

DÉCARBONER LA MOBILITÉ DANS LES ZONES DE MOYENNE DENSITÉ

Moins de carbone, plus de lien

**THE SHIFT
PROJECT**
THE CARBON TRANSITION THINK TANK



Étude réalisée avec
le soutien de la
Caisse des Dépôts

Rapport du Groupe de Travail dirigé par Francisco Luciano

Crédit photo de couverture : Virginie Girardon, Bruno Louis
Graphismes, mise en page : Julie Pretot, *The Shift Project*

En mars 2016, *The Shift Project* m'a demandé de constituer et piloter un groupe de travail pour réfléchir à la décarbonation de la mobilité locale dans les zones périurbaines françaises, ces espaces entre l'urbain dense et la campagne profonde.

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 peaufiner le chiffrage.

Les réflexions du groupe de travail sont destinées aux acteurs majeurs de la vie économique et sociale du pays. *The Shift Project* présente régulièrement ses propositions aux parlementaires français et européens, aux membres de la Commission européenne, aux différents ministères français et aux entreprises qui œuvrent dans les secteurs économiques concernés.

Je tiens à remercier :

Nicolas Raillard, *The Shift Project*
—analyse, rédaction et modélisation—
Clémence Vorreux, *The Shift Project*
—rédaction et organisation—
Jean-Michel Cayla, EDF
—modélisation—

Les autres membres du Groupe de Travail :

Aurélien Bigo, Doctorant/SNCF
Jean-Baptiste Boneu, OuiHop
Nina Bourcier, Clem'
André Broto, Vinci Autoroutes
Christian Dubost, SNCF
Coline Macquet, Efficacy
Thomas Matagne, ecov
Véronique Michaud, CVTC
Laura Papet, PMP Conseil
Olivier Paul-Dubois-Taine, IESF
Claire Schreiber, CVTC
Béatrice Vauday, EcoSyst'M

Et les relecteurs :

Matthieu Auzanneau, *The Shift Project*
Zeynep Kahraman, *The Shift Project*
Matthieu Chassignet, ADEME
Stéphane Lapujoulade
Richard Limier, Conseil régional d'Île-de-France
Francis Papon, IFFSTAR
Olivier Schneider, Fédération des Usagers de la Bicyclette
Dominique Valentin, Relais d'Entreprises

Je voudrais remercier aussi
Jérôme Libeskind, Laurent Morel, Frédéric Héran
et les participants aux ateliers collaboratifs
du 30 mars 2017 pour leurs commentaires.

TABLE DES MATIÈRES

• ABRÉVIATIONS	6
Comment interpréter les références bibliographiques ?.....	6
• INTRODUCTION	7
Objectifs du groupe de travail.....	8
Importance du sujet	9
Périmètre spatial d'étude	9
Le périurbain aujourd'hui en France	11
Précarité énergétique, précarité économique, vulnérabilité	15
Principaux axes méthodologiques de l'étude	16
Quelques précisions concernant la modélisation	19
• CHAPITRE 1 - Distribution des achats	21
Pourquoi s'intéresser à la distribution des achats ?.....	22
Distribution des achats par tournées	23
Livraison collaborative des achats	28
• CHAPITRE 2 - Télétravail	31
Situation actuelle.....	32
Pourquoi s'intéresser au télétravail ?	33
Comment développer le télétravail ?	35
Les scénarios télétravail : démarche et impacts	36
• CHAPITRE 3 - Système Vélo	41
Le système vélo : au-delà de la bande cyclable	42
Situation actuelle	43
Pourquoi s'intéresser au vélo ?	46
Comment développer un système vélo ?	49
Les scénarios système vélo : démarche et impacts	55
Zoom sur le cyclomoteur (50 cm ³)	61
Zoom sur l'intermodalité	61

• CHAPITRE 4 - Transports Publics Express (TPE)	63
La situation actuelle	65
Pourquoi s'intéresser aux TPE ?	66
Comment développer les TPE ?	67
Les scénarios TPE : démarche et impacts	70
• CHAPITRE 5 - Covoiturage	77
La situation actuelle	78
Pourquoi s'intéresser au covoiturage ?	81
Comment développer le covoiturage ?	82
Les scénarios covoiturage : démarche et impacts	84
• CHAPITRE 6 - Combinaison des domaines d'action	89
Démarche	90
Comment développer l'ensemble des domaines d'action ?	92
Les scénarios combiné : démarche et impacts	96
Externalités	100
Effets rebonds et systémiques	101
• CONCLUSIONS	103
Résultats de l'étude	104
Réflexions	108
La suite	110
• BIBLIOGRAPHIE	111
Rapports/études	112
Articles/presse	115
Qu'est-ce que <i>The Shift Project</i> ?	116
Le directeur du Groupe de Travail	116

ABRÉVIATIONS

AOM	Autorité Organisatrice de Mobilité
AOT	Autorité Organisatrice de Transport
DT	Domicile-travail
ENTD	Enquête Nationale Transports Déplacements
GES	Gaz à effet de serre
LTECV	Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique et la croissance verte
MtCO₂e	Millions de tonnes équivalent CO ₂
PE	Périurbain élargi
PDE	Plan de déplacements entreprise
p.km	Personne.kilomètre
PL	Poids Lourd
PM	(scénario) <i>Potentiel Maximal</i>
PME	Petites et Moyennes Entreprises
SNBC	Stratégie nationale bas carbone
TC	Transports en Commun
TICPE	Taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques
v.km	Véhicule.kilomètre
VAE	Vélo à Assistance Electrique
VCAE	Vélo Cargo à Assistance Electrique
Vol	(scénario) <i>Volontariste</i>
VP	Voiture particulière
VT	Versement Transport
VUL	Véhicule utilitaire léger
ZAU	Zonage en aires urbaines
ZCR	Zone de Circulation Restreinte
ZMD	Zone de Moyenne Densité

Ce rapport est une synthèse. Pour plus de précisions et de détails concernant la méthodologie, il convient de consulter la Note Méthodologique, ainsi que les ouvrages cités en référence.

COMMENT INTERPRÉTER LES RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ?

Les références bibliographiques sont citées dans ce rapport et la Note Méthodologique selon un code et parfois le numéro de page dans la publication en question. La référence [CAS 2012, 21], par exemple, signifie page 21 de la publication

« Les nouvelles mobilités dans les territoires périurbains et ruraux », publiée par le Centre d'Analyse Stratégique (CAS) en 2012. Les codes se trouvent à gauche du nom de chaque publication citée dans la bibliographie, en annexe.



INTRODUCTION

- Objectifs du groupe de travail 8
- Importance du sujet 9
- Périmètre spatial d'étude 9
- Le périurbain aujourd'hui en France 11
- Précarité énergétique, précarité économique, vulnérabilité..... 15
- Principaux axes méthodologiques de l'étude 16
- Quelques précisions concernant la modélisation..... 19

INTRODUCTION

OBJECTIFS DU GROUPE DE TRAVAIL

La mobilité quotidienne dans le périurbain 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 comme 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 (physique) du pétrole – et l'introduction de taxes destinées à décourager l'utilisation de combustibles fossiles – devrait avoir un fort impact sur la vie des habitants du périurbain devenue presque totalement dépendante de la voiture.

Partant de ce constat, *The Shift Project* a souhaité faire émerger des propositions d'action concrètes à moyen terme (2026) pour **réduire la dépendance aux combustibles fossiles et les émissions carbonées** découlant de la mobilité locale dans le périurbain, en accord avec les orientations politiques françaises et tout en préservant les populations les plus fragiles.

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.

NOTRE ANALYSE CONCERNE DONC ...

■ ■ ■
LA MOBILITÉ DES PERSONNES

■ ■ ■
LA MOBILITÉ LOCALE, C'EST-À-DIRE DANS UN RAYON DE MOINS DE 80 KM AUTOUR DU DOMICILE

■ ■ ■
LES ZONES DE MOYENNE DENSITÉ

■ ■ ■
LES MESURES RÉALISABLES À MOYEN TERME (2026)

■ ■ ■
LES ÉMISSIONS DE CO₂ DIRECTEMENT LIÉES À L'USAGE DES VÉHICULES

■ ■ ■
LA FRANCE MÉTROPOLITAINE

... ET NON...

■ ■ ■
LA MOBILITÉ DES MARCHANDISES, SAUF QUAND LE DÉPLACEMENT DE MARCHANDISES A UN IMPACT SUR LES DÉPLACEMENTS DE PERSONNES (LIVRAISON D'ACHATS, PAR EXEMPLE)

■ ■ ■
LA LONGUE DISTANCE

■ ■ ■
NI LA VILLE DENSE, NI LA CAMPAGNE

■ ■ ■
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 CO₂ LIÉES À LA FABRICATION DES VÉHICULES ET DES INFRASTRUCTURES, LES ÉMISSIONS AYANT UN IMPACT SUR LA QUALITÉ DE L'AIR ET LA SANTÉ PUBLIQUE (NOX, COV, O₃, PM, SO₂...).

■ ■ ■
LE RESTE DU MONDE

IMPORTANCE DU SUJET

En 2013, le secteur des transports a émis **126 Mt de CO₂** en France métropolitaine [CITEPA 2015, 172] et 135,7 Mt en France [CGDD 2016b]¹, soit 28 % des émissions de GES et **36 % du CO₂ national**.

En 2013, le mode routier était le principal émetteur de CO₂ du secteur des transports (120 Mt, soit 95 %). A noter que ces chiffres n'incluent pas les émissions dues aux agro-carburants (6,8 Mt en 2013) car prises en compte dans la biomasse, ni l'aérien international.

Les principales sources des émissions du transport routier sont les voitures particulières (VP) diesel catalysées (40 %), les poids lourds (PL) diesel (23 %) et les véhicules utilitaires légers (VUL) diesel catalysés [CITEPA 2015, 174].

La mobilité locale dans les ZMD émet **21,3 Mt CO₂** soit 17 % du total des émissions dues aux transports en France métropolitaine.

PÉRIMÈTRE SPATIAL D'ÉTUDE

« Le périurbain n'est pas une notion stabilisée. Selon les locuteurs et les contextes, la signification du terme fluctue considérablement. Elle peut viser des territoires, des formes urbaines, des modes de vie très différents les uns des autres. » [FVM 2013, 20].

Plusieurs typologies de classement statistique des territoires existent et sont utilisées par l'INSEE :

- une approche morphologique basée sur les Unités Urbaines, construites sur des critères de continuité du bâti et de la population ;
- une approche dite fonctionnelle, qui tient compte du degré de pendularité² dans la définition des *Aires Urbaines* ;
- la typologie européenne « degré d'urbanisation » basée sur une analyse des densités à une échelle inférieure à celle des communes.

Les résultats de l'Enquête nationale transports et déplacements (ENTD) peuvent être interprétés selon quatre méthodes de zonage. Comprendre à quelle définition du « périurbain » correspondent les données trouvées dans les différentes publications n'est pas toujours chose facile.

Dans notre travail d'analyse et nos rapports, nous utilisons donc plusieurs expressions, qu'il convient de préciser :

- le mot « **périurbain** » est utilisé de manière générique pour parler des zones habitées autour des villes ; nous considérons que la littérature du périurbain s'applique aux Zones de Moyenne Densité (ZMD) ;

- l'expression « **Périurbain** » (avec une majuscule) correspond à la définition du zonage en aires urbaines (ZAU) 2010 [INSEE 2010b] et inclut les couronnes périurbaines des grands pôles urbains ainsi que les communes multipolarisées des grands pôles ;

- le « **Périurbain Elargi** » (PE) inclut les couronnes périurbaines et les communes multipolarisées de toutes les aires urbaines, quelle que soit leur taille. Une partie des analyses chiffrées de notre étude a été réalisée en se basant sur cette zone. Nous supposons que ces analyses s'appliquent globalement à notre périmètre d'étude ;

- les « **Zones de moyenne densité** » (ZMD) résultent du croisement entre la taille de l'aire urbaine (selon la typologie fonctionnelle de l'INSEE) et l'éloignement au centre de l'aire urbaine (discrimination entre ville-centre, banlieue, ville isolée et zone rurale). Inspirée des travaux du CREDOC [CREDOC 2009], cette typologie caractérise les territoires de moyenne densité dont la desserte en transports publics est faible, voire inexistante. La majeure partie des analyses chiffrées et toutes les estimations prospectives de notre étude sont basées sur les ZMD.

¹Calcul selon les règles comptables des Nations unies. Inclut seulement une partie des émissions des avions et des bateaux ; n'inclut pas le trafic maritime international.

²Le phénomène de pendularité désigne le rythme de déplacements quotidiens de toute personne qui quitte son domicile pour se rendre à son travail, soit dans la même commune, soit dans une autre, pour y revenir le soir.

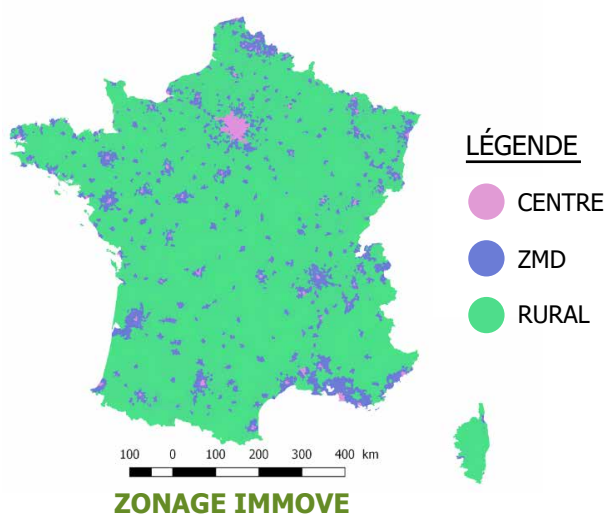


Figure 1 : Les ZMD couvrent 11 % du territoire français, regroupent 43 % de la population, et ont une densité moyenne de 455 hab/km².

Les ZMD incluent, concrètement, les communes polarisées des grandes aires urbaines et de l'agglomération parisienne, les communes périphériques des pôles urbains hormis la petite couronne de Paris et les villes-centres des aires urbaines de taille moyenne. Les ZMD constituent donc une zone intermédiaire couvrant une partie du pôle urbain (plus dense) et une partie du Périurbain Elargi (moins dense).

Les ZMD représentent **11 % du territoire**, avec une densité moyenne de **455 hab/km²** (la densité moyenne des aires métropolitaines étant de 118 hab/km²). Elles sont occupées par **43 % de la population métropolitaine**.

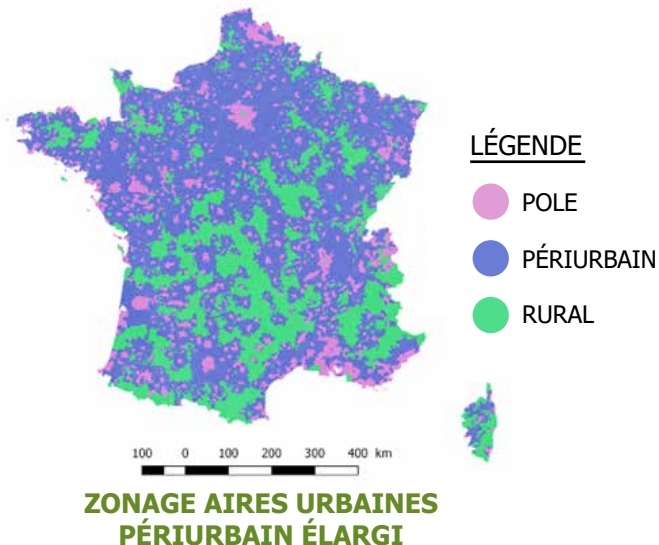
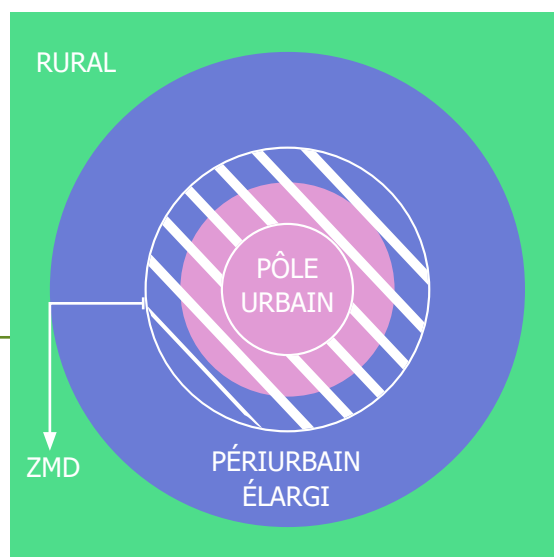


Figure 2 : Le Périurbain Elargi représente 60 % du territoire et 30 % de la population. Sa densité est de 60 hab/km² contre 45 hab/km² dans le rural et 4400 hab/km² dans les centres urbains.



