du périurbain ont depuis longtemps adopté un modèle de mobilité basé sur l'utilisation de la voiture particulière, sans qu'il soit réellement remis en question, ni par son coût ni par la réglementation. S'agit-il d'une cause ou d'un effet ? Par ailleurs, cette prédominance de la voiture particulière entraîne de nombreuses coupures de la cyclabilité (grands axes routiers non adaptés au vélo), qui limitent l'utilisation du cycle, faute d'infrastructures adéquates.

Par ailleurs, les verrous institutionnels en place ne favorisent pas non plus le développement du vélo comme véhicule utilitaire. En effet, **l'investissement public continue à être très fortement orienté vers les transports en commun puis la route**, malgré les avantages relatifs du vélo : « plus de 12 Mds€ d'investissements ont été consacrés à la route en 2014, alors que pour le vélo les montants s'expriment plutôt en millions » (Fabrique Ecologique 2017).

Les investissements en faveur du vélo se développent rapidement depuis quelques années sans être suffisants. Aujourd'hui, on estime que les régions investissent en moyenne 0,94 €/an/hab dans le vélo, les départements 3,75 €/an/hab et les EPCI 9,51 €/an/hab. L'Etat, via le Plan vélo, alloue 100 M€/an au vélo, soit environ 1,5 €/an/hab (Vélo & Territoires / ADEME 2019). Soit au total environ 15 €/an/hab investis dans les politiques vélo, correspondant à 1 Md€/an au niveau national. D'après notre étude de 2017, il faudrait investir environ 32 €/an/hab dans les zones de moyenne densité françaises pour développer un système vélo performant. Ce chiffre rejoint celui de l'ADEME réalisé en 2020 et correspond aux niveaux d'investissement en Hollande depuis plusieurs décennies (Inddigo - Vertigolab 2020). Actuellement, les politiques routières représentent 271 €/an/hab, et les politiques de transport en commun tous modes confondus, 473 €/an/hab.

D'autre part, l'article 20 de la **loi Laure**³⁸, principal dispositif juridique contraignant un maître d'ouvrage à réaliser des aménagements cyclables dès qu'il réalise ou rénove une voirie, s'applique rarement dans le périurbain. En effet, il a eu tendance à être interprété comme concernant uniquement les voiries en

³⁷ Trajet combinant plusieurs moyens de transport, tel que le vélo puis le train par exemple.

³⁸ La Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996 (LAURE ou encore loi Lepage) améliore les mécanismes et organismes chargés de la surveillance de la qualité de l'air. Elle crée notamment le Plan régional de la qualité de l'air, le Plan de protection de l'atmosphère, et le Plan de déplacements urbains. L'article 20 de la LAURE a été codifié : il est devenu l'article L. 228-2 du code de l'environnement.

agglomérations, et non les autoroutes et voies rapides, très présentes dans le périurbain, et laisse une importante latitude à l'aménageur en ce qui concerne les besoins en infrastructures.

Pourquoi s'intéresser au vélo ?

Parce que le vélo est un mode de déplacement particulièrement efficace

La plupart des avantages du vélo par rapport à la voiture sont liés à sa **légèreté**, qui permet à un cycliste de parcourir des dizaines de kilomètres en utilisant principalement sa propre énergie : 85 % de l'énergie dépensée est consacrée à déplacer la charge utile (le poids du cycliste), et non pas le véhicule, contrairement à une voiture, un bus, ou un train. C'est la faible masse du vélo, bien inférieure à celle de la voiture, qui explique les très faibles émissions de CO₂ (The Shift Project 2020a) et d'autres polluants. Les autres avantages liés à la très faible consommation énergétique du vélo sont les courtes distances nécessaires pour freiner et donc la très faible surface nécessaire pour rouler et la quasi-inexistence d'accidents mortels provoqués par le vélo.

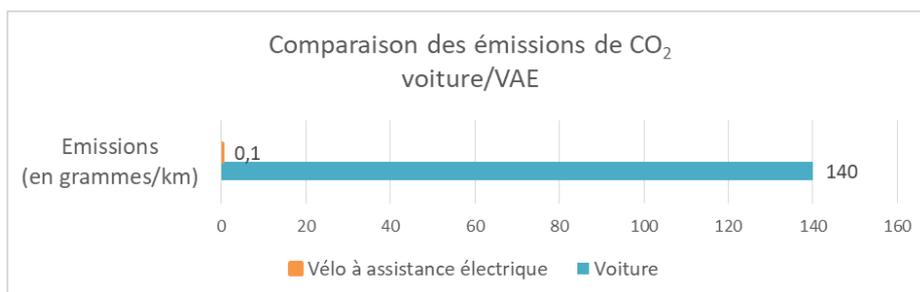


Figure 17 : Comparaison de quelques caractéristiques – masse, puissance mécanique, consommation d'énergie – entre les vélos à assistance électrique et la voiture (The Shift Project 2020a).

Parce que les cycles évoluent rapidement

Le **vélo à assistance électrique** (VAE) réduit sensiblement l'effort physique nécessaire par kilomètre, notamment en zone de relief, et augmente les vitesses moyennes et les distances parcourues : avec un VAE classique, un cycliste peut envisager des trajets quotidiens de 10-15 km (aller) ; avec un speed-pedelec (s-pedelec), cette distance peut dépasser les 20 km. Cette efficacité permet de positionner le VAE et le s-pedelec comme concurrents directs de la voiture particulière. De plus, 60 % des utilisateurs du VAE sont des femmes, et plus de la moitié ont plus de 50 ans, ce qui élargit le domaine de pertinence du vélo vers un public différent de celui du vélo classique (ADEME 2016a).



Ci-dessus, de gauche à droite, un vélo cargo équipé pour le transport d'enfants, un VAE et un s-pedelec, que nous avons pris la liberté d'inclure dans cette section malgré le fait qu'il ne s'agit pas, d'un point de vue réglementaire, d'un vélo.

Ci-contre, deux fonctionnaires de la ville de Göteborg avec un des Armadillos utilisés par leur service. Ce modèle peut transporter deux personnes, a un moteur de 250 W et une largeur de 82 cm. De ce fait, il rentre dans la catégorie des VAE et peut donc rouler sur les pistes cyclables.

Les **vélos cargos** (ou les vélos avec caddies ou carrioles) apportent une alternative à la voiture pour le transport de charge et d'enfants (le bac dont ils sont équipés est adaptable au motif d'utilisation). Les vélos cargos permettent de transporter jusqu'à 80 kg facilement (des modèles avec et sans assistance électrique sont disponibles sur le marché). Le volume transportable permettrait de couvrir 95 % des achats de proximité et 79 % des achats en grande surface, ainsi que tous les trajets d'accompagnement transportant une personne (soit 48 % des trajets d'accompagnement) (traitement (CGDD 2008)).

Cette sophistication croissante des cycles a un **prix** : le prix moyen d'un VAE classique en 2015 était de 995 € en France (CVTC 2017). Les vélos cargos coutent 1400 à 2500 € sans assistance, et 3000 à 6000 € avec. Pour le s-pedelec, les prix commencent aux alentours de 3000-4000 € et peuvent s'élever à 9000 €. Dans les deux cas, on peut espérer que les prix diminueront lorsqu'ils pourront être industrialisés à plus grande échelle.

Parce qu'un tiers de la distance parcourue en Vallée de la Seine est cyclable

En Vallée de la Seine environ **34 % des personne.kilomètres** (p.km), soit 83 % des déplacements, correspondent à des distances de 15 km ou moins ; 17 % des p.km (soit 70 % des déplacements) correspondent à des distances de 7 km ou moins [Traitement Vallée de la Seine]. Une partie non négligeable de ces déplacements pourrait donc théoriquement être effectuée autrement qu'en voiture.

Toutefois, il est important de distinguer les motifs de mobilité et les besoins qu'ils impliquent en termes de mode de transport.

Motif du déplacement	Part des p.km réalisés pour ce motif sur des déplacements de...		
	... moins de 7 km	... entre 7 et 15 km	... plus de 15 km
Travail/Etudes	10%	14%	76%
Accompagner/Aller chercher	27%	22%	51%
Loisirs	28%	20%	52%
Visites amis, famille	18%	19%	63%
Soins/Démarches	20%	18%	62%
Achat de grande surface	26%	27%	48%
Achat de proximité	32%	19%	49%
Autres professionnels	7%	13%	81%

Comment développer un système vélo ?

Sur le terrain, il existe un relatif consensus sur les ressorts permettant de mettre en place une politique vélo efficace, reposant sur les 3 piliers suivants :

- **La création d'infrastructures et d'équipements adaptés et sécurisés** : aménagements cyclables sécurisés et continus, stationnement vélo pratique, abris vélos sécurisés etc.
- **Le développement d'un écosystème de services** : location, ateliers d'auto-réparation, présence de vélocistes sur le territoire etc.
- **La mise en place d'actions de communication et d'animations** pour inciter au changement de comportement : ateliers de remise en selle, animations sur le territoire incitant à la pratique du vélo (nuit du vélo, présentation du service de location de vélo aux habitants avec possibilité de tester les vélos proposés etc.).

Les experts en politique cyclable vont au-delà de ce consensus en mettant en avant un 4ème pilier, sans lequel l'usage du vélo ne saurait se massifier : **la mise en place de contraintes à l'usage de la voiture** telles que la limitation des vitesses, la réaffectation d'espace de circulation et de stationnement, le respect des aménagements cyclables, la gestion des priorités aux carrefours. Ces aspects sont développés dans le dernier chapitre de ce rapport.

Le corollaire indispensable à la mise en place d'un tel système vélo est la planification. Le déploiement d'une politique vélo volontariste par les collectivités passe nécessairement par l'adoption d'un schéma directeur vélo permettant de planifier à long terme les objectifs à atteindre et les moyens d'y arriver.

Nous listons ici les principales mesures évoquées par les experts consultés dans le cadre du groupe de travail de 2017. Elles sont présentées à titre indicatif et nous semblent constituer un cadre favorable pour développer un système vélo. Nous les décrivons sommairement, sachant qu'elles ont déjà presque toutes été proposées et expérimentées. Le défi ne consiste pas à développer une nouvelle technologie particulièrement sophistiquée mais à déployer des équipements cyclables à une très grande échelle.

L'usage quotidien du vélo dépend de son **attractivité par rapport à la VP**. Ainsi, les actions décrites procèdent essentiellement de l'amélioration de l'attractivité du vélo, mais aussi de la réaffectation de moyens financiers (via la fiscalité, les subventions) et d'espace (via des réallocations directes d'espace, ou via des régulations sur les vitesses de déplacement) de la VP vers le vélo.

Des infrastructures permettant la libre circulation des vélos

Aujourd'hui, il y a peu d'aménagements pour les vélos dans le périurbain. Le *Guide pour une mobilité quotidienne bas carbone* conclut à ce sujet, suite à son enquête : « la plupart des interlocuteurs rencontrés identifient l'absence d'infrastructures cyclables sécurisées comme un frein majeur au développement de la pratique du vélo sur leur territoire » (Foglia 2020).

Notamment, les voies rapides routières qui créent des obstacles infranchissables, l'absence d'aménagements vélos sécurisés et continus le long des voies rapides, et le manque d'accessibilité des zones d'activités constituent des freins importants à la généralisation du vélo comme mode de déplacement.

L'infrastructure cyclable doit pouvoir être utilisée pour les mêmes motifs que les infrastructures routières : courses, domicile-travail, etc. Le parcours à vélo doit donc répondre à un souci d'agrément, sans que cet impératif prenne le pas sur le besoin de rapidité. Des infrastructures existent déjà, mais ce réseau cyclable est souvent traité en promenade par les aménageurs. Il est nécessaire de créer des itinéraires vélos cohérents sur l'ensemble du territoire. « Il faut assurer la **continuité** entre les infrastructures vélo prévues dans le cadre des agendas 21 et les itinéraires des schémas régionaux des véloroutes et voies vertes (SR3V)³⁹, qui pâtit souvent d'un manque de coordination entre les actions des associations et des pouvoirs publics locaux » (RAC-F / FNH 2014).

Par ailleurs, les infrastructures doivent être adaptées à chaque contexte spatial.

Dans les villes et bourgs il faut...

... réduire les vitesses. Pour développer le vélo dans les centres villes / bourgs, une mesure simple et efficace est nécessaire : la modération de la vitesse de circulation dans les bourgs et les lotissements, qui améliore la sécurité des cyclistes (Fabrique Ecologique 2017). Plusieurs villes françaises ont franchi le pas ces dernières années. Il n'est pas forcément nécessaire de créer des infrastructures, il suffit d'adapter l'existant. Plusieurs mesures permettent d'éviter que les véhicules aillent à plus de 50 km/h :

- aménagement de la voirie (dos d'âne et ralentisseurs, rétrécissement de la largeur de chaussée, au profit d'un trottoir ou d'une rangée d'arbres par exemple) ;
- implantation de zones 30 ou de zones de rencontre (20 km/h) respectant la réglementation ;
- généralisation du double sens cyclable dans les zones à 30 km/h (Frédéric HERAN 2012).

Ces mesures sont réalisables pour un budget jusqu'à vingt fois moins élevé que l'investissement nécessaire à la réalisation d'une piste cyclable (Fabrique Ecologique 2017).

Entre les bourgs il faut ...

... créer des corridors rapides. Les axes à haut potentiel vélo (distances de moins de 15 km entre les lieux de résidence et les centres d'activité importants : centres-villes, gares, universités, hôpitaux...) sont à aménager en priorité. Le type d'infrastructure dépendra de l'intensité des flux (cycle et routier) à faire coexister sur la voirie existante :

- routes à vélo (réseau express vélo) inspirées des *cycle highways* hollandaises, (presque) sans intersections avec les routes et séparées du trafic automobile. Le réseau express régional vélo, ou RER V promu par le collectif vélo Île-de-France et validé par IdF Mobilités vise d'ailleurs à développer 9 aménagements cyclables pour relier les grands pôles franciliens (Collectif Vélo Île-de-France 2019).
- pistes cyclables intégrées à la route (sans barrière physique) quand la cohabitation avec le trafic routier est possible sans compromettre ni la sécurité des cyclistes, ni la fluidité du trafic cycliste.

Les routes à vélo résulteront d'une combinaison pragmatique (mais sans concession par rapport aux principes d'efficacité et de sécurité) de voirie sous-utilisée (chemins ruraux, par exemple), parts de voirie existantes (réaffectation d'une voie d'une route existante au réseau express) et ouvrages d'art indispensables (comme, par exemple, le rajout d'un tablier pour les vélos à un pont ferroviaire existant, cf. le Snelbinder sur la route vélo entre Nijmegen et Arnhem aux Pays-Bas).

³⁹ Les schémas régionaux des véloroutes et voies vertes (SR3V) organisent les itinéraires cyclables tant en milieu rural qu'urbain. La quasi-totalité des régions métropolitaines sont couvertes par les SR3V.



Snelbinder Nijmegen, Pays-Bas



Plan d'action pour les mobilités actives (PAMA), La marche et le vélo, mercredi 5 mars 2014

La problématique des infrastructures cyclables ne se pose pas dans les mêmes termes pour les métropoles que pour les intercommunalités de taille plus petites (Foglia 2020) :

- Le vélo est bien pratiqué dans les villes-centres des métropoles et ne demande qu'à être étendu au reste du territoire ; dans les intercommunalités la pratique du vélo doit être développée au sein même de la ville-centre.
- Les flux de circulation automobile et la taille des territoires n'appellent pas les mêmes réponses dans les métropoles que dans les plus petites intercommunalités : la construction d'infrastructures cyclables sécurisées est plus nécessaire dans ces dernières, mais n'a pas besoin de passer par la création d'un réseau magistral de la même ampleur que dans ces premières.

Le Club des Villes et Territoires Cyclables (CVTC) milite pour l'affectation de « **10 % du budget des routes nationales et autoroutes** au maillage d'itinéraires vélo et à la résorption des grandes coupures que représentent les principales infrastructures routières et ferroviaires, les fleuves, les grands ouvrages... » (CVTC 2017) ⁴⁰.

Le sujet des infrastructures cyclables a été mis en avant par l'Etat dans le Plan vélo et mobilités actives en 2018 comme l'un des quatre grands axes de développement du vélo. Entre 2017 et 2019, le linéaire de pistes cyclables et voies vertes est passé de 40 000 à 47 000 km en France (MTES 2020b).

La Région Normandie participe à cet effort en favorisant le développement des aménagements cyclables via le financement à hauteur de 30 % à 50 % des projets de pistes cyclables et des études préalables, en aide aux communes et intercommunalités, en particulier pour les villes moyennes et les communes à dominante rurale. De manière similaire, la région Île-de-France, via son Plan Vélo régional, aide financièrement les collectivités et associations pour réaliser des études et des aménagements cyclables.

... conditionner l'autorisation de création de zones d'activité à l'accessibilité vélo dans les documents d'urbanisme pour mieux intégrer ce mode de déplacement dans le fonctionnement des territoires (Fabrique Ecologique 2017).

Partout, il faudra...

... améliorer la signalétique. Pour les cyclistes, la signalétique vélo apporte une meilleure visibilité des infrastructures dédiées et indique les directions. Le jalonnement routier tel qu'il existe aujourd'hui n'est pas adapté : les panneaux destinés à orienter des voitures peuvent envoyer les cyclistes vers des itinéraires à fort trafic de véhicules motorisés. Une signalétique spécifique aux vélos permet donc d'orienter les cyclistes vers des chemins plus adéquats, et de rendre l'espace lisible en leur permettant de se repérer, à la fois pour se diriger et pour mesurer les distances à parcourir.

Par ailleurs, pour les automobilistes, la présence d'une signalétique vélo alerte sur la présence de cyclistes et accroît leur vigilance.

... améliorer la visibilité des obstacles fixes afin qu'ils soient facilement évitables pour les cyclistes, et réduire le risque d'accident (Alice BILLOT-GRASSET 2015).

⁴⁰ Entre 1990 et 2015, la France a investi 45 milliards dans les routes nationales et 53 milliards dans les autoroutes. Un dixième de la moyenne annuelle de la somme de ces deux valeurs représente 400 M€.

Des services et équipements dédiés au vélo

Pouvoir utiliser le vélo comme mode de déplacement quotidien implique de développer des services dédiés au vélo :

- achat et **réparation** de vélos dans les lieux stratégiques, service qui pourrait être proposé dans les garages aujourd'hui dédiés exclusivement à la réparation de voitures, après une formation adaptée des garagistes ;
- **Un service de coordination entre les associations et services d'un territoire.** De nombreuses collectivités mettent en place une « maison du vélo » pour centraliser tous les services nécessaires à la pratique du vélo utilitaire : réparation, location, renseignements... Celle de Caen propose de tels services, des animations et ateliers, et favorise la réutilisation des vieux vélos. Une déclinaison en « hub-vélo⁴¹ » peut également être imaginée. Ce service physique peut s'articuler autour d'un site web.⁴²
- rétablissement d'un **diplôme d'Etat pour l'entretien et la réparation** des cycles, de haut niveau de qualification (CAP/BEP), incluant des modules sur le numérique (désormais présent dans la mécanique et dans les consoles des VAE et les applications numériques), ainsi que sur le recyclage. Ce diplôme ne remplacerait pas les formations plus légères existantes mais permettrait aux individus de se spécialiser et d'être reconnus dans ce secteur ;
- rétablissement de l'exigence de **qualification** pour l'entretien et la réparation de cycles supprimée par l'article 9 de l'ordonnance n°2015-1682 du 17 décembre 2015 qui la limite aux seuls véhicules « à moteur » ;
- mise en place d'une **TVA réduite** pour les petits services de réparation de vélos, qui présentent un fort potentiel de création d'emplois non délocalisables dans les ateliers de réparation solidaires, lesquels favorisent le réemploi des vélos inutilisés (CVTC 2017) ;
- des **assurances** qui permettent une utilisation continue, avec réparation immédiate ou vélo de rechange. Elles pourraient par exemple être liées à l'assurance voiture, ou à l'assurance habitation. De même, il est nécessaire de faciliter l'assurance des vélos utilisés pour les déplacements professionnels⁴³. Les employeurs qui n'assurent pas les véhicules des employés pour les déplacements professionnels peuvent exiger que leurs employés souscrivent une police d'assurance garantissant d'une manière illimitée leur responsabilité au titre de tous les dommages qui seraient causés par l'utilisation de leur véhicule à des fins professionnelles. Or, les assurances au tiers pour le vélo sont encore peu développées.

Le développement du vélo comme véhicule utilitaire encouragera les usagers à posséder des vélos plus sophistiqués et donc plus chers (VAE, vélo cargo...). Il convient donc de **sécuriser leur stationnement** (comme c'est le cas pour les voitures actuellement) dans les lieux publics et particulièrement à proximité des commerces, dans les entreprises et les immeubles sans cour pour protéger le vélo du vol. Le programme ALVEOLE, porté par la Fédération française des Usagers de la Bicyclette (FUB) et ROZO, est un bon exemple d'action allant dans ce sens⁴⁴. Ces mesures sont d'ailleurs prescrites pour les logements neufs dans le Code de la Construction et de l'Habitation, et environ 80 % des ménages normands et franciliens (hors Paris et 1^{ère} couronne) disposent déjà d'un espace où ils peuvent garer leurs vélos à domicile (voir Figure 14).

Parmi les mesures habituellement recommandées par les experts figurent :

- l'installation de places de **stationnement** (avec possibilité d'attacher la roue et le cadre) éclairées, abritées, et proches des bâtiments, avec une attention particulière portée aux zones commerciales, zones de service, établissements éducatifs, gares... grâce à l'exonération temporaire de deux ans de taxe foncière par exemple (CVTC 2017) ;
- l'utilisation de **surveillance** vidéo et/ou de surveillance humaine;

⁴¹ Structure proposant divers services en fin de trajet à vélo (consignes sécurisées, douches, entretien léger...).

⁴² A l'heure actuelle, peu de villes ont mis en place des pages dédiées au vélo dans leur agglomération. Pour se repérer et se déplacer en vélo, le cycliste doit souvent aller recueillir les informations à plusieurs sources, ce qui complique la démarche, contrairement au système voiture, largement généralisé et institutionnalisé.

⁴³ Difficulté observée par un des experts.

⁴⁴ Le programme ALVEOLE propose d'accélérer la création de locaux vélos équipés et sécurisés dans le parc locatif social d'habitat collectif existant via l'accès à un financement dédié (dont 60 % par les certificats d'économie d'énergie CEE) et d'accompagner les ménages bénéficiant de ce local vers une mobilité autonome. ALVEOLE se donne pour objectif la réalisation de 30 000 emplacements vélo sécurisés ainsi que l'accompagnement de 18 000 personnes à l'éco-mobilité d'ici 2021.

- la mise en œuvre de campagnes de **sensibilisation** au vol et sur l'importance d'un bon antivol.

Le réseau de transports en commun de Caen, Twisto, a ouvert en 2018 plusieurs parkings vélo sécurisés et couverts. Ainsi, une cinquantaine de places ont été créés pour les bicyclettes dans 4 abris, avec un prix d'abonnement de 10 €/an (Antivol Vélo 2019). La Métropole de Rouen a mis en place des parcs à vélo, dans des locaux fermés et surveillés par caméras, ainsi que des box à vélo qui ferment à clés et peuvent accueillir 6 vélos (Antivol Vélo 2018). Le Havre dispose de 12 parcs à vélo LiA fermés, abrités et sécurisés en plus d'autres parcs de stationnements sécurisés à proximité des transports en communs (Le Havre Seine Métropole 2020).

La SNCF développe avec les régions, Autorités organisatrices des TER, une politique vélo qui évolue depuis plus de 15 ans pour **favoriser le rabattement vélo sur le train**. Le service « parc à vélos » fait partie du contrat de base TER, et la rénovation des gares et pôles d'échanges intègre depuis près de 20 ans la rénovation et/ou la création de parcs à vélos à proximité des quais. Aujourd'hui, de nombreuses gares régionales SNCF sont dotées de parcs à vélos visibles autant que possible des agents commerciaux SNCF. Aujourd'hui il y a 32 000 places de stationnement de vélos en gare en France (dont 8000 en Île-de-France) (Île-de-France Mobilités 2020c; SNCF 2020). Ce chiffre inclut les simples arceaux, les consignes individuelles (à sécuriser avec son propre cadenas) et les consignes collectives, auxquelles on peut accéder avec sa carte d'abonnement. Le service parking vélo Ile-de-France mobilités (anciens Véligo station), propose ainsi des espaces abrités en libre accès ainsi que des consignes fermées pour vélo (Île-de-France Mobilités 2020b).

A noter par ailleurs que l'essentiel des voitures TER neuves et/ou rénovées sont équipées d'un espace dédié pour accrocher les vélos. En Normandie, l'emport d'un vélo non pliable à bord peut être limité en cas d'affluence. Sur le réseau Transilien, il est interdit aux heures de pointe.

Des mesures pour faciliter l'accès au vélo

Subvention à l'achat. L'Etat ou la collectivité peuvent aider un particulier ou une entreprise à acquérir un vélo, VAE⁴⁵ ou, vélo cargo. C'est par exemple ce qu'a ponctuellement fait la ville de Rouen à l'été 2020 en allouant une aide à l'achat de 30 % (avec un plafond de 300 €) pour l'achat d'un VAE ou d'un vélo cargo ou vélo pliant. Une subvention nationale d'un montant plafonné à 200 € pour l'achat d'un VAE ou d'un VCAE a été mise en place le 18 février 2017. Les s-pedelec peuvent prétendre à la subvention destinée aux cyclomoteurs électriques (L1e-a). La SNCF propose l'achat à prix subventionné d'un vélo pliant avec assistance électrique.⁴⁶

Prêt ou location. Ce service peut être géré par une association, une maison du vélo ou une entreprise. De plus en plus d'enseignes spécialisées proposent une location avec option d'achat (LOA). La location longue durée (de vélos ou de vélos cargos) peut faciliter la transition vers la mobilité intelligente : « un abonné à un système de vélos classiques sur 10 se sépare d'une voiture suite à la location et 1 abonné sur 6 quand il s'agit d'un VAE » (ADEME 2016b). Ile-de-France mobilité propose un programme de location longue durée de vélo à assistance électrique ; le service Véligo Location loue ainsi 15 000 VAE dans un objectif de triplement des déplacements à vélo (Région Île-de-France 2020).

Exonération fiscale. Les entreprises bénéficient depuis 2016 d'une exonération fiscale pour l'achat de flottes de vélos (Arval Mobility Observatory 2020). Le CVTC propose une extension de cette exonération à la location longue durée et aux solutions clé en main (incluant location, entretien, séance de remise en selle, information des salariés...) que proposent de nouveaux acteurs (CVTC 2017).

Pour rendre **le forfait mobilité durables**, instauré par le décret « forfait mobilités durables » suite à la loi LOM⁴⁷, réellement efficace il faudrait rendre le dispositif obligatoire dans les entreprises, augmenter les sommes défiscalisables pour le salarié comme pour l'employeur (plafond d'exonération des

⁴⁵ Cela est déjà prévu dans le projet de Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques [PREPA 2017]

⁴⁶ 1000 € au lieu de 1350 pour le VAE pliant.

⁴⁷ Décret n° 2020-541 du 9 mai 2020 relatif au « forfait mobilités durables » Le forfait mobilité durable donne la possibilité aux employeurs de prendre en charge tout ou partie des frais engagés par leurs salariés pour leurs déplacements à vélo, y compris à assistance électrique, entre leur résidence habituelle et leur lieu de travail. Elle est facultative, ne concerne que les employeurs privés. Les versements sont exonérés d'impôt sur le revenu (pour les salariés) et de cotisations sociales (pour les employeurs) plafonnés à 500 € par an et par salarié, même si l'employeur peut choisir de donner plus (Actu-Environnement 2020). L'observatoire de l'IKV estimait en 2018 que 237 000 salariés bénéficiaient du dispositif, soit 0,9% de la population active. (Philippe Collet 2018).

cotisations et d'impôt sur le revenu)⁴⁸ et permettre aux collectivités locales de le proposer à leurs agents dans les mêmes conditions que pour le privé⁴⁹.