TOUTES LES ESTIMATIONS DE L'IMPACT CO₂ DANS CE RAPPORT CORRESPONDENT AU PÉRIMÈTRE DES ZMD.

LES ANALYSES MENÉES RESTENT CEPENDANT PERTINENTES DANS LE PÉRIURBAIN ÉLARGI.

La population des territoires périurbains augmente à un taux d'environ 1 % par an [CAS 2012], ce qui en fait **l'espace le plus dynamique en termes de démographie** en France [LFR 2010]. À l'horizon 2030, la population des zones à faible et moyenne densité (rurale, petites aires urbaines, couronnes périurbaines et périurbain francilien) devrait passer de 29,6 millions (données 2006, 48 % de la population métropolitaine) à 38,1 millions d'habitants, (56 % de la population métropolitaine). À noter que cette évolution de la démographie se fait sur un périmètre du périurbain qui s'est stabilisé depuis le début des années 1990 [INSEE 2009].

L'évolution du nombre total de déplacements quotidiens est déterminée entre autres par la composition sociodémographique des territoires. Le type de ménages le plus représenté dans le périurbain est composé d'un couple biactif avec deux enfants, qui recherche un cadre propice pour les élever [RACF 2011, CRDALN 2012, INSEE 2010, EEA 2006, CRIA 2004]. Le périurbain se caractérise principalement par des logements récents avec jardin, une concentration urbaine peu dense, organisée autour d'axes rapides qui desservent des zones d'activités [CGEDD 2015].

La **mixité professionnelle** du périurbain est représentative de celle observée à l'échelle de la France. « L'espace périurbain est celui qui ressemble le plus à la composition sociale des actifs occupés : une majorité d'employés et d'ouvriers (52,8 %), un quart de professions intermédiaires, 12 % de cadres supérieurs, 6,5 % de non-salariés et 2,5 % d'agriculteurs » [AEP 2016].

« Les espaces peu denses se caractérisent par des ménages aux **revenus plus modestes** : le revenu annuel moyen net y est de 19 300 € par ménage contre 22 300 à 25 200 € ailleurs » [FE 2016, p6]. Cependant, la pauvreté touche moins ces zones, et les inégalités y sont aussi plus faibles [AEP 2016].

Les zones périurbaines se caractérisent 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]. Les habitants de ZMD 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 inexistants).

Le périurbain se caractérise 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 dédensification du territoire, malgré les objectifs de densification inscrits dans la loi [CRDALN 2012]. Ce phénomène qui détermine les distances moyennes de déplacement devrait perdurer dans les dix prochaines années.

La Figure 3 décrit certaines caractéristiques de la mobilité dans les ZMD pour différents motifs. Les motifs professionnels et visites à la famille et aux amis génèrent les trajets les plus longs. Les trajets les plus nombreux sont générés par les motifs domicile-travail (DT), loisirs, visites et achats (en grande surface et de proximité).

La fréquentation des réseaux de **transports publics** existant dans les communes de moins de 100 000 habitants, déjà faible, se détériore chaque année davantage, constate l'Union des Transports Publics (UTP). Une des raisons possibles est l'inadéquation de l'offre à la demande. Par exemple, peu de transports en commun circulent après 20h hors des grandes métropoles [Razemon 2016].

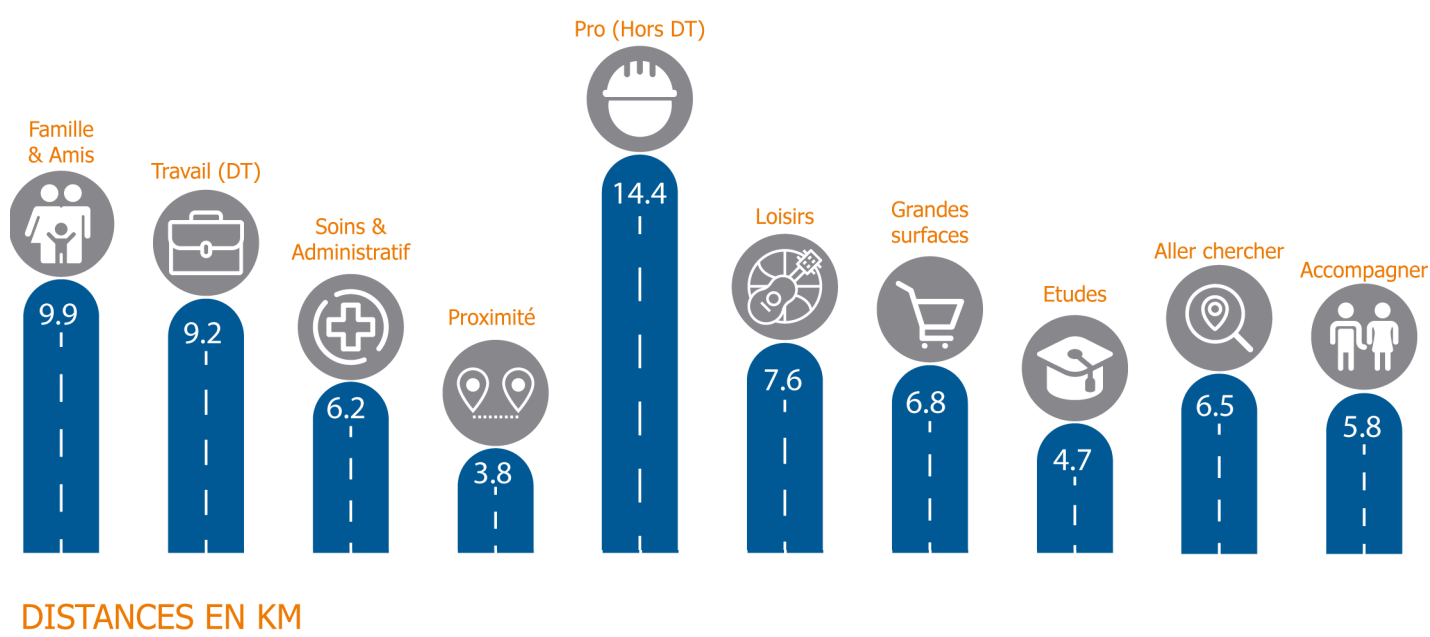


Figure 3 : Longueur moyenne d'un trajet dans les ZMD, pour différents motifs.
Source : traitement ENTD

RÉPARTITION DES TRAJETS ET DISTANCES PARCOURUES PAR MOTIF DANS LES ZMD

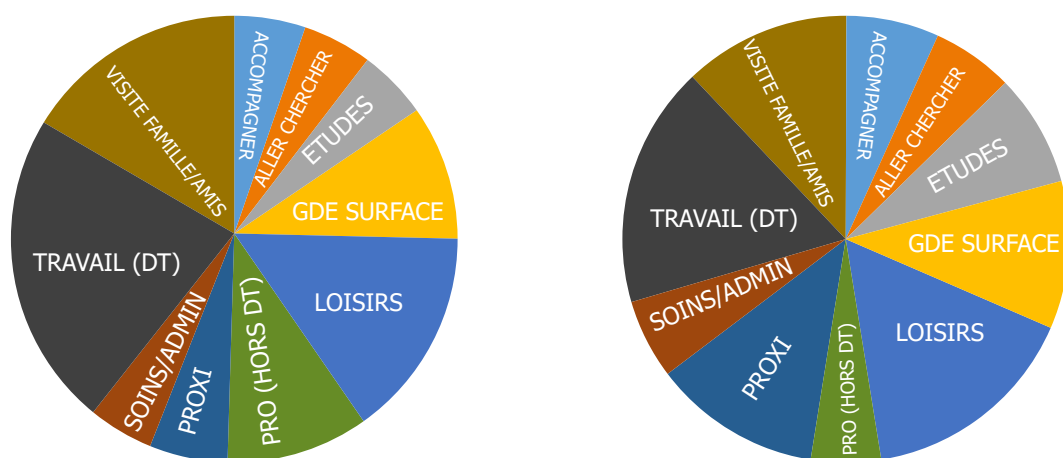


Figure 4 : Répartition des trajets (gauche) et des distances en personne.kilomètre (p.km, droite) dans les ZMD en 2008, par motif.
Source : Traitement ENTOD

Le poids croissant des transports publics dans le budget des collectivités territoriales limite leurs possibilités de développement dans les ZMD, ce qui devrait inciter ces collectivités à développer des alternatives moins coûteuses mais aussi à favoriser l'intermodalité afin d'optimiser l'utilisation des services existants de transports en commun. Malheureusement, les initiatives restent rares compte tenu des moyens limités alloués à ces démarches dans le périurbain.

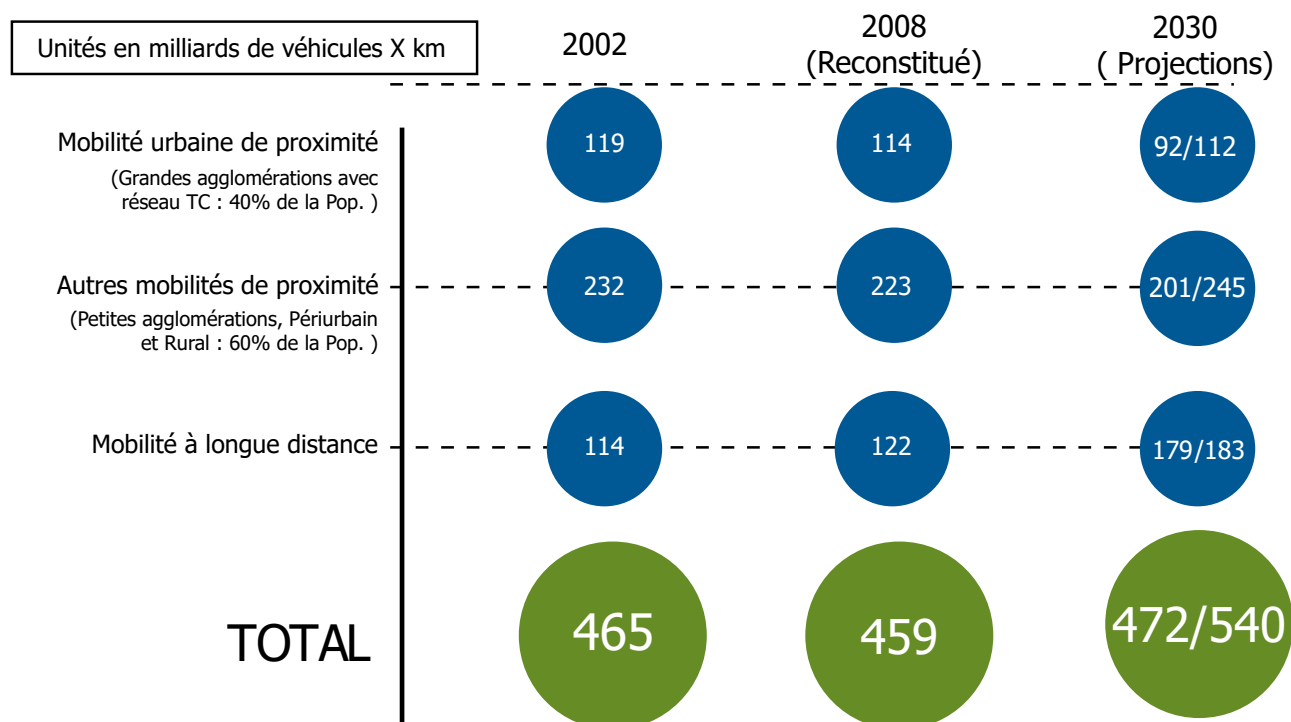
Les habitants du périurbain ont un **taux de motorisation** élevé (80 VP pour 100 adultes), avec un rôle important accordé à la voiture pour effectuer des trajets quotidiens longs (24 km/hab/jr) en comparaison avec les autres zones. C'est donc dans le périurbain que les émissions de CO₂ par habitant liées à la mobilité sont les plus fortes en France, avec **1,6 à 1,8 t de CO₂/hab/an**, contre 400 kg à 1,5 t ailleurs [CAS 2012].

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.

Entre 1994 et 2008, **les émissions** dans les zones périurbaines ont fortement augmenté, plus encore que la population [CAS 2012] bien que les émissions de CO₂ par véhicule.kilomètre (v.km) aient diminué, grâce notamment aux améliorations technologiques des moteurs thermiques et, dans une moindre mesure, à l'augmentation du parc de véhicules roulant aux carburants alternatifs, dont l'usage reste modéré à ce jour [MEEM 2016].

L'augmentation du trafic continuera à être plus forte à la périphérie des villes de province que dans les centres urbains selon les hypothèses démographiques d'expansion urbaine de [Théma 2016].

ANALYSE ET PROJECTIONS DES CIRCULATIONS AUTOMOBILES SELON TROIS CATÉGORIES DE MOBILITÉS



Source : Figure construite à partir des calculs et projections du CAS (rapport « Les nouvelles mobilités : adapter l'automobile aux modes de vie de demain », décembre 2010)

Dans les ZMD, on comptait **186 milliards de p.km (Gp.km) et 117 milliards de v.km (Gv.km)** sur l'année en 2008. En tenant compte des pratiques actuelles et des incitations réglementaires et législatives existantes, la circulation automobile dans les petites agglomérations, le périurbain et le rural pourrait passer de 223 Gv.km par an en 2008 (49 % du total pour la France) à 205 - 241 milliards en 2026 (44 à 46 % du total pour la France) [CAS 2012].

Dans le même temps, les émissions de GES du secteur transport (tous modes, sachant que le secteur routier représente 93 %) en France pourraient passer de 132 (en 2015) à 130 MtCO₂e en 2025 selon [DGEC 2015]. On devrait donc assister à une **stagnation des émissions de CO₂** dans le secteur de la mobilité, alors que la France s'est fixée pour objectif une **réduction de 29 %** de ses émissions dans le secteur des transports d'ici 2028 [SNBC 2015]. Sans mesure forte pour réduire les émissions de GES dans le secteur du transport, il sera impossible d'atteindre cet objectif.

Pour une partie importante de la population, posséder une voiture n'est pas anodin, d'un point de vue économique. Selon [ACA 2015], les dépenses de carburant représentent entre 9 et 16 % des dépenses totales TTC liées à l'achat et à la possession d'une automobile neuve. Selon [FE 2016], le coût global d'une voiture achetée d'occasion est de l'ordre de 2500 €/an, dont la moitié en carburant (soit 104 €/mois). 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 [LMI 2013]. Le taux d'effort³ des ménages périurbains pour l'achat de carburant augmente quand les revenus diminuent : les 10 % les plus pauvres dépensent 13,5 % de leurs revenus en carburant, les 80 % les plus riches moins de 6,1 %. 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) [Phebus 2013]. A noter que le parc de véhicules particuliers français est composé de 63 % de voitures roulant au diesel [CGDD 2015]. Cette part de la population sera 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, intériorisés et induisant un manque de confiance). Cela a un impact négatif sur l'autonomie et l'intégration sociale et professionnelle des femmes (accès à l'emploi, logement, loisirs et santé) [BoP 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 ménages⁴. 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 [LMI 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 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) [LMI 2013].

Les territoires français les plus concernés par ces difficultés sont les **territoires ruraux et périurbains et les Zones Urbaines Sensibles** [LMI 2013]. En effet, ces zones étant caractérisées par des distances quotidiennes à parcourir plus importantes qu'en zone urbaine⁵, 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 terme de précarité répond à différents critères. Ainsi, le taux de précarité peut se calculer de plusieurs manières. Selon la définition utilisée, la proportion des ménages français en situation de précarité ou vulnérabilité varie entre **4 % et 23 %** [RDE 2015 ; IDDRI 2012]. Indépendamment de ces considérations statistiques, nous considérons qu'il est essentiel de garantir l'accès à la mobilité à l'ensemble de la population, quel que soit son niveau de revenu et ses difficultés.

³Part des revenus consacrée au carburant

⁴Le 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.

⁵« 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]

Plusieurs études ont jusqu'ici été réalisées sur le sujet de la mobilité périurbaine et rurale en France [CAS 2012, FE 2016, FVM 2013, etc.]. Elles présentent notamment des solutions de mobilité alternatives, dont nous nous sommes inspirés. A partir de ces éléments bibliographiques et des discussions internes au Groupe de travail, 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 semble important dans le périurbain. Ces mesures ont été choisies pour leur potentiel de réduction d'émissions CO₂, objet de notre étude, mais elles réduisent également d'autres externalités négatives, telles que la pollution de l'air, la déplétion des ressources énergétiques, le bruit ou la sédentarité.

Cette **focalisation sur les émissions de CO₂** explique pourquoi le Groupe de travail n'a 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.

Nous avons décidé d'étudier successivement cinq domaines d'action 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 si l'on considère d'autres objectifs. Après avoir analysé plusieurs mesures

possibles, nous avons choisi d'étudier le **télétravail** et la **distribution des achats en grande surface**. Nous avons choisi de ne pas approfondir d'autres domaines d'action de la vie de proximité (voir Annexes de la Note Méthodologique).

- **Le système vélo** : un système de transports autour du cycle offrant un niveau de service identique à celui de la voiture, avec ses infrastructures, ses services, sa réglementation et sa diversité de véhicules adaptés à la multiplicité d'usages.

- **Le covoiturage** : le partage généralisé des trajets afin de réduire les véhicules-kilomètres.

- **Transports publics express**⁶ : l'amélioration/introduction de deux types de liaison rapide, les trains et les bus express.

La perspective de développement de la voiture autonome 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 périurbain français) pour significativement changer la mobilité du périurbain dans les 10 années à venir. La question de l'impact CO₂ (positif ? négatif ?) des voitures autonomes et/ou connectées ne sera donc pas traitée dans ce rapport.

Il nous paraît important de mentionner que, pour atteindre les objectifs de la LTECV (-40 % de GES à l'horizon 2030 et -30 % de consommation d'énergies fossiles à l'horizon 2050), l'Etat a mis en place la **Stratégie nationale bas carbone** (SNBC). Or, les domaines d'action que nous avons étudiés comptent parmi les priorités stratégiques énumérées dans celle-ci [SNBC 2015].

- la maîtrise de la demande de mobilité (grâce au télétravail, à l'aménagement du territoire...);

- l'amélioration des taux de chargement des véhicules (covoiturage et TPE) et plus généralement la meilleure utilisation des véhicules et réseaux existants (article 44 de la LTECV);

- le report modal des personnes et des marchandises vers les modes de transports non routiers et non aériens (tels que le ferroviaire et les modes actifs : le vélo et la marche, etc.) et l'insertion privilégiée des mobilités actives dans les choix d'aménagement du territoire et d'investissement dans les infrastructures de transport.

⁶La 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.

Deux scénarios de mise en œuvre

Pour les cinq domaines d'action, nous avons établi un scénario dit *Potentiel Maximal* (PM) à l'horizon 2026 et estimé son impact CO₂. Pour certains domaines d'action nous avons également développé des scénarios dits *Volontariste*.

Dans le **scénario Volontariste**, une série de mesures ambitieuses et réalistes sont mises en place à l'horizon 2026. Les comportements de mobilité dans ce scénario répondent à ces mesures, dans un monde n'ayant pas (beaucoup⁷) changé par ailleurs. Ces mesures permettent le développement d'une offre performante dans le 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 Maximal**, on suppose que tous les habitants des ZMD 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. Ce type de scénario répond à la question : « Combien, au plus, peut-on éviter d'émissions CO₂ grâce à cette solution ? ».

La définition du scénario *Potentiel Maximal* 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 Maximal* 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. 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 Maximal* 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 2030 [ADEME 2012] ainsi que les hypothèses de croissance démographique de l'INSEE.

⁷Voir la Note méthodologique.

Dans chaque chapitre (sauf le Chapitre 6 – Combinaison des domaines d'action), nous avons identifié des **mesures** pour développer chaque domaine d'action.

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

Enfin, nous avons estimé les augmentations et réductions des **dépenses** de la mise en œuvre des mesures pour chaque scénario, par rapport au scénario *Référence*.

Le chapitre 6 de ce Rapport, intitulé « Combinaison des domaines d'action », décrit les mesures qui permettent de développer l'ensemble des domaines d'action (mesures dites « transversales »). De même, nous évoquons dans ce chapitre les différents effets rebonds qui peuvent exister, ainsi que les externalités sur lesquelles nous avons choisi de ne pas nous focaliser dans cette étude.

L'objet de notre étude est de **comprendre et quantifier les liens entre comportements individuels de mobilité et les émissions de CO₂**.

Plus précisément, nous répondons, pour les différents domaines d'action, aux questions suivantes (voir schéma ci-dessous) :

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 trajets 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 trajets concernés de z %.

C : Dans quelle mesure la modification des trajets réduit-elle les émissions de CO₂ ? Par exemple, l'augmentation de z % du taux de remplissage moyen sur un ensemble de trajets mène à réduire les émissions de w % dans les ZMD pour la mobilité locale.

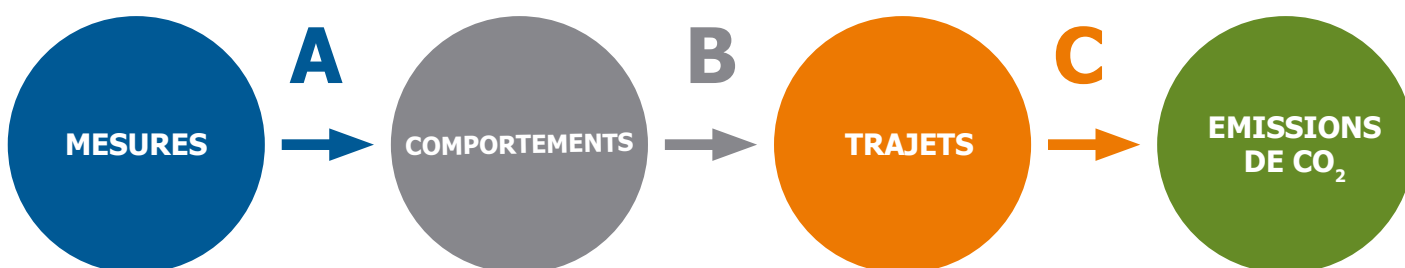


Figure 5 : Nos étapes de calcul

QUELQUES PRÉCISIONS CONCERNANT LA MODÉLISATION

Les valeurs utilisées dans notre exercice de prospective résultent de la combinaison de données statistiques (notamment de l'ENTD 2008) 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 2026. 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, nous nous sommes limités à jouer sur la première étape (génération) et la troisième étape (choix modal), sans toucher aux deux autres (voir Figure 6). 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 de l'ENTD 2008 ; autrement dit, nous n'avons pas intégré à la modélisation les changements de localisation.

Au moment de territorialiser et opérationnaliser les trajectoires de changement, il faudra tenir compte de toute la complexité de la mobilité, et notamment du fait que 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 n'est pas lié à un plus fort désir d'aller à la plage mais au fait qu'il est plus facile d'y accéder). Les choix de localisation se font en tenant compte d'une série de possibilités et contraintes liées à un territoire.

Une dernière précaution de lecture : dans la modélisation nous tenons compte des **trajets « chaînés »** : il s'agit des déplacements au cours desquels plusieurs motifs sont remplis sans repasser par le domicile. Par exemple, un homme allant chercher ses enfants à l'école en revenant de son travail.



Figure 6 : Les étapes « classiques » de la modélisation de transport



CHAPITRE 1

Distribution des achats

- Pourquoi s'intéresser à la distribution des achats ? 22
- Distribution des achats par tournées 23
- Livraison collaborative des achats 28

CHAPITRE 1 - Distribution des achats

POURQUOI S'INTÉRESSER À LA DISTRIBUTION DES ACHATS ?

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**.

Bien que le consommateur final n'ait pas à se déplacer, certaines pratiques de e-commerce émettent plus de CO₂ que la distribution classique. Le développement actuel du e-commerce est loin d'optimiser les émissions, compte tenu des **effets rebonds** (PMP Conseil) :

- atomisation de l'achat : livraison d'environ deux articles par commande ;
- volume des paquets provenant du e-commerce 2 à 3 fois supérieur à celui de la distribution traditionnelle pour le même article (surprotection de l'article, multiplication des emballages) ;
- échec des livraisons : 25 % des commandes doivent être livrées à nouveau ;
- taux de retour de 20 à 30 % ;
- 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.

Pourtant, différentes expériences montrent qu'une **bonne gestion de la distribution en e-commerce** permet des gains importants en termes de déplacements dès lors que 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 %** [JTRF 2012].

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 » [Razemon 2016]. Par ailleurs, les grands groupes de la distribution eux-mêmes décident aujourd'hui de revoir leur modèle d'hypermarché en raison de l'essor du e-commerce [Les Echos 2017].

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. 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 accessibles à pied et en vélo cargo.

Pour que le système de distribution par tournées fonctionne, 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** : pour cela, 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.

- **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.

- Déployer **davantage des points multi-services** (vente, points 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 consignes automatiques ou de service de « gardiennage/conservation ». Aujourd'hui, Relais Colis et ses concurrents comme Kiala (UPS), Mondial Relay (3SI) et Pickup (La Poste) ont maillé la France de 15 000 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. Ils doivent permettre un retrait des achats sur une plage horaire suffisamment étendue et être équipés, 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 un double service de « constitution du panier d'achats » et de livraison, ce qui engendre des dépenses supplémentaires. Un dispositif de compensation financière, soit par les consommateurs, soit par le secteur public, est donc à définir. 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 Loi relative à la transition énergétique et la croissance verte (LTECV)⁸.

⁸Les groupes de la grande distribution n'ont pas encore calculé les émissions incluses dans leur scope 3 en vertu de la LTECV article 173 dans leur intégralité, ce qui ne nous permet pas de disposer de données satisfaisantes [RACF 2016]. Selon le cabinet de conseil Carbone 4, les entreprises ne se sont pas encore penchées sur le sujet des déplacements induits par leur activité. Carrefour a produit certains postes de son scope 3, mais ne prend en compte que le transport de marchandises, et pas le dernier kilomètre effectué par ses clients.

Scénario *Potentiel Maximal*

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 vers les grandes surfaces.

Les ménages commandent leurs achats sur **internet**, et peuvent choisir de se faire livrer en un point de livraison (si personne ne peut réceptionner la commande au moment du passage de la tournée), ou dans un point-relais. Les ménages n'ayant pas accès à internet (pour des raisons techniques, cognitives, ou financières) ont accès à des **bornes** et une assistance dans la maison des services locale (MSAP), à la Poste, ou chez un commerçant local, pour pouvoir commander.

Les **points-relais** sont situés chez les commerçants de proximité, qui disposent de matériel frigorifique et de congélation ; des points-relais automatiques sont également disponibles sous forme de consignes automatiques réfrigérées.

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 foyers 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'automobile.
- 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.

Méthode de calcul

Pour ce scénario, une simulation Monte Carlo⁹ de la distribution des achats par tournées dans le Périurbain Elargi nous a permis de comparer le nombre de v.km parcourus par l'ensemble des consommateurs qui vont faire leurs courses en grande surface et le nombre de v.km parcourus par l'ensemble des véhicules remplaçant ces trajets par des tournées de livraisons (voir Figure 7).

Après avoir calculé le nombre de trajets shopping-achat, nous avons estimé la fréquentation des différentes grandes surfaces afin d'obtenir le nombre de trajets à remplacer par les tournées pour chaque grande surface, ce qui nous a permis d'estimer le **nombre de v.km en voiture remplacés par les tournées régulières**. (Figure 8).

⁹Cf. Note Méthodologique.

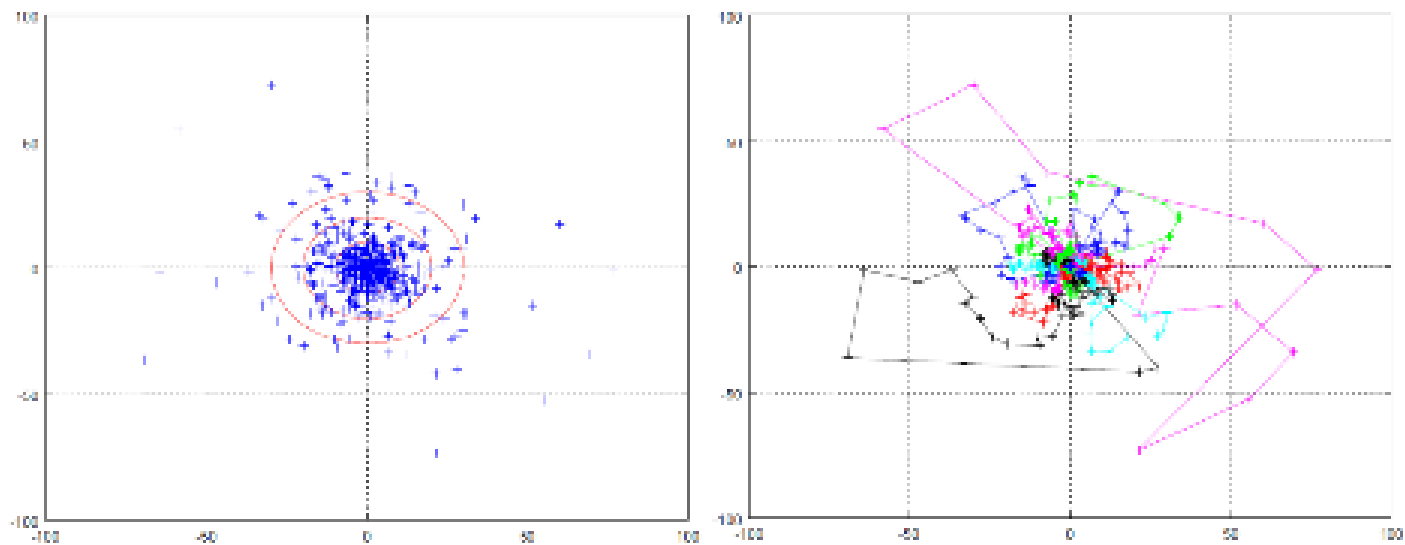


Figure 7 : figure de gauche : 500 origines de trajets individuels vers une grande surface (au centre de la figure), générant environ 13 200 km de déplacement. Figure de droite : tournées remplaçant les 500 trajets individuels vers la grande surface, générant environ 2080 km de déplacement.

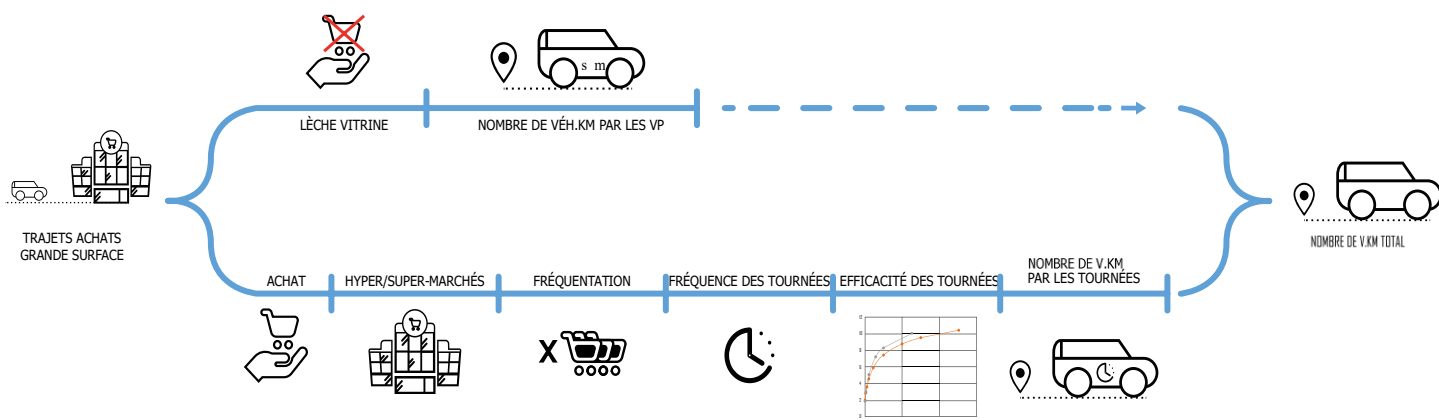


Figure 8 : Etapes de calcul pour déterminer le nombre de v.km évités par le système

Résultats

Nos calculs à partir de l'ENTD montrent que 12 % des v.km vers les grandes surfaces dans le PE sont parcourus pour des motifs loisir plutôt que d'achats (lèche-vitrine). Parmi les 88 % restants, 78 % des v.km peuvent être évités, les 10 % restants étant générés par les tournées de véhicules de livraison.