Des actions pour favoriser la transition vers le vélo

Développer l'adoption de schémas directeurs vélo qui permettent le déploiement de politiques vélo volontaristes en définissant un projet de territoire et en planifiant à long terme les objectifs à atteindre et les moyens d'y arriver (Foglia 2020). Les territoires peuvent s'appuyer sur le programme AVELO de l'ADEME, qui a pour objectif d'accompagner les territoires « dans la définition, l'expérimentation et l'animation de leurs politiques cyclables ».

Intégration des services vélo dans les communes : accompagnement vélo, vélobus pour les scolaires, l'accompagnement des chômeurs (conseillers mobilité durable), ou encore services destinés au 3^{ème} voire 4^{ème} âge (sorties vélobus pour aller aux loisirs, faire les courses, balades ...) pour de nombreux co-bénéfices comme la santé, la socialisation, la lutte contre l'exclusion... Le CVTC recommande de « promouvoir la marche et le vélo afin que l'arrêt de la conduite automobile ne soit plus synonyme de mort sociale pour les personnes vieillissantes » et de « développer l'apprentissage du vélo à tout âge avec des séances de remise en selle et le développement des vélo-écoles » (CVTC 2017).

Sensibilisation. Il semble essentiel de lancer une grande campagne nationale de promotion du vélo et de la mobilité active auprès du grand public, des collectivités et des entreprises. Et ce notamment dans le cadre des plans de mobilité et des plans de déplacement inter-entreprises (CVTC 2017). Il faudrait aussi développer une stratégie pour sensibiliser la population aux coûts et bénéfices économiques, environnementaux et sanitaires de chaque mode de déplacement. D'autant plus que l'impact du vélo sur la santé, contrairement aux autres bénéfices, constitue un gain *direct* pour l'utilisateur. La loi d'orientation des mobilités prévoit dans ce sens que les publicités en faveur des véhicules à moteur soient accompagnées d'un message promouvant l'usage des mobilités actives, des mobilités partagées ou des transports en commun.

Il est également important de communiquer sur les vertus de la mobilité active et de l'intermodalité auprès de la Caisse d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT), des CCI, et des Directions Ressources Humaines (DRH), afin d'informer sur les avantages économiques de la pratique du vélo en entreprise, qui ont été prouvés en termes de compétitivité (Goodwill management 2015).

Les scénarios système vélo : démarche et impacts

Pour quantifier le potentiel de réduction des émissions de CO₂ lié au système vélo, nous avons défini deux scénarios distincts, correspondant à deux niveaux de mise en œuvre différents (voir p.19). Les hypothèses communes aux deux scénarios n'ont été rappelées que pour le scénario *Volontariste* bien qu'elles s'appliquent également au scénario *Potentiel Max*.

Scénario *Volontariste*

Démarche

Dans le cadre de ce scénario, nous supposons la **mise en place d'ici 10 ans de l'ensemble des infrastructures du système vélo** décrit dans la section « Des infrastructures permettant la libre circulation des vélos », ainsi que l'existence de l'ensemble des services dédiés au vélo (section « Des services et équipements dédiés au vélo »). Le niveau de service atteint par ce système vélo est alors celui décrit dans la section « Le système vélo : au-delà de la bande cyclable ».

⁴⁸ Le montant actuel a été réévalué de 400 à 500 €.

⁴⁹ En ce qui concerne les salariés du secteur public, le dispositif est applicable pour les fonctions publiques d'Etat et territoriales depuis le 11 mai 2020 en application de la LOM 2019. L'indemnité forfaitaire exonérée d'impôt et de prélèvements sociaux s'élève à 200€ pour un minimum de 100 jours d'utilisation du vélo, ou de covoiturage, pour les trajets domicile travail des magistrats et des personnels civils et militaires de l'Etat.

Hypothèses de calcul

Afin d'obtenir l'ordre de grandeur de la réduction des émissions de CO₂ induites par ce scénario, nous avons fixé des hypothèses chiffrées. Ces hypothèses sont détaillées dans la Note Méthodologique, et synthétisées ici.

Hypothèses communes aux deux scénarios

Du point de vue des calculs CO₂, dans les deux scénarios, nous avons supposé que tous les déplacements à vélo sont faits en VAE⁵⁰. Nous avons également supposé que le report modal vers le vélo se faisait au prorata des parts modales observées au sein des autres modes sur les déplacements reportés, sauf la marche. Autrement dit, un report est effectué depuis l'automobile, mais aussi depuis les différents transports en commun.

Nous avons par ailleurs supposé que les destinations, et fréquences de déplacement, ne sont pas modifiées par le développement du système vélo. Autrement dit, nous raisonnons à **demande de mobilité constante**.

Pour étudier l'impact d'un système vélo sur le temps passé à se déplacer nous avons considéré deux cas. Dans le scénario vélo musculaire, tous les déplacements sont faits en vélo musculaire avec une vitesse moyenne maximale de 15 km/h⁵¹. Dans le scénario VAE, tous les déplacements sont faits en VAE avec une vitesse moyenne maximale de 19 km/h.

Hypothèses spécifiques au scénario *Volontariste*

Nous avons demandé à deux groupes d'experts vélo d'évaluer les changements de comportements consécutifs à la mise en place d'un système vélo à la fois ambitieux et réaliste. Plus concrètement, les experts ont estimé la **probabilité qu'un trajet soit effectué à vélo en 2030** si les mesures décrites dans le paragraphe Démarche étaient mises en place d'ici là, pour chaque combinaison possible de trois variables : la distance à parcourir, la catégorie socio-professionnelle et le motif du trajet⁵².

Scénario *Potentiel Max*

Démarche

Dans le scénario *Potentiel Max* nous supposons, par définition, que tous les trajets pouvant raisonnablement être effectués à vélo le sont.

Dans le cadre de ce scénario, en plus de la mise en place des infrastructures et services dédiés au vélo (comme dans le scénario *Volontariste*), nous supposons que des **aides à l'accès au vélo** sont proposées (voir section « Des mesures pour faciliter l'accès au vélo »), et qu'un ensemble de **mesures transversales** sont mises en place (voir Chapitre 7) : une taxe carbone ambitieuse sur le carburant, une réduction globale des espaces de stationnement voiture en Vallée de la Seine, des zones de circulation restreinte interdisant la circulation des voitures dans les villes-centres, une réduction des vitesses maximales autorisées sur l'ensemble des routes, etc.

Ces mesures favorisent une généralisation des mobilités actives, accompagnée par un fort développement de cycles à assistance électrique (VAE, s-pedelec et autres).

Hypothèses de calcul

Afin d'obtenir l'ordre de grandeur de la réduction des émissions de CO₂ induites par ce scénario, nous avons fixé des hypothèses chiffrées. Ces hypothèses sont détaillées dans la Note Méthodologique, et synthétisées ici.

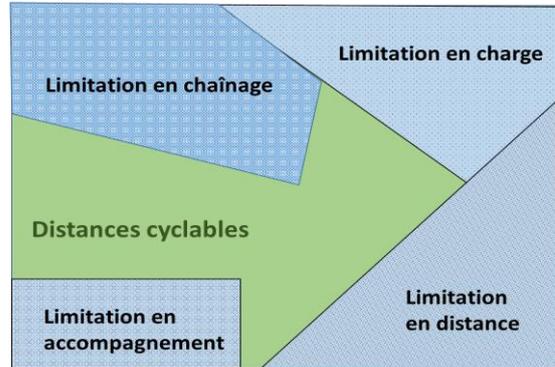
Le scénario *Potentiel Max*, en supplément des hypothèses communes décrites plus haut, suppose une série de **limitations physico-psychologiques** à l'usage du vélo, à savoir :

⁵⁰ Avec un facteur d'émission du puits à la roue faible, mais non nul (0,1 gCO₂/km).

⁵¹ C'est-à-dire, la vitesse moyenne sur chaque trajet ne peut pas être supérieure à 15 km/h.

⁵² Exemple de question à laquelle les experts ont dû répondre : quelle est la probabilité qu'un étudiant utilise son cycle pour réaliser des achats de proximité à une distance de 7 à 15 km de son domicile ? Réponse d'un groupe : 2 sur 5. Réponse de l'autre groupe : 0. Nous avons retenu 1 sur 5.

- le temps maximum passé à vélo par trajet est de 30 minutes. Par conséquent, les vélos classiques et les VCAE peuvent parcourir des distances de 7 km maximum, les VAE 10 km, les s-pedelec 20 km.
- Le vélo cargo permet de transporter un volume équivalent à celui d'un caddie, alors que les autres vélos ne permettent de transporter qu'un volume équivalent à celui d'un panier. Conséquence de cette hypothèse, couplée à la précédente : 95 % des distances pour les achats de proximité et 79 % de celles pour les achats en grande surface sur des trajets de 7 km ou moins sont faites en vélo cargo ou en vélo classique, et respectivement 91 % et 49 % pour les trajets compris entre 7 et 20 km sont réalisées avec un VAE ou s-pedelec.
- Le vélo cargo permet d'accompagner une personne au plus, et on considère que tous les trajets réalisés en tant que passager de voiture dans le scénario *Référence* doivent être accompagnés dans les scénarios système vélo (et seulement ceux-là).
- Tous les ménages sont équipés (ou ont accès à) des types de vélo leur permettant de couvrir au mieux leurs divers besoins de mobilité.
- Les trajets chaînés dont la distance totale dépasse les 40 km ne sont pas faits en vélo.



Résultats

Grande couronne d'Ile-de-France

En 2030 en grande couronne d'Ile-de-France, le développement d'un système vélo fait augmenter la part du vélo de 0,3% des p.km dans le scénario *Référence*⁵³ à 5,0% des p.km dans le scénario *Volontariste*. Dans le scénario *Potentiel Max*, la part du vélo atteint 22% des p.km parcourus. Ainsi, les distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) baissent de 6,4% dans le scénario *Volontariste* (respectivement de 28% dans le scénario *Potentiel Max*), par rapport au scénario *Référence*. Associée à cette baisse du trafic automobile, la consommation de pétrole se réduit de 6,5% en *Volontariste* (respectivement 28% en *PM*).

Principalement grâce au moindre usage de la voiture, les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 6,3% en *Volontariste* et de 27% en *PM*. En prenant en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules, la réduction des émissions totale est de : 5,7% en *Volontariste*, 24% en *PM*.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 6,5% en *Volontariste* (resp. 28% en *PM*), les émissions de PM₁₀ diminuent de 6,7% en *Volontariste* (resp. 29% en *PM*), et les émissions de PM_{2.5} diminuent de 6,3% en *Volontariste* (resp. 28% en *PM*).

Dans le cas où tous les déplacements en vélo sont faits avec un vélo classique, les habitants de grande couronne d'Ile-de-France passent -0,6% de temps dans les transports, soit 1 minute en moins, dans le scénario *Volontariste* (et respectivement 4,8% de temps en plus, soit 5 minutes en plus par jour dans le scénario *PM*)

Si tous les déplacements en vélo sont faits en VAE, les habitants de grande couronne d'Ile-de-France passent 1,2% de temps en moins dans les transports, soit 1 minute en moins, dans le scénario *Volontariste*. Dans le scénario *Potentiel Max* le temps passé dans les transports augmente de 0,6% soit 1 minute en plus.

Le coût des différents **vélos et équipements** nécessaires à leur usage par les ménages (différents véhicules, cadenas, équipements vestimentaires), le coût des **infrastructures** (autoroutes vélo, bandes cyclables, ouvrages d'art, signalisation routière), et de la **main d'œuvre** (vélo-école, et points d'information) constituent les augmentations de dépenses par rapport au scénario *Référence*.

⁵³ Tous les résultats sont exprimés par rapport au scénario *Référence* en 2030 (voir p. 25).

Le système vélo permet également de réaliser des réductions de dépenses par un moindre usage de la VP, par une moindre consommation de carburant et par de moindre frais liés aux besoins d'entretien, de réparations et d'assurance.

Les hypothèses fixées pour le bilan économique du scénario *Potentiel Max* sont les mêmes que celles du scénario *Volontariste*, mis à part qu'elles prennent en compte un renouvellement des équipements vélo plus fréquent que dans le scénario *Volontariste*, afin de tenir compte de leur plus grande intensité d'usage.

	Volontariste système vélo (M€/an)	Potentiel Max système vélo (M€/an)
Augmentation des dépenses Vélos (<i>Vol</i> : 120 000 vélos neufs/an ; <i>PM</i> : 520 000) Equipements vélo Autoroutes vélo (8 200 km) Bandes cyclables (19 000 km) Signalisation routière vélo Ouvrages d'art vélo Vélo-écoles et points d'information (1 700 temps-pleins)	650	1300
Réduction des dépenses Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits	410	1800
Bénéfice	- 240 (déficit)	450

Le scénario *Volontariste* induit un déficit annuel de 240 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant sensiblement supérieures aux réductions des dépenses. A contrario, le scénario *Potentiel Max* induit un bénéfice annuel de 450 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant largement compensées par les réductions des dépenses.

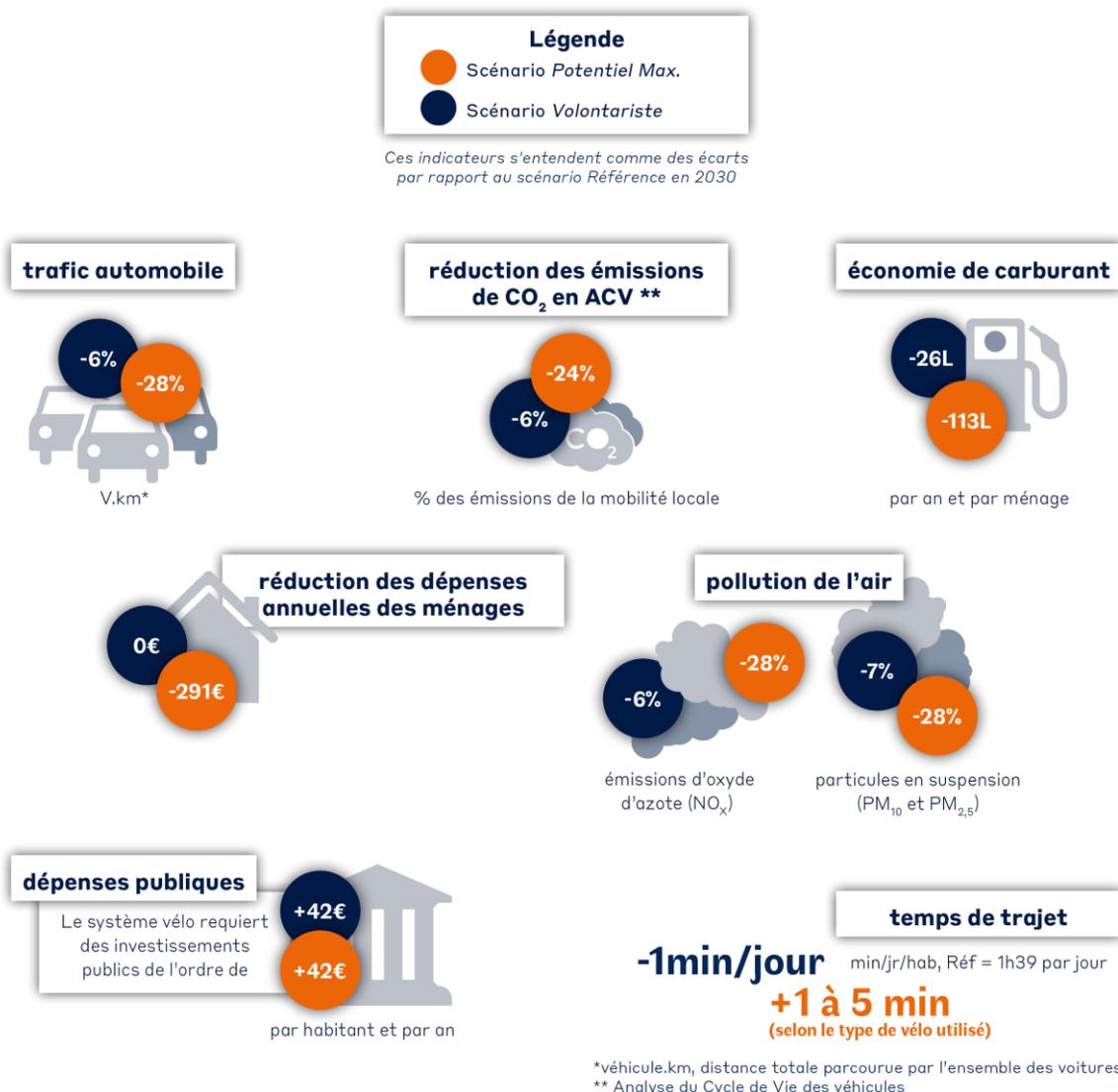
Ceci s'explique par les larges coûts fixes que représente le système vélo (infrastructures) pris comme hypothèse pour les deux scénarios : dans le cas du scénario *Volontariste*, l'investissement massif (8 200 km de pistes rapides et 19 000 km de pistes cyclables !) est largement sous-utilisé. Malgré les limitations de ce calcul simplifié de coûts et bénéfices, nous décelons un indice de plus de l'importance d'une approche systémique et vigoureuse de la transition vers les modes bas carbone : les économies d'échelle ne se manifesteront qu'à partir d'une certaine massification de l'usage du vélo (comme pour n'importe quel autre mode de transport).

Les externalités négatives et positives sur la santé des différents scénarios vélos ont été estimées à l'aide de l'outil Health economic assessment tool (HEAT). Les impacts sur la santé considérés sont ceux directement liés à la pratique du vélo : l'exposition à la pollution de l'air, l'exposition aux accidents et l'activité physique. A contrario, la baisse des émissions des particules fines due au moindre trafic voiture, n'est pas prise en compte dans cette estimation.

Selon cette évaluation, le scénario vélo *Volontariste* appliqué à la grande couronne d'Ile-de-France préviendrait le décès prématuré de 428 personnes chaque année, le scénario *Potentiel Max* éviterait celui de 1555 individus.

THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Système vélo » en grande couronne d'Île-de-France



Aires urbaines de Normandie

En 2030 dans les AU de Normandie, le développement d'un système vélo fait augmenter la part du vélo de 0,5% des p.km dans le scénario *Référence*⁵⁴ à 7,0% des p.km dans le scénario *Volontariste*. Dans le scénario *Potentiel Max*, la part du vélo atteint 33% des p.km parcourus. Ainsi, les distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) baissent de 6,4% dans le scénario *Volontariste* (respectivement de 31% dans le scénario *Potentiel Max*), par rapport au scénario *Référence*. Associée à cette baisse du trafic automobile, la consommation de pétrole se réduit de 6,5% en *Volontariste* (respectivement 32% en *PM*).

Principalement grâce au moindre usage de la voiture, les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 6,5% en *Volontariste* et de 32% en *PM*. En prenant en compte les émissions de CO₂ dues à la production et

⁵⁴ Tous les résultats sont exprimés par rapport au scénario *Référence* en 2030 (voir p. 25).

à la fin de vie des véhicules, la réduction des émissions totale est de : 5,8% en *Volontariste*, 28% en *PM*.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 6,4% en *Volontariste* (resp. 31% en *PM*), les émissions de PM₁₀ diminuent de 6,5% en *Volontariste* (resp. 32% en *PM*), et les émissions de PM_{2.5} diminuent de 6,5% en *Volontariste* (resp. 32% en *PM*).

Dans le cas où tous les déplacements en vélo sont faits avec un vélo classique, les habitants des AU de Normandie passent 0,9% de temps en plus dans les transports, soit 1 minute en plus, dans le scénario *Volontariste* (et respectivement 16,2% de temps en plus, soit 11 minutes en plus par jour dans le scénario *Potentiel Max*).

Si tous les déplacements en vélo sont faits en VAE, les habitants des AU de Normandie passent le même temps dans les transports dans le scénario *Volontariste* (respectivement 7,7% de temps en plus soit 5 minutes en plus par jour dans le scénario *Potentiel Max*).

Les hypothèses fixées pour le bilan économique en Normandie sont les mêmes que pour la Grande couronne d'Île-de-France, mais en tenant compte des besoins en infrastructures différents, plus grands pour la Région Normandie car la zone est deux fois plus étendue.

	Volontariste système vélo (M€/an)	Potentiel Max système vélo (M€/an)
Augmentation des dépenses Vélos (<i>Vol</i> : 84 000 vélos neufs/an ; <i>PM</i> : 410 000) Equipements vélo Autoroutes vélo (22 000 km) Bandes cyclables (29 000 km) Signalisation routière vélo Ouvrages d'art vélo Vélo-écoles et points d'information (1 000 temps-pleins)	690	1300
Réduction des dépenses Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits	290	1400
Bénéfice	- 400 (déficit)	160

Le scénario *Volontariste* induit un déficit annuel de 400 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant sensiblement supérieures aux réductions des dépenses. A contrario, le scénario *Potentiel Max* induit un bénéfice annuel de 150 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant juste compensées par les réductions des dépenses.

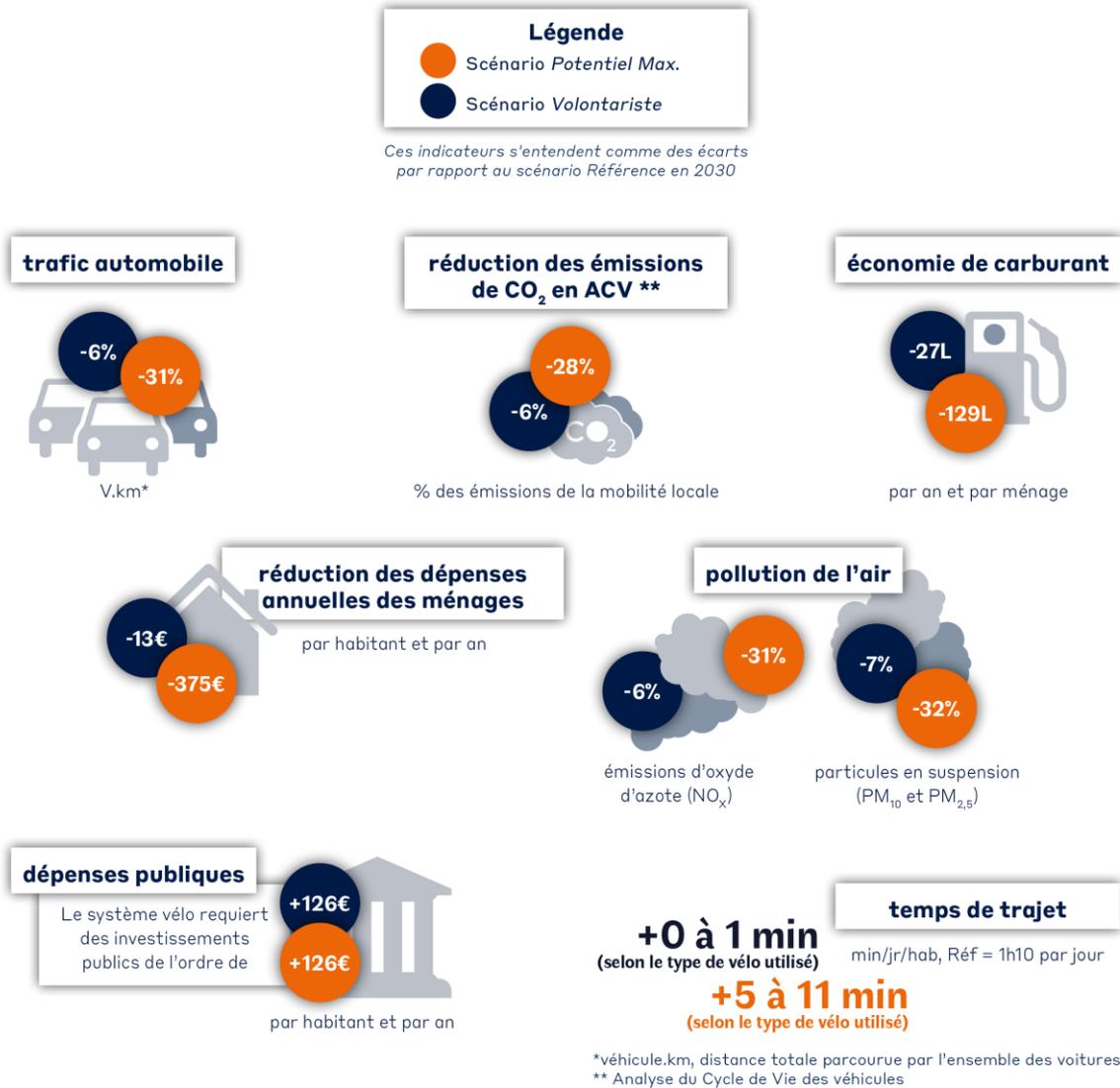
Ceci s'explique par les larges coûts fixes que représente un système vélo (infrastructures) : si l'usage du vélo n'est pas à la hauteur, alors les économies que le système permet ne compensent pas ces coûts.

Selon une évaluation à l'aide de l'outil HEAT⁵⁵, le scénario vélo *Volontariste* appliqué aux AU de Normandie préviendrait le décès prématuré de 262 personnes chaque année, le scénario *Potentiel Max* éviterait celui de 1097 individus.

⁵⁵ Cf résultats sur la Grande couronne IDF.

THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Système vélo » en Normandie



Aire urbaine du Calvados

En 2030 dans l'AU du Calvados, le développement d'un système vélo fait augmenter la part du vélo de 0,6% des p.km dans le scénario *Référence*⁵⁶ à 6,0% des p.km dans le scénario *Volontariste*. Dans le scénario *Potentiel Max*, la part du vélo atteint 31% des p.km parcourus. Ainsi, les distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) baissent de 5,4% dans le scénario *Volontariste* (respectivement de 30% dans le scénario *Potentiel Max*), par rapport au scénario *Référence*. Associée à cette baisse du trafic automobile, la consommation de pétrole se réduit de 5,6% en *Volontariste* (respectivement 30% en *PM*).

Principalement grâce au moindre usage de la voiture, les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 5,6% en *Volontariste* et de 30% en *PM*. En prenant en compte les émissions de CO₂ dues à la production et

⁵⁶ Tous les résultats sont exprimés par rapport au scénario *Référence* en 2030 (voir p. 25).

à la fin de vie des véhicules, la réduction des émissions totale est de : 4,9% en *Volontariste*, 27% en *PM*.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 5,5% en *Volontariste* (resp. 30% en *PM*), les émissions de PM₁₀ diminuent de 5,5% en *Volontariste* (resp. 30% en *PM*), et les émissions de PM_{2.5} diminuent de 5,6% en *Volontariste* (resp. 30% en *PM*).

Dans le cas où tous les déplacements en vélo sont faits avec un vélo classique, les habitants de l'AU du Calvados passent 0,8% de temps dans les transports, soit 1 minute en plus, dans le scénario *Volontariste* (respectivement 17% de temps en plus, soit 13 minutes en plus par jour dans le scénario *Potentiel Max*).

Si tous les déplacements en vélo sont faits en VAE, les habitants de l'AU du Calvados passent -0,8% de temps en plus dans les transports, soit -1 minute en plus, dans le scénario *Volontariste* (respectivement 7% de temps en plus soit 5 minutes en plus par jour dans le scénario *Potentiel Max*).

Les hypothèses fixées pour le bilan économique dans l'AU du Calvados sont les mêmes que pour la Grande couronne d'Île-de-France, mais en tenant compte des besoins en infrastructures différents, fonction de la taille de la zone et de sa densité routière.

	Volontariste système vélo (M€/an)	Potentiel Max système vélo (M€/an)
Augmentation des dépenses Vélos (<i>Vol</i> : 17 000 vélos neufs/an ; <i>PM</i> : 94 000) Equipements vélo Autoroutes vélo (3 600 km) Bandes cyclables (4 200 km) Signalisation routière vélo Ouvrages d'art vélo Vélo-écoles et points d'information (220 temps-pleins)	130	260
Réduction des dépenses Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits	60	330
Bénéfice	- 67 (déficit)	66

Le scénario *Volontariste* induit un déficit annuel de 67 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant sensiblement supérieures aux réductions des dépenses. A contrario, le scénario *Potentiel Max* induit un bénéfice annuel de 66 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant juste compensées par les réductions des dépenses.