Ainsi, tous motifs confondus, et grâce à ce système, la demande en mobilité dans les ZMD baisse, comparative-ment au scénario *Référence*, qui suppose une lente aug-mentation de la mobilité due à l'évolution démographique.

Le scénario modélisé conduit à une **baisse de la mobi- lité locale de 7,8 % des p.km** en 2026 (par rapport au scénario *Référence*), et engendre ainsi une **baisse de 8,5 % des émissions CO₂** par rapport au scénario *Référence*.

SCÉNARIO POTENTIEL MAXIMAL

- Réduction des distances parcourues de 7,8 % des p.km
- Réduction de 8,5 % des émissions CO₂

Bilan économique

*Pour quantifier les coûts monétaires nécessaires à la mise en place et au maintien du système de distribution par tournées (dont les impacts CO₂ ont été étudiés) pour la société dans son ensemble (et sans tenir compte de qui paye ou qui reçoit), nous avons pris un ensemble d'hypo- thèses concernant les différents postes de dépense qu'il met en jeu par rapport au scénario *Référence*.*

Ces postes, estimés hors taxe, ont été annualisés avec un taux d'actualisation de 0 %, permettant une estimation des bénéfices ou déficits pour la société une fois le sys- tème de distribution mis en place de manière permanente (estimation en régime stabilisé). Aucune externalité du système n'a été monétisée dans ce bilan économique. Cette section est la synthèse d'un travail dont le détail est présenté dans la Note Méthodologique.

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 mo- dèle 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 fri- gorifiques 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 une réduc- tion des dépenses, par un moindre usage de la VP, et par une moindre consommation de carburant.

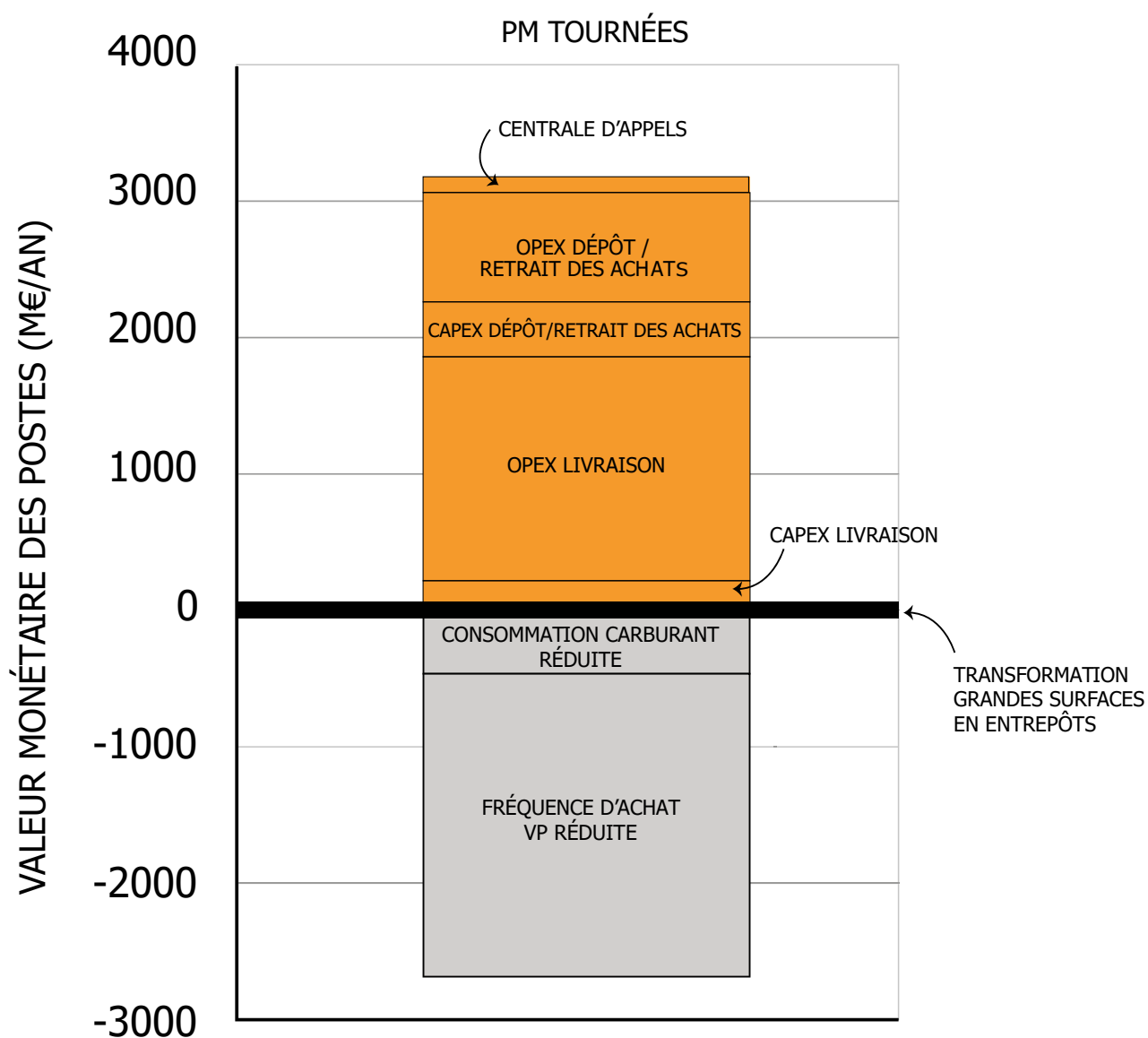
POTENTIEL MAXIMAL TOURNÉES (Mds €/AN)	
AUGMENTATION DES DÉPENSES Véhicules de livraison (45 000) et carburant Ressources humaines livraison (52 000 temps-plein) Transition grande surface ➔ drive Consignes automatisées (117 000 unités) Ressources humaines gardiennage Equipements frigorifiques (233 000 unités) Centres d'appel commandes sans internet (3 600 temps-plein)	3,2
RÉDUCTION DES DÉPENSES Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite	2,8
BÉNÉFICE	- 0,4

Le système de distribution par tournée représente un déficit annuel de 400 millions €, les augmentations des dépenses n'étant pas complètement compensées par les réductions des dépenses.

Les postes qui participent le plus à la formation du coût global pour la distribution par tournées sont le prix des VP neuves, le prix du carburant, et la rétribution de la main d'œuvre pour la livraison des achats (environ 50 000 salariés à temps plein) et leur gardiennage (environ 550 millions d'achats à « garder » par an, en point-relais, consignes, ou par les voisins). Plus le prix des VP neuves et du carburant sont élevés, plus le système de distribution par tournées est « rentable » pour la société dans son ensemble. Au contraire, plus le coût de la main d'œuvre est élevé, moins le système de distribution par tournées est rentable.

L'expert en logistique interrogé par le groupe de travail a souligné que le système de distribution proposé dans le cadre du scénario *Potentiel Maximal* distribution des achats par tournées ne serait pas rentable, et ne se développerait pas sans incitation réglementaire ou fiscale. Nous avons donc décidé de ne pas associer de scénario *Volontariste* à ce système de distribution d'achats par tournées.

POSTES D'AUGMENTATION (EN POSITIF) ET DE RÉDUCTION (EN NEGATIF) DES DÉPENSES ANNUALISÉES, POUR LE SCÉNARIO *POTENTIEL MAXIMAL* DISTRIBUTION PAR TOURNÉES (M€/AN)



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

Scénario Potentiel Maximal

Démarche

Nous avons évalué un système de livraison collaborative entre voisins.

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 surface 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 Maximal* « distribution par tournées », mais avec une moindre intensité.

Hypothèses de calcul

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

Pour estimer le taux d'utilisation d'internet à l'horizon 2026 selon la classe d'âge, nous avons extrapolé les données fournies [CREDOC 2014] : 95 % des moins de 65 ans utilisent internet ; 75 % des plus de 65 ans utilisent internet.

Résultats

Ces hypothèses aboutissent à une réduction de **36 %** des v.km pour les achats en grande surface dans les ZMD et une baisse de la mobilité locale de **3,6 %** des p.km, ce qui correspond à une **réduction de 3,9 % des émissions CO₂ en 2026** par rapport au scénario *Référence*.

SCÉNARIO POTENTIEL MAXIMAL

- Réduction des distances parcourues de 3,6 % des p.km
- Réduction des de émissions CO₂ de 3,9 %

Bilan économique¹⁰

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 des dépenses par un moindre usage de la VP, et par une moindre consommation de carburant.

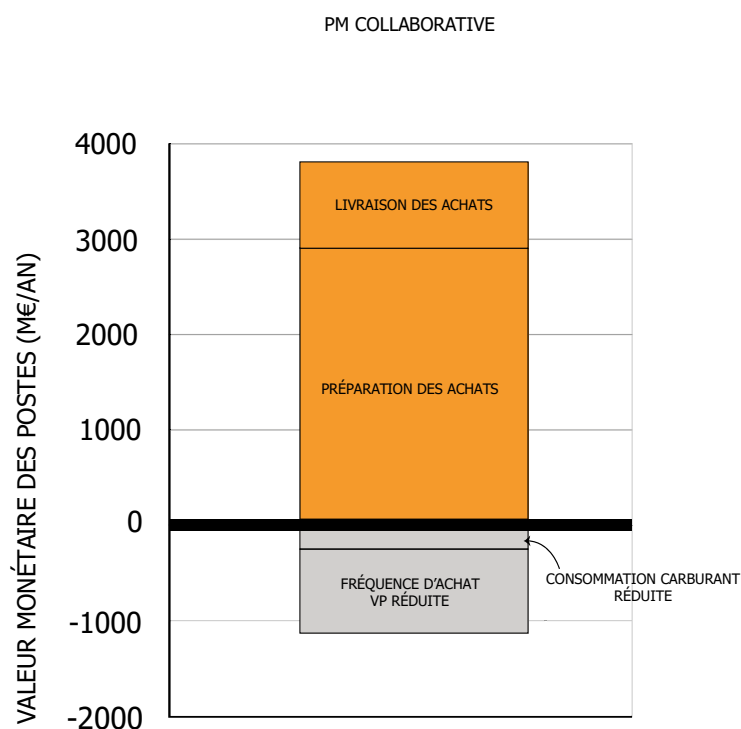
¹⁰Voir explications de calcul en p. 26

	POTENTIEL MAXIMAL LIVRAISONS COLLABORATIVES (Mds €/AN)
AUGMENTATION DES DÉPENSES Ressources humaines préparation des paniers (97 000 temps-plein) Ressources humaines livraison	3,8
RÉDUCTION DES DÉPENSES Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite	1,1
BÉNÉFICE	- 2,6

Le système de livraison collaborative représente un déficit annuel de 2,6 milliards €, sans comptabiliser les externalités, étant donné que les augmentations de dépenses (environ 100 000 salariés à temps plein pour préparer les 300 millions d'achats annuels à livrer, et rétribution monétaire de la livraison par les voisins) sont supérieures aux réductions de dépenses.

Le prix du carburant, le prix des VP neuves, ainsi que le coût de la main d'œuvre et sa productivité sont les paramètres participant le plus à la formation du coût global pour le système de livraison collaborative.

POSTES D'AUGMENTATION (EN POSITIF) ET DE RÉDUCTION (EN NEGATIF) DES DÉPENSES ANNUALISÉES, POUR LE SCÉNARIO *POTENTIEL MAXIMAL* DISTRIBUTION COLLABORATIVE (M€/AN)





CHAPITRE 2

Télétravail

- Situation actuelle 32
- Pourquoi s'intéresser au télétravail ? 33
- Comment développer le télétravail ? 35
- Les scénarios télétravail : démarche et impacts 36

CHAPITRE 2 - Télétravail

SITUATION ACTUELLE

Selon la loi n°2012-387 du 22 mars 2012 (loi Sauvadet) – art. 46, « Le télétravail désigne toute forme d'organisation du travail dans laquelle un travail qui aurait également pu être exécuté dans les locaux de l'employeur est effectué par un salarié hors de ces locaux de façon régulière et volontaire en utilisant les technologies de l'information et de la communication dans le cadre d'un contrat de travail ou d'un avenant à celui-ci. » Cette loi permet également aux fonctionnaires de télétravailler¹¹. Une large place est laissée à la négociation collective pour les modalités pratiques d'organisation du travail.

Si dans 75 % des cas, le télétravail se pratique à domicile [LBMG Worklab], 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 peuvent répondre à différents besoins : espaces de travail, comme les télécentres et espaces de coworking, mais aussi FabLabs¹², 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)... [Lelabo 2017]

Différents facteurs convergent 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, le progrès en termes d'équipements numériques et la tertiarisation de l'économie permettent le travail à distance.

Le nombre de lieux de télétravail est en forte augmentation sur la période récente, même s'il est difficile d'en déterminer le nombre sur le territoire français, en raison de leur extrême variété. Néo-nomade, plateforme de

réservation d'espaces de travail partagés, en dénombre plus de 800 en France, en comptabilisant les espaces de coworking, les télécentres et les centres d'affaires beaucoup plus classiques. La Chambre de Commerce et de l'Industrie d'Ile-de-France en compte 138 sur son territoire.

On constate aujourd'hui un développement important des espaces de coworking dans l'ensemble des villes préfectures du territoire, investis notamment par les start-ups et travailleurs indépendants de tous horizons. Ces espaces apportent une nouvelle dynamique économique et sociale, tout en répondant à des attentes fortes des travailleurs indépendants dont le nombre tend à s'accroître dans les ZMD (le statut d'auto-entrepreneur y contribue). Les nouveaux Etablissements publics de coopération intercommunale (EPCI vs Loi NOTRe) qui regroupent les intercommunalités, prévoient tous la création de tiers-lieux sur leur territoire.

L'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, semblent constituer les principaux **freins** au télétravail [CAS 2009].

D'autres **obstacles plus réglementaires et pratiques**, 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, seules E ont mis en place des procédures de télétravail pour leurs salariés et souhaitent le développer [TRPA 2016].

¹¹Le décret n°2016-151 du 11 février 2016 apporte également des précisions les conditions et modalités de la mise en œuvre du télétravail dans la fonction publique pour tenter de soutenir son développement, et 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.

¹²Laboratoires de fabrication avec des machines professionnelles mises en commun, qui s'appuient notamment sur l'impression 3D.

Tableau n° 7 : Freins à l'essor du télétravail, classés selon quatre thèmes

JURIDIQUE ET POLITIQUE	▪ Responsabilité assurantielle mal définie	
	▪ Discrimination de population au sein de l'entreprise	
	▪ Protection de la vie privée	
	▪ Clause de réversibilité à la demande des salariés	
	▪ Décompte et paiement des heures télétravaillées	
	▪ Absence de politique publique (État/législateur) et de promotion	
CULTUREL ET SOCIAL	▪ Acceptation en tant que mode de travail à part entière	
	▪ Crainte de l'isolement	
	▪ Crainte du travail additionnel sans contrepartie réelle	
	▪ Méconnaissance globale du télétravail	
ÉQUIPEMENT	▪ Protection des données échangées	
	▪ Gestion et maintenance de réseaux décentralisés	
	▪ Lourdeur des investissements à consentir	
	▪ Passage à des infrastructures haut débit	
	▪ Maîtrise des TIC encore incomplète	
MANAGEMENT	▪ Passage à un management par objectifs	
	▪ Perception par le management encore négative	
	▪ Vision du télétravail comme un avantage accordé arbitrairement	
	▪ Inexistence de formations	

 Impact faible  Impact fort.