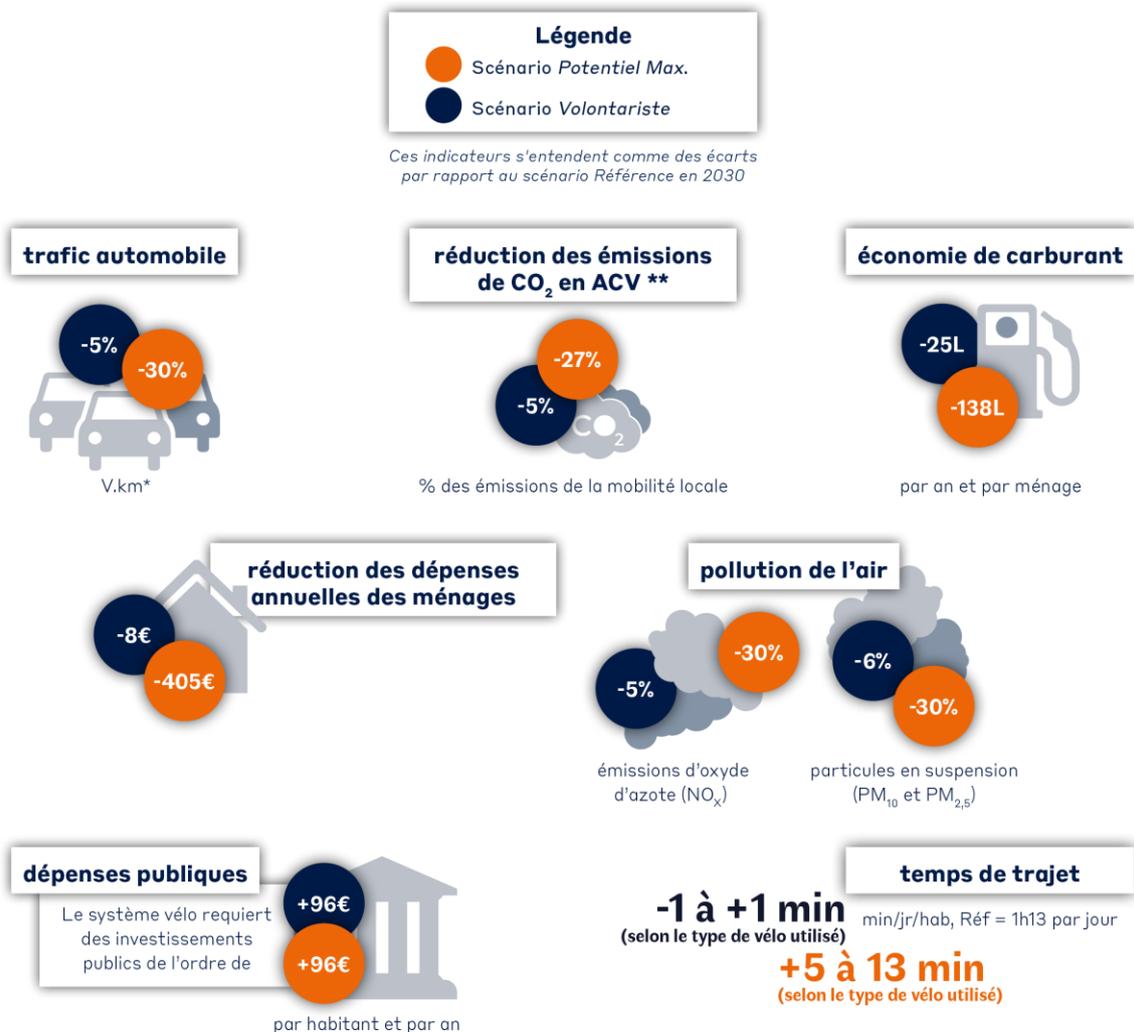
Ceci s'explique par les larges coûts fixes que représente un système vélo (infrastructures) : si l'usage du vélo n'est pas à la hauteur, alors les économies que le système permet ne compensent pas ces coûts.

Selon une évaluation à l'aide de l'outil HEAT⁵⁷, le scénario vélo *Volontariste* appliqué sur l'AU du Calvados préviendrait le décès prématuré de 54 personnes chaque année, le scénario *Potentiel Max* éviterait celui de 257 individus.

⁵⁷ Cf résultats sur la Grande couronne IDF.

THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Système vélo » au Calvados



*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
 ** Analyse du Cycle de Vie

Périmètre de l'EMD Rouen

En 2030 sur le périmètre de l'EMD de Rouen, le développement d'un système vélo fait augmenter la part du vélo de 0,3% des p.km dans le scénario *Référence*⁵⁸ à 7,9% des p.km dans le scénario *Volontariste*. Dans le scénario *Potentiel Max*, la part du vélo atteint 39% des p.km parcourus. Ainsi, les distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) baissent de 7,3% dans le scénario *Volontariste* (respectivement de 37% dans le scénario *Potentiel Max*), par rapport au scénario *Référence*. Associée à cette baisse du trafic automobile, la consommation de pétrole se réduit de 7,6% en *Volontariste* (respectivement 38% en *PM*).

Principalement grâce au moindre usage de la voiture, les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 7,6% en *Volontariste* et de 38% en *PM*. En prenant en compte les émissions de CO₂ dues à la production et

⁵⁸ Tous les résultats sont exprimés par rapport au scénario *Référence* en 2030 (voir p. 25).

à la fin de vie des véhicules, la réduction des émissions totale est de : 6,7% en *Volontariste*, 34% en *PM*.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 7,4% en *Volontariste* (resp. 38% en *PM*), les émissions de PM₁₀ diminuent de 7,8% en *Volontariste* (resp. 39% en *PM*), et les émissions de PM_{2.5} diminuent de 7,5% en *Volontariste* (resp. 38% en *PM*).

Dans le cas où tous les déplacements en vélo sont faits avec un vélo classique, les habitants de l'EMD de Rouen passent 0,8% de temps en moins dans les transports, soit 1 minute en moins, dans le scénario *Volontariste* (respectivement 11% de temps en plus, soit 8 minutes en plus dans le scénario *Potentiel Max*).

Si tous les déplacements en vélo sont faits en VAE, les habitants de l'EMD de Rouen passent 1,7% de temps en moins dans les transports, soit 1 minutes en moins, dans le scénario *Volontariste* (respectivement 3% de temps en plus soit 2 minutes en plus dans le scénario *Potentiel Max*).

Les hypothèses fixées pour le bilan économique en métropole de Rouen sont les mêmes que pour la Grande couronne d'Île-de-France, mais en tenant compte des besoins en infrastructures différents, fonction de la taille de la zone et de sa densité routière.

	Volontariste système vélo (M€/an)	Potentiel Max système vélo (M€/an)
Augmentation des dépenses Vélos (<i>Vol</i> : 17 000 vélos neufs/an ; <i>PM</i> : 85 000) Equipements vélo Autoroutes vélo (2 200 km) Bandes cyclables (3 500 km) Signalisation routière vélo Ouvrages d'art vélo Vélo-écoles et points d'information (230 temps-pleins)	110	230
Réduction des dépenses Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits	58	300
Bénéfice	- 50 (déficit)	68

Le scénario *Volontariste* induit un déficit annuel de 50 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant sensiblement supérieures aux réductions des dépenses. A contrario, le scénario *Potentiel Max* induit un bénéfice annuel de 68 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant juste compensées par les réductions des dépenses.

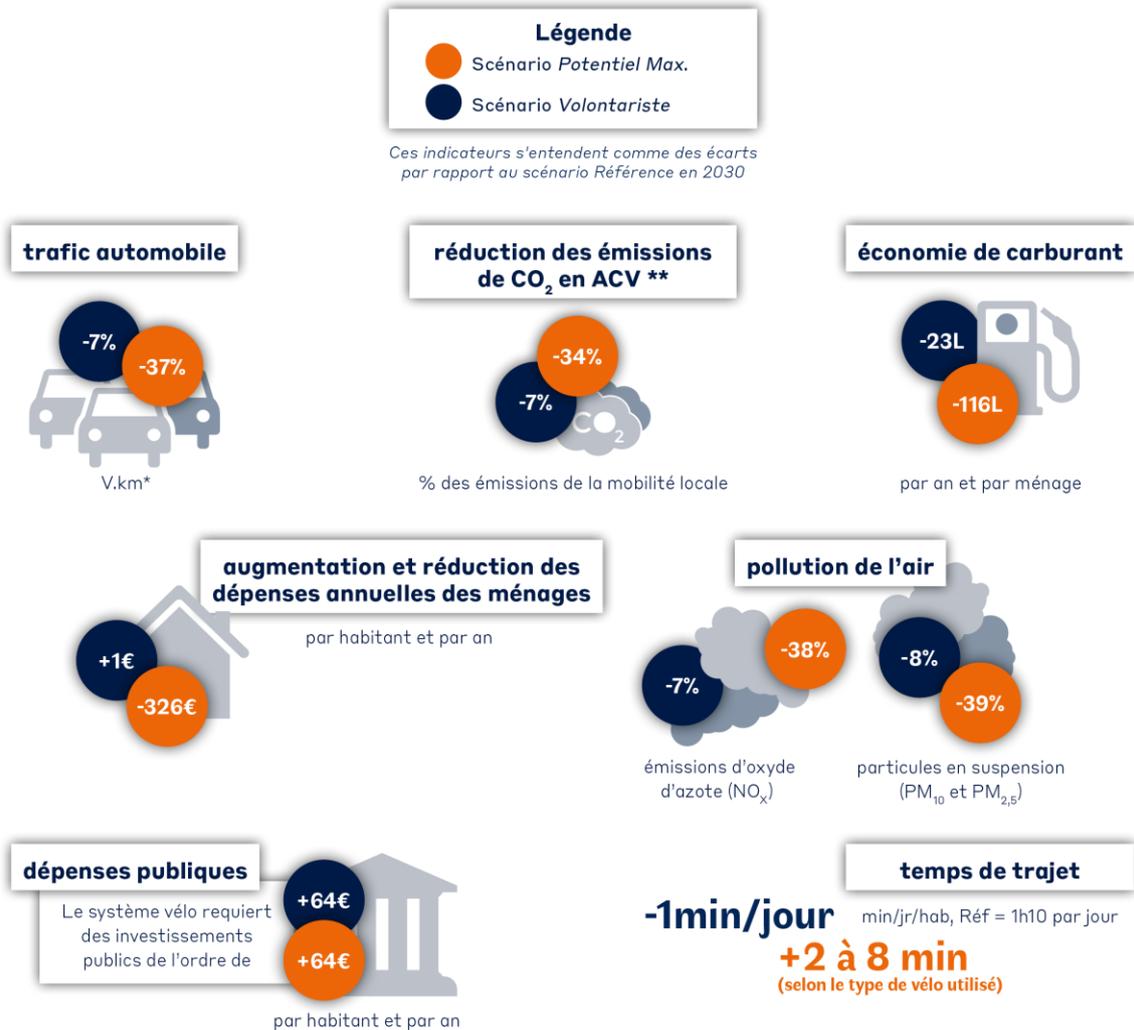
Ceci s'explique par les larges coûts fixes que représente un système vélo (infrastructures) : si l'usage du vélo n'est pas à la hauteur, alors les économies que le système permet ne compensent pas ces coûts.

Selon une évaluation à l'aide de l'outil HEAT⁵⁹, le scénario vélo *Volontariste* préviendrait le décès prématuré de 59 personnes chaque année dans la métropole de Rouen, le scénario *Potentiel Max* éviterait celui de 243 individus.

⁵⁹ Cf résultats sur la Grande couronne IDF.

THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Système vélo » à Rouen



*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
 ** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Périmètre de l'EMD du Havre

En 2030 sur le périmètre de l'EMD du Havre, le développement d'un système vélo fait augmenter la part du vélo de 0,6% des p.km dans le scénario *Référence*⁶⁰ à 6,6% des p.km dans le scénario *Volontariste*. Dans le scénario *Potentiel Max*, la part du vélo atteint 34% des p.km parcourus. Ainsi, les distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) baissent de 5,9% dans le scénario *Volontariste* (respectivement de 32% dans le scénario *Potentiel Max*), par rapport au scénario *Référence*. Associée à cette baisse du trafic automobile, la consommation de pétrole se réduit de 6,0% en *Volontariste* (respectivement 32% en *PM*).

Principalement grâce au moindre usage de la voiture, les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 6,0% en *Volontariste* et de 32% en *PM*. En prenant en compte les émissions de CO₂ dues à la production et

⁶⁰ Tous les résultats sont exprimés par rapport au scénario *Référence* en 2030 (voir p. 25).

à la fin de vie des véhicules, la réduction des émissions totale est de : 5,3% en *Volontariste*, 28% en *PM*.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 5,9% en *Volontariste* (resp. 32% en *PM*), les émissions de PM₁₀ diminuent de 5,9% en *Volontariste* (resp. 32% en *PM*), et les émissions de PM_{2.5} diminuent de 6,0% en *Volontariste* (resp. 32% en *PM*).

Dans le cas où tous les déplacements en vélo sont faits avec un vélo classique, les habitants de l'EMD du Havre passent 0,9% de temps en moins dans les transports, soit 1 minute en moins, dans le scénario *Volontariste* (et respectivement 15% de temps en plus, soit 10 minutes en plus dans le scénario *Potentiel Max*).

Si tous les déplacements en vélo sont faits en VAE, les habitants de l'EMD du Havre passent 1,7% de temps en moins dans les transports, soit 1 minute en moins, dans le scénario *Volontariste* (et respectivement 6% de temps en plus soit 4 minutes en plus dans le scénario *Potentiel Max*).

Les hypothèses fixées pour le bilan économique en métropole du Havre sont les mêmes que pour la Grande couronne d'Île-de-France, mais en tenant compte des besoins en infrastructures différents, fonction de la taille de la zone et de sa densité routière.

	<i>Volontariste</i> système vélo (M€/an)	<i>Potentiel Max</i> système vélo (M€/an)
Augmentation des dépenses Vélos (<i>Vol</i> : 10 000 vélos neufs/an ; <i>PM</i> : 55 000) Equipements vélo Autoroutes vélo (2 000 km) Bandes cyclables (3 200 km) Signalisation routière vélo Ouvrages d'art vélo Vélo-écoles et points d'information (150 temps-pleins)	80	160
Réduction des dépenses Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits	36	190
Bénéfice	- 44 (déficit)	33

Le scénario *Volontariste* induit un déficit annuel de 44 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant sensiblement supérieures aux réductions des dépenses. A contrario, le scénario *Potentiel Max* induit un bénéfice annuel de 33 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant juste compensées par les réductions des dépenses.

Ceci s'explique par les larges coûts fixes que représente un système vélo (infrastructures) : si l'usage du vélo n'est pas à la hauteur, alors les économies que le système permet ne compensent pas ces coûts.

Selon une évaluation à l'aide de l'outil HEAT⁶¹, le scénario vélo *Volontariste* préviendrait le décès prématuré de 37 personnes chaque année dans l'EMD du Havre, le scénario *Potentiel Max* éviterait celui de 158 individus.

⁶¹ Cf résultats sur la Grande couronne IDF.

THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Système vélo » au Havre

Légende

- Scénario *Potentiel Max.*
- Scénario *Volontariste*

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts par rapport au scénario Référence en 2030

trafic automobile



réduction des émissions de CO₂ en ACV **



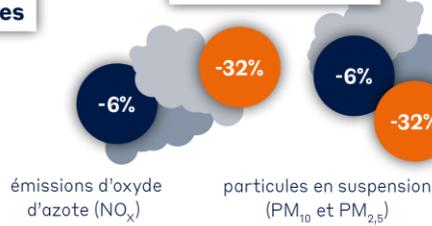
économie de carburant



augmentation et réduction des dépenses annuelles des ménages



pollution de l'air



dépenses publiques

Le système vélo requiert des investissements publics de l'ordre de



temps de trajet

-1min/jour min/jr/hab, Réf = 1h10 par jour
+4 à 10 min
(selon le type de vélo utilisé)

*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Chapitre 4 - Transports Publics Express (TPE)

Les « Transports Publics Express » (TPE), sont des transports en commun rapides et avec peu d'arrêts. Ils se caractérisent par une distance moyenne inter-station importante (plusieurs kilomètres) et par l'usage d'infrastructures rapides avec, si besoin pour assurer une vitesse commerciale élevée, des sections de trajets en site propre (sur des voies dédiées). Nous étudions donc :

- le **Bus Express**, un mode caractérisé par l'usage du car⁶², le trajet étant majoritairement effectué sur des voies rapides, afin d'assurer des vitesses commerciales supérieures, ou de l'ordre de celle de la VP (Figure 18) ;
- le **Train Périurbain**, c'est-à-dire l'ensemble des TER circulant dans le périurbain et aux abords des villes, et les RER et trains SNCF de banlieue, en Ile-de-France.

Les TPE sont particulièrement adaptés pour assurer une mobilité agrégeant de **forts flux** (c'est-à-dire, un grand nombre de passagers réalisant un même segment de trajet à la même heure), afin d'obtenir des taux de remplissage suffisants pour :

- rentabiliser les investissements, la maintenance et l'opération de ces modes ;
- permettre des émissions de CO₂ par p.km beaucoup plus faibles que celles de la VP.

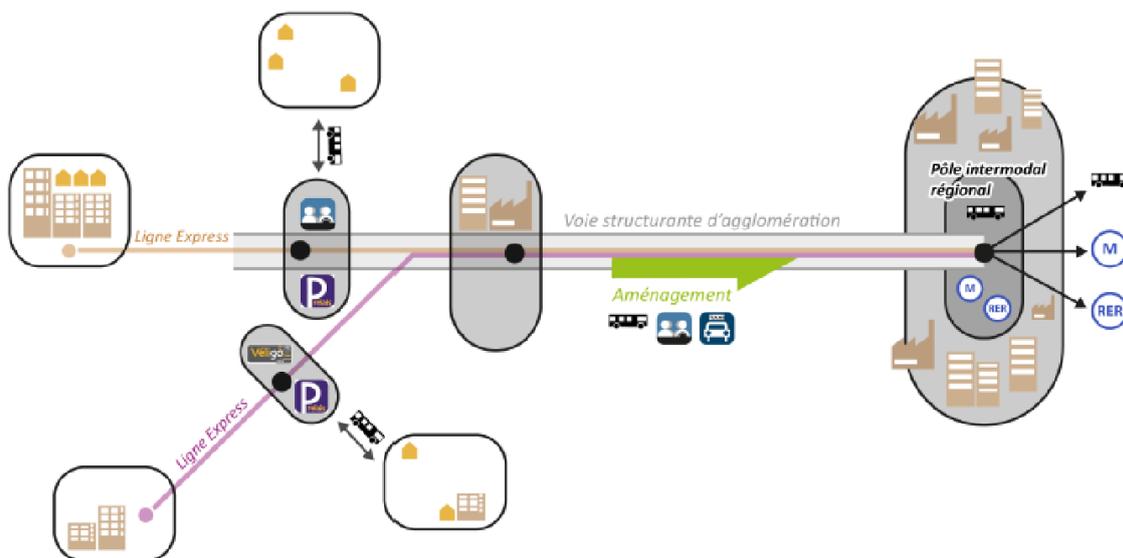


Figure 18 : Schéma de principe du Bus Express. Des lignes de bus partent de communes périurbaines voisines de voies rapides, y font un nombre restreint d'arrêts, rejoignent la voie rapide, font un arrêt à cette jonction pour embarquer les passagers qui vivent à proximité, puis ils empruntent la voie rapide (avec éventuellement quelques arrêts spécifiquement aménagés pour que le bus n'ait pas à sortir de l'autoroute) jusqu'au pôle intermodal, situé en périphérie du centre, qui permet l'interconnexion avec les modes de l'urbain dense.

La situation actuelle

Les TPE aujourd'hui

Le Bus Express

Le Bus Express ne se confond pas avec le **Bus à Haut Niveau de Service** (BHNS). Le BHNS est un transport en commun basé sur le mode bus et non soumis au trafic automobile grâce à la présence de voies dédiées au bus et grâce à une signalisation, donnant la priorité au bus par rapport au reste de la circulation (COST 2011). Cependant, de nombreux BHNS ne peuvent pas être caractérisés « d'express », notamment les BHNS urbains ayant des distances inter-station inférieures au kilomètre, leur vitesse commerciale étant alors relativement faible (assez proches de celle d'un tramway urbain). Les BHNS « de banlieue » n'utilisant pas de voies rapides ne sont pas non plus des bus express. Par exemple, le

⁶² Ce mode est en fait techniquement un car plutôt qu'un bus, n'autorisant pas la station debout, et rendant le port de la ceinture de sécurité obligatoire (selon la directive européenne 2003/20/CE).

Trans'Val de Marne (TVM) circule à une vitesse commerciale de 23 km/h, malgré de nombreuses sections en site propre, car son inter-station est inférieure à 650 m.

Le réseau de bus express madrilène, constitué des voies rapides reliant Madrid aux différents pôles urbains de la région, est l'une des meilleures références en matière de bus express. La région étant multipolaire, les Bus Express captent de manière significative les flux de passagers entre Madrid et les petits pôles gravitant autour (15 % de report modal depuis la VP vers le Bus (Fabrique de la Cité 2015)). On peut estimer que ce réseau de bus inter-urbains transporte, pour la région de Madrid (soit 6,5 millions d'habitants), un peu plus de 4 Gp.km/an (EMTA 2008). Ces flux se répartissent sur 7 autoroutes, radiales, et chacune d'elles aboutit à un pôle intermodal qui permet aux voyageurs une connexion rapide à un mode de transport urbain (Consortio Transportes Madrid 2010). En moyenne, chaque autoroute permet à 60 000 passagers par jour de transiter en bus, soit l'équivalent du flux de voitures pouvant transiter par une voie d'autoroute. Plusieurs lignes d'autobus circulent sur chaque autoroute. Ainsi, chaque ligne du réseau transporte en moyenne 2 400 passagers tous les jours, et le taux de remplissage des bus est de 30 personnes par trajet dans le sens le plus chargé.

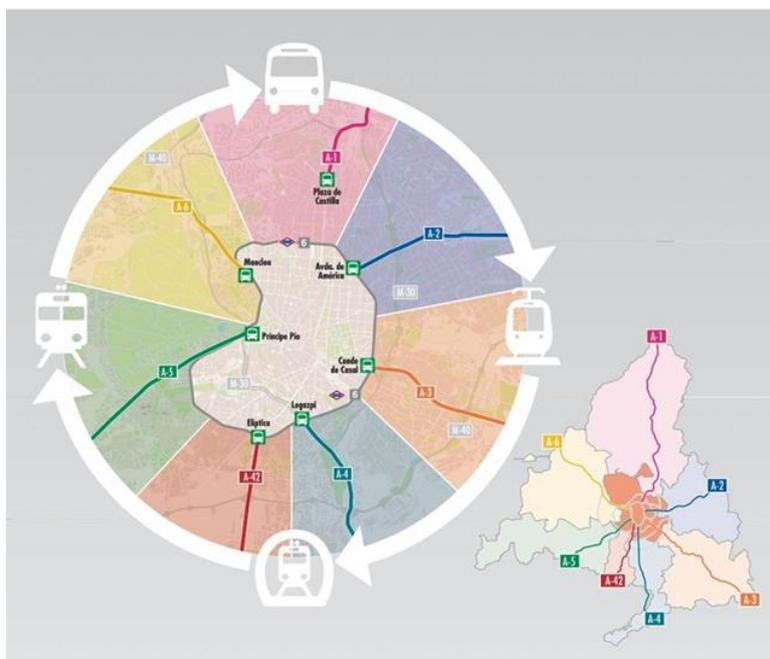


Figure 19 : Voies rapides radiales que le réseau de bus inter-urbain madrilène utilise, et les pôles intermodaux aux abords de Madrid.

En **Ile-de-France**, plusieurs lignes de Bus Express existent :

- 3 lignes parcourent l'autoroute A14. Ces lignes couvrent des distances allant de 28 km à 46 km, et transportent environ 6 000 passagers par jour (qui font l'aller-retour, donc 12 000 trajets), soit environ 2 000 passagers par ligne et par jour. Elles aboutissent au pôle intermodal de la Défense, zone très dense en emplois et en loisirs (centre commercial le plus fréquenté de France), et circulent en jours ouvrés et le week-end. Seule une de ces trois lignes marque un arrêt entre sa ville d'origine et le pôle de la Défense.
- La ligne Dourdan RER - Massy Palaiseau RER, empruntant l'autoroute A10, et marquant deux arrêts le long de l'A10. Cette ligne parcourt 36 km, et transporte 2 600 passagers en jour ouvré. L'un des arrêts (Gare routière de Briis-sous-Forges) est équipé d'une gare autoroutière (Figure 11). Une enquête parmi les usagers de cette gare a révélé que 80 % ont pour motif le domicile-travail (DT) et 20 % le domicile-études.



Figure 20 : Gare autoroutière/parking de covoiturage de Dourdan

- De nombreuses autres lignes de bus empruntent le réseau autoroutier (66 lignes, d'après [IAU 2006]) sur de plus ou moins longues sections.

En France, les réseaux de cars⁶³ ont traditionnellement été organisés par les Départements, avec une vocation de desserte interurbaine entre villes du département. Cette compétence est passée aux Régions suite à l'adoption de la loi NOTRe en 2015. Il convient également de noter que 30 % de l'offre proposée par la SNCF est en fait une offre routière actuellement exploitée avec le mode autocar.

Le Train Périurbain

Le réseau actuel de train fait l'objet depuis quelques années d'un **surcroît d'effort de rénovation lourde** afin de pérenniser ses caractéristiques, voire de les améliorer dans un certain nombre de cas. Ces plans de modernisation, financés dans le cadre des contrats de plan Etat-Région (CPER), incluent des modernisations en Ile-de-France, comme sur quelques lignes de TER en région (DREAL Bourgogne-Franche-Comté 2019).

Pourquoi s'intéresser aux TPE ?

Les TPE sont adaptés à certains flux de mobilité

Les TPE, via le Train Périurbain, sont déjà **significativement utilisés dans les aires urbaines normandes et franciliennes** pour assurer une mobilité bien spécifique, que l'on pourrait qualifier de « pendulaire » :

- mobilité en jour ouvré ;
- effectuée lors des heures de pointes, le matin (de 6 h à 9 h) ou le soir (de 16 h à 20 h) ;
- radiale au sein de l'AU, c'est-à-dire de la périphérie vers le centre et vice-versa (et non pas entre deux zones périphériques) ;
- sur une distance suffisamment longue pour que la moindre flexibilité des transports en commun et les temps d'interconnexion soient compensés par sa vitesse plus élevée vis-à-vis de la VP.

Au niveau national, la mobilité radiale se caractérise par des **flux inter-communes importants** (plus de 40 % des flux (en p.km) y sont supérieurs à 1 000 salariés par jour ouvré (INSEE 2013)), condition nécessaire à la viabilité financière des transports en commun, généralement domicile-travail et domicile-études.

Une partie encore importante de ces flux est réalisée en VP (voir Figure 21), et pourrait être reportée vers les TPE, réduisant les émissions de CO₂.

⁶³ Nous parlons ici de services publics de transport, à distinguer des cars strictement commerciaux, dits « cars Macron »

La mobilité non-radiale (c'est-à-dire allant de la périphérie à la périphérie ou restant à l'intérieur du centre d'un pôle) se caractérise par des flux plus diffus (seulement 11 % des flux (en p.km) y sont supérieurs à 1 000 salariés par jour ouvré) (INSEE 2013). La répartition modale de la mobilité non-radiale est largement dominée par la VP (voir Figure 21). Les transports en commun classiques (et les TPE) ne sont pas adaptés à cette mobilité à cause de leurs infrastructures à dominante radiale (pour le ferroviaire) et leur manque de flexibilité pour couvrir cette mobilité diffuse (pour la route). Les TPE peuvent tout de même être adaptés à certains trajets non radiaux mais agglomérant de forts flux.