Tableau 1 : Freins à l'essor du télétravail classés selon 4 thèmes.
Source : Entretiens, analyse Roland Berger, 2009

POURQUOI S'INTÉRESSER AU TÉLÉTRAVAIL ?

Parce qu'il réduit potentiellement le besoin même de se déplacer (et, donc, les émissions) mais aussi les inconvénients des trajets quotidiens. C'est le potentiel de décarbonation qui justifie, par exemple, l'inclusion du télétravail parmi les cinq leviers identifiés par la Stratégie nationale bas carbone [SNBC 2015] et la promesse de réduction des trajets qui expliquerait la popularité du concept :

- 53 % des personnes interrogées pensent que le télétravail permettrait de les rapprocher beaucoup de la mobilité idéale, selon [FVM 2016].

- Le sentiment d'appartenance des salariés qui télétravaillent s'en trouve renforcé pour 31 % des participants à une autre enquête. Ils se disent moins stressés et plus productifs dans la moitié des cas (54 %) et se sentent moins dérangés qu'au bureau (79 %) [CDC 2015].

Dans les faits, les Français pratiquent bien moins le télétravail que leurs voisins européens [CAS 2009]. En effet, les techniques de management utilisées en France ne favorisent pas cette méthode de travail à l'origine, et les Français semblent réfractaires à l'introduction de ces pratiques.

Figure 1. Part de la population salariée de différents pays européens ayant pratiqué le télétravail plus de 8 heures par mois en 2009

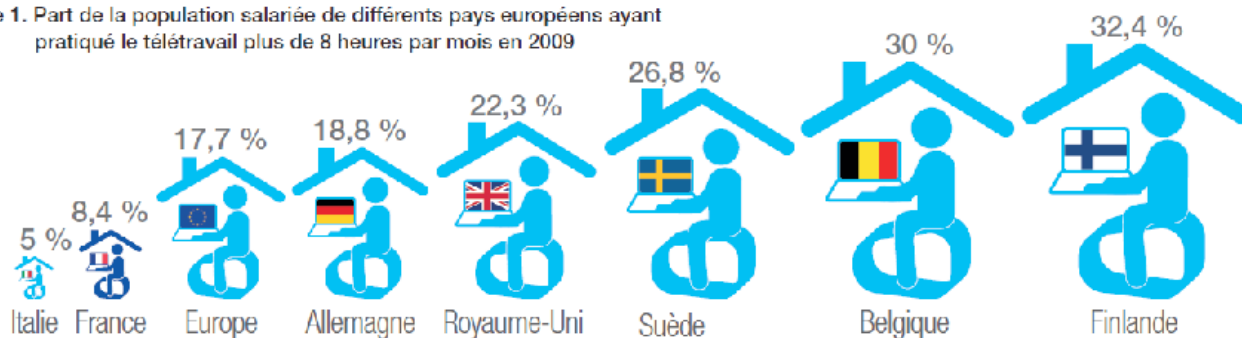


Figure 1 : Part de la population salariée de différents pays européens ayant pratiqué le télétravail plus de 8 heures par mois en 2009.

Source : Gartner, analyse Roland Berger cité dans Le développement du télétravail dans la société numérique de demain. Centre d'analyse stratégique, 2009

En France, **8 % des salariés** déclaraient pratiquer le télétravail en 2008 [ENTD 2008]. Plus le temps de transports domicile-travail (DT) est long, plus ce pourcentage est important. Le télétravail permet de gagner en moyenne 1h10 sur le temps de transport par journée télétravaillée, et de réaliser une économie de transport ou de garde d'enfants de 124 euros mensuels par télétravailleur [CGET 2015b]. Au total, les gains individuels (monétarisation du gain de temps des individus,...) seraient de 276 M€/an en supposant l'existence d'un réseau de 420 télécentres sur le territoire français, attirant 2,5 % des actifs [CDC 2015].

A plus long terme, le télétravail pourrait favoriser **l'étalement urbain**, les individus n'étant plus soumis au trafic quotidien et décidant de s'installer en périphérie des centres-villes [EIST 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 [FVM 2016], certaines personnes seraient prêtes à parcourir globalement plus de distance si le télétravail est proposé dans l'entreprise qu'elles visent, plutôt que de déménager plus près de cette entreprise.

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. Elles sont présentées à titre indicatif et nous semblent constituer un cadre favorable pour développer le télétravail.

Infrastructures

- Mettre en place des **tiers-lieux** pour couvrir efficacement et uniformément le territoire français dans le périurbain (à minima 6400 dans les ZMD). Ils permettraient d'accueillir les télétravailleurs de la commune et des communes voisines dans un rayon de 7 km. 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 « Open gare » de SNCF Gares et Connexions¹³).

- 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 en centre-ville (surface par ailleurs occupée à environ 60 % [LBMG Worklab]).

- **Revoir le système de taxation de l'activité économique** afin de permettre aux « communes dortoirs » 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 important¹⁴.

- L'Etat peut contribuer 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)¹⁵.

- 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** [GW 2012]. Afin de favoriser le télétravail, les employeurs doivent revoir leur fonctionnement et leur organisation, et avoir recours à des formations au télétravail (TIC, nouvelle organisation du management), comme certaines d'entreprises américaines le font actuellement [Forbes 2015].

¹³SNCF Gares & Connexions organise un appel à projets pour identifier, auprès des opérateurs de tiers-lieux (espace de coworking, centre d'affaires, fablab, etc.), des propositions d'aménagements et d'animation des espaces vacants situés dans 33 gares de voyageurs de la nouvelle région Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes.

¹⁴« 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-E 2016b].

¹⁵Le CGET, qui travaille actuellement sur un Plan national de déploiement du télétravail, vient de mettre en ligne le site internet <http://www.teletravailler.fr/>, qui donne des clefs de développement du télétravail selon l'interlocuteur (employeur, salarié...).

- L'Etat peut créer des **incitations** (exonérations de charges sociales) en faveur du télétravail. Dominique Valentin, fondateur des Relais d'Entreprises en milieu rural, envisage une valorisation des économies de CO₂ auprès des contributeurs de la taxe carbone pour couvrir la location des bureaux. Le Plan d'action pour le développement du télétravail sur lequel travaille le CGET devrait aller dans ce sens.

- 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 par exemple 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 DT, par le télétravail, nous avons défini deux scénarios distincts, correspondant à deux niveaux de mise en œuvre différents (voir p. 17).

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 [FVM 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 pour 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 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 (environ 6500) est mis en place de telle manière 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 des hypothèses suivantes (Cf. Note Méthodologique) :

- un nombre d'emplois télétravaillés de **30 %** est atteint en 2026 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** ;

- 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.

Résultats

Le système de télétravail modélisé permettrait une baisse de la mobilité locale de 1,4 % des p.km dans ce scénario, menant à une **réduction des émissions de CO₂ de 1,3 %** (environ 0,21 Mt/an), par rapport au scénario *Référence* en 2026.

SCÉNARIO VOLONTARISTE

- Réduction des distances parcourues de 1,4 % des p.km
- Réduction des de émissions CO₂ de 1,3 %

A titre de comparaison, selon un scénario de l'ENS Cachan, un réseau adéquat de tiers-lieux (420 télécentres en France dans ce scénario) permettrait d'éviter 116 000 déplacements quotidiens, réduisant les émissions de CO₂ de 34 000 t par an (0,034 Mt/an), soit 0,5 t par poste de travail [CDC 2015].

Bilan économique¹⁶

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 de la voirie, et par une moindre consommation de carburant.

A noter que si l'entreprise est en capacité d'adopter une gestion dynamique 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.

Dans le scénario *Volontariste* pour le télétravail, les dépenses annuelles sont supérieures de 150 millions € à celles du scénario *Référence*, les augmentations des dépenses n'étant pas complètement compensées par leurs réductions.

	VOLONTARISTE (Mds€/AN)
AUGMENTATION DES DÉPENSES Construction de télécentres (3 km ²) Matériel et dépenses courantes des espaces Gestion/nettoyage des espaces (5 000 équivalents temps-plein)	0,54
RÉDUCTION DES DÉPENSES Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite	0,39
BÉNÉFICE	- 0,15

Scénario Potentiel Maximal

Démarche

Le scénario *Potentiel Maximal* ne tient pas compte des tendances culturelles et managériales françaises considérées comme des freins dans la littérature sur le sujet. Il prend seulement en compte les considérations de **productivité organisationnelle** et de **faisabilité du télétravail** en fonction des types d'emploi dans les ZMD.

Ainsi, toutes les entreprises, quelle que soit leur taille, signent des contrats 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.

¹⁶Voir explications de calcul en p. 26.

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 ou va travailler dans un tiers-lieu accessible à pied ou à vélo.

Résultats

Le système de télétravail modélisé permettrait une baisse de la mobilité locale de 4,6 % des p.km dans ce scénario, menant à une **réduction des émissions de CO₂ de 4,5 %** (environ 0,72 Mt/an), par rapport au scénario *Référence* en 2026.

SCÉNARIO POTENTIEL MAXIMAL

- Réduction des distances parcourues de 4,6 % des p.km
- Réduction des de émissions CO₂ de 4,5 %

Bilan économique

Les hypothèses fixées pour le bilan économique du scénario *Potentiel Maximal* sont les mêmes que celles du scénario *Volontariste* (p.36), 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.

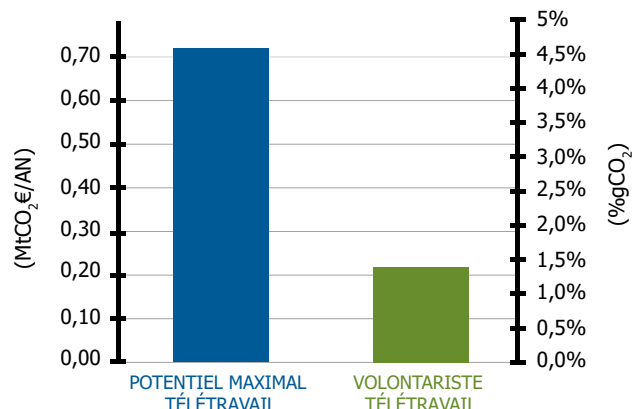
Le scénario *Potentiel Maximal* pour le télétravail induit un déficit net de 800 millions € annuellement, les augmentations de dépenses n'étant pas compensées par leurs réductions.

	POTENTIEL MAXIMAL (Mds €/AN)
AUGMENTATION DES DÉPENSES Construction de télécentres (13 km ²) Matériel et dépenses courantes des espaces Gestion/nettoyage des espaces (20 000 équivalents temps-plein)	2,1
RÉDUCTION DES DÉPENSES Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite	1,3
BÉNÉFICE	- 0,8

Synthèse des résultats

Les figures ci-dessous synthétisent les résultats obtenus pour les deux scénarios, *Volontariste* et *Potentiel Maximal* pour le télétravail, en termes de réduction des émissions de CO₂, et de bilan économique

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS CO₂ MOBILITÉ LOCALE
ZMD, POUR LES SCÉNARIOS TÉLÉTRAVAIL



Nous avons détecté un **potentiel modeste de réduction des émissions de CO₂** grâce au télétravail. Par ailleurs, des effets rebond pourraient le réduire davantage : le télétravail pourrait inciter certains ménages à s'éloigner de leur lieu de travail ou à travailler pour une entreprise plus éloignée.

Cependant :

- toute contribution à la décarbonation de la mobilité mérite attention, même les plus modestes ;

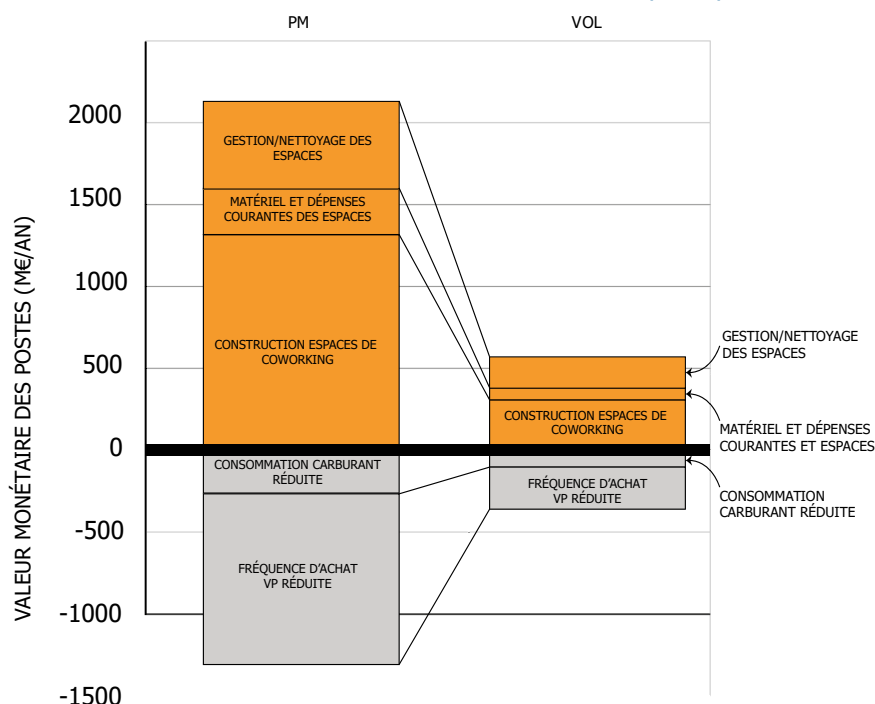
- les collectivités peuvent trouver d'autres avantages liés à la redynamisation d'un territoire¹⁷, ce qui peut contribuer à réduire les besoins de déplacement (et donc les émissions) pour des raisons autres que le travail ;

- le développement du télétravail peut amener les actifs à repenser la nécessité de leur déplacement.

Les postes qui participent le plus à la formation du bilan net sont le prix des VP neuves, le prix du carburant, et le coût de construction et d'entretien des télécentres (3,2 km² d'espaces pour pouvoir accueillir chaque jour tous les télétravailleurs dans le scénario *Volontariste*, 12,9 km² dans le scénario *Potentiel Maximal*). Plus le prix des VP neuves et du carburant sont élevés, plus le système télétravail est « rentable » pour la société.

Soulignons que le prix du carburant utilisé pour réaliser ce bilan économique est le même dans nos deux scénarios. Plus le prix du carburant est élevé, plus il est rentable de mettre en place le système télétravail. Ceci suggère une augmentation de l'usage du système télétravail en cas d'augmentation du prix du carburant. Autrement dit, le système télétravail apporte une **réserve de résilience** au système de mobilité, vis-à-vis d'une augmentation du prix du carburant : le prix du carburant augmente, mais est compensé par un moindre besoin en déplacement grâce à l'augmentation de l'usage du système télétravail.

POSTES D'AUGMENTATION (EN POSITIF) ET DE RÉDUCTION (EN NEGATIF) DES DÉPENSES ANNUALISÉES, EN FONCTION DU SCÉNARIO, POUR LE TÉLÉTRAVAIL (M€/AN)



¹⁷ 57 % des utilisateurs des tiers-lieux, par exemple, prévoient d'utiliser les commerces à proximité [CDC 2015]



CHAPITRE 3

Systeme vélo

- Le système vélo : au-delà de la bande cyclable 42
- Situation actuelle 43
- Pourquoi s'intéresser au vélo ?..... 46
- Comment développer un système vélo ?..... 49
- Les scénarios système vélo : démarche et impacts 55
- Zoom sur le cyclomoteur (50 cm³)..... 61
- Zoom sur l'intermodalité 61

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 réglementaires et fiscaux, communication publicitaire (9 % des dépenses publicitaires en France [ArgusPro 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 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** :

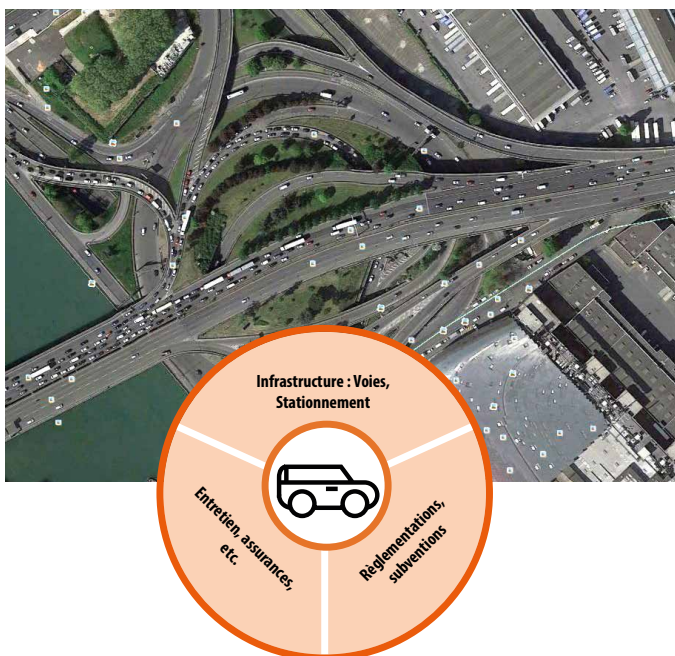
- aller de n'importe quel point A à n'importe quel point B du périurbain à vélo, en utilisant une infrastructure cyclable¹⁸, sans rallongement de la distance à parcourir (par rapport à la voiture) ;

- 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 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 en réalité, dans notre analyse, nous incluons des cycles qui ne sont pas des vélos d'un point de vue réglementaire, comme les s-pedelec.