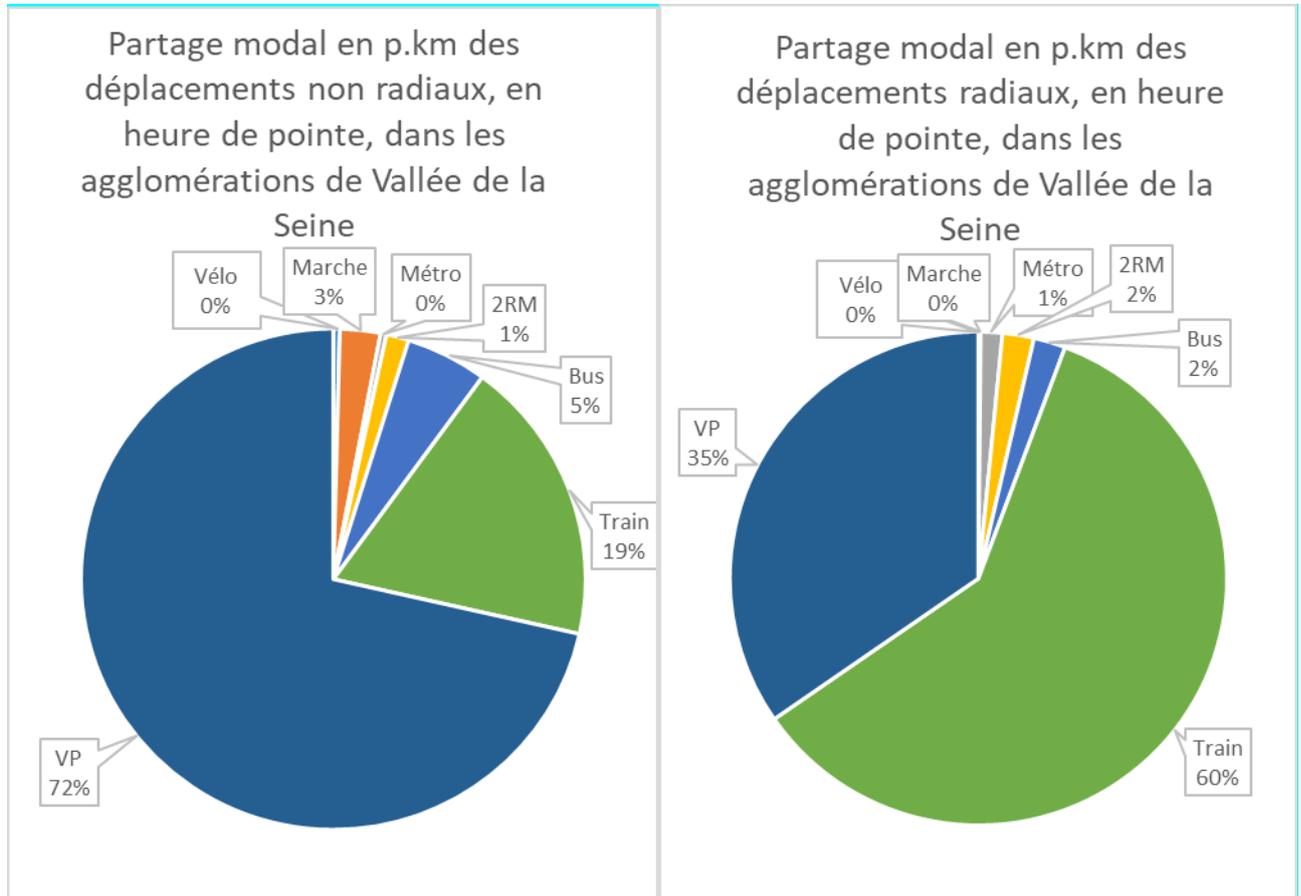


Figure 21 : Répartition modale en p.km des déplacements en jour ouvré, heure de pointe, non radiaux (à gauche) et radiaux (à droite), dans les agglomérations de Vallée de la Seine (Grande couronne d'IDF, AU Calvados, EMD Rouen, EMD Le Havre).

La tendance est à l'augmentation de la pendularité

Selon l'INSEE, **deux actifs sur trois travaillent en dehors de leur commune de résidence** en 2013 en France (INSEE 2016a). Ce chiffre est en augmentation de 6 points depuis 1999, « *témoignant de la déconnexion croissante entre lieu de domicile et lieu de travail* ». Les navetteurs (ces actifs travaillant en dehors de leur commune de résidence) se déplacent très majoritairement en VP.

Depuis 1999, la proportion de déplacements domicile-travail de moins de 10 km a baissé au profit de ceux compris entre 20 et 50 km. **La distance médiane de ces déplacements a augmenté globalement** dans toutes les régions, sauf en Ile-de-France, où elle est restée stable. Elle est ainsi passée de 13 km en 1999 à 15 km en 2013.

Comme les distances des trajets DT augmentent et sont en majorité effectuées en VP, nous nous proposons d'étudier le potentiel de report de la VP vers les TPE des flux de mobilité les plus importants.

Un réseau radial très développé

Le réseau autoroutier français est l'un des plus denses au monde. Les cartes suivantes (Figure 22 et Figure 23) illustrent la couverture de nos zones d'étude par le réseau autoroutier et par le réseau ferroviaire, développés essentiellement selon des radiales autour des agglomérations.

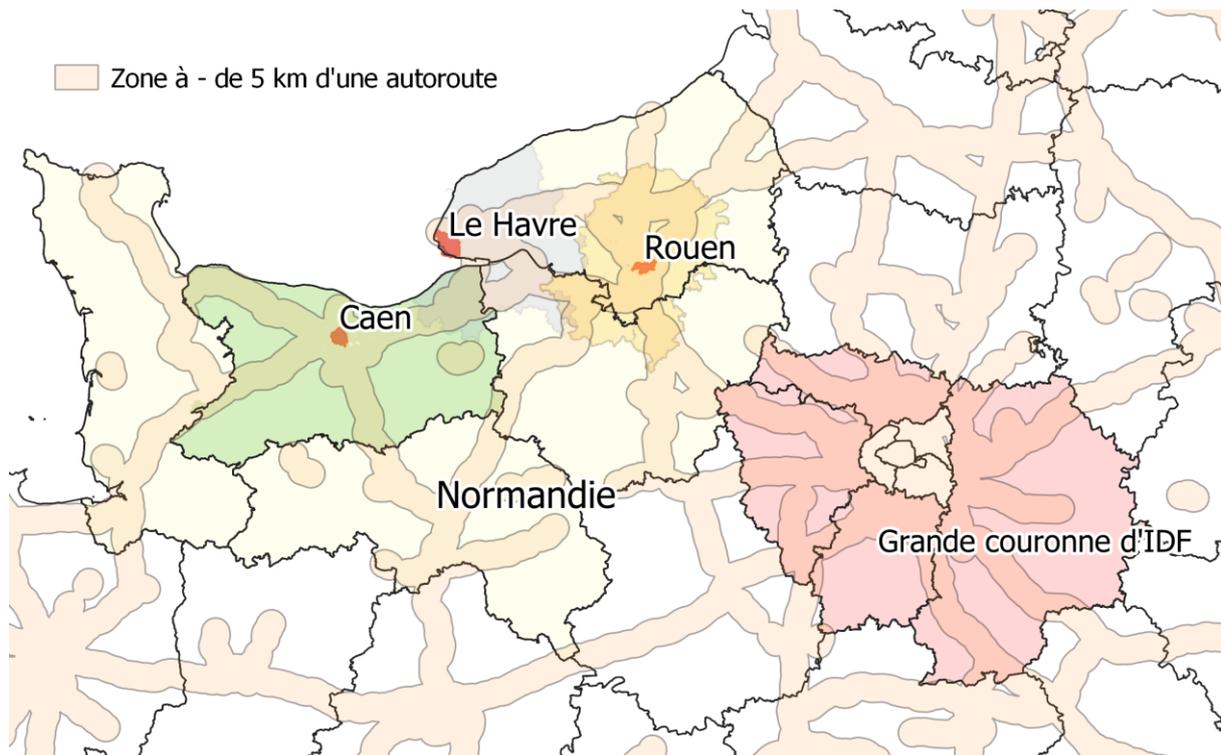


Figure 22 : Zone de 5 km autour des autoroutes en Vallée de la Seine, et zonage utilisé pour l'étude. On observe que les agglomérations de Vallée de la Seine sont bien couvertes par le réseau autoroutier.

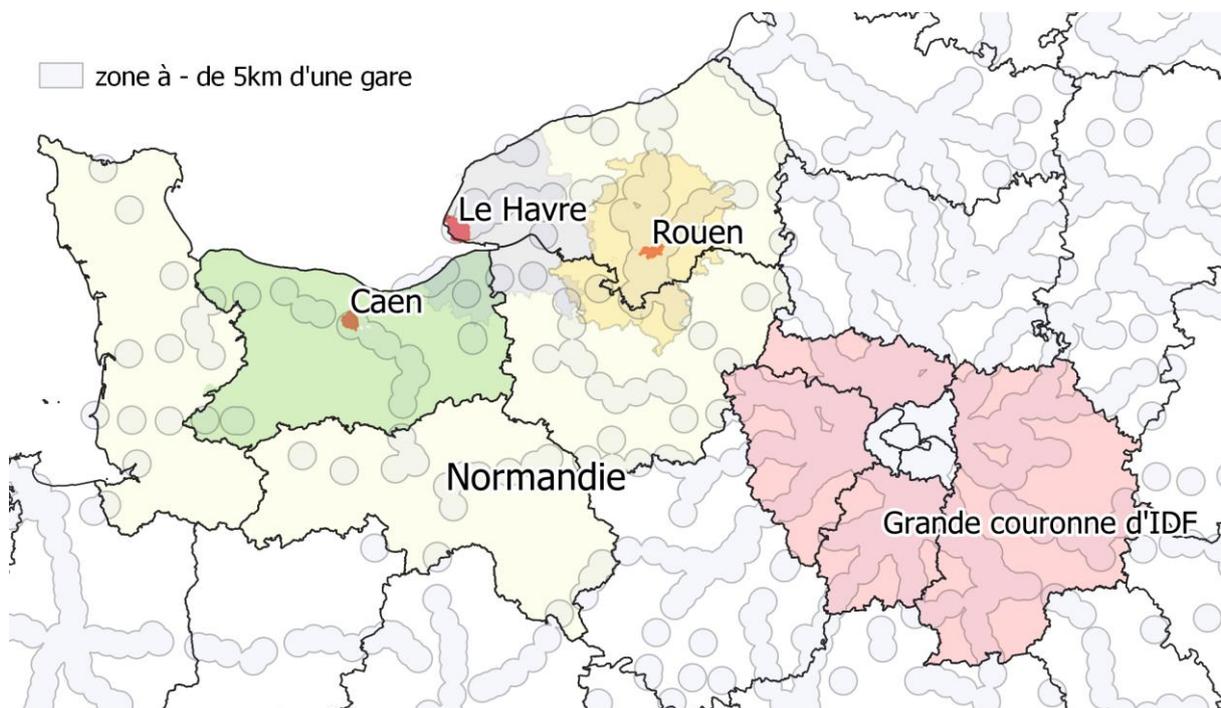


Figure 23 : Zone de 5 km autour des gares et haltes ferroviaires en Vallée de la Seine.

Une capacité ferroviaire entre la périphérie et le centre des aires urbaines qui pourrait augmenter

Différents projets, en Île-de-France et en Normandie, pourraient permettre une augmentation de la capacité ferroviaire entre la périphérie et le centre des aires urbaines.

En Ile-de-France, sont prévus la prolongation de la ligne de RER E (Eole) jusqu'à Mantes-la-Jolie, le déploiement de nouveau matériel roulant sur les lignes B et D du RER et sur des lignes de Transilien (Île-de-France Mobilités 2020a) et la mise en place d'un dispositif de pilotage automatique sur les lignes de RER E, B et D, permettant des capacités accrues. On estime ainsi une augmentation d'environ 25 %

de la capacité sur le RER D. Certains de ces projets pourraient cependant être retardés par la crise de la Covid-19 (leparisien.fr 2020).

Notons que le projet de réseau de métro automatique du « Grand Paris Express » concerne essentiellement la petite couronne francilienne, mise à part la ligne 18, qui reliera Versailles Chantiers à l'aéroport d'Orly en passant par le plateau de Saclay, d'ici 2030⁶⁴, ce qui n'en fait pas une ligne radiale.

La Ligne Nouvelle Paris-Normandie (LNPN) est un projet de ligne ferroviaire portant l'ambition d'améliorer les dessertes – en termes de fréquence, de rapidité et de régularité – entre les grandes villes normandes, la Vallée de la Seine et Paris. La LNPN devrait commencer par l'optimisation des infrastructures existantes et notamment par la réalisation d'un saut-de-mouton⁶⁵ à la Gare de Saint Lazare, permettant de décroiser les flux et de régulariser le trafic. Les travaux devraient s'échelonner jusqu'à 2037 et sont nécessaires pour développer les fréquences en heure de pointe (Agence d'Urbanisme de Rouen et des Boucles de Seine et Eure 2020).

Hors Ile-de-France, la mise en œuvre d'une desserte TER vraiment performante et cadencée desservant les zones périurbaines (telle qu'on peut la rencontrer dans d'autres pays européens tels l'Allemagne ou la Suisse) est encore embryonnaire, alors qu'elle serait possible sans aménagement d'infrastructure dans certains cas.

Cependant, les plans d'actions régionaux de soutien aux petites lignes ferroviaires annoncés par le ministère de la transition écologique et solidaire (MTES 2020) devraient permettre de maintenir, voire de développer, les niveaux de service du train périurbain en Normandie. Par ailleurs, dans le cadre du plan de relance de 2020, le ministère des transports a apporté un soutien financier supplémentaire au développement de services express métropolitains dans les principales agglomérations françaises, dont Rouen pourrait faire partie⁶⁶ (MTE 2020).

Comment développer les TPE ?

Nous listons ici les principales mesures évoquées par les experts consultés dans le cadre du groupe de travail. Elles sont présentées à titre indicatif et nous semblent constituer un cadre favorable pour développer les TPE.

Précisons que chaque aire urbaine est un cas particulier (variabilité sur l'offre autoroutière et ferroviaire, forme urbaine, etc.) : les mesures décrites ci-dessous doivent donc être déclinées par territoire.

Les TPE ont le potentiel de réduire les émissions de CO₂ par un report modal depuis la VP. Absorber cette mobilité requiert un ensemble d'actions, pour **développer le Bus Express et pour augmenter la capacité du système ferroviaire**. L'usage des TPE dépend de leur attractivité par rapport à la VP. Ainsi, les actions décrites procèdent essentiellement de l'amélioration de l'attractivité des TPE (par une montée en capacité et une optimisation de leur vitesse commerciale) et de la réaffectation d'espace aujourd'hui destiné à la voiture vers le Bus Express.

Bus Express

Comme décrit en Figure 9, un réseau de Bus Express nécessite un ensemble de voies rapides et de gares autoroutières périphériques permettant aux passagers de garer leur véhicule puis d'accéder rapidement au bus, et d'un ensemble de pôles intermodaux permettant une connexion rapide entre le bus et les modes de l'urbain dense. Ces différents éléments sont décrits ci-dessous.

⁶⁴ Il est prévu que Versailles Chantiers soit ensuite relié à Nanterre par un prolongement de cette ligne, après 2030.

⁶⁵ Un saut-de-mouton est un dispositif ferroviaire constitué d'un pont, d'une tranchée ou d'un court tunnel permettant à une voie ferrée d'en croiser une autre en passant par-dessus ou par-dessous.

⁶⁶ Afin de rendre l'offre ferroviaire périurbaine normande plus performante, le conseil économique, social et environnemental régional (CESER) recommande de densifier les dessertes ferroviaires périurbaines sur les axes les plus chargés, autour des grandes agglomérations de Normandie, afin de développer un « RER » normand. L'objectif serait de poursuivre la « diamétralisation des dessertes ferroviaires périurbaines sur les axes les plus chargés » autour des agglomérations de Rouen et de Caen et de densifier l'offre autour du Havre, afin de créer un réseau permettant d'assurer des « dessertes fines des territoires périurbains en périodes de pointes et de contre-pointes » (CESER 2019). Un ensemble de propositions concrètes de renforcement des dessertes ferroviaires dans le périurbain de Rouen, du Havre et de Caen est établi par la Fédération Nationale des Associations d'Usagers des Transports (FNAUT) de Normandie (FNAUT Normandie 2020). La Fédération recommande également d'optimiser l'organisation des nœuds de correspondance et de diversifier les formules d'abonnement.

Pôles intermodaux

Pour être efficace, un réseau de Bus Express doit être basé sur un **ensemble de pôles intermodaux autour du centre de l'agglomération**, permettant un transfert rapide entre le bus et les modes de l'urbain dense (Figure 24). Ainsi, le réseau madrilène dispose de 7 pôles intermodaux, chacun accessible rapidement depuis les différentes voies rapides radiales irrigant Madrid (Figure 10). A l'image de Madrid, une douzaine de pôles intermodaux localisés sur des gares RER et des gares du Grand Paris Express pourraient être développés dans l'agglomération parisienne⁶⁷.

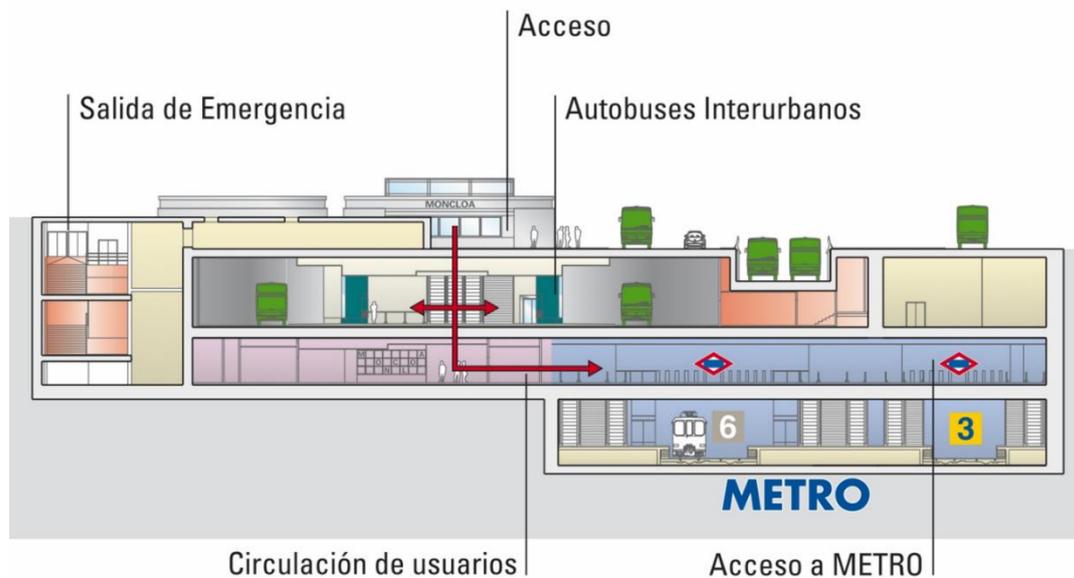


Figure 24 : Coupe du pôle intermodal la Moncloa, à Madrid. Il superpose trois gares : bus urbains au niveau 0, bus express au niveau -1, métro au niveau -3 ; le niveau -2 est un espace de circulation et de vente des billets (Consortio Transportes Madrid 2010).

Des voies rapides donnant la priorité au Bus Express

Sur les sections d'autoroute congestionnées à l'heure de pointe, il est nécessaire de **donner la priorité au Bus Express** afin de raccourcir et fiabiliser les temps de parcours par rapport à la VP.

Plusieurs options sont possibles :

- réserver une voie au bus express ;
- réserver une voie pour les véhicules à fort taux d'occupation, dont le Bus Express, mais acceptant aussi les véhicules en covoiturage.

Cette réservation de voie avantage le Bus Express par rapport à la VP, favorisant un report modal, à condition de ne pas être réalisée par un élargissement de l'autoroute, mais bien en prenant une voie VP existante. Par ce report, le Bus Express pourrait dégager un espace de circulation équivalent à une voie (c'est le cas sur les grands axes madrilènes), car l'emprise au sol pour un même nombre de passagers est moindre qu'en VP. **Cela rend les aménagements d'augmentation de la capacité de la voirie inutiles sur le long terme.** De tels aménagements mènent au contraire soit à un effet d'induction de trafic, soit à une moindre compétitivité du Bus Express par rapport à la VP, les deux effets engendrant des émissions de CO₂ supplémentaires.

De plus, de tels aménagements ne sont pas toujours possibles, voire rarement envisageables dans certaines agglomérations (c'est le cas de l'Île-de-France (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Île-de-France 2006)).

Gares autoroutières

Des gares autoroutières peuvent être aménagées le long des autoroutes. Deux types de gares sont envisageables : celles situées au niveau des entrées/sorties de l'autoroute, à l'endroit où le bus la rejoint

⁶⁷ Etude interne Vinci Autoroutes

(voir Figure 11) ; celles situées directement sur l'autoroute, et accompagnées d'un parking et d'un pôle d'échange avec les bus locaux (voir Figure 25 et Figure 26).



Figure 25 : Parking et pôle d'échange avec les bus locaux sur la gare autoroutière de Briis-sous-Forges



Figure 26 : Arrêt de bus sur l'autoroute de la gare autoroutière de Briis-sous-Forges

Train Périurbain

La création de nouveaux axes ferrés périurbains demande de forts investissements et n'est pas envisagée en Vallée de la Seine⁶⁸. D'autres moyens peuvent être mis en place pour augmenter la capacité de transport du système, comme cela est envisagé sur certaines lignes de RER et de Transiliens en Ile-de-France, ou sur la LNPN en Normandie :

- **augmentation de la capacité du matériel roulant**, par un renouvellement du parc de trains (RER de type « boa », sans cloison séparant les wagons, portes plus nombreuses et plus larges pour minimiser le temps de descente et montée des voyageurs) ;
- **augmentation des espaces de stationnement** (en priorité pour le vélo, comme développé dans le chapitre sur le système vélo) réservés aux usagers des trains ;

⁶⁸ Seul le réseau tangentiel en Ile-de-France va se développer avec la mise en place du réseau de métros du Grand Paris Express.

- **automatisation de la signalisation et du pilotage** pour augmenter les fréquences de passage en conservant le même niveau de sécurité⁶⁹.
- **amélioration des dessertes** en termes de fréquence, de rapidité et de régularité (ce qui peut requérir quelques adaptations d'infrastructures⁷⁰, ou au contraire simplement constituer une optimisation des infrastructures déjà existantes).

Ces améliorations permettraient au Train Périurbain en Vallée de la Seine d'accueillir une partie supplémentaire des flux radiaux effectués en VP.

Intégration multimodale : billettique et informations passagers

Afin de faciliter l'usage des TPE, il convient enfin de mettre en place une billettique intégrée au reste du réseau de transports en commun de l'agglomération, et de les intégrer dans les systèmes d'information de mobilité. En Normandie par exemple, un nouvel abonnement multimodal mensuel, "Connexités" a été mis en place par le syndicat mixte Atoumod sur une large partie du territoire.

Développement d'offres visant particulièrement les actifs

Afin de correspondre aux besoins de la mobilité pendulaire, **des offres et des services visant spécifiquement les actifs doivent être développées**, c'est-à-dire particulièrement adaptés à l'usage qu'ils pourraient avoir du réseau de transports en commun. Le développement d'une telle offre, à rebours du cercle vicieux entre faible fréquentation et faible desserte, faciliterait, sur certains axes particulièrement parcourus par la mobilité pendulaire, un report modal de la VP vers le train ou le bus express.

Voici quelques exemples de tels services⁷¹ :

- **Une « assurance de retour » en fin de journée**, soit par une amplitude horaire atteignant la soirée, soit par un service dédié après la fin du service de TPE dans la journée. LiA de Nuit par exemple, dans l'agglomération havraise, propose un service de navette à la demande au prix d'un ticket de TC toutes les nuits de la semaine.
- **Une fréquence horaire suffisante** afin d'assurer une certaine flexibilité des horaires de travail pour les actifs ; les horaires peuvent être adaptés pour certains territoires à l'organisation en horaires postés des entreprises y étant installées.

Scénario *Potentiel Max* : démarche et impacts

Démarche

Dans notre scénario *Potentiel Max* TPE⁷² nous supposons la **mise en place des mesures décrites dans la partie précédente « Comment développer les TPE » ainsi que la mise en place de mesures systémiques** (dont la philosophie est décrite dans le dernier chapitre du rapport), telles qu'une réduction globale des espaces de stationnement dans les pôles urbains, la création de zones de circulation restreinte interdites aux voitures dans les villes-centres, une refonte du barème fiscal pour les déplacements domicile-travail, et l'obligation pour les entreprises de réduire les émissions induites par les déplacements domicile-travail de leurs salariés (scope 3 de la méthode Bilan Carbone).

⁶⁹ La construction du Grand Paris Express et le transfert des terminus de certaines lignes de TGV vers les gares extra-muros permettrait de libérer des capacités dans les grandes gares urbaines parisiennes, et donc d'augmenter la fréquence des Trains Périurbains transitant par ces gares.

⁷⁰ La FNAUT Normandie propose par exemple la création de voies terminus pour améliorer certaines dessertes, la création d'un arrêt pour de nouvelles interconnexions, d'une halte permettant de desservir une zone hospitalière et de commerces, ou la réouverture de certaines lignes.

⁷¹ Cette liste d'actions est développée dans le *Guide pour une mobilité quotidienne bas-carbone* (Foglia 2020), dans le contexte des actions visant au développement des réseaux de transport urbains dans les zones de moyenne densité. Son applicabilité dans le cas des Transports Publics Express nécessite quelques qualifications. Par exemple, l'adaptation aux horaires postés se justifie uniquement si le volume transporté permet de mettre en place un service de TPE.

⁷² Dans notre étude précédente, nous avons estimé le potentiel de décarbonation des TPE à 7 % dans une approche *Potentiel Max* sur l'ensemble des Zones de Moyenne Densité françaises. Nous n'avons pas jugé utile de développer un scénario de type *Volontariste*, dont les résultats seraient moindres.

Notons que, à la différence des autres domaines d'action, les TPE ciblent spécifiquement les flux de mobilité pendulaires au sein d'une aire urbaine donnée. Nous avons donc étudié leur potentiel sur quatre aires urbaines de Vallée de la Seine : l'AU francilienne, l'AU de Rouen, l'AU de Caen et l'AU du Havre.

Hypothèses de calcul

Les calculs de CO₂ s'appuient sur le report modal de la VP vers les TPE, sans prendre en compte les effets d'induction (mobilité permise par la mise en place d'une nouvelle offre en TPE), ni les effets de report modal depuis des modes moins carbonés. Les destinations et fréquences de déplacement ne sont pas modifiées par le développement des TPE.

Afin d'obtenir l'ordre de grandeur de la réduction des émissions de CO₂ induites par ce scénario, nous avons fixé des hypothèses chiffrées.

Ces hypothèses sont détaillées dans la Note Méthodologique, et synthétisées ci-dessous :

- Toute la mobilité pendulaire (en jour ouvré, heure de pointe, et radiale (périphérie <-> Centre)), sont considérées comme étant propices à l'usage des TPE. Tous les motifs de déplacement (domicile-travail, domicile-études, achats, etc.) sont pris en compte, de même que les trajets chaînés.
- La répartition des déplacements pendulaires sur le mode Bus ou le mode Train Périurbain, est faite selon un critère géographique de proximité du domicile à une autoroute ou à une gare ferroviaire. Nous supposons ainsi que les trajets dont l'origine se situe proche d'une gare ferroviaire sont éligibles au train et ceux dont l'origine se situe proche d'une autoroute sont éligibles au Bus Express.
- Nous supposons que la capacité des trains augmente de 30 % dans le scénario. La demande excédant la capacité est considérée comme reportable vers le Bus Express si son origine est proche d'une autoroute, et non reportable vers les TPE sinon.
- Les déplacements sont reportables vers le Bus Express ou le Train s'ils sont supérieurs à 10 km⁷³.
- Des facteurs d'émission spécifiques aux différents modes (bus, trains, VP) ont été utilisés⁷⁴, pour l'année 2030

Résultats

Grande couronne d'Ile-de-France

En 2030 en grande couronne d'Ile-de-France, le développement des TPE fait augmenter la part du bus (urbain et express) de 4% des p.km dans le scénario *Référence*⁷⁵ à 8% des p.km dans le scénario *Potentiel Max*. La part modale du train, elle, passe de 31% des p.km à 33%. Les distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) baissent de 11% dans le scénario *Potentiel Max*. Associée à cette baisse du trafic automobile, la consommation de carburant fossile se réduit de 7,0 %. C'est moins que la baisse du trafic étant donné que les bus express utilisent aussi des carburants fossiles.

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 7,0 %. En prenant en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules, la réduction des émissions totales est de 7,1 %.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 8,9 %, les émissions de PM₁₀ de 5,2 % et les émissions de PM_{2,5} baissent de 6,8 %.

En termes de temps, les habitants de la grande couronne d'Ile-de-France passent 0,2% de temps en moins dans les transports dans le scénario *Potentiel Max*.

⁷³ Ce seuil de distance résulte de la comparaison entre les temps de trajet sur la base des vitesses moyennes de la VP et des TPE. Aucune considération des effets psychologiques, de la moindre fiabilité, de la moindre prédictibilité et de la moindre flexibilité des transports en commun n'a été prise en compte. De même, les effets sur les comportements de mobilité des différences de coûts pour l'utilisateur entre la VP et les TPE n'ont pas été pris en compte.

⁷⁴ Bus (Express et urbain) : 61 gCO₂/p.km en Ile-de-France, 78 gCO₂/p.km en Normandie ; Train : 6 gCO₂/p.km en Ile-de-France, 30 gCO₂/p.km en Normandie ; VP : 119 gCO₂/p.km

⁷⁵ Tous les résultats sont exprimés par rapport au scénario *Référence* en 2030 (voir p. 25).

Le temps moyen d'un déplacement reporté de la voiture vers les TPE diminue de 5%, soit 3 minutes en moins par déplacement reporté dans le scénario *Potentiel Max*.

Les pôles intermodaux, les aménagements de voies dédiées au bus, les gares autoroutières, la flotte de Bus Express et leur opération, ainsi que le renouvellement de tout le parc de Trains Périurbains, augmentent les dépenses par rapport au scénario *Référence*.

Le système de TPE permet également de réduire les dépenses, par un moindre usage de la VP, par une moindre consommation de carburant et un moindre besoin en entretien, réparation et assurance de la VP.

	<i>Potentiel Max TPE</i> (M€/an)
Augmentation des dépenses 12 Pôles intermodaux Construction de 48 km de voie dédiée au bus express 48 gares autoroutières 2 000 cars 4 700 employés 35 millions de L de diesel/an pour les bus express 600 nouvelles rames de train	610
Réduction des dépenses Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits	690
Bénéfice	80

Le scénario *Potentiel Max* induit un bénéfice annuel de 80 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant largement compensées par les réductions des dépenses.

THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario
« Transports publics express » en grande couronne d'Île-de-France

Légende

● Scénario *Potentiel Max.*

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts
par rapport au scénario *Référence* en 2030

trafic automobile



réduction des émissions de CO₂ en ACV **



économie de carburant



réduction des dépenses annuelles des ménages

par habitant et par an

-155€

pollution de l'air

-9%

émissions d'oxyde
d'azote (NO_x)

-5%

particules en
suspension PM₁₀

-7%

particules en
suspension PM_{2,5}

dépenses publiques

La mise en place transversale des
mesures pour les TPE requiert des
investissements publics de l'ordre de

+51€

par habitant et par an

temps de trajet

min/jr/hab, Réf = 1h39 par jour

+0 min
(inchangé)

*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Aire urbaine du Calvados

En 2030 dans l'AU du Calvados, le développement des TPE fait augmenter la part du bus (urbain et express) de 4,3% des p.km dans le scénario *Référence*⁷⁶ à 12% des p.km dans le scénario *Potentiel Max*. La part modale du train, elle, passe de 0,7% des p.km à 0,8%. Les distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) baissent de 8,7% dans le scénario *Potentiel Max*. Associée à cette baisse du trafic automobile, la consommation de carburant fossile se réduit de 4,8 %. C'est moins que la baisse du trafic étant donné que les bus express utilisent aussi des carburants fossiles.

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 5,2 %. En prenant en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules, la réduction des émissions totales est de 5,3%.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 6,9 %, les émissions de PM₁₀ de 3,0 % et les émissions de PM_{2.5} baissent de 5,2 %.

En termes de temps, les habitants de l'AU du Calvados passent 2,6% de temps dans les transports soit 2 minutes en plus par jour dans le scénario *Potentiel Max*.

Le temps moyen d'un déplacement reporté de la voiture vers les TPE augmente de 54%, soit 15 minutes en plus par déplacement reporté dans le scénario *Potentiel Max*.

Les hypothèses fixées pour le bilan économique dans l'AU du Calvados sont les mêmes que pour l'agglomération francilienne, mais en tenant compte des besoins en infrastructures différents, fonction de sa densité autoroutière et ferroviaire, et de la quantité de mobilité à assurer par les TPE.

	Potentiel Max TPE (M€/an)
Augmentation des dépenses 6 Pôles intermodaux Construction de 24 km de voie dédiée au bus express 24 gares autoroutières 400 cars 900 employés 6,8 millions de L de diesel/an pour les bus express 70 nouvelles rames de train	140
Réduction des dépenses Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits	97
Déficit	38

Le scénario *Potentiel Max* induit un déficit annuel de 38 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant sensiblement supérieures aux réductions des dépenses.

⁷⁶ Tous les résultats sont exprimés par rapport au scénario *Référence* en 2030 (voir p. 25).

THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Transports publics express » au Calvados

Légende

● Scénario *Potentiel Max.*

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts par rapport au scénario *Référence* en 2030

trafic automobile



réduction des émissions de CO₂ en ACV **



% des émissions de la mobilité locale

économie de carburant



par an et par ménage

réduction des dépenses annuelles des ménages

par habitant et par an



pollution de l'air



émissions d'oxyde d'azote (NO_x)



particules en suspension PM₁₀



particules en suspension PM_{2,5}

dépenses publiques

La mise en place transversale des mesures pour les TPE requiert des investissements publics de l'ordre de



par habitant et par an

temps de trajet

min/jr/hab, Réf = 1h13 par jour

+2min/jour

*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Périmètre de l'EMD Rouen

En 2030 sur le périmètre de l'EMD de Rouen, le développement des TPE fait augmenter la part du bus (urbain et express) de 5,9% des p.km dans le scénario *Référence*⁷⁷ à 13% des p.km dans le scénario *Potentiel Max*. La part modale du train, elle, passe de 1,6% des p.km à 2,2%. Les distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) baissent de 9,9% dans le scénario *Potentiel Max*. Associée à cette baisse du trafic automobile, la consommation de carburant fossile se réduit de 5,6 %. C'est moins que la baisse du trafic étant donné que les bus express utilisent aussi des carburants fossiles.

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 5,9%. En prenant en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules, la réduction des émissions totales est de 6,0 %.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 7,3 %, les émissions de PM₁₀ de 3,3% et les émissions de PM_{2.5} baissent de 6,1 %.

En termes de temps, les habitants de l'EMD de Rouen passent 1,2% de temps en plus dans les transports soit 1 minute en plus par jour ouvré dans le scénario *Potentiel Max*.

Le temps moyen d'un déplacement reporté de la voiture vers les TPE augmente de 26%, soit 9 minutes en plus par déplacement reporté dans le scénario *Potentiel Max*.

Les hypothèses fixées pour le bilan économique en métropole de Rouen sont les mêmes que pour l'agglomération francilienne, mais en tenant compte des besoins en infrastructures différents, fonction de sa densité autoroutière et ferroviaire, et de la quantité de mobilité à assurer par les TPE.

	Potentiel Max TPE (M€/an)
Augmentation des dépenses 6 Pôles intermodaux Construction de 24 km de voie dédiée au bus express 24 gares autoroutières 300 cars 700 employés 5,2 millions de L de diesel/an pour les bus express 70 nouvelles rames de train	120
Réduction des dépenses Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits	79
Déficit	43

Le scénario *Potentiel Max* induit un déficit annuel de 43 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant sensiblement supérieures aux réductions des dépenses.

⁷⁷ Tous les résultats sont exprimés par rapport au scénario *Référence* en 2030 (voir p. 25).

THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Transports publics express » à Rouen

Légende

● Scénario *Potentiel Max.*

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts par rapport au scénario *Référence* en 2030

trafic automobile



réduction des émissions de CO₂ en ACV **



économie de carburant



réduction des dépenses annuelles des ménages

par habitant et par an



pollution de l'air



dépenses publiques

La mise en place transversale des mesures pour les TPE requiert des investissements publics de l'ordre de



temps de trajet

min/jr/hab, Réf = 1h10 par jour

+1min/jour

*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Périmètre de l'EMD Havre

En 2030 sur le périmètre de l'EMD du Havre, le développement des TPE fait augmenter la part du bus (urbain et express) de 5,9% des p.km dans le scénario *Référence*⁷⁸ à 13% des p.km dans le scénario *Potentiel Max*. La part modale du train, elle, passe de 1,8% des p.km à 1,9%. Les distances parcourues par l'ensemble du parc automobile (v.km) baissent de 9,2% dans le scénario *Potentiel Max*. Associée à cette baisse du trafic automobile, la consommation de carburant fossile se réduit de 5,1 %. C'est moins que la baisse du trafic étant donné que les bus express utilisent aussi des carburants fossiles.

Les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 5,4 %. En prenant en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules, la réduction des émissions totales est de 5,6 %.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 7,0 %, les émissions de PM₁₀ de 3,1 % et les émissions de PM_{2.5} baissent de 5,4 %.

En termes de temps, les habitants de l'EMD du Havre passent 2,4% de temps en plus dans les transports soit 2 minutes en plus par jour ouvré dans le scénario *Potentiel Max*.

Le temps moyen d'un déplacement reporté de la voiture vers les TPE augmente de 56%, soit 16 minutes en plus par déplacement reporté dans le scénario *Potentiel Max*.

Les hypothèses fixées pour le bilan économique en métropole du Havre sont les mêmes que pour l'agglomération francilienne, mais en tenant compte des besoins en infrastructures différents, fonction de sa densité autoroutière et ferroviaire, et de la quantité de mobilité à assurer par les TPE.

	Potentiel Max TPE (M€/an)
Augmentation des dépenses	
4 Pôles intermodaux	
Construction de 16 km de voie dédiée au bus express	
16 gares autoroutières	
220 cars	
500 employés	
3,8 millions de L de diesel/an pour les bus express	
60 nouvelles rames de train	
	89
Réduction des dépenses	
Consommation carburant réduite	
Fréquence d'achat VP réduite	
Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits	
	55
Déficit	34

Le scénario *Potentiel Max* induit un déficit annuel de 34 millions € par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant sensiblement supérieures aux réductions des dépenses.

⁷⁸ Tous les résultats sont exprimés par rapport au scénario *Référence* en 2030 (voir p. 25).

THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Transports publics express » au Havre

Légende

● Scénario *Potentiel Max.*

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts par rapport au scénario *Référence* en 2030

trafic automobile



réduction des émissions de CO₂ en ACV **



économie de carburant



réduction des dépenses annuelles des ménages

par habitant et par an



pollution de l'air



dépenses publiques

La mise en place transversale des mesures pour les TPE requiert des investissements publics de l'ordre de



temps de trajet

min/jr/hab, Réf = 1h10 par jour

+2min/jour

*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Chapitre 5 - Covoiturage

La situation actuelle

Le covoiturage aujourd'hui

La **définition** du covoiturage donnée par le code des transports est simple : « Le covoiturage se définit comme l'utilisation en commun d'un véhicule terrestre à moteur par un conducteur et un ou plusieurs passagers ». Le Code des Transports fixe deux conditions cumulatives : le trajet doit s'inscrire dans le cadre d'un déplacement effectué par le conducteur pour son propre compte et les échanges financiers entre les passagers et le conducteur sont limités au partage des coûts (Ministère de la transition écologique s. d.).

La réalité du covoiturage est bien plus complexe. Comme l'ont montré les recherches menées dans le cadre du *Guide pour une mobilité quotidienne bas carbone*, il n'existe pas, pour l'instant, une façon de faire qui massifie et pérennise la pratique du covoiturage courte distance à large échelle. C'est notamment pour cette raison que le covoiturage est perçu par les acteurs locaux comme un mode difficile à développer.

Il existe une **grande variété de systèmes de covoiturage**, reposant sur des logiques différentes, pour des besoins spécifiques. Tous ne s'adressent pas au même public, et ne possèdent pas le même potentiel de remplacement des modes de déplacement. La grille qui suit permet d'identifier les principales caractéristiques des différents systèmes et des différentes pratiques de covoiturage :

Covoiturage informel ou de service ?	Le partage d'un trajet avec un membre de la famille, un ami ou un voisin, que ce soit pour le conduire à sa destination ou pour partager l'activité à destination, est une pratique courante et informelle ; elle est difficile à évaluer (INDDIGO - ADEME 2015). Depuis quelques années le terme covoiturage est utilisé pour désigner un service de mobilité (proposé par une association, une entreprise spécialisée, un employeur, une collectivité...), et par extension les formes d'accompagnement plus formalisées qu'en famille ou entre amis.
Distance, fréquence, motifs	Ces trois variables sont corrélées : la distance et les motifs conditionnent la fréquence. Le type de covoiturage le plus courant en France est le covoiturage longue distance occasionnel pour les vacances, les voyages professionnels, l'évènementiel, les visites. Notre étude se focalise sur le covoiturage de proximité (trajets de moins de 80 km de distance du domicile). Ce type de covoiturage est pratiqué essentiellement pour les trajets quotidiens, domicile-travail ou domicile-études. C'est d'ailleurs sur ce créneau qu'il connaîtra à moyen terme la plus grande progression, selon l'ADEME (CGDD 2016). D'autre part, selon l'ADEME « c'est dans le cadre des déplacements professionnels, domicile-travail et domicile-étude que le taux d'occupation des véhicules est, de loin, le plus faible (1,08 en moyenne pour les déplacements domicile-travail, accompagnement familial inclus) et le seul qui ne croît pas avec la distance ; que pour tous les autres motifs, le taux d'occupation croît avec la distance, surtout au-delà de 20 kilomètres » (ADEME 2017b).
Planifié ou spontané ?	Le covoiturage <i>longue distance</i> est basé sur la notion de réservation : covoitureurs et covoiturés veulent savoir à quelle heure, où, et avec qui ils partagent leur véhicule avant de s'engager. Le covoiturage de courte distance est plus complexe à organiser. Réserver (ou chercher des covoitureurs) est perçu comme une contrainte et peut avoir un effet dissuasif. Certains services de covoiturage de courte distance proposent de planifier à l'avance les déplacements par téléphone, internet, ou application (sites de covoiturage départementaux, Klaxit (anciens WayzUp, IDVroom), BlaBlaLines, EcoSyst'M qui s'appuie sur les Maisons de Services au Public), CarJob ; d'autres s'appuient sur une mise en contact spontanée , sans réservation préalable (RezoPouce, Ecov, OuiHop...). Une troisième piste pour réduire l'effort de réservation

	consiste à proposer des trajets sur la base d'algorithmes prédictifs qui tiennent compte de l'historique des utilisateurs (Karos).
Toutes origines-destinations ou sur une ligne ?	Si la plupart des services de covoiturage planifié permettent à l'utilisateur de demander toute origine-destination, certains services concentrent l'offre sur des tronçons à fort potentiel où la masse critique de conducteurs est atteinte pour permettre un fonctionnement de dernière minute sans réservation. Les arrêts de départ et les destinations accessibles sont définis et aménagés par l'opérateur et la collectivité. Le covoiturage est ainsi visible physiquement dans l'environnement urbain (arrêt, encoche et panneaux à messages variables indiquant la destination du passager pour certains services) et reprend les codes des transports publics (ligne, arrêts, horaires de fonctionnement).
Dynamique ?	Autre outil pour faciliter le covoiturage courte distance : la mise en relation en temps réel de conducteurs et passagers. Dans cette catégorie de covoiturage dit « dynamique » on trouve OuiHop, Carjob, Ridygo ou Karos. Ces systèmes, basés sur la géolocalisation de conducteurs et passagers en temps réel, nécessitent un smartphone. Par opposition, les dispositifs Ecosyst'M, Rezo Pouce, Cmabulle ne sont pas considérés comme « dynamiques ». Certains systèmes (Ecov notamment) proposent à la fois une application mobile et un parcours accessible aux usagers sans smartphone (par SMS ou via une borne pour afficher une destination). La spécificité de ce dernier système est d'organiser le covoiturage dynamique sur des lignes où la masse critique de conducteurs est atteinte permettant un temps d'attente limité, même sans réservation ni smartphone.
Communautaire ?	On parle de covoiturage communautaire quand le service est destiné aux membres d'une communauté spécifique (une entreprise, une université, une collectivité...). Ces dispositifs communautaires s'appuient sur des populations partant du même endroit et/ou ayant la même destination (Klaxit, EcoSyst'M...) et bénéficient d'un climat de confiance entre conducteur et passagers qui favorise ces rencontres. Dans les autres cas, le service est ouvert. Klaxit combine les deux : le service est lancé pour un groupe d'entreprises mais reste ouvert aux utilisateurs qui travaillent dans la zone, sans forcément être des salariés de l'entreprise partenaire.
Garantie retour ?	Certaines plateformes, comme Klaxit ou Ecov, proposent une garantie retour (voire également une garantie de départ) : le passager covoitureur, arrivé à destination, bénéficie d'une garantie pour revenir à son point d'origine ou est assuré de partir le matin lorsqu'il est à l'arrêt. Le Département de la Corrèze par exemple s'appuie sur un réseau de taxis pour tenir cet engagement. Dans le cas du périurbain, l'absence d'alternative au covoiturage sur le chemin de retour (peu ou pas de transports publics) peut constituer un frein sérieux au développement du covoiturage de proximité.
Compensation ?	La contribution des passagers covoitureurs est variable, tant en montant qu'en pratique. Certains services de covoiturage imposent le versement de la contribution via une application (Karos et OuiHop). D'autres préconisent le paiement en main propre . De même, le type de monnaie utilisée (appelée « incitatif ») pour le paiement diffère selon les dispositifs : OuiHop offre des bons cadeaux aux conducteurs, Ecosyst'M, des Bons Energie destinés à soutenir les commerces locaux, tandis que Karos utilise l'euro. La compensation versée au conducteur est un levier de motivation essentiel au fonctionnement du covoiturage de proximité, notamment au-delà de 10 ou 20 km. D'autre part, les modalités pratiques de compensation offrent un cadre de transaction clair et partagé entre les covoitureurs. Notons que certains systèmes fonctionnent très bien sur le principe de solidarité (covoiturage spontané Synchro covoiturage reliant le massif des Bauges à Chambéry par exemple (Territoire mobile s. d.).

Pourquoi le covoiturage courte distance ne fonctionne-t-il pas (encore) ?

Le covoiturage de courte et moyenne distance se développe progressivement, mais reste peu pratiqué. Une étude du CEREMA révèle que parmi les personnes interrogées dans l'ensemble des enquêtes examinées, 60% n'ont jamais pratiqué le covoiturage courte distance (CEREMA 2018). L'observatoire

des mobilités émergentes de 2016 indiquait que 17% des personnes interrogées pratiquaient le covoiturage courte distance, dont 5% au moins une fois par semaine (L'ObSoCo/Chronos 2017).

Deux autres études de l'ADEME se focalisent sur les motifs *professionnels* du covoiturage courte distance et montrent que 10 % des actifs covoiturent tous les jours, au moins sur une partie du trajet, dont environ la moitié avec des membres de leur famille. D'après des enquêtes du CEREMA, environ 12 % des salariés covoiturent régulièrement (Cerema 2019). Le covoiturage domicile-travail (DT) est davantage pratiqué dans les zones de moyenne et faible densité qu'en zone dense (INDDIGO - ADEME 2015).

De nombreux systèmes de covoiturage ont été testés, qui reposent sur des logiques différentes, et ont obtenu des résultats variés. **Il existe en France plus de 200 services de covoiturage organisés.** Le premier organisateur est l'entreprise (43 %) généralement dans le cadre de Plans de mobilité (anciennement plans de déplacements entreprises), suivi des collectivités (22 %), des établissements de santé (10 %) et des zones d'activités (9 %) (ADEME 2013).

Sur la base de ces expériences, plusieurs constats peuvent être faits :

- La moitié des personnes pratiquant le covoiturage pour leur déplacement de courtes distances ont eu recours à une plateforme de covoiturage, selon l'observatoire des mobilités émergentes. Les personnes habitant dans des zones peu denses ont d'ailleurs une plus forte propension à pratiquer le covoiturage sans passer par une plateforme (CEREMA 2018).
- Les dispositifs de covoiturage longue distance ne sont pas transposables tels quels aux trajets de courtes distances (ils se basent sur l'utilisation d'une plateforme internet, la planification à l'avance du trajet, et le partage de frais). Blablacar a fait cette tentative, sans succès⁷⁹.
- De nouveaux systèmes de covoiturage, plus flexibles et donc plus adaptés aux contraintes des déplacements quotidiens, se développent à l'aide de **nouvelles technologies** : géolocalisation et mise en relation via des smartphones, interfaçage avec des outils d'aide à la navigation (Waze et Google Maps) et/ou avec des calculateurs d'itinéraires multimodaux en temps réel, algorithmes prédictifs, etc. Toutefois, ces nouvelles solutions de covoiturage sont récentes et n'ont pas encore trouvé leur marché ni leur business model.
- Certains dispositifs **émergent localement mais sans percer** : Rezo Pouce compte 2000 communes adhérentes (The Conversation 2019). EcoSyst'M s'est étendu sur 7 communes de Corrèze pour une chalandise de 3600 habitants (Fédération Ecosyst'M 2020). BlaBlaLines revendique un million de membres, Citygo un million d'utilisateurs. Klaxit dénombre 2 millions de trajets proposés tous les jours, 265 entreprises clientes et 30 collectivités partenaires.
- Le système de covoiturage repose principalement sur l'ampleur du réseau qu'il propose, qui doit permettre de couvrir une part importante du territoire, mais aussi sur la motivation des covoitureurs passagers et conducteurs. Or, nombre des systèmes proposés ne parviennent pas à réunir la **masse critique** nécessaire au bon fonctionnement du service (ADEME 2017b).

Les **raisons invoquées** pour ne pas covoiturer sont multiples, le rapport du CEREMA les identifie comme des **freins psychosociaux** : l'impact sur l'organisation quotidienne, le sentiment de perte de maîtrise et de dépendance, le manque de confiance a priori envers un inconnu, la sociabilité forcée, mais aussi la peur d'attendre et d'être en retard (faible tolérance sociale au temps d'attente et à l'imprévu), la faiblesse des bénéfices pour le conducteur par rapport aux contraintes générées... La crainte de ne pas pouvoir trouver une solution de transport en cas d'imprévu ou pour rentrer chez soi représente également un frein au covoiturage courte distance. Enfin, le manque de confiance dans les services et applications numériques en termes de protection des données personnelles et les craintes en matière de non-respect de la vie privée sont également des freins à l'adoption de pratiques de covoiturage (CEREMA 2018).

On peut identifier des **causes sous-jacentes** qui freinent le développement du covoiturage de proximité quotidien, à l'aide de la littérature et des opérateurs de plateformes de covoiturage :

- 1) Les **gains potentiels** sont trop faibles par rapport aux contraintes d'organisation engendrées par le covoiturage courte distance pour que le système soit attractif pour le conducteur. Cela qui explique pourquoi le covoiturage de proximité est moins compétitif que le covoiturage

⁷⁹ Blablacar vise à nouveau le développement du covoiturage de courte distance mais sous un autre format via son service BlaBlaLines.

longue distance en termes de contrainte temps et distance (INDDIGO - ADEME 2015) : le conducteur est réticent à effectuer un détour de plus de 500 mètres pour aller chercher un covoitureur (Le Point 2016). Les systèmes de covoiturage traditionnels, relativement contraignants en termes d'organisation, ne répondent pas aux usages de la mobilité quotidienne qui demandent souvent plus de spontanéité et de flexibilité.

A noter par ailleurs que le covoiturage régulier DT entre salariés d'une même entreprise ne rencontre pas le succès espéré, les collaborateurs d'une même entreprise n'étant pas toujours enclins à partager leur temps de trajet avec leurs relations professionnelles avec qui ils partagent déjà leur temps de travail. Une large part des covoitureurs réguliers pour le DT sont des membres d'un même ménage (Cerema 2019).

- 2) Les **difficultés de coordination** des acteurs impliqués (collectivités, entreprises...) sur la mise en place d'un système de mobilité partagée. Les outils numériques nécessaires à la gestion des données d'un réseau de covoiturage efficace exige une coopération forte de la part des opérateurs de mobilité traditionnels. Ces outils devraient permettre de faciliter l'intermodalité, qui est encore loin d'être acquise, notamment le partage de données entre acteurs publics et privés (Actu-Environnement 2016b).
- 3) Un déficit de stratégie d'ensemble et de coordination des acteurs des territoires aux niveaux régionaux et départementaux peuvent freiner une **gouvernance publique** efficace du covoiturage (CEREMA 2018). De plus, l'absence d'une véritable commande publique par les collectivités favorisant le covoiturage pèse sur le secteur. « Alors que la technologie et le marketing se sont mis au service du covoiturage, les collectivités, peut-être échaudées par leurs difficultés passées, ne semblent plus vouloir s'engager en soutenant, par le biais de la commande publique au besoin, tel ou tel opérateur. » (Fabrique Ecologique 2017)
- 4) La **méconnaissance** des pouvoirs publics des **pratiques existantes de covoiturage sur leurs territoires** peut limiter l'impact de politiques publiques en faveur du covoiturage de courte distance (CEREMA 2018). Les pouvoirs publics peuvent également ne pas suffisamment mettre en avant des solutions de covoiturage, ne sachant pas quel système privilégier devant leur multitude. Les pouvoirs publics ont aussi tendance à peu investir dans le covoiturage au regard des autres solutions de transport urbain plus classiques, etc.
- 5) Des freins liés à **l'accès aux systèmes de mobilités partagées** en eux-mêmes peuvent être relevés, comme la fracture numérique pour des raisons de couverture réseaux ou de compétences (CEREMA 2018).

Un cadre réglementaire qui évolue dans le sens du covoiturage courte distance

Le **cadre réglementaire** encadrant le covoiturage a récemment évolué avec la loi d'orientation des mobilités (LOM) de 2019. Cette loi entérine la possibilité pour les Autorités Organisatrices de la Mobilité (AOM) de verser une allocation directe ou indirecte au passager ou au conducteur covoitureur, permettant d'inciter financièrement au covoiturage⁸⁰ sans risquer une requalification de ce service en contrat de travail (FNTV 2020). Cette loi intègre le covoiturage dans les plans de mobilités, pour la mobilité scolaire comme professionnelle. Un forfait mobilité durable peut d'ailleurs être pris en charge par l'entreprise dans les cas de déplacements DT.

La LOM reconnaît l'incidence du covoiturage quotidien sur la voirie et le stationnement et modifie le Code Général des Collectivités Territoriales et le Code de la route pour permettre aux pouvoirs publics de réserver aux covoitureurs des emplacements de stationnement ou la circulation sur voies réservées. (FNTV 2020)

La loi d'orientation des mobilités a été promulguée en décembre 2019, suivie par ses décrets d'application, pour un calendrier d'entrée en vigueur des mesures qui s'échelonne jusqu'en 2022. Les effets concrets de ce nouveau cadre réglementaire sont donc encore à venir.