¹⁸Un réseau cyclable complet est donc principalement composé de zones 30 dotées de doubles sens cyclables et généralisées sur 80 % du réseau de voirie, auxquelles s'ajoutent des bandes cyclables sur les grands axes et quelques pistes cyclables ou voies vertes quand la configuration s'y prête (le long de canaux ou de rivières, dans la traversée de grands parcs urbains, au cœur de certains îlots...). Les couloirs bus et les aires piétonnes sont tous ouverts aux vélos, sauf cas exceptionnels. » [INRETS 2009 p36]

D'une part, le vélo est **très peu utilisé en France** et les actions concrètes pour développer son potentiel sont rares. 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 [EPFL 2015b].

En 2015, seulement 2 % des Français sont allés au travail à vélo. Cet usage concerne plus les hommes que les femmes (2,4 % contre 1,5 %), et davantage les diplômés et cadres supérieurs. Par ailleurs, l'utilisation du vélo ne faiblit pas avec l'âge [INSEE 2017].

Les ménages du périurbain sont mieux dotés en nombre de vélos que le reste de la France. Cependant, 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 du périurbain 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). C'est plus rare en banlieue.

RÉPARTITION DE LA POPULATION FRANÇAISE SELON LES LOGIQUES DE CHOIX MODAL RELATIVES AU VÉLO

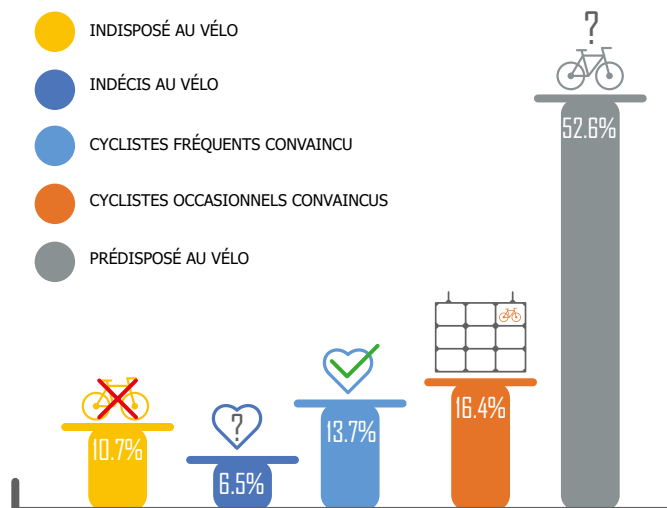
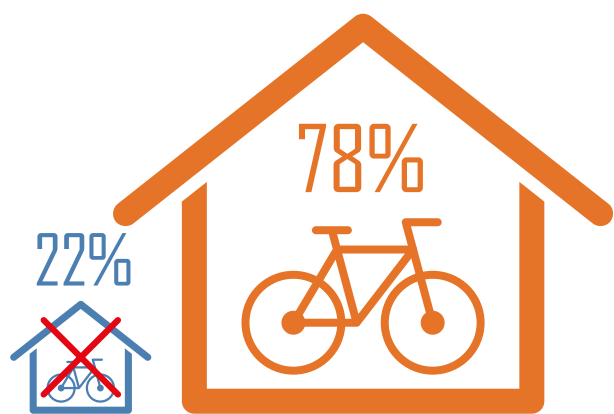


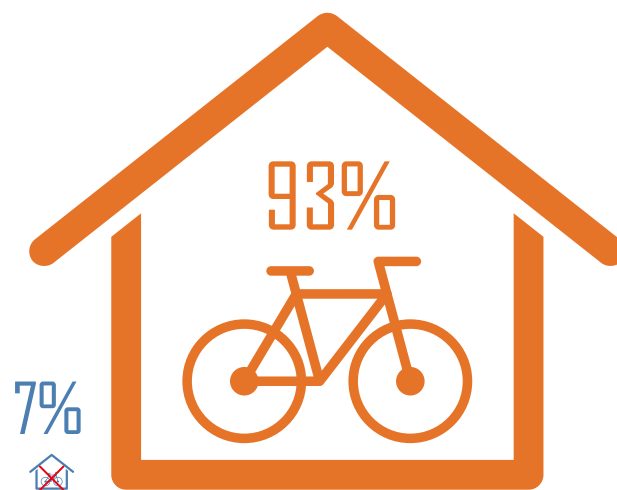
Figure 9 : Répartition de la population française selon les logiques de choix modal

MÉNAGES DE **BANLIEUE**, PAR DISPONIBILITÉ D'ESPACE RANGEMENT VÉLOS



- PAS D'ESPACE VÉLOS
- ESPACE VÉLOS DISPONIBLE

MÉNAGES DU **PÉRIURBAIN**, PAR DISPONIBILITÉ D'ESPACE RANGEMENT VÉLOS



Les ménages du périurbain possèdent un peu plus de vélos que ceux de la banlieue. En s'en tenant à l'espace disponible, ces ménages pourraient être davantage équipés [ENTD 2008].

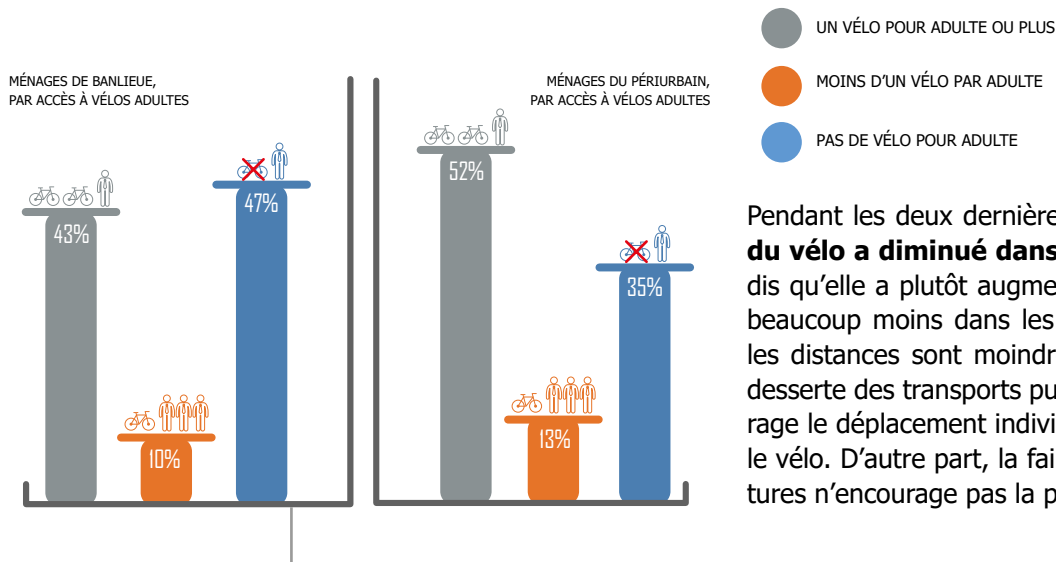
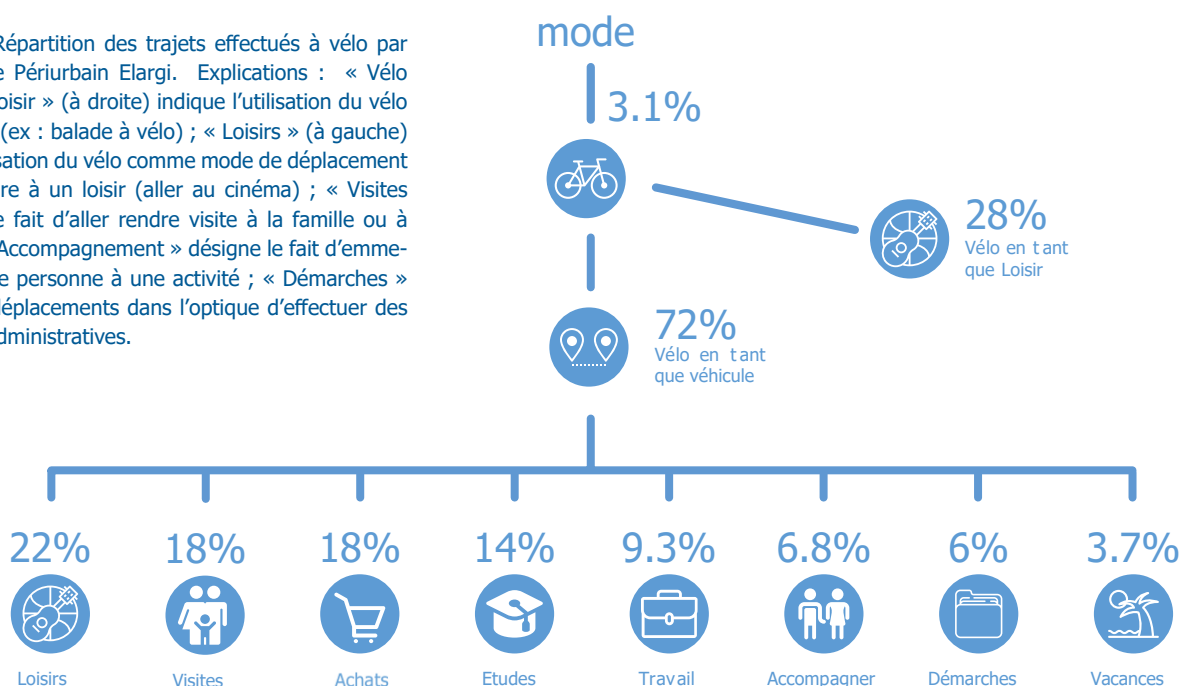


Figure 10 : Répartition des trajets effectués à vélo par motif dans le Périurbain Elargi. Explications : « Vélo en tant que loisir » (à droite) indique l'utilisation du vélo comme loisir (ex : balade à vélo) ; « Loisirs » (à gauche) indique l'utilisation du vélo comme mode de déplacement pour se rendre à un loisir (aller au cinéma) ; « Visites » désigne le fait d'aller rendre visite à la famille ou à des amis ; « Accompagnement » désigne le fait d'emmener une tierce personne à une activité ; « Démarches » désigne les déplacements dans l'optique d'effectuer des démarches administratives.



En 2008, environ 2 % des déplacements se faisaient à vélo dans le Périurbain Elargi en tant qu'usage utilitaire (et non comme loisir). Cet usage répond à des motifs très variés : se rendre à des activités de loisirs (22 % des déplacements), visites (18 %), achats (18 %), études (14 %) [traitement ENTND 2008, voir figure ci-dessous]...

Le vélo est utilisé comme une **alternative à la marche à pied**. En effet, les distances effectuées à vélo sont les mêmes ou un peu plus longues que celles parcourues à pied (la médiane des distances faites à vélo en tant que véhicule utilitaire dans le Périurbain élargi est de 900 m) [Traitement ENTND 2008].

L'intermodalité²⁰ 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) [IFSTTAR 2015].

¹⁹Cyclabilité : 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.

²⁰Trajet combinant plusieurs moyens de transport, tel que le vélo puis le train par exemple.

Pourquoi le vélo ne se développe pas dans le périurbain

Les raisons les plus souvent avancées de non-utilisation du vélo dans diverses études [CSSC 2016, CEMT 2004, p25, PREDIT 2009] sur l'ensemble d'un territoire (pas seulement le périurbain) 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 dans le périurbain ;
- **l'absence d'aménagements** cyclables adéquats, où les vitesses de circulation sont plus élevées qu'en milieu urbain, ce qui augmente l'insécurité des cyclistes ;
- l'impossibilité ou la **difficulté à transporter** des objets et/ou des personnes ;
- les problèmes de **sûreté** et de vol de vélos, bien que ce problème soit moins marqué dans les ZMD que dans l'urbain [Héran, Mercat, Le Martret 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) [PREDIT 2009].

Il semble que **les avantages du vélo perçus par les habitants des villes soient moins évidents dans les ZMD** : sa flexibilité, sa rapidité, son coût, l'agrément qu'il représente, l'exercice physique qu'il permet... En effet, les habitants des ZMD 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 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 » [FE 2016, 27]. Dans les schémas directeurs et documents d'urbanisme, les mesures en faveur du développement des modes actifs (tels que le vélo et la marche) sont souvent rangés dans les parties "Biodiversité" ou "Tourisme".

L'article 20 de la **loi Laure**²¹, 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 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.

²¹La 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.

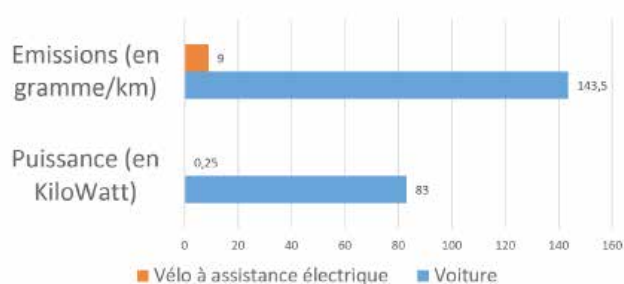
POURQUOI S'INTÉRESSER AU VÉLO ?

Parce que le vélo est un mode de déplacement particulièrement efficace

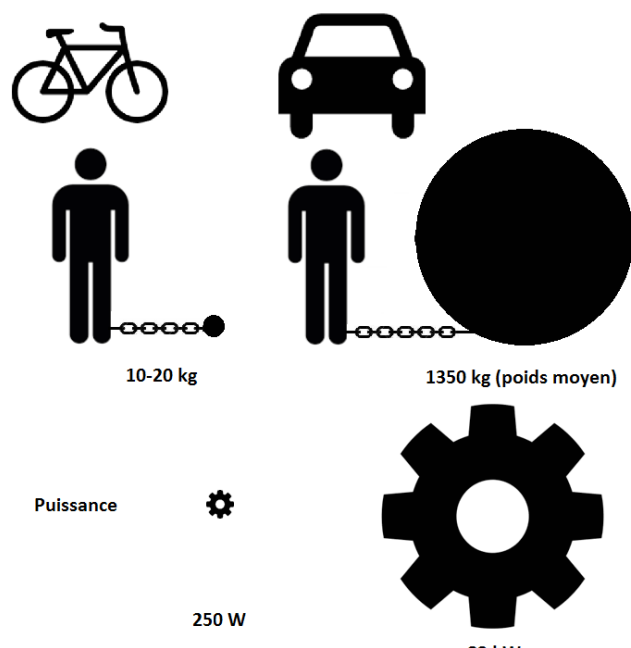
La plupart des avantages du vélo par rapport à la voiture sont liés à sa **légèreté**, qui permet à un cycliste de parcourir des dizaines de kilomètres en utilisant principalement sa propre énergie : 85 % de l'énergie dépensée est consacrée à déplacer la charge utile (le poids du cycliste), et non pas 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 et d'autres polluants, la consommation très basse d'énergie, 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.

Comparaison des facteurs énergie et émissions CO₂ de la voiture et du VAE



Source : TNO 2008, ADEME 2014



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 2016].