⁸⁰ Un décret en conseil d'Etat a également éclairci les règles relatives à l'évaluation et au partage des frais de covoiturage, notamment par l'établissement d'un barème forfaitaire indicatif (Décret en Conseil d'Etat 2020).

Pourquoi s'intéresser au covoiturage ?

Malgré le peu d'adhésion qu'il suscite pour l'instant, le covoiturage courte distance figure presque toujours parmi les actions phares pour améliorer la mobilité (ADEME Île-de-France 2015; CGDD 2016; Fabrique Ecologique 2017; PIPAME 2016). La popularité du *concept* de covoiturage, dans le périurbain, et sur le territoire en général, a plusieurs explications.

Pragmatisme à court terme

Le covoiturage ne remet pas en cause le « système voiture », concept centenaire qui consiste à transporter en moyenne 90 kg d'humain⁸¹ dans 1700 kg de matériaux (alliages difficilement recyclables, plastiques, batteries pouvant atteindre près de 600 kg, etc.) roulant sur des infrastructures massives (près de 300 m² par véhicule⁸², auquel il faut ajouter l'espace de stationnement des véhicules).

Le covoiturage est une manifestation du lock-in (verrouillage) technologique (Foxon 2002), représenté par le système voiture. En effet, une longue série de choix d'investissements, lourds et chers, de la part des acteurs publics comme des particuliers, ont profondément marqué la culture de la mobilité en France depuis des décennies (formation des ingénieurs, structuration de l'économie (Shalizi et Lecocq 2009)), rendant toute solution inscrite dans la continuité du système voiture plus « raisonnable » à court terme. Face à la difficulté (bien réelle) de faire émerger un nouveau paradigme qu'il faut par ailleurs continuer à construire, il paraît pertinent de rechercher dans un premier temps l'optimisation de l'usage de ces équipements existants. Concrètement, on considère le système voiture comme un fait et on demande aux individus d'y adapter leur comportement.

Cohésion sociale

La pratique du covoiturage varie en fonction des catégories socio-professionnelles et de l'âge des participants, de leur zone d'habitation et des trajets. Le covoiturage joue un rôle important pour les personnes vulnérables en termes de mobilité, notamment les jeunes, les personnes à mobilité réduite, les personnes en précarité économique, et peut donc constituer un **facteur d'inclusion sociale essentiel** (Fabrique Ecologique 2017). Le « *partage de véhicule intergénérationnel, entre personnes âgées qui ont une voiture mais ne s'en servent pas et les jeunes qui pourraient la conduire* » peut être un moyen de pallier aux faiblesses des transports en commun (Olivier Razemon 2017).

Comment développer le covoiturage ?

Afin de favoriser une pratique non-marginale du covoiturage, il faut mettre en place des incitations bien réelles pour covoitureurs et covoiturés. L'usage du covoiturage dépend de son attractivité par rapport à l'autosolisme. Ainsi, les actions décrites procèdent essentiellement de **l'amélioration de l'attractivité du covoiturage** (par sa simplification et sa fluidification pour les conducteurs comme pour les passagers), de la réaffectation de moyens financiers (via la fiscalité, les subventions) mais aussi de la réallocation directe des voies de circulation ou des places de stationnement.

Nous listons ici les principales mesures évoquées par les experts consultés dans le cadre du groupe de travail de 2017 et par les rapports dédiés qui ont été publiés depuis (ADEME 2017b; CEREMA 2018). Elles sont présentées à titre indicatif et nous semblent constituer un cadre favorable pour généraliser le covoiturage.

Adapter les infrastructures pour favoriser le covoiturage

Le covoiturage est souvent considéré comme un mode peu attractif par les autosolistes, comme mis en évidence ci-dessus. **Pour créer un réel avantage comparatif à covoiturer plutôt qu'à utiliser sa voiture, il s'agit de faciliter le trajet des covoitureurs « de porte à porte », grâce à des services et des infrastructures adaptés.** En France, ce sont essentiellement les services, et notamment les services de mise en relation et les garanties trajet qui sont développés, mais ils restent insuffisants pour changer les comportements des automobilistes.

⁸¹ Moyenne du poids moyen d'un homme (77kg) et d'une femme (63kg) multiplié par un taux d'occupation de 1,3

⁸² Largeur d'une voie : 3,50m. Distance entre voitures : 80m.

Cet arbitrage en faveur du covoiturage (par rapport à l'autosolisme) se construit sur l'ensemble du trajet. La facilité de mise en relation entre conducteurs et passagers et la facilité de stationnement à l'arrivée sont deux axes qui ont été explorés par les acteurs locaux.

Certains services de mise en relation s'appuient sur des signes distinctifs (pancartes, macarons à coller sur le pare-brise), et impliquent parfois la création d'infrastructures de covoiturage. Il peut s'agir de « simples » points d'arrêt, similaires à des arrêts de bus, mais certains systèmes vont plus loin et prévoient l'affichage des destinations demandées sur des panneaux lumineux afin de faciliter la prise en charge des personnes à l'arrêt par les conducteurs (tout conducteur peut alors prendre un passager, même sans être préalablement inscrit, ce qui facilite la montée en charge).

Afin que le covoiturage puisse se massifier, des aires de covoiturage doivent être mises en place. Il s'agit de parkings propices à la rencontre entre covoitureurs, sur lequel les covoitureurs passagers peuvent garer le véhicule avec lequel ils ont rejoint l'aire. Ces parkings peuvent être signalés en tant qu'aires de covoiturage (INDDIGO - ADEME 2015). Ces initiatives permettent également de rendre visible le covoiturage par l'ensemble des automobilistes.

L'incitation à covoiturer passe également par l'aménagement de places de stationnement réservées aux covoitureurs, à la fois sur les parkings des entreprises et dans l'espace public.

La réservation de places aux covoitureurs est une action relativement classique dans les PDM, et qui montre une réelle efficacité lorsque l'emplacement de ces places offre un avantage à ceux qui covoiturent : places couvertes, à proximité directe de l'entrée etc. Cette pratique reste à développer dans le cadre du stationnement sur voirie ou en ouvrage.

Sur le réseau autoroutier, il est nécessaire de s'assurer de la mise en œuvre effective des mesures prévues par la LTECV pour les sociétés autoroutières, qui doivent créer des places de stationnement pour le covoiturage (art.53⁸³).

Un avantage aux covoitureurs en termes de circulation peut être donné, en réservant une voie de circulation aux véhicules transportant au minimum deux personnes (voire plus) aux heures de pointe, lorsque la congestion est forte. Cette mesure favorise le covoiturage à condition de la réaliser sans élargir l'emprise de la route. Trois expérimentations de ce concept sont en cours en France à Genève sur l'A40, Lyon sur l'autoroute M6-M7 et l'A48 en entrée de Grenoble⁸⁴.

Les collectivités ont un rôle à jouer dans la mise en place de ces infrastructures. C'est pourquoi il est nécessaire de **financer les études et le développement de lignes de covoiturage courte distance**. Les producteurs d'énergie financent déjà de tels programmes (AcoTE, LICOV) pour les collectivités, via les CEE (Certificats d'Economie d'Énergie), et pourraient financer d'autres projets de ce type (Rachida Boughriet 2019).

Mettre en œuvre des mesures économiques incitatives

La principale raison des conducteurs pour covoiturer étant de faire des économies, un moyen approprié pour encourager cette pratique serait de proposer des **avantages économiques** aux covoitureurs, tels que des incitations fiscales, considérées comme adaptées à cet objectif⁸⁵, ou encore une aide pour les personnes économiquement précaires.

Par exemple, un versement pourrait **compléter, voire couvrir, le paiement du passager vers le conducteur**. Ce versement pourrait être effectué par la collectivité locale. Ainsi, Île-de-France mobilités offre deux déplacements par jour en covoiturage aux détenteurs du pass Navigo via son dispositif covoiturage.

Partant du principe qu'une voiture bien remplie réduit de manière drastique les émissions par p.km (bien plus que certaines mesures hautement technologiques et coûteuses), il paraît justifié de **créer un régime spécifique** pour les covoitureurs réguliers, basé sur l'attribution d'un signe distinctif de covoiturage, et associé à des avantages en termes de circulation (tarif préférentiel ou priorité au stationnement par exemple), en association avec l'autorité chargée de la police de la circulation. Ce statut pourrait être acquis sur la base des kilomètres effectués en tant que covoitureur pendant une période de temps (mois ou trimestre). Le fait d'avoir dépassé un seuil de p.km covoiturés pendant la

⁸³ Article 53 LTECV, modifié par l'article 15 LOM donc le décret d'application n'est pas encore paru au 8/12/2020.

⁸⁴ Pour accompagner cette dernière voie réservée, un service de covoiturage spontané a été mis en place aux principales entrées d'autoroute (Service M'covoit Lignes+ (France 3 Auvergne-Rhône-Alpes s. d.).

⁸⁵ En effet, selon les covoitureurs, les mesures les plus efficaces pour favoriser le développement du covoiturage sont : incitation fiscale (57%), et diffusion d'informations dans les entreprises et les zones d'activités (23%) (INDDIGO - ADEME 2015).

période N donnerait droit à la « vignette » (physique ou électronique) octroyant des avantages spécifiques pendant la période N+1.

Il est important au préalable de définir une preuve de covoiturage opposable pour certifier qu'un covoiturage a eu lieu, quel que soit le service de covoiturage⁸⁶. Dans cet objectif, un registre national de preuves de covoiturage est en cours de développement pour permettre aux collectivités de verser des incitatifs aux covoitureurs sans crainte de fraude.

Promouvoir le covoiturage au sein des entreprises

La promotion du covoiturage au sein des entreprises a émergé comme la seule méthode, à l'heure actuelle, de mise en œuvre du covoiturage qui obtient des résultats satisfaisants. Les offres à destination du grand public, qu'elles soient publiques ou privées et quelle que soit la méthode employée, ne sont, en tous cas pour l'instant, pas aussi efficaces (INDDIGO - ADEME 2015).

En effet, le covoiturage sur le lieu de travail bénéficie de communautés déjà constituées (les salariés d'une même entreprise, ou d'un site industriel), et sa promotion peut se faire auprès d'un public qui n'est pas forcément sensibilisé au covoiturage. Plusieurs employeurs peuvent s'associer dans le cadre d'un PDIE, ce qui peut permettre d'atteindre une masse critique suffisante pour créer une communauté de covoitureurs.

D'autre part, les employeurs peuvent restreindre le stationnement voiture sur leur parking d'entreprise et réserver des places de stationnement aux covoitureurs, ce qui constitue une incitation forte au covoiturage si le parking est saturé.

Par la loi, les employeurs regroupant au moins 100 travailleurs sur un même site doivent élaborer un PDM afin d'améliorer la mobilité du personnel, dans une perspective de diminution des émissions de gaz à effet de serre liées à la mobilité [art. 51 LTECV]. Or, on constate que très peu d'entre eux ont réellement élaboré un PDM⁸⁷. Cette obligation pourrait être assortie de plus de contrôles, voire de sanctions financières en cas de non-conformité répétée.

Mettre en place une stratégie d'information, de services et de mise en relation

La diversité des dispositifs de covoiturage, qui répondent par ailleurs à des logiques différentes selon les territoires, donne une lecture confuse des offres qui ciblent des populations mal ou peu informées. Une politique d'information auprès des publics cibles (salariés, employés, jeunes, retraités, personnes à mobilité réduite) est nécessaire pour **faire connaître les systèmes de covoiturage** de courte distance existants dans leur région (INDDIGO - ADEME 2015). Les sociétés autoroutières sont tenues de mettre en place une information sur le covoiturage (art. 53 LTECV).

Il faut par ailleurs mettre en place un dispositif performant et lisible de **mise en relation des usagers potentiels**, afin qu'il soit simple de trouver un covoiturage sur son trajet quotidien. Cette mise en relation peut passer par des plateformes dématérialisées (et pourquoi pas un réseau national de plateformes locales couvrant toute la France, pour une meilleure cohérence), tel que préconisé par la LTECV (article 34 et 52), ou par des services de covoiturage spontané matérialisés par des arrêts de dépose/reprise, qui constituent une forme de mise en relation efficace sur les axes suffisamment parcourus⁸⁸.

⁸⁶ Un rapport à ce sujet a été piloté dans le cadre de la Fabrique de la mobilité, en association avec des opérateurs de covoiturage (ECOV - La fabrique de la mobilité 2017), il a été suivi de la mise en place du registre national de preuves du covoiturage.

⁸⁷ Parmi les démarches engagées, la plupart restent à un niveau très théorique : un référent mobilité est généralement désigné au sein de la structure, mais les diagnostics concernant la mobilité des salariés ne sont pas réalisés, et le PDM ne prévoit ni actions spécifiques, ni indicateurs d'évaluation pour en suivre l'évolution. Selon l'état des lieux des plans de mobilité réalisés par l'ADEME en février 2019, 8% seulement des établissements assujettis à l'obligation d'un PDM seraient en conformité réglementaire (ADEME/iter/Ekodev 2018).

⁸⁸ Ces services permettent de limiter au maximum la contrainte conducteur (la décision de covoiturer se fait au dernier moment si un passager est à l'arrêt). Cette forme souple pour le conducteur (pas de détour, pas de réservation ni contrainte temporelle) implique que le passager se rende à l'arrêt (contrainte spatiale). Ce dernier vient à l'arrêt à l'heure qu'il veut et sera pris par le premier conducteur volontaire qui passe, avec un temps d'attente d'autant plus limité que le flux de conducteurs est important. Ecov indique un besoin de 20 conducteurs participant par heure pour garantir un temps d'attente de moins de 10 minutes. Certains opérateurs indiquent aux passagers les temps d'attentes prévisionnels par heure.

Des **garanties trajet**⁸⁹ peuvent être proposées afin que les passagers soient assurés de trouver une solution de déplacement en cas d'urgence ou d'annulation de leur conducteur.

Les acteurs du **numérique** doivent être envisagés comme des partenaires et non des concurrents aux offres de transports existantes. Le covoiturage courte distance s'inscrit dans le bouquet de mobilité des territoires. Il est complémentaire des modes de transport existants. Il doit donc y avoir une coopération importante et une ouverture des données de transport pour faciliter les choix de mobilité, en intégrant le covoiturage dans les calculateurs multimodaux d'itinéraires, par exemple. Le dispositif covoiturage d'Île-de-France mobilités intègre ainsi cinq plateformes de covoiturage pour le DT, pour la recherche et la réservation des trajets.

Les scénarios covoiturage : démarche et impacts

Pour quantifier le potentiel de réduction des émissions de CO₂ lié au covoiturage de courte distance, nous avons défini deux scénarios distincts, correspondant à deux niveaux de mise en œuvre différents (voir p.19).

Scénario *Volontariste*

Démarche

Dans de ce scénario, nous avons choisi un modèle de covoiturage de type **covoiturage de service**, courte distance (<80 km), utilisant une plateforme, planifié, et communautaire, sachant que d'autres systèmes de covoiturage existent et sont envisageables. Tous les éléments du système sont supposés être mis en place d'ici 2030.

Ce modèle vise à développer des liens de confiance entre les covoitureurs, pour créer des équipages durables. La communauté est définie par le lieu de résidence.

Dans ce scénario, des aires de covoiturage sont installées le long de toutes les routes départementales, régionales, et le long des autoroutes de la Vallée de la Seine. Elles offrent des espaces de stationnement voitures et vélos pour les covoitureurs. Un service d'aide à la planification des trajets est mis en place pour aider les personnes ayant des difficultés (cognitives, financières ou techniques) d'accès à internet. Un statut spécifique de covoitureur est créé et offre des avantages tels que des priorités de stationnement, des réductions fiscales, et des réductions dans les commerces locaux (financées par le Versement Transport).

Hypothèses de calcul

Les calculs de CO₂ s'appuient sur l'augmentation du taux de remplissage des voitures dû au covoiturage mais **ne tiennent pas compte du report modal** (des autres modes vers la voiture covoiturée) ni des trajets induits. Ces effets sont estimés dans une étude ADEME sur le covoiturage courte-distance (INDDIGO - ADEME 2015)⁹⁰ : s'ils ne pouvaient plus covoiturer 3% des covoitureurs interrogés effectueraient le trajet en transports en commun ou autre mode et 7% n'effectueraient probablement plus le déplacement. D'autre part, les détours réalisés pour regrouper les covoitureurs sont négligés.

Nous avons par ailleurs supposé que les destinations et fréquences de déplacement ne sont pas modifiées par le développement du système de covoiturage. Autrement dit, nous raisonnons à « **demande de mobilité constante** ».

Afin d'obtenir l'ordre de grandeur de la réduction des émissions de CO₂ induites par ce scénario, nous avons fixé des hypothèses chiffrées. Ces hypothèses, détaillées dans la Note Méthodologique, sont synthétisées ci-dessous :

Hypothèses et modélisation communes aux deux scénarios

Le covoiturage se fait entre personnes d'une même communauté, c'est à dire entre habitants d'une même commune, ou, si la commune est trop grande, d'un même quartier. Les déplacements covoiturés

⁸⁹ Le terme généralement utilisé est « garantie retour ». Mais dans certains cas, cette garantie s'applique tant à l'aller qu'au retour, en cas d'urgence en journée pour quitter son lieu de travail puis y retourner etc. Ces différentes offres sont en réalité très peu utilisées, mais elles rassurent les covoitureurs et les incitent à se lancer dans la pratique en tant que passagers.

⁹⁰ Plusieurs études en zone *métropolitaine* (Grand Lyon par exemple) montrent qu'en moyenne, environ 80 % des covoitureurs étaient auparavant autosolistes (se déplaçaient seuls en voiture) et que 20 % utilisaient un autre moyen de transport (TC surtout).

sont soit depuis la communauté : l'origine des déplacements est alors la commune ; soit vers la communauté : la destination des déplacements est alors la commune. La communauté détermine la taille du groupe de personnes susceptibles de covoiturer ensemble.

Les déplacements chaînés sont supposés non covoiturbables, ainsi 54% des déplacements sont écartés en Vallée de la Seine.

La modélisation se fait en deux étapes : quantification du nombre de déplacements covoiturbables⁹¹ par jour pour chaque communauté, puis estimation du taux de remplissage des véhicules pour les déplacements covoiturbables par le biais d'une simulation Monte Carlo⁹² intégrant trois paramètres : le nombre de déplacements covoiturbables par jour, la distance maximale de détour acceptable (10 % de la distance totale des déplacements) et le décalage de l'heure de départ maximum qu'une personne est prête à faire pour covoiturer (30 min, c'est à dire qu'une personne partant à 8h sera prête à partir entre 7h30 et 8h30 pour covoiturer).

Méthodologie spécifique au scénario *Volontariste* covoiturage

Nous avons d'abord choisi comme variables déterminantes de la probabilité qu'un déplacement soit covoiturable (après mise en œuvre d'un système communautaire performant) la catégorie socio-professionnelle (ex. cadre, employé, retraité...), le motif du déplacement (travail, loisirs, accompagner...) et la distance (moins de 20 km, plus de 20 km). Puis nous avons demandé à des experts du covoiturage d'estimer la probabilité que, pour chaque cas de déplacement (CSP, motif, distance), l'usager cherche à covoiturer.

Scénario *Potentiel Max*

Démarche

Dans ce scénario, par définition, tous les trajets raisonnablement covoiturbables sont covoiturés.

Le scénario reprend la démarche du scénario *Volontariste*, mais ajoute les mesures suivantes : réaffectation de l'espace de voirie via une généralisation des voies réservées aux covoitureurs sur les autoroutes et via une généralisation des espaces de stationnement réservés aux covoitureurs, en entreprise comme dans les espaces publics. Il suppose également un déploiement d'aires de covoiturage plus étendues afin d'accueillir un flux beaucoup plus important de covoitureurs.

Nous supposons que des **mesures exogènes** sont également mises en place (voir Chapitre 7) : réduction globale de l'espace de stationnement, mise en place de zones interdites d'accès aux voitures solo dans les villes-centres, mise en place d'un nouveau barème fiscal pour la mobilité domicile-travail favorisant le covoiturage, augmentation significative de la taxe sur le carburant, etc.

Hypothèses de calcul

Les hypothèses communes sont décrites dans la section dédiée ci-dessus. Dans le cas du scénario *Potentiel Max*, au lieu de tenir compte de la CSP, du motif et de la distance pour évaluer la probabilité qu'un trajet soit covoiturable, nous supposons simplement que tous les trajets covoiturbables (même communauté et compatibilité géographique et temporelle) sont covoiturés. Autrement dit, tout trajet qui respecte les hypothèses communes est covoituré.

⁹¹ Les trajets « covoiturbables » sont ceux dont le motif et/ou la régularité permettent d'être organisés pour être partagés avec un autre voyageur, et qui ne sont pas chaînés. Par exemple, le trajet DT est facilement covoiturable car répétitif et prévisible, tandis qu'un trajet pour aller au restaurant dans le village voisin ne l'est pas.

⁹² Voir Note Méthodologique.

Résultats

Grande couronne d'Ile-de-France

En 2030 en grande couronne d'Ile-de-France, le développement du covoiturage fait augmenter le taux d'occupation pour la zone de 1,19 p.km/v.km dans le scénario *Référence*⁹³ à 1,22 dans le scénario *Volontariste* (+1,8%). Dans le scénario *Potentiel Max*, le taux d'occupation atteint 1,44, soit une augmentation de 21%. On a donc une baisse du trafic voiture de 1,7% dans le scénario *Volontariste* (respectivement de 17% dans le scénario *Potentiel Max*). Associée à cette baisse du trafic automobile, la consommation de pétrole se réduit 1,6% en *Volontariste* (respectivement 16% en *PM*).

Grâce au moindre usage de la voiture, les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 1,6% en *Volontariste* et de 16% en *PM*. En prenant en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules, la réduction des émissions totale est la même : 1,6% en *Volontariste*, 16% en *PM*.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 1,7% en *Volontariste* (resp. 16% en *PM*), les émissions de PM₁₀ diminuent de 1,5% en *Volontariste* (resp. 15% en *PM*) et les émissions de PM_{2.5} diminuent de 1,5% en *Volontariste* (resp. 15% en *PM*).

En 2030, les habitants de grande couronne d'Ile-de-France passent 0,6% de temps en plus à se déplacer dans le scénario *Volontariste*, et 4,5% de temps en plus (soit 4 minutes supplémentaires par jour) dans le scénario *Potentiel Max*.

Les aires de covoiturage en quantité et de taille suffisante pour recevoir le flux de covoitureurs, une plateforme en ligne de planification des trajets, ainsi qu'un centre d'appel pour donner accès au service aux personnes n'ayant pas accès à internet, augmentent les dépenses par rapport au scénario *Référence*.

Le covoiturage permet également de réduire les dépenses par un moindre usage de la VP, par une moindre consommation de carburant et par un moindre besoin d'entretien, de réparation et d'assurance de la VP.

En grande couronne d'Ile-de-France, le système de covoiturage assure chaque jour 1,5 million de déplacements en *PM* et 120 000 en *Volontariste*.

Voici le bilan économique correspondant :

	Volontariste covoiturage (M€/an)	Potentiel Max covoiturage (M€/an)
Augmentation des dépenses		
Aires de covoiturage (<i>Vol</i> : 1 600 unités ; <i>PM</i> : 3 100)		
Plateforme internet/smartphone (60 temps-plein)	9	56
Centrale d'appel planification sans internet (<i>Vol</i> : 70 temps-plein ; <i>PM</i> : 890)		
Réduction des dépenses		
Consommation carburant réduite	110	1 100
Fréquence d'achat VP réduite		
Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits		
Bénéfice	100	1 100

Les scénarios *Volontariste* et *Potentiel Max* induisent un bénéfice annuel de 100 millions € et 1 100 M€ respectivement, par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant largement compensées par les réductions des dépenses dans les deux cas.

⁹³ Tous les résultats sont exprimés par rapport au scénario *Référence* en 2030 (voir p. 25).

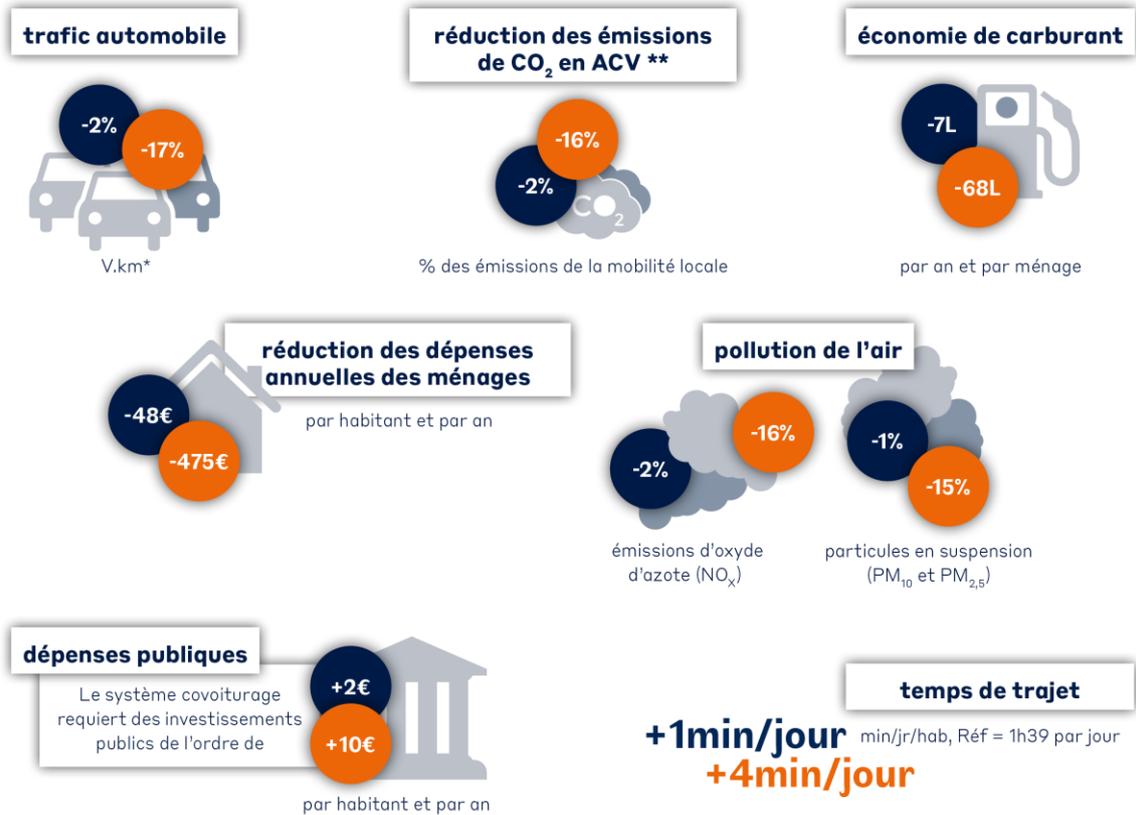
THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Covoiturage » en grande couronne d'Île-de-France

Légende

- Scénario *Potentiel Max.*
- Scénario *Volontariste*

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts par rapport au scénario Référence en 2030



*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
 ** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Aires urbaines de Normandie

En 2030 dans les AU de Normandie, le développement du covoiturage fait augmenter le taux d'occupation pour la zone de 1,22 p.km/v.km dans le scénario *Référence*⁹⁴ à 1,23 dans le scénario *Volontariste* (+0,7%). Dans le scénario *Potentiel Max*, le taux d'occupation atteint 1,35, soit une augmentation de 10%. On a donc une baisse du trafic voiture de 0,6% dans le scénario *Volontariste* (respectivement de 9% dans le scénario *Potentiel Max*). Associée à cette baisse du trafic automobile, la consommation de pétrole se réduit 0,6% en *Volontariste* (respectivement 9% en *PM*).

Grâce au moindre usage de la voiture, les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 0,6% en *Volontariste* et de 9% en *PM*. En prenant en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules, la réduction des émissions totale est la même : 0,6% en *Volontariste*, 9% en *PM*.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 0,6% en *Volontariste* (resp. 9% en *PM*) et les émissions de particules fines diminuent de 0,6% en *Volontariste* (resp. 8,9% en *PM*).

En 2030, les habitants des AU de Normandie passent 0,6% de temps en plus à se déplacer dans le scénario *Volontariste*, et 5,0% de temps en plus (soit 3 minutes supplémentaires par jour) dans le scénario *Potentiel Max*.

Les hypothèses fixées pour le bilan économique en Normandie sont les mêmes que pour la Grande couronne d'Île-de-France, mais en tenant compte des besoins en infrastructures différents, plus grands pour la Région Normandie car la zone est deux fois plus étendue.

En Normandie, le système de covoiturage assure chaque jour 570 000 déplacements en *PM* et 32 000 en *Volontariste*.

Ces hypothèses mènent au bilan suivant :

	Volontariste covoiturage (M€/an)	Potentiel Max covoiturage (M€/an)
Augmentation des dépenses		
Aires de covoiturage (<i>Vol</i> : 3 300 unités ; <i>PM</i> : 8 600)		
Plateforme internet/smartphone (35 temps-plein)	4	29
Centrale d'appel planification sans internet (<i>Vol</i> : 19 temps-plein ; <i>PM</i> : 340)		
Réduction des dépenses		
Consommation carburant réduite	29	430
Fréquence d'achat VP réduite		
Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits		
Bénéfice	25	400

Les scénarios *Volontariste* et *Potentiel Max* induisent un bénéfice annuel de 25 millions € et 400 M€ respectivement, par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant largement compensées par les réductions des dépenses dans les deux cas.

⁹⁴ Tous les résultats sont exprimés par rapport au scénario *Référence* en 2030 (voir p. 25).

THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Covoiturage » en Normandie

Légende

- Scénario *Potentiel Max.*
- Scénario *Volontariste*

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts par rapport au scénario Référence en 2030

trafic automobile



réduction des émissions de CO₂ en ACV **



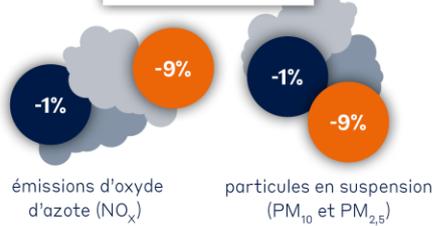
économie de carburant



réduction des dépenses annuelles des ménages



pollution de l'air



dépenses publiques

Le système covoiturage requiert des investissements publics de l'ordre de



temps de trajet

+3min/jour min/jr/hab, Réf = 1h10 par jour
+0 min (inchangé)

*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Aire urbaine du Calvados

En 2030 dans l'AU du Calvados, le développement du covoiturage fait augmenter le taux d'occupation de la zone de 1,20 p.km/v.kmsh dans le scénario *Référence*⁹⁵ à 1,21 dans le scénario *Volontariste* (+0,9%). Dans le scénario *Potentiel Max*, le taux d'occupation atteint 1,35, soit une augmentation de 13%. On a donc une baisse du trafic voiture de 0,9% dans le scénario *Volontariste* (respectivement de 11% dans le scénario *Potentiel Max*). Associée à cette baisse du trafic automobile, la consommation de pétrole se réduit 0,9% en *Volontariste* (respectivement 11% en PM).

Grâce au moindre usage de la voiture, les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 0,9% en *Volontariste* et de 11% en PM. En prenant en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules, la réduction des émissions totale est la même : 0,9% en *Volontariste*, 11% en PM.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 0,9% en *Volontariste* (resp. 11% en PM) et les émissions de particules fines diminuent de 0,8% en *Volontariste* (resp. 11% en PM).

En 2030, les habitants de l'AU du Calvados passent 0,7% de temps en plus à se déplacer dans le scénario *Volontariste*, et 5,2% de temps en plus (soit 4 minutes supplémentaires par jour) dans le scénario *Potentiel Max*.

Les hypothèses fixées pour le bilan économique dans l'AU du Calvados sont les mêmes que pour la Grande couronne d'Île-de-France, mais en tenant compte des besoins en infrastructures différents, fonction de la taille de la zone et de sa densité routière.

Dans l'AU du Calvados, le système de covoiturage assure chaque jour 170 000 déplacements en PM et 11 000 en *Volontariste*.

Ces hypothèses mènent au bilan suivant :

	Volontariste covoiturage (M€/an)	Potentiel Max covoiturage (M€/an)
Augmentation des dépenses		
Aires de covoiturage (<i>Vol</i> : 700 unités ; <i>PM</i> : 1 400)		
Plateforme internet/smartphone (7 temps-plein)	1	7
Centrale d'appel planification sans internet (<i>Vol</i> : 7 temps-plein ; <i>PM</i> : 98)		
Réduction des dépenses		
Consommation carburant réduite	10	120
Fréquence d'achat VP réduite		
Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits		
Bénéfice	9	120

Les scénarios *Volontariste* et *Potentiel Max* induisent un bénéfice annuel de 9 millions € et 120 M€ respectivement, par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant largement compensées par les réductions des dépenses dans les deux cas.

⁹⁵ Tous les résultats sont exprimés par rapport au scénario *Référence* en 2030 (voir p. 25).

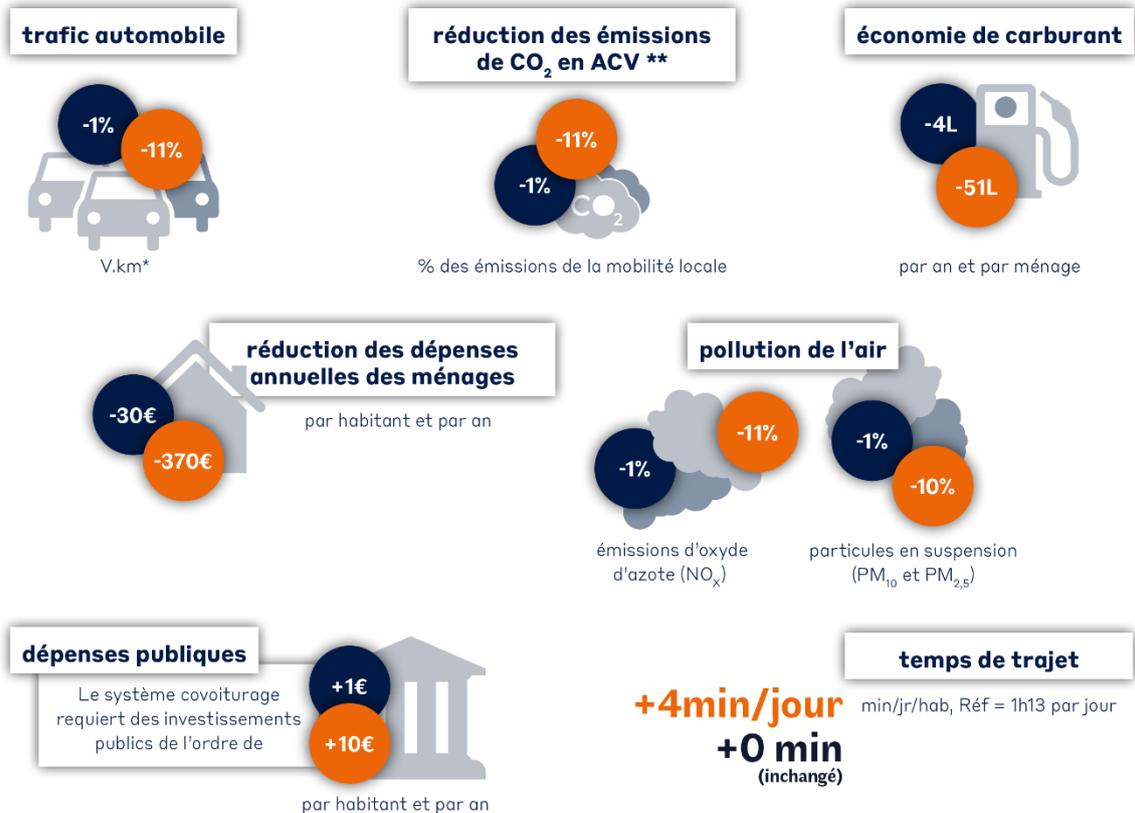
THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Covoiturage » au Calvados

Légende

- Scénario *Potentiel Max.*
- Scénario *Volontariste*

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts par rapport au scénario Référence en 2030



*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Périmètre de l'EMD Rouen

En 2030 sur le périmètre de l'EMD de Rouen, le développement du covoiturage fait augmenter le taux d'occupation pour la zone de 1,25 p.km/v.km dans le scénario *Référence*⁹⁶ à 1,26 dans le scénario *Volontariste* (+0,8%). Dans le scénario *Potentiel Max*, le taux d'occupation atteint 1,42, soit une augmentation de 13%. On a donc une baisse du trafic voiture de 0,8% dans le scénario *Volontariste* (respectivement de 12% dans le scénario *Potentiel Max*). Associée à cette baisse du trafic automobile, la consommation de pétrole se réduit 0,8% en *Volontariste* (respectivement 11% en *PM*).

Grâce au moindre usage de la voiture, les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 0,8% en *Volontariste* et de 11% en *PM*. En prenant en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules, la réduction des émissions totale est la même : 0,8% en *Volontariste*, 11% en *PM*.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 0,8% en *Volontariste* (resp. 11% en *PM*) et les émissions de particules fines diminuent de 0,8% en *Volontariste* (resp. 11% en *PM*).

En 2030, les habitants de l'EMD de Rouen passent 0,7% de temps en plus à se déplacer dans le scénario *Volontariste*, et 5,6% de temps en plus (soit 4 minutes supplémentaires par jour) dans le scénario *Potentiel Max*.

Les hypothèses fixées pour le bilan économique en métropole de Rouen sont les mêmes que pour la Grande couronne d'Île-de-France, mais en tenant compte des besoins en infrastructures différents, fonction de la taille de la zone et de sa densité routière.

En EMD Rouen, le système de covoiturage assure chaque jour 120 000 déplacements en *PM* et 7 100 en *Volontariste*.

Ces hypothèses mènent au bilan suivant :

	Volontariste covoiturage (M€/an)	Potentiel Max covoiturage (M€/an)
Augmentation des dépenses		
Aires de covoiturage (<i>Vol</i> : 430 unités ; <i>PM</i> : 850)		
Plateforme internet/smartphone (8 temps-plein)	1	6
Centrale d'appel planification sans internet (<i>Vol</i> : 4 temps-plein ; <i>PM</i> : 73)		
Réduction des dépenses		
Consommation carburant réduite	6	92
Fréquence d'achat VP réduite		
Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits		
Bénéfice	6	87

Les scénarios *Volontariste* et *Potentiel Max* induisent un bénéfice annuel de 6 millions € et 87 M€ respectivement, par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant largement compensées par les réductions des dépenses dans les deux cas.

⁹⁶ Tous les résultats sont exprimés par rapport au scénario *Référence* en 2030 (voir p. 25).

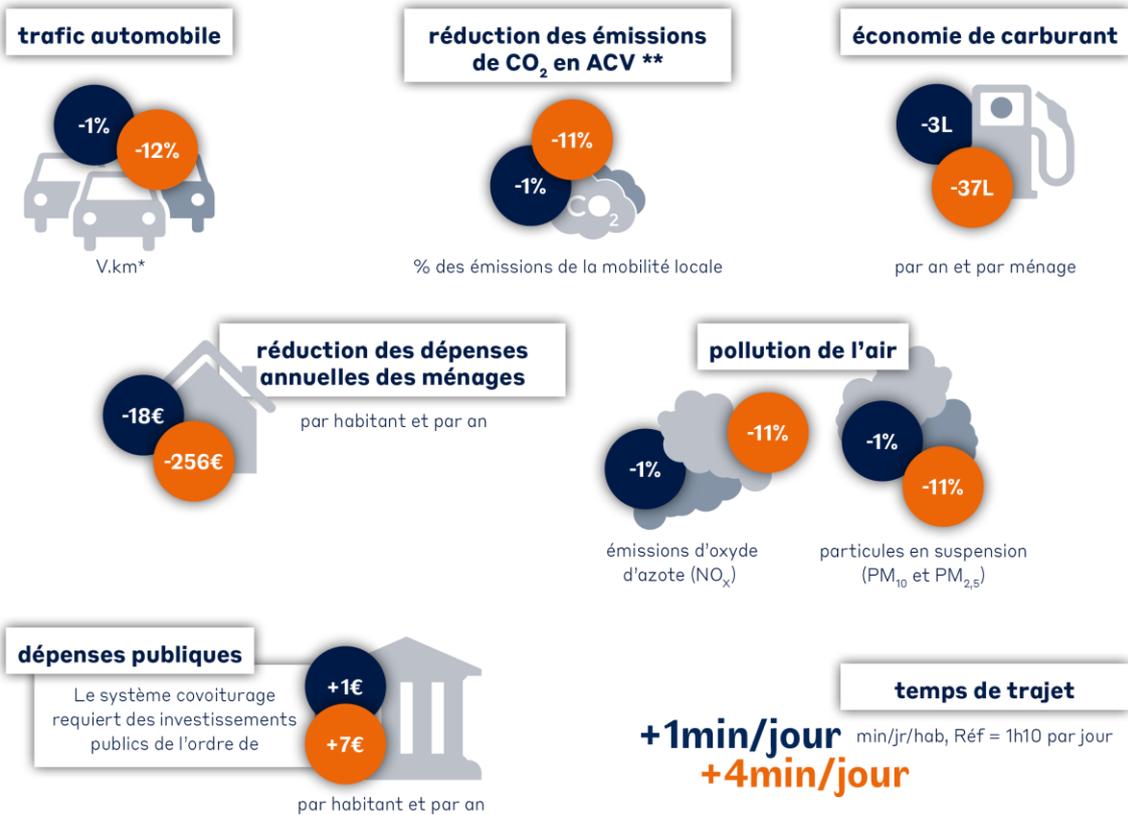
THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Covoiturage » à Rouen

Légende

- Scénario *Potentiel Max.*
- Scénario *Volontariste*

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts par rapport au scénario Référence en 2030



*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Périmètre de l'EMD du Havre

En 2030 sur le périmètre de l'EMD du Havre, le développement du covoiturage fait augmenter le taux d'occupation pour la zone de 1,25 p.km/v.km dans le scénario *Référence*⁹⁷ à 1,26 dans le scénario *Volontariste* (+0,5%). Dans le scénario *Potentiel Max*, le taux d'occupation atteint 1,37, soit une augmentation de 10%. On a donc une baisse du trafic voiture de 0,5% dans le scénario *Volontariste* (respectivement de 9% dans le scénario *Potentiel Max*). Associée à cette baisse du trafic automobile, la consommation de pétrole se réduit 0,5% en *Volontariste* (respectivement 8% en *PM*).

Grâce au moindre usage de la voiture, les émissions de CO₂ à l'usage diminuent de 0,5% en *Volontariste* et de 8% en *PM*. En prenant en compte les émissions de CO₂ dues à la production et à la fin de vie des véhicules, la réduction des émissions totale est la même : 0,5% en *Volontariste*, 8% en *PM*.

Concernant la pollution de l'air, les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) se réduisent de 0,5% en *Volontariste* (resp. 8% en *PM*) et les émissions de particules fines diminuent de 0,5% en *Volontariste* (resp. 8,1% en *PM*).

En 2030, les habitants de l'EMD du Havre passent 0,6% de temps en plus à se déplacer dans le scénario *Volontariste*, et 4,6% de temps en plus (soit 3 minutes supplémentaires par jour) dans le scénario *Potentiel Max*.

Les hypothèses fixées pour le bilan économique en métropole du Havre sont les mêmes que pour la Grande couronne d'Île-de-France, mais en tenant compte des besoins en infrastructures différents, fonction de la taille de la zone et de sa densité routière.

En EMD du Havre, le système de covoiturage assure chaque jour 70 000 déplacements en PM et 3 300 en *Volontariste*.

Ces hypothèses mènent au bilan suivant :

	Volontariste covoiturage (M€/an)	Potentiel Max covoiturage (M€/an)
Augmentation des dépenses		
Aires de covoiturage (<i>Vol</i> : 300 unités ; <i>PM</i> : 780)		
Plateforme internet/smartphone (5 temps-plein)	1	4
Centrale d'appel planification sans internet (<i>Vol</i> : 2 temps-plein ; <i>PM</i> : 42)		
Réduction des dépenses		
Consommation carburant réduite	3	53
Fréquence d'achat VP réduite		
Besoins d'entretien/réparation/assurance VP réduits		
Bénéfice	3	49

Les scénarios *Volontariste* et *Potentiel Max* induisent un bénéfice annuel de 3 millions € et 49 M€ respectivement, par rapport au scénario *Référence*, les augmentations des dépenses étant largement compensées par les réductions des dépenses dans les deux cas.

⁹⁷ Tous les résultats sont exprimés par rapport au scénario *Référence* en 2030 (voir p. 25).

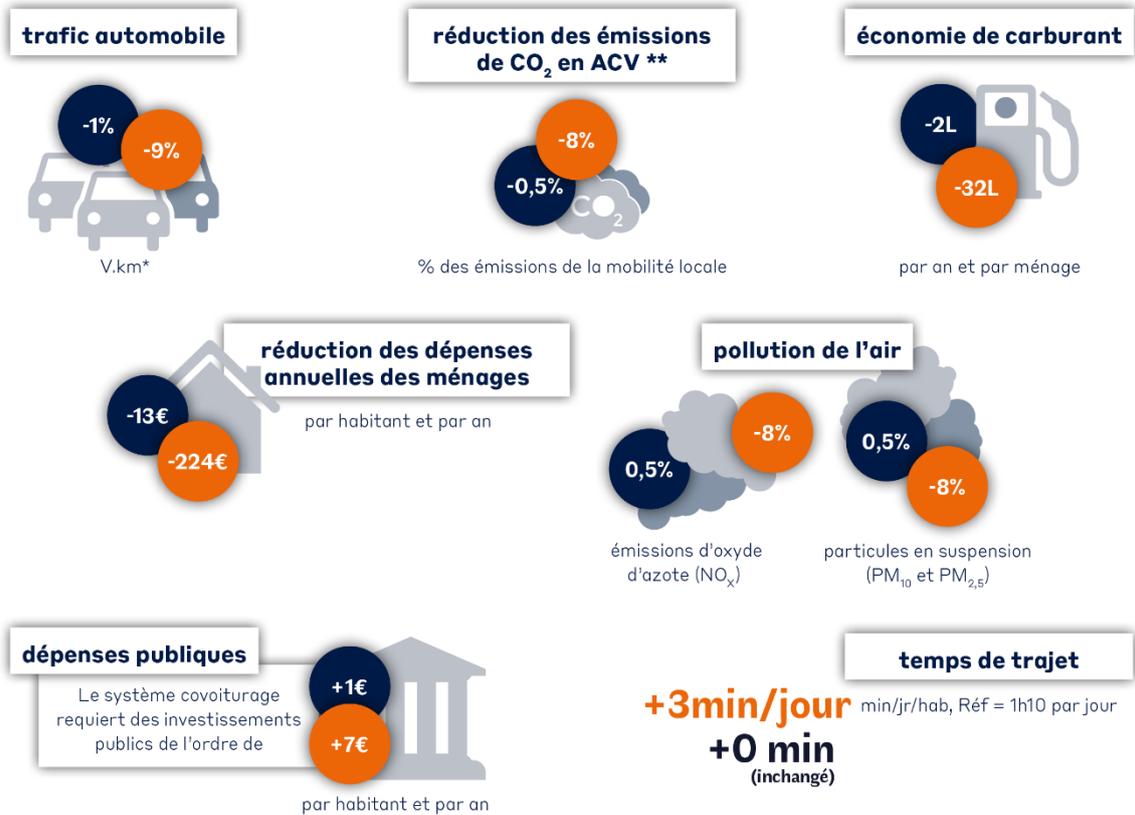
THE SHIFT PROJECT

Résultats de *The Shift Project* dans le cadre d'un scénario « Covoiturage » au Havre

Légende

- Scénario *Potentiel Max.*
- Scénario *Volontariste*

Ces indicateurs s'entendent comme des écarts par rapport au scénario Référence en 2030



*véhicule.km, distance totale parcourue par l'ensemble des voitures
 ** Analyse du Cycle de Vie des véhicules

Chapitre 6 - La mobilité : des enjeux complexes que nous n'avons pas tous pris en compte

Externalités

Bien que nous ayons élargi le périmètre des impacts étudiés pour notre étude, en comparaison à celle de 2017, il nous paraît important d'attirer l'attention sur d'autres externalités positives auxquelles l'ensemble des mesures proposées pourraient donner lieu :

- **gain sur la santé** grâce à la pratique du vélo. De plus, la commande des achats sur internet, dans le cadre d'un développement de la livraison à domicile (collaborative ou par tournées), pourrait réduire certains achats « d'impulsion » en supermarché aux effets négatifs sur la santé (friandises sucrées en caisse par exemple). En découle une moindre dépense pour la sécurité sociale, et un gain de productivité pour les entreprises ;
- moins de pollution par le **bruit** grâce à une réduction du trafic des voitures individuelles ;
- **économie des ressources** pétrolières et minérales, présentes dans le carburant et les voitures ;
- accroissement de l'**espace public disponible**, qui peut désormais être utilisé pour le commerce, la vie sociale, le loisir, les espaces verts, ou tout autre aménagement urbain ;
- **amélioration du lien social** grâce à la mise en contact d'individus d'une même localité par le covoiturage, le télétravail (consommation chez les commerçants locaux, activités locales les jours télétravaillés, partage de l'espace de travail), par la relocalisation du système d'achats (livraison et/ ou gardiennage des achats par les voisins ou par les commerçants locaux) et par la progression du vélo et de la marche. Les trajets garage-à-garage deviennent des trajets porte-à-porte ;
- meilleur **accès à la mobilité** (et à l'emploi notamment) pour les personnes en précarité économique, physique ou financière, et donc réduction de l'exclusion ;
- **création d'emploi** dans le secteur des cycles, dans le bâtiment pour la construction et la gestion des tiers-lieux, dans la gestion du covoiturage etc. ;
- **redynamisation commerciale** des centres-bourgs par le rôle de point relais des commerces de proximité, et par une relocalisation générale des activités.

Les mesures évoquées généreront aussi des externalités négatives :

- **pertes d'emploi** dans l'industrie automobile et dans la santé (par la réduction des pathologies liées à la pollution atmosphérique et à la sédentarité) ;
- augmentation de la **consommation énergétique** des bâtiments et de la **consommation en ressources** minérales pour construire de nouveaux espaces de télétravail (qui requiert la construction et l'usage de nouveaux espaces habitables).

Effets rebonds et systémiques

Les différents domaines d'action proposés peuvent mener à des effets rebond, c'est-à-dire à la production d'émissions de CO₂ accrues par un report de temps et/ou de pouvoir d'achat sur des activités plus carbonées que l'activité sur laquelle le temps et/ou l'argent a été économisé. Par exemple :

- Un gain de temps par le télétravail pourrait mener à faire des **trajets plus longs** les jours non télétravaillés, par le choix d'un lieu de vie plus éloigné du travail que si le télétravail n'avait pas été possible. Il pourrait générer d'autres effets rebonds, qui sont décrits dans l'étude de l'ADEME à ce sujet (ADEME, Greenworking 2020). De même, la livraison des achats par tournées induit un gain de temps en mobilité qui pourrait être réinvesti dans plus de mobilité (aller à un loisir

plus éloigné que la grande surface), ou dans une activité plus carbonée (s'inscrire dans un club de karting).

- La mise en place d'un système de mobilité différent pourrait générer des gains de pouvoir d'achat pour les ménages. Ce surplus de pouvoir d'achat pourrait être réinvesti dans des **activités plus carbonées** qui n'auraient pas été faites sans (par exemple des voyages en avion, qui sont très corrélés au pouvoir d'achat (CGDD 2010)).
- Les différents domaines d'action peuvent mener à décongestionner certains axes de circulation et à libérer certains espaces de stationnement, et ainsi augmenter l'attractivité de la voiture – ce qui reviendrait à favoriser le **report modal de modes peu ou pas carbonés** (vélo, transports en communs) **vers la voiture**. Cet effet rebond annulerait en partie la réduction des émissions induites par les nouveaux comportements de mobilité. Il s'appliquerait à nos scénarios *Volontariste* mais très peu à nos scénarios *Potentiel Max*, ces derniers organisant une réduction de l'attractivité de la voiture (notamment par une réaffectation des espaces viaires et de stationnement) vers les modes autres que la « voiture solo ». Il importe donc de lutter contre cet effet rebond en mettant en place des mesures rendant la voiture particulière moins attractive.

D'autre part, l'ensemble des domaines d'action mène à un effet systémique positif : la **démotorisation progressive des ménages** qui découvrent des alternatives à la voiture et adaptent leur mode de vie (groupent leurs déplacements, modifient leurs destinations et la fréquence de leurs déplacements...), conduit à un abandon du « réflexe voiture », et verrouille de ce fait la réduction des émissions de CO₂ atteinte (à la fois les émissions directes et les émissions induites par la fabrication des véhicules).

Chapitre 7 - Replacer nos domaines d'action dans un cadre systémique

Par cette étude, nous fournissons des ordres de grandeur chiffrés quant aux effets de changements des comportements de mobilité en Vallée de la Seine, à un horizon 2030. Dans nos scénarios, ces changements de comportements sont induits par la mise en œuvre de différents domaines d'action, pris indépendamment les uns des autres : la livraison des achats, le télétravail, le système vélo, les TPE et le covoiturage. Cette méthode, par scénarios indépendants, nous a permis d'obtenir les estimations souhaitées.

Cependant plusieurs domaines d'action pourraient être développés ensemble sur un même territoire. Ces développements s'inscriraient dans un contexte infrastructurel et d'habitudes de mobilité, particulier. Il importerait, en termes de politiques publiques concrètes, d'en tenir compte. En d'autres termes, les politiques publiques, si elles peuvent s'appuyer sur des indicateurs prospectifs qui ont été chiffrés indépendamment les uns des autres pour aider à la décision, doivent ensuite tenir compte des aspects systémiques de la mise en place d'un système de mobilité. Pour conclure ce rapport, nous souhaitons aborder ces aspects, clés pour la mise en œuvre des domaines d'action que nous avons étudiés.

Les recommandations suivantes sont tirées du *Guide pour une mobilité quotidienne bas carbone*, qui décrit un ensemble de bonnes pratiques permettant d'aider à la conception et au pilotage des politiques publiques en termes de mobilité, tout en mettant l'accent sur leurs aspects systémiques. Ce *Guide* a été construit en lien avec le « terrain », via les études de cas de 5 agglomérations françaises (Foglia 2020).

Déconstruire le « système voiture » : « *Si la voiture est aussi incontournable dans nos sociétés, c'est parce qu'il ne s'agit pas seulement d'un véhicule, mais bien d'un système complet composé des infrastructures, des services, de la fiscalité et d'un imaginaire puissant, construit depuis des décennies par des campagnes publicitaires.* » Il importe donc, au-delà du développement d'alternatives à ce système, de le déconstruire en le rendant de moins en moins utile et de moins en moins attractif.

- L'urbanisme de demain, qui se construit dès aujourd'hui, doit être pensé comme un **urbanisme qui réduit les distances de déplacement**, notamment en densifiant et diversifiant les tissus urbains, et en contraignant le développement des zones commerciales de périphérie. Suite à de telles propositions, notamment par la Convention Citoyenne pour le Climat, des mesures dans ce sens sont appuyées par le Gouvernement (plan national cœur de ville et moratoire en préparation sur les nouveaux projets de centres commerciaux) (La Croix 2020).
- **Les incitations actuellement en place pour l'usage de la voiture doivent être réorientées pour devenir des incitations à l'usage de modes décarbonés.** Ainsi, le système fiscal est encore fortement incitatif à l'usage de la voiture pour les trajets domicile-travail, et à l'octroi de voitures de fonction. Ces dispositifs pourraient inclure l'ensemble des modes, et être progressifs d'un point de vue carbone.
- **L'usage de la voiture « en solo » doit être rendu moins attractif**, en réduisant l'accessibilité physique du stationnement pour ce mode, et en contraignant sa vitesse et son espace de circulation.
- Cependant, les actions de limitation de l'utilisation de la voiture, prises seules, rencontrent de fortes (et légitimes) résistances en périphérie des aires urbaines, tant son usage y est actuellement indispensable à la vie courante. Il est donc indispensable d'inclure les citoyens au plus tôt dans les réflexions sur de telles mesures, et **d'accompagner ces mesures en offrant des alternatives viables à l'autosolisme et des contreparties en termes de qualité de vie** : développement de l'offre de modes alternatifs (système vélo, covoiturage, transports publics express), aires de jeux, place pour des terrasses de restaurants, services de proximité, etc. Ces alternatives et avantages doivent être clairement présentés aux citoyens. La mise en place d'expérimentations assorties d'évaluations est aussi propice à l'acceptabilité des mesures.