VÉLO-CARGO



VAE



SPEED-PEDELEC



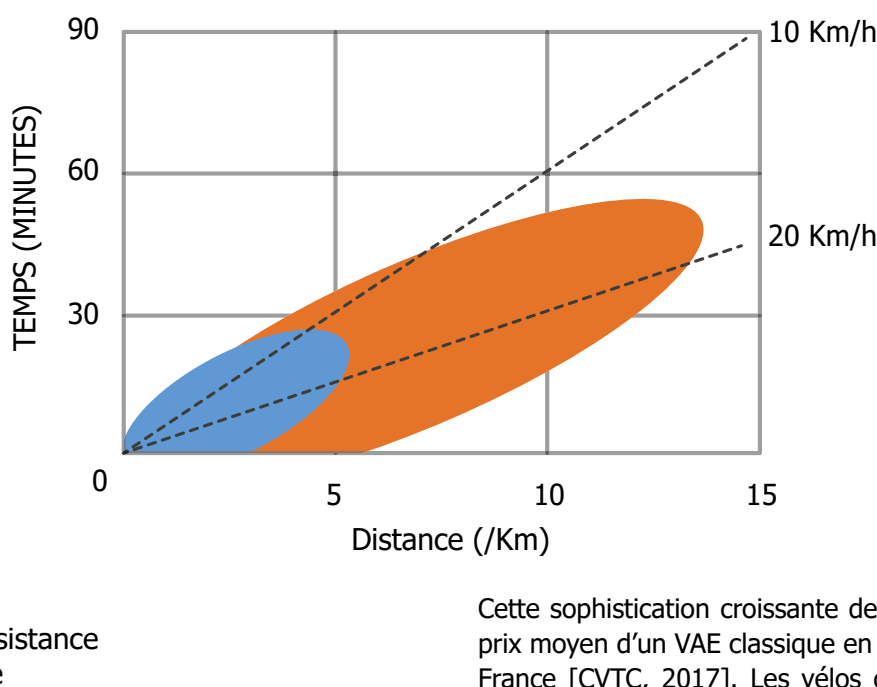
En haut, un vélo cargo équipé pour le transport d'enfants, un VAE²² et un speed-pedelec, que nous avons pris la liberté d'inclure dans cette section malgré le fait qu'il ne s'agit pas, d'un point de vue réglementaire, d'un vélo²³.

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 ENTD 2008].

ARMADILLOS



Au dessus, 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.



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 coûtent 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.

²²Les 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 ».

²³Un 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 donc un cyclomoteur dans la réglementation française, donc casque et assurance 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.

Parce qu'un tiers de la distance parcourue dans le périurbain est cyclable

Dans les ZMD, environ **33 % des personne.kilo-mètres** (p.km), soit 76 % des trajets, correspondent à des distances de 10 km ou moins ; 16 % des p.km (soit 57 % des trajets) correspondent à des distances de 5 km ou moins [Traitement ENTD 2008, voir Figure 11]. Une partie non négligeable de ces trajets 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.

Dans les ZMD, **50 % des déplacements sont chaînés**, c'est-à-dire qu'ils répondent à plusieurs motifs (par exemple, travail et courses).

MOTIF DU TRAJET	% DES P.KM PARCOURUS SUR DES TRAJETS DE	
	... 5 KM AU MOINS	... 10 KM AU MOINS
TRAVAIL	11%	28%
ÉTUDES ²⁴	21%	50%
ACHATS DE PROXIMITÉ	33%	54%
ACHATS EN GRANDE SURFACE	17%	39%
LOISIRS	16%	33%
ACCOMPAGNEMENT	25%	42%

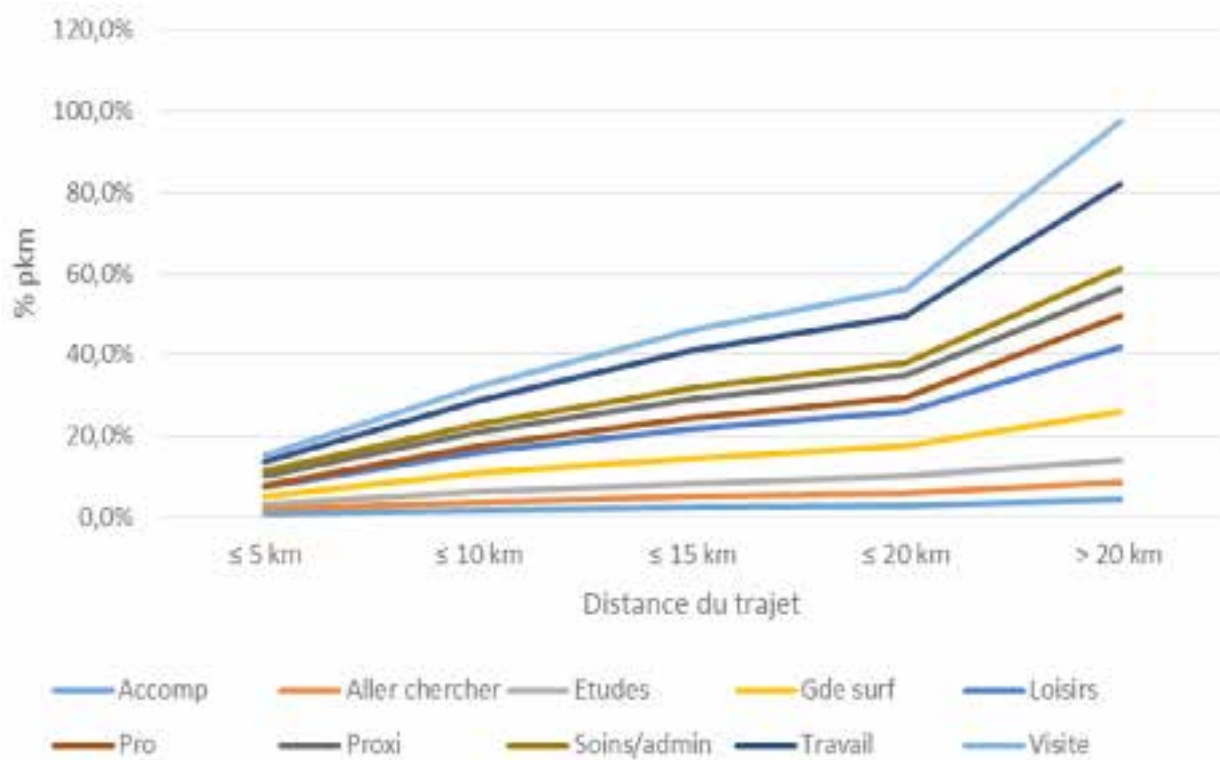


Figure 11 : Part cumulée des p.km dans les ZMD par classe de distance du trajet, et par motif. Clé de lecture : les trajets de moins de 15 km, tous motifs confondus, représentent 46 % des p.km parcourus dans les ZMD. Source : ENTD 2008

²⁴Une grande majorité (environ les 3/4) des trajets pour ce motif sont effectués en bus de ramassage et en voiture particulière (dans ce cas, un quart des p.km environ sont effectués sur le trajet en allant au travail). Estimations basées sur le Périurbain Elargi

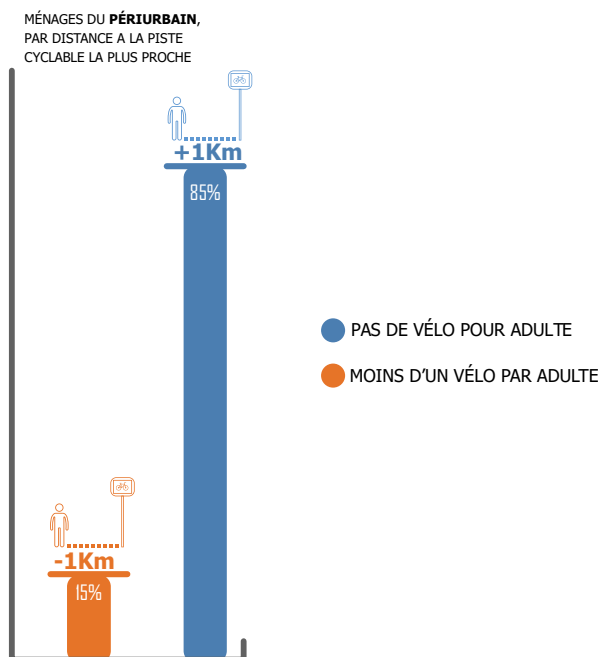
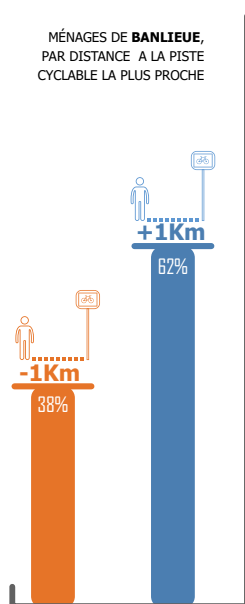
COMMENT DÉVELOPPER UN SYSTÈME VÉLO ?

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 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'aménagement pour les vélos dans le périurbain, moins qu'en banlieue par exemple. Les voies rapides routières qui séparent les territoires et les zones d'activités non accessibles au vélo faute d'aménagements appropriés, constituent un frein majeur à la généralisation du vélo comme mode de déplacement.



Source : ENTD 2008

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)²⁵, qui pâtit souvent d'un manque de coordination entre les actions des associations et des pouvoirs publics locaux » [RACF 2014].

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

²⁵Les 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.

Dans les bourgs, il faut...

... **réduire les vitesses.** Selon [FE 2016], pour développer le vélo dans le périurbain et dans le rural, 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. 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 [Héran 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 [FE 2016].

... **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 [FE 2016].

Entre les bourgs, il faut...

... **créer des corridors rapides.** Les axes à haut potentiel vélo (distances de moins de 20 km entre deux centres d'activité importants : centres-villes, gares, foyers de peuplement...) 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,

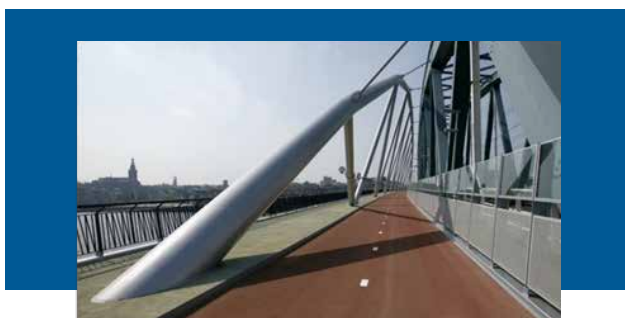
- ou pistes cyclables intégrées à la route (sans barrière physique) quand la cohabitation avec le trafic routier est possible sans compromettre ni la sécurité des cyclistes, ni la fluidité du trafic cycliste.

Les routes à vélo résulteront d'une combinaison pragmatique (mais sans concession par rapport aux principes d'efficacité et 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).

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]²⁶

L'ADEME et plusieurs associations ont proposé dans le Plan national d'action pour les mobilités actives de mettre en place un **dispositif de cofinancement des infrastructures cyclables par l'Etat**, comme cela existe dans d'autres pays (Danemark, par exemple) : fonds national vélo (pour la réalisation de réseaux de voies express vélo pour les liaisons interagglomérations et le rabattement à vélo vers des modes de transport collectif) et programme « Villes pilotes mobilités actives » pour « mettre en lumière des réalisations exemplaires qui opèrent un report modal de la voiture au vélo et à la marche en moins de cinq ans ».



SNELBINDER NIJMEGEN, PAYS-BAS



PLAN D'ACTION POUR LES MOBILITÉS ACTIVES (PAMA),
LA MARCHÉ ET LE VÉLO, MERCREDI 5 MARS 2014

²⁶Entre 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€..

... **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 [UCB 2015].

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 ;

- rétablissement d'un **diplôme d'état pour l'entretien et la réparation** de cycles de niveau CAP/BEP (il n'existe aujourd'hui qu'un diplôme d'État pour l'entretien et la réparation de cycles et motocycles) et ouvrir cette formation sur le numérique (désormais présent dans la mécanique et dans les consoles des VAE et les applications numériques), ainsi que sur le recyclage ;

- 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 professionnels²⁷. 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, 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), est un bon exemple d'action allant dans ce sens²⁸. Ces mesures sont d'ailleurs prescrites pour les logements neufs dans le Code de la Construction et de l'Habitation, et 93 % des ménages du périurbain disposent déjà d'un espace où ils peuvent garer leurs vélos.

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;

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

²⁷Difficulté observée par un des experts.

²⁸Le 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 et d'accompagner les ménages bénéficiant de ce local vers une mobilité autonome. ALVEOLE prévoit d'ici le 31 décembre 2017 la réalisation de 150 abris sécurisés vélo ainsi que l'accompagnement de 2 250 ménages en situation de précarité énergétique par des vélo-écoles.

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 24 000 places de stationnement de vélos en gare en France²⁹. 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. Ce service de consigne collective est gratuit dans certaines régions (Alsace) et payant dans d'autres (35 € par an en Auvergne-Rhône-Alpes). En Ile-de-France, le STIF a entrepris un plan de stationnement vélo à proximité des gares périurbaines, pour améliorer son offre, afin de permettre un rabattement plus facile vers les gares et le mode ferroviaire.

A noter par ailleurs que l'essentiel des voitures TER neuves et/ou rénovées sont équipées d'un espace dédié pour accrocher les vélos, ce qui pose quelques difficultés d'encombrement aux heures de pointe, en particulier dans les grandes agglomérations.

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, VAE³⁰ ou, vélo cargo. C'est par exemple ce que fait la ville de Paris en allouant une aide à l'achat de 33 % (avec un plafond de 400 €) pour l'achat d'un VAE ou d'un vélo cargo. 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 (catégorie « L1e-a » dans la réglementation).

La SNCF propose depuis un an et demi une option intéressante à ceux qui préfèrent voyager avec leur vélo : l'achat à prix subventionné d'un vélo pliant, avec ou sans assistance électrique.³¹

• **Prêt ou la location.** Ce service peut être géré par une association, une maison du vélo ou une entreprise. On peut prendre l'exemple de l'association Vélowomon à Lambersart qui prête des triporteurs à des familles pour qu'elles emmènent leurs enfants à l'école. 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]. L'entreprise Vélogik a également mené une expérience de prêt de VAE sur trois mois et observé des reports modaux significatifs vers le VAE, sur l'échantillon de volontaires participant à l'expérience.³²

• **Exonération fiscale.** Les entreprises bénéficient depuis 2016 d'une exonération fiscale pour l'achat de flottes de vélos. 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 **l'indemnité kilométrique vélo (IKV)** instaurée par un décret de février 2016³³ réellement efficace, il faudrait augmenter les sommes défiscalisables, pour le salarié comme pour l'employeur (plafond d'exonération des cotisations et d'impôt sur le revenu)³⁴, rendre l'IKV obligatoire dans les entreprises, permettre aux collectivités locales de la proposer à leurs agents et déployer sa mise en œuvre à l'ensemble du secteur public³⁵.

²⁹Source : Astrid Maillard, DG TER, SNCF. Selon une autre source : 30 000.

³⁰Cela est déjà prévu dans le projet de Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques [PREPA 2017]

³¹600 € au lieu de 1000 pour le vélo pliant sans AE et 1000 € au lieu de 1500 pour le VAE pliant.

³²La description et les résultats de l'expérience, effectuée avec 70 volontaires, sont disponibles sur <http://www.velogik.com/exploitation-et-gestion/3-mois-sans-ma-voiture-un-bilan-encourageant/>

³³Décret n° 2016-144 du 11 février 2016 relatif au versement d'une indemnité kilométrique vélo par les employeurs privés. L'IKV donne la possibilité aux employeurs de prendre en charge sous forme d'une « indemnité kilométrique vélo » (IKV) 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 et, fixe l'indemnité à 25 c€/km. Le dispositif prévoit des exonérations d'impôt sur le revenu (pour les salariés) et de cotisations sociales (pour les employeurs) plafonnées à 200 € par an et par salarié, même si l'employeur peut choisir de donner plus. Une trentaine d'entreprises se sont aujourd'hui engagées, selon l'Observatoire IKV lancé par l'ADEME et le Club des villes et territoires cyclables.

³⁴Le montant actuel, 200 €, correspond à une distance de 2 km aller par jour de travail. Autrement dit, les kilomètres au-delà de cette distance n'apportent aucun avantage fiscal.