Faciliter l'utilisation des offres alternatives à la voiture : cela passe évidemment par le développement de ces alternatives afin qu'elles deviennent réellement performantes. Dans ce rapport, nous avons tenté de chiffrer l'ampleur des transformations que chaque domaine d'action requiert pour être performant. Dans une logique « *Volontariste* », ou « *Potentiel Max* », nous avons souvent poussé

le développement des alternatives à leur maximum. Ainsi, les dépenses publiques affichées sont à prendre comme des fourchettes hautes.

- Cependant, ces chiffrages illustrent à quel point le développement d'alternatives performantes nécessite la mise en place de systèmes complets d'infrastructures et de services à l'échelle de l'aire urbaine entière. Ainsi, un système vélo doit s'étaler en un réseau maillé et continu, et non pas en quelques axes déconnectés, afin d'assurer une continuité des déplacements et de permettre une grande diversité d'origines et destinations des déplacements.



Figure 27 : Extrait de l'infographie issue de l'étude (Inddigo - Vertigolab 2020).

De même, un système de covoiturage doit se baser sur des infrastructures permettant la massification de son usage, sur une cohérence d'ensemble permettant une grande diversité de déplacements, et sur des services de mise en relation et d'assurance que le déplacement puisse être effectué.

Enfin, l'ensemble des alternatives doit être accompagné par des facilitations physiques de l'intermodalité (par exemple l'organisation des horaires des différentes lignes de transports en commun pour créer des nœuds de correspondance, ou bien l'aménagement des gares pour en faciliter l'accès en vélo).

- L'accès à une information multimodale, à une billettique intégrée, via des systèmes « Mobility as a Service » (MaaS), *facilite* alors l'usage de ces alternatives performantes, mais ne saurait s'y substituer (un service de piètre qualité, même complété par une application ergonomique qui rend accessible l'information sur ce service, reste un service de piètre qualité).
- De même, les services d'autopartage ou de location de voitures peuvent venir en complément de ces alternatives à l'usage de la voiture en solo pour couvrir les besoins résiduels de déplacements en voiture et ainsi être des facilitateurs de multimodalité ainsi que des déclencheurs de la démotorisation des ménages. Cependant, ils ne doivent en aucun cas être considérés comme des modes bas carbone à développer pour un usage quotidien - en effet, il peuvent tout à fait être utilisés en autosolisme.

En parallèle du développement des alternatives à l'autosolisme et de la déconstruction du système voiture, des **actions visant à susciter et accompagner les changements de comportement** peuvent être entreprises (communication, animations, initiations autour des alternatives disponibles, et possibilités de les tester ; également, accompagnement des entreprises dans la construction de leurs Plans de mobilité).

Enfin, l'ensemble des **politiques publiques relatives à la mobilité doivent faire l'objet d'un suivi et d'une évaluation régulière basée sur un triptyque d'indicateurs : des indicateurs de moyens, des indicateurs d'offre, et des indicateurs d'usage**. Nous avons utilisé tout au long de ce rapport de tels indicateurs, notre but étant de relier de manière quantitative les moyens (niveaux d'investissements, équivalents temps plein pour assurer le fonctionnement de tel ou tel mode), l'offre (par exemple, linéaire d'aménagements cyclables, ou surface d'aires de covoiturage), et l'usage qui en découle (parts modales, distances parcourues (passagers.km), niveau de trafic (véhicules.km)).

La mobilité actuelle est grandement dépendante du pétrole, si bien qu'elle ne saurait résister en l'état ni à une hausse subie des prix du pétrole, ni à une hausse volontariste de la taxe carbone en faveur du

climat. Le mouvement des gilets jaunes, déclenché par des mesures contraignant de fait l'usage de la voiture, l'a illustré. Réduire cette dépendance passe par une approche systémique de la mobilité, en particulier par le développement d'alternatives à l'autosolisme. Par cette étude, nous donnons des clés permettant des décisions les plus éclairées possibles quant à de tels développements, à destination des décideurs territoriaux, sur leurs impacts potentiels sur les pratiques de mobilité, sur le climat et sur la pollution de l'air.

Bibliographie

- Actu-Environnement. 2016a. « Le télétravail : un levier peu exploité par les collectivités pour réduire les flux de déplacement ». *Actu-Environnement*. Consulté 9 novembre 2020 (<https://www.actu-environnement.com/ae/dossiers/territoires-ruraux/teletravail-levier-peu-exploite-collectivites-reduire-flux-deplacement.php>).
- Actu-Environnement. 2016b. « Mobilité collaborative : les acteurs ne jouent pas collectif ». *Actu-Environnement*. Consulté 14 novembre 2020 (<https://www.actu-environnement.com/ae/news/mobilite-collaborative-start-up-financement-acces-donnees-27221.php4>).
- Actu-Environnement. 2020. « Forfait mobilités durables : le plafond relevé à 500 euros ». octobre 21.
- ADEME. 2013. *L'exercice de prospective de l'ADEME « Vision 2030-2050 »*.
- ADEME. 2016a. *Climat, Air et Energie*.
- ADEME. 2016b. « Etude d'évaluation sur les services vélos - Enquête sur le stationnement sécurisé intermodal ».
- ADEME. 2017a. *Actualisation du scénario énergie-climat ADEME 2035-2050*. 010305.
- ADEME. 2017b. *Développement du covoiturage régulier de courte et moyenne distance - Guide méthodologique*.
- ADEME, Greenworking. 2020. « Etude sur la caractérisation des effets rebond induits par le télétravail ». 47.
- ADEME Île-de-France. 2015. *Réussir son plan de déplacements d'entreprise*.
- ADEME/iter/Ekodev. 2018. *Etat des lieux des plans de mobilité*.
- Agence d'Urbanisme de Rouen et des Boucles de Seine et Eure. 2020. *Loi d'orientation des mobilités (LOM) : Les mesures clés pour Rouen et la Normandie*.
- Aguilera, Anne, Virginie Lethiais, Alain Rallet, et Laurent Proulhac. 2016. « Home-Based Telework in France: Characteristics, Barriers and Perspectives ». *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 92:1-11. doi: 10.1016/j.tra.2016.06.021.
- Alice BILLOT-GRASSET. 2015. « Typologie des accidents corporels de cyclistes âgés de 10 ans et plus : un outil pour la prévention ». Université Claude Bernard - Lyon I, Lyon.
- ANDRE, Michel, Foudil LEKHAL, Adrien ALLEMAND, Caroline Roux, Virginie Boutueil, et Laurent HIVERT. 2019. *Connaissance et prospective des parcs automobiles. Research Report*. IFSTTAR - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux.
- Antivol Vélo. 2018. « Les solutions sécurisées pour garer son vélo à Rouen ». *Antivol Vélo*. Consulté 11 novembre 2020 (<https://www.antivol-velo.com/garer-son-velo-a-rouen/>).
- Antivol Vélo. 2019. « Trouver des stationnements sécurisés pour son vélo à Caen ». *Antivol Vélo*. Consulté 11 novembre 2020 (<https://www.antivol-velo.com/stationnements-securises-pour-son-velo-a-caen/>).
- Arval Mobility Observatory. 2020. « Quel est le traitement fiscal d'une flotte de vélos ? | mobility-observatory.arval.fr ». *Arval Mobility Observatory*. Consulté 14 novembre 2020 (<https://www.mobility-observatory.arval.fr/quel-est-le-traitement-fiscal-dune-flotte-de-velos>).

- Automobile Club Association. 2020. *Le budget de l'automobiliste 2019*.
- Blaquière, Jean. 2019. « Les Français, grands adeptes du «drive» ». *Le Figaro.fr*. Consulté 26 octobre 2020 (<https://www.lefigaro.fr/conso/les-francais-grands-adeptes-du-drive-20190525>).
- Cabinet Roland Berger/ Centre d'Analyse Stratégique. 2009. *Le développement du télétravail dans la société numérique de demain*. Centre d'analyse stratégique.
- CEMT - ITF. 2004. *Politiques nationales en faveur du vélo*. OCDE.
- Centre d'analyse stratégique. 2012. *Les nouvelles mobilités dans les territoires périurbains et ruraux*.
- CEREMA. 2018. *Covoiturage courte et moyenne distance - Retour d'expériences, freins et leviers*.
- Cerema. 2019. « Covoiturage domicile-travail : résultats des premières enquêtes du Cerema ». *Cerema*. Consulté 14 novembre 2020 (<http://www.cerema.fr/fr/actualites/covoiturage-domicile-travail-resultats-premieres-enquetes-du>).
- César Armand. 2019. « Comment la SNCF veut réinventer 1.000 gares ». *La Tribune*. Consulté 9 novembre 2020 (<https://www.latribune.fr/entreprises-finance/services/transport-logistique/comment-la-sncf-veut-reinventer-1-000-gares-822126.html>).
- CESER. 2019. *Améliorer les mobilités du quotidien et favoriser leur soutenabilité*.
- CGDD. 2008. « Fichiers détail de l'Enquête nationale transports et déplacements 2008 ». *Ministère de la transition écologique et solidaire*. Consulté (http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/transports/r/transport-voyageurs-deplacements.html?tx_ttnews%5Btt_news%5D=22128&cHash=161fa25e2efb157460e300ac01b70ef1).
- CGDD. 2010. *La mobilité des Français - Panorama issu de l'enquête nationale transports et déplacements 2008*. *La Revue du CGDD*. CGDD.
- CGDD. 2016. *Nouveaux usages de la voiture. Quel avenir ? Quels impacts ?*
- CGET. 2017. *21 propositions pour un plan national de déploiement du télétravail*.
- Challenges. 2019. « Que vaut Loop, le projet de site e-commerce qui réinvente la consigne ». *Challenges*. Consulté 23 novembre 2020 (https://www.challenges.fr/entreprise/grande-conso/loop-le-site-e-commerce-qui-reinvente-la-consigne_639681).
- CITEPA. 2019. « Secten – le rapport de référence sur les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques en France ». *Citepa*. Consulté 29 novembre 2020 (<https://www.citepa.org/fr/secten/>).
- Collectif Vélo Île-de-France. 2019. *RER V - Le réseau vélo d'Île-de-France*.
- Consorcio Transportes Madrid. 2010. *Madrid, a World Reference*.
- COST. 2011. *Bus à Haut Niveau de Service - Caractéristiques fondamentales et recommandations pour la prise de décision et la recherche - Résultats issus de 35 villes européennes*.
- CRDALN. 2012. *L'étalement urbain en France - Synthèse documentaire*.
- CREDOC. 2013. *La diffusion des technologies de l'information et de la communication dans la société française - Édition 2015*. CGEIIET/ARCEP.
- CVTC. 2017. *Les propositions du Club des villes et territoires cyclables aux candidats à la Présidentielle 2017: « 10 pistes pour accélérer le changement et plus de 40 mesures »*.

- Cycling Scotland Scottish Charity. 2018. *Annual Cycling Monitoring Report 2018*.
- DARES; DGAFP; Ministère du Travail, de l'Emploi, de la Formation, et professionnelle et du Dialogue social. 2017. *Le télétravail en France. Statistiques*.
- Décret en Conseil d'Etat. 2020. *Décret n° 2020-678 du 5 juin 2020 relatif à la nature des frais de covoiturage et aux conditions de versement d'une allocation par les autorités organisatrices*.
- DREAL Bourgogne-Franche-Comté. 2019. « Contrat de Plan Etat-Région : Les opérations ferroviaires prioritaires ». *DREAL Bourgogne-Franche-Comté*. Consulté 13 novembre 2020 (<http://www.bourgogne-franche-comte.developpement-durable.gouv.fr/contrat-de-plan-etat-region-les-operations-a7862.html>).
- ECOV - La fabrique de la mobilité. 2017. *Covoiturage courte distance - Commun « Preuves de covoiturage »*.
- EMTA. 2008. *Situation of public transport in the European metropolitan areas*.
- Europe 1. 2020. « Voiture autonome : "D'ici à cinq ans, vous pourrez lâcher le volant sur l'autoroute" ». *Europe 1*. Consulté 30 octobre 2020 (<https://www.europe1.fr/technologies/voiture-autonome-dici-cinq-ans-vous-pourrez-lacher-le-volant-sur-lautoroute-3942330>).
- Fabrique de la Cité. 2015. *Optimiser l'offre de mobilité dans les périphéries des villes*.
- Fabrique Ecologique. 2017. *Les territoires ruraux et périurbains, terres d'innovation pour la mobilité durable*.
- Fédération Ecosyst'M. 2020. « Premières initiatives ». *ecosystm*. Consulté (<https://www.ecosystm.fr/premieres-initiatives>).
- FNAUT Normandie. 2020. *Perspectives d'évolutions du réseau ferroviaire normand - Axe Seine et extensions - Infrastructures, dessertes, tarification*.
- FNTV. 2020. *Transport routier de voyageurs & covoiturage : ce que change la loi LOM*.
- Foglia, Laura. 2020. *Guide pour une mobilité quotidienne bas carbone*. The Shift Project.
- Forbes. 2015. « Five Things You Need To Know About Telecommuting ». *Forbes*. Consulté 9 novembre 2020 (<https://www.forbes.com/sites/jacobmorgan/2015/05/04/5-things-you-need-to-know-about-telecommuting/>).
- Forum Vie Mobiles/l'Obsoco. 2016. *Modes de vie et mobilité, une approche par les aspirations*.
- Foxon, Timothy J. 2002. « Technological and Institutional 'Lock-in' as a Barrier to Sustainable Innovation ». 9.
- France 3 Auvergne-Rhône-Alpes. s. d. « Isère : le service public de covoiturage est officiellement en service à Grenoble, voici comment ça marche ». *France 3 Auvergne-Rhône-Alpes*. Consulté 25 novembre 2020 (<https://france3-regions.francetvinfo.fr/auvergne-rhone-alpes/isere/grenoble/isere-service-public-covoiturage-est-officiellement-service-grenoble-voici-comment-ca-marche-1875848.html>).
- Frédéric HERAN. 2012. *Vélo et politique globale de déplacements durables*. PREDIT.
- Frédéric Héran. 2018. « Système vélo ». *Forum Vies Mobiles*. Consulté 21 octobre 2020 (<https://fr.forumviesmobiles.org/reperes/systeme-velo-12437>).
- Goodwill management. 2015. *Etude de l'impact de l'activité physique et sportive (APS) sur l'entreprise, le salarié et la société civile*.

- Greenworking. 2012. *Le télétravail dans les grandes entreprises françaises, Comment la distance transforme nos modes de travail.*
- Haut Conseil pour le Climat. 2020. *Redresser le cap, relancer la transition.*
- Île-de-France Mobilités. 2020a. « Des nouveaux trains pour le bien être des Franciliens ». *Île-de-France Mobilités*. Consulté 13 novembre 2020 (<https://www.iledefrance-mobilites.fr/actualites/on-y-va-commandes-nouveaux-trains-bus-propres>).
- Île-de-France Mobilités. 2020b. « Parkings Vélos ». *Île-de-France Mobilités*. Consulté 29 novembre 2020 (<https://www.iledefrance-mobilites.fr/le-reseau/services-de-mobilite/velo/parkings-velo>).
- Île-de-France Mobilités. 2020c. « Vélo ». *Île-de-France Mobilités*. Consulté 9 novembre 2020 (<https://www.iledefrance-mobilites.fr/le-reseau/services-de-mobilite/velo>).
- INDDIGO - ADEME. 2015. *Etude nationale sur le covoiturage de courte distance.*
- Inddigo - Vertigolab. 2020. « Impact économique et potentiel de développement des usages du vélo en France ». 375.
- INSEE. 2010. *La France et ses régions - Occupation du territoire et mobilités : une typologie des aires urbaines et du rural*. INSEE.
- INSEE. 2013. « Mobilités professionnelles en 2013 : déplacements domicile - lieu de travail ». *INSEE*. Consulté 11 novembre 2020 (<https://www.insee.fr/fr/statistiques/2022109>).
- INSEE. 2016a. *De plus en plus de personnes travaillent en dehors de leur commune de résidence*. 1605. INSEE.
- INSEE. 2016b. *Les niveaux de vie en 2014*. *Insee Première*. 1614.
- INSEE. 2017. *Partir de bon matin, à bicyclette...* 1629. INSEE.
- INSEE. 2020. « Structure de la population active (15 à 64 ans) au sens du recensement par catégorie socioprofessionnelle en 2017 ». *INSEE*. Consulté 30 novembre 2020 (<https://www.insee.fr/fr/statistiques/2012721#titre-bloc-3>).
- Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Île-de-France. 2006. *Transports en commun sur les voies rapides en Ile-de-France*.
- JDN. 2018. « Livraison en consignes : un service encore confiné dans sa case ». *JDN*. Consulté 26 octobre 2020 (<https://www.journaldunet.com/ebusiness/commerce/1210428-livraison-en-consignes-un-service-encore-confine-dans-sa-case/>).
- Jouanno, Chantal, et Christiane Hummel. 2016. *Rapport d'information - les femmes et l'automobile : un enjeu de lutte contre la précarité, d'orientation professionnelle et de déconstruction des stéréotypes*. 835. Sénat.
- Julien Fosse. 2019. *Objectif « Zééo artificialisation nette » : quels leviers pour protéger les sols ?* France Stratégie.
- Korsu, Emre, Marie-Hélène Massot, et Jean-Pierre Orfeuill. 2011. « Le concept de ville cohérente : réponse aux débats, entre ville compacte et ville étalée? »
- La Croix. 2020. « Zones commerciales : le coup de frein du gouvernement ». *La Croix*, juillet 28.
- Laboratoire de la Mobilité inclusive/Auxilia. 2013. *Mobilité, insertion et accès à l'emploi - Constats et perspectives*.

- L'argus Pro. 2016. « Les investissements publicitaires de l'automobile en baisse – L'argus PRO ». Consulté 15 novembre 2020 (<https://pro.largus.fr/actualites/les-investissements-publicitaires-de-lautomobile-en-baisse-7420384.html>).
- LBMG Worklabs. 2012. *Livre blanc national sur le télétravail et les nouveaux espaces de travail*.
- Le Havre Seine Métropole. 2020. « Vélo ». *Le Havre Seine Métropole*. Consulté 29 novembre 2020 (<https://www.lehavreseinemetropole.fr/amonservice/velo>).
- Le Point. 2016. « Le covoiturage sur courte distance peut-il faire sauter les bouchons? » juillet.
- leparisien.fr. 2020. « L'arrivée de nouveaux trains sur le RER B retardée par la crise du Covid-19 ». *leparisien.fr*. Consulté 13 novembre 2020 (<https://www.leparisien.fr/info-paris-ile-de-france-oise/transports/l-arrivee-de-nouveaux-trains-sur-la-b-du-rer-retardee-par-la-crise-08-06-2020-8331978.php>).
- L'ObSoCo/Chronos. 2017. *L'Observatoire des mobilités émergentes, Partages, multimodalité, report modal, connexion généralisée... Comment les Français réinventent-ils leurs pratiques de mobilité ?* ADEME.
- LSA. 2017. « La montée du drive impose d'adopter de nouveaux outils ». *lsa-conso.fr*. Consulté 29 novembre 2020 (<https://www.lsa-conso.fr/la-montee-du-drive-impose-d-adopter-de-nouveaux-outils,259682>).
- lsa-conso.fr. 2020. « Le drive toujours dynamique avec 185 nouvelles unités depuis janvier ». *lsa-conso.fr*. Consulté 26 octobre 2020 (<https://www.lsa-conso.fr/le-drive-tres-dynamique-avec-185-nouvelles-unites-depuis-le-debut-de-l-annee,359653>).
- Luciano, Francisco. 2017. *Décarboner la mobilité dans les zones de moyenne densité - Moins de carbone, plus de lien*. The Shift Project.
- Malakoff Humanis. 2019. *Etude télétravail 2019 - Regards croisés Salariés / Entreprises - 2ème édition*.
- Malakoff Humanis. 2020. *Etude télétravail 2020 - Regards croisés Salariés / Entreprises - 3ème édition*.
- Mercat, Nicolas, et Frédéric Héran. 2003. « 48 - Bicycle Theft in France ». P. 641-49 in *Sustainable Transport*, édité par R. Tolley. Woodhead Publishing.
- Ministère de la transition écologique. s. d. « Le covoiturage en France, ses avantages et la réglementation en vigueur ». Consulté (<https://www.ecologie.gouv.fr/covoiturage-en-france-avantages-et-reglementation-en-vigueur>).
- MTE. 2020. « Grâce au plan de relance, le ministère chargé des transports apporte 30 M€ pour le développement de « services express métropolitains » ». *Ministère de la Transition écologique*. Consulté 25 novembre 2020 (<https://www.ecologie.gouv.fr/grace-au-plan-relance-ministere-charge-des-transport-apporte-30-meu-developpement-services-express-1>).
- MTEs. 2018. « Enquête Performance de l'Habitat, Équipements, Besoins et Usages de l'énergie (Phébus) ». Consulté 28 octobre 2020 (<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/enquete-performance-de-lhabitat-equipements-besoins-et-usages-de-lenergie-phebus>).
- MTEs. 2020a. « Comment les Français se déplacent-ils en 2019? Résultats de l'enquête mobilité des personnes ». *Données et études statistiques pour le changement climatique, l'énergie, l'environnement, le logement et les transports*. Consulté 23 novembre 2020 (<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/comment-les-francais-se-deplacent-ils-en-2019-resultats-de-lenquete-mobilite-des-personnes>).
- MTEs. 2020b. *Deux ans du Plan « Vélo et mobilités actives » : BILAN ET PERSPECTIVES D'AVENIR*.

- MTES. 2020. *Petites lignes ferroviaires, des plans d'actions régionaux*.
- MTES. 2020c. *Stratégie nationale bas-carbone - La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone*.
- MTES/PMP/LAET/Logicités/ELV Mobilités. 2018. *Étude prospective des enjeux de la livraison du dernier kilomètre sous forme mutualisée et collaborative, ainsi que leurs articulations avec le concept d'internet physique*.
- Olivier Razemon. 2017. *Comment la France a tué ses villes*. Rue de l'échiquier.
- Pap'Argus. 2019. « Grand entretien : Armand Chaigne, DS Smith France ». octobre, 25-27.
- PAPON, Francis, Leslie BELTON CHEVALLIER, Sylvie ABOURS, Etienne COME, Sophie Midenet, Claude SOULAS, Jean Marie BEAUVAIS, et Nadine Polombo. 2015. *Rapport final du projet VERT. Le vélo évalué en rabattement dans les territoires. Volume 1. Research Report*. IFSTTAR - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux.
- Philippe Collet. 2018. « [INFOGRAPHIE] Vélo : les entreprises mesurent les premiers bénéficiaires de l'indemnité kilométrique ». *Actu-Environnement*. Consulté 14 novembre 2020 (<https://www.actu-environnement.com/ae/news/infographie-velo-indemnite-kilometrique-benefices-salaries-entreprises-31489.php4>).
- PIPAME. 2016. *Usages novateurs de la voiture et nouvelles mobilités*.
- RACF. 2011. *Etalement urbain et changements climatiques*.
- RAC-F / FNH. 2014. *Les solutions de mobilité soutenable en milieu rural et périurbain*. RAC-F / FNH.
- Rachida Boughriet. 2019. « Certificats d'économies d'énergie : un nouveau programme pour massifier le covoiturage dans les territoires ». *Actu-Environnement*. Consulté 11 novembre 2020 (<https://www.actu-environnement.com/ae/news/certificats-economie-energie-covoiturage-34589.php4>).
- Région Ile-de-France. 2016. « L'Île-de-France, 1re Smart Région d'Europe : 54,6 millions d'euros pour accélérer le déploiement ». *Ile de France*. Consulté 10 novembre 2020 (<https://www.iledefrance.fr/lile-de-france-1re-smart-region-deurope-546-millions-deuros-pour-acceler-le-deploiement>).
- Région Île-de-France. 2020. « Véligo Location : le parc passe de 10.000 à 15.000 vélos électriques ». *Région Île-de-France*. Consulté 29 novembre 2020 (<https://www.iledefrance.fr/veligo-location-le-parc-passe-de-10000-15000-velos-electriques>).
- Rietveld, Piet. 2011. « Telework and the Transition to Lower Energy Use in Transport: On the Relevance of Rebound Effects ». *Environmental Innovation and Societal Transitions* 1(1):146-51. doi: 10.1016/j.eist.2011.03.002.
- Shalizi, Zmarak, et Franck Lecocq. 2009. *Climate Change And The Economics Of Targeted Mitigation In Sectors With Long-Lived Capital Stock*. The World Bank.
- SNCF. 2020. « Stationnez votre vélo en gare ». *SNCF*. Consulté 9 novembre 2020 (<https://www.sncf.com/fr/offres-voyageurs/avant-apres-la-gare/offre-velo/stationnez-votre-velo-en-gare>).
- Sugy, Paul. 2019. « Les «gilets jaunes» ont-ils vraiment à voir avec le passage à 80 km/h? Oui! ». *Le Figaro.fr*. Consulté 27 octobre 2020 (<https://www.lefigaro.fr/vox/economie/les-gilets-jaunes-ont-ils-vraiment-a-voir-avec-le-passage-a-80-km-h-oui-20190417>).

- Territoire mobile. s. d. « Synchro Covoiturage : les trajets partagés ». *TerritoireMobile.fr*. Consulté 25 novembre 2020 (<http://mobilites.chambery.fr/2466-synchro-covoiturage-les-trajets-partages.htm>).
- The Conversation. 2019. « L'auto-stop réinventé par Rezo Pouce : au-delà de la belle histoire ». *The Conversation*. Consulté (<https://theconversation.com/lauto-stop-reinvente-par-rezo-pouce-au-dela-de-la-belle-histoire-127184>).
- The Shift Project. 2020a. *ÉTUDE COMPARATIVE DE L'IMPACT CARBONE DE L'OFFRE DE VÉHICULES*.
- The Shift Project. 2020b. *L'Union Européenne risque de subir des contraintes fortes sur les approvisionnements pétroliers d'ici à 2030*.
- Vélo & Territoires / ADEME. 2019. *Enquête territoires 2019 - La politique cyclable des collectivités*.
- Vincent KAUFMANN, et Emmanuel RAVALET. 2015. « Analyse de l'enquête SNCF ».
- Wygonik, Erica, et Anne Goodchild. 2012. « Evaluating the Efficacy of Shared-use Vehicles for Reducing Greenhouse Gas Emissions: A U.S. Case Study of Grocery Delivery ». *Journal of Transportation Research Forum* 51. doi: 10.5399/osu/jtrf.51.2.2926.
-

The Shift Project

The Shift Project est un think tank qui œuvre en faveur d'une économie libérée de la contrainte carbone. Association loi 1901 reconnue d'intérêt général et guidée par l'exigence de la rigueur scientifique, notre mission est d'éclairer et influencer le débat sur la transition énergétique en Europe.

Contact :

Nicolas Raillard, Chef de Projet

nicolas.raillard@theshiftproject.org

Contact presse :

Jean-Noël Geist, Directeur des affaires publiques et de la communication

+ 33 (0) 6 95 10 81 91 | jean-noel.geist@theshiftproject.org

www.theshiftproject.org



**THE SHIFT
PROJECT**
THE CARBON TRANSITION THINK TANK

Crédits photo : © Benard / Andia.fr