³⁵« En ce qui concerne les salariés du secteur public, le dispositif est, pour le moment, uniquement applicable aux agents des ministères en charge du développement durable et du logement, et des établissements publics qui en relèvent, à titre expérimental entre le 1er septembre 2016 et le 31 août 2018. » <https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F33808>. Le décret du 31 août 2016 a

institué à titre expérimental une prise en charge de l'IKV au bénéfice des agents des ministères de l'Environnement et du Logement. Deux expérimentations, en 2014 et 2015 menées par l'ADEME, ont conclu qu'au bout d'un an, l'augmentation de la part modale vélo avait atteint 125 % via cette prime.

Des actions pour favoriser la transition vers le vélo

- **Un service de coordination.** 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... Une déclinaison en « hub-vélo »³⁶ peut également être imaginée. Ce service physique peut s'articuler autour d'un site web.³⁷

- **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].

- **Un(e) « Manager vélo périurbain »** sur le modèle du « Manager de centre-ville » : ambassadeur/drive, animateur/trice et coordinateur/trice de la dynamique politique et économique du vélo, à une échelle territoriale pertinente. Il/elle participerait au montage de partenariats et au financement de tous les projets liés au vélo, en assurant la formation des cadres et élu(e)s concerné(e)s ainsi que l'expertise auprès des acteurs institutionnels, des entreprises et des associations. Il/elle participerait aussi à l'instruction des dossiers d'aménagement de la voirie, et pourrait donner un avis concernant la délivrance des permis de construire. Le/la Manager pourrait être salarié(e) d'une collectivité (intercommunalité, pays...), d'une Chambre de Commerce et de l'Industrie (CCI), d'un consortium d'associations, et disposer d'un budget abondé par l'État.

- **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, notamment dans le cadre des plans de mobilité et des plans de déplacement inter-entreprises [CVTC 2017], de développer une stratégie pour sensibiliser la population aux coûts et bénéfices économiques, environnementaux et sanitaires de chaque mode de déplacement, sachant que l'impact du vélo sur la santé, contrairement aux autres bénéfices, constitue un gain *direct* pour l'utilisateur. 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 2015].

- **Evolution du lexique pour parler du vélo.** Certaines expressions freinent l'évolution des usages et doivent changer.

—Le vélo est souvent qualifié de mode « doux ». Cette dénomination est bien intentionnée, mais en réalité elle est plutôt condescendante et contribue à positionner le vélo comme un véhicule d'agrément destiné à une utilisation secondaire. Des notions telles que « mode actif » ou « mode *vraiment propre* » ou « sain » devraient être encouragées à la place.

—Il faudrait également étendre l'usage du nom « **véhicule** » aux cycles, et notamment celui de « véhicule électrique » aux VAE, car il s'agit bel et bien d'un véhicule capable de répondre à une partie importante des usages. Par exemple, dans un document officiel comme la « Stratégie de développement de la mobilité propre » [MEEM 2016], l'expression « véhicule à faibles émissions » semble concerner uniquement les voitures, utilitaires et bus, mais pas les vélos.

³⁶Structure proposant divers services en fin de trajet à vélo (consignes sécurisées, douches, entretien léger...).

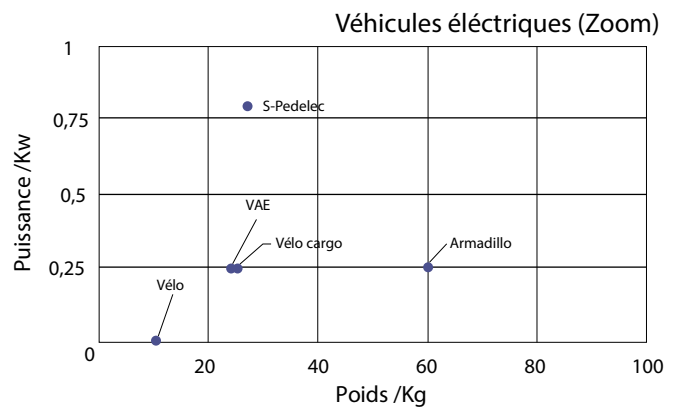
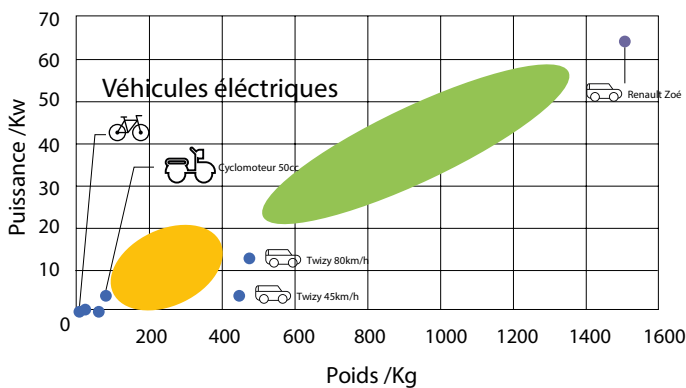
³⁷A l'heure actuelle, peu de villes ont mis en place des pages dédiées au vélo dans leur agglomération. Pour se repérer et se déplacer en vélo, le cycliste doit souvent aller recueillir les informations à plusieurs sources, ce qui complique la démarche, contrairement au système voiture, largement généralisé et institutionnalisé.

Entre le vélo et la voiture

Les cycles évoluent vite. Les technologies liées à **l'électrification** (batteries plus légères, régulateurs et moteurs plus performants, piles à combustibles...) donnent des idées à des constructeurs qui poussent les limites de ce qui constitue un « cycle ». Cette évolution « from the cycle up » qui part de la grande efficacité du vélo et évolue vers des performances supérieures pourrait être plus prometteuse que l'évolution « from the car down » : réduction de poids, introduction couche après couche de technologie pour réduire les émissions, le poids, la consommation, augmenter la performance des batteries...

Dans les figures ci-dessous nous avons représenté le poids à vide (en kg) et la puissance nominale des moteurs électriques (en kW) des différents types de vélo mentionnés dans cette section, des s-pedelec et de deux véhicules produits par Renault : Twizy en deux versions (45 et 80 km/h) et Zoé.

On observe la grande distance qui sépare les vélos / s-pedelecs des Twizy (tache jaune) mais aussi les Twizy des petites voitures électriques (tache verte). Il semble intéressant de combler ce vide en développant des **véhicules intermédiaires**, capables de transporter deux personnes (comme l'Armadillo et les Twizy), avec une masse inférieure à 400 kg et une motorisation de l'ordre de 20 kW.



Points ouverts

La réglementation accompagne l'évolution des cycles. Des questions restent ouvertes et n'ont pas été tranchées par le groupe de travail :

- **Débrider les moteurs électriques ?** La vitesse des automobiles n'est pas bridée : c'est le conducteur qui décide, selon les règles indiquées par les panneaux de vitesse, de rouler à 30, 50 ou 130 km/h. Pourquoi ne peut-on pas accorder cette même confiance aux cyclistes au lieu de brider les moteurs électriques des vélos ? Etablir des limites de puissance et une réglementation différentes (port du casque, immatriculation, permis) entre le vélo et les véhicules de catégorie L1e-a (cyclomoteur, s-pedelec) semble justifié pour des raisons de sécurité, mais pourquoi ajouter une limitation (intégrée) de la vitesse ? Des panneaux spécifiques pourraient fixer la vitesse maximale pour chaque tronçon de voirie (routes départementales,

voirie communale, piste cyclable...) et chaque circonstance (pluie etc.), comme pour les voitures ou les motos, permettant aux cyclistes d'adapter leur vitesse. La mise en œuvre de cette réglementation requerrait l'installation obligatoire d'un compteur de vitesse sur les VAE (sachant qu'il s'agit d'une fonctionnalité standard des consoles de contrôle des VAE).

- **Permettre l'assistance jusqu'à une vitesse maximale de 30 km/h** pour les VAE, ou brider l'accélération et non la vitesse ?

- **Permettre l'accès des véhicules de catégorie L1e-b³⁸ aux aménagements cyclables** dans les ZMD - et notamment à des réseaux cyclables à haut niveau de service (réseaux express vélo) – sur lesquels ils ne sont aujourd'hui pas autorisés (Code de la route) ?

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. 17).

Certaines hypothèses sont communes aux deux scénarios : elles n'ont été rappelées que pour le scénario *Volontariste* mais s'appliquent également au scénario *Potentiel Maximal*.

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 (p.49), ainsi que l'existence de l'ensemble des services dédiés au vélo (p. 51). 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 », p. 42.

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

Il a été supposé dans les deux scénarios que **les cycles n'émettent pas de CO₂** (alors que l'on pourrait estimer les émissions d'un VAE à 2 gCO₂/v.km). Il a également été supposé que le report modal vers le vélo se faisait au prorata des parts modales observées au sein des autres modes. Autrement dit, un report est effectué depuis l'automobile, mais aussi depuis les différents transports en commun. La marche à pied, en tant que mode n'émettant pas de CO₂, a été agrégée avec le vélo au sein d'une même catégorie de modes « vélo/marche », dans les résultats.

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**.

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 2026** 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 trajet³⁹.

³⁹Exemple 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.

³⁸La catégorie « powered cycles L1e-A » inclut le vélo avec un moteur dont la puissance est égale ou inférieure à 1000 W et la vitesse assistée est bridée à 25 km/h. L'assistance doit être impérativement déclenchée par le pédalage pour ces vélos. Lorsque l'assistance peut être activée sans le pédalage, les véhicules figurent dans la catégorie des Moped (cyclomoteurs – two-wheel mopeds L1e-B).

Résultats

La part modale du vélo augmente dans ce scénario, principalement au détriment de celle de la voiture, en valeur absolue.

Plus précisément, la part modale des modes vélo et marche est de **18 % des p.km** en 2026, contre 4,2 % dans le scénario *Référence*. Cela requiert une **multipliation par 4** de l'usage de ces modes en 10 ans.

Le scénario *Volontariste* suppose donc un développement rapide de la pratique du vélo. L'usage de la voiture diminue de 14 % par rapport au scénario *Référence*, celui des deux-roues motorisés de 20 %, et celui des TC de près de 15 %.

Il est à remarquer que la Stratégie de développement de la mobilité propre, adoptée en 2016, prévoit une augmentation de la part du vélo de 2,7 % en 2008 à 12,5% en 2030, mais ces valeurs correspondent à un pourcentage de trajets. Dans notre étude, les parts modales expriment un pourcentage de *distances* parcourues. Autrement dit, 18 % des *distances* devraient correspondre à un pourcentage de *trajets* supérieur (les trajets à vélo et à pied étant relativement courts). Conclusion : **ce scénario Volontariste va au-delà des objectifs de la Stratégie de développement de la mobilité propre.**

Un tel développement mène à une moyenne de distance parcourue en vélo par personne dans les ZMD de 3,8 km/hab/jr. A titre de comparaison, la moyenne aux Pays Bas est de 2,9 km/hab/jr. Notons cependant que le taux d'équipement en VAE et s-pedelegs y est encore faible (environ 6 % du parc [BOVAG-RAI 2016]), et on peut estimer qu'un VAE parcourt environ 1600 km/an [MIE

2016, p12 ; CBS 2015], contre 1000 km/hab/an à vélo en moyenne aux Pays-Bas. La massification des VAE mènerait ainsi à y parcourir environ 4,6 km/hab/jr. L'usage des cycles dans les ZMD obtenu selon les hypothèses et la méthode présentées dans la Note Méthodologique semble donc ambitieux, mais pas irréaliste.

Ces reports modaux se traduisent directement par une réduction de la circulation des véhicules à moteur, donc des émissions de CO₂ par rapport au scénario *Référence*. **Les émissions de CO₂ des ZMD sont donc réduites à l'horizon 2026 de 15 %** (2,3 Mt/an) par rapport au scénario *Référence*.

SCÉNARIO VOLONTARISTE

- Part modale du vélo + marche de 18 % des p.km (contre 4 % dans le scénario *Référence*)
- Réduction des émissions de CO₂ de 15 %

Bilan économique⁴⁰

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 de *Référence*.

⁴⁰Voir explications de calcul en p. 26.

Le système vélo permet également de réaliser des réductions de dépenses par un moindre usage de la VP et par une moindre consommation de carburant.

	VOLONTARISTE SYSTEME VÉLO (Mds €/AN)
AUGMENTATION DES DÉPENSES Vélos (19 millions d'unité + 12 millions de vélos cargos) Equipements vélo Autoroutes vélo (45 000 km de réseau) Bandes cyclables (75 000 km de réseau) Signalisation routière vélo (sur la totalité du réseau) Ouvrages d'art vélo (600 ouvrages) Vélo-écoles et points d'information (2 900 temps-plein)	3,6
RÉDUCTION DES DÉPENSES Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite	3,9
BÉNÉFICE	+ 0,3

Le scénario *Volontariste* induit des augmentations et des réductions de dépenses équivalentes.

A titre de comparaison, le nouveau plan vélo de la région Ile-de-France implique un investissement de 100 millions € sur cinq ans [IDF 2017]. Cela revient à dépenser 1,70 €/an par habitant de l'Ile-de-France. Sur le poste des infrastructures et de la communication du système vélo, notre chiffrage représente un investissement de **32 €/an pour chaque habitant** des ZMD. Le plan national de développement du vélo en Allemagne [FMTBUD 2012] préconise un financement public de 19 €/hab/an pour les communes volontaires (les « champions »). Tour de Force, un consortium d'acteurs publics néerlandais incluant le ministère des transports et de l'environnement, estime le coût d'un système vélo à 33 €/hab/an, correspondant exactement à ce qui est dépensé en infrastructures cyclables aux Pays-Bas [TDF 2017, p12-13].

Cependant, les investissements en infrastructures doivent être faits sur la durée du scénario, ce qui mène à un pic d'investissement d'environ **16 milliards € (soit 700 €/hab des ZMD) répartis sur 10 ans**. Cela équivaut à la construction d'environ 120 km d'autoroute par an, ou à 10 - 40 km de métro par an sur 10 ans [NCE 2014, p12]. A titre de comparaison, le projet de métro du Grand Paris Express prévoit de construire 200 km de métro pour environ 23 milliards €⁴¹ (soit 1 900 €/hab de l'Ile-de-France).

On peut estimer les dépenses en entretien et exploitation courants, et en grosses réparations sur les réseaux

routiers des ZMD à 3,1 Mds€/an (en se basant sur [RF 2006, p13] et une estimation de la longueur de routes dans les ZMD), soit le double du pic d'effort pour mettre en place les infrastructures du système vélo, et 5 fois les dépenses courantes d'entretien et exploitation des infrastructures du système vélo. On voit que les dépenses à engager dans les infrastructures vélo sont très inférieures à celles qui sont nécessaires pour la voiture, et ce pour deux raisons : les caractéristiques inhérentes du vélo (notamment son faible poids qui réduit de manière drastique les exigences structurelles de la voirie et des ouvrages d'art) et la possibilité d'aménager les infrastructures existantes.

Par ailleurs, une méthodologie de quantification économique de l'impact sur la santé de la pratique du vélo [HEAT 2011], développée par l'Organisation Mondiale de la Santé permet d'estimer les **gains en termes de santé**. En supposant le passage de 2,4 Gp.km/an (Scénario *Référence*) à 32 Gp.km/an (Scénario *Volontariste*) à vélo pour 23 millions d'habitants dans les ZMD, on obtient l'estimation de **2,8 milliards € économisés annuellement** (par rapport au scénario *Référence*).

⁴¹Source : Site internet de la Société du Grand Paris (<https://www.societedugrandparis.fr/question-reponse/je-salue-le-projet-du-grand-paris-express-quel-est-le-montant-estime-de-cet-investissement-et-que-les-seront-les-sources-de-financement-de-ce-projet-que-les-repercussions-en-terme-dendettement>)

Démarche

Dans le scénario *Potentiel Maximal* 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 (scénario *Volontariste*), nous supposons que des **aides à l'accès au vélo** sont proposées (p. 52), et qu'un ensemble de **mesures transversales** sont mises en place (voir p. 92) : une taxe carbone ambitieuse sur le carburant, une réduction globale des espaces de stationnement voiture

dans les ZMD, 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 Maximal*, en supplément des hypothèses communes décrites p. 55, suppose une série de **limitations physico-psychologiques** à l'usage du vélo, à savoir :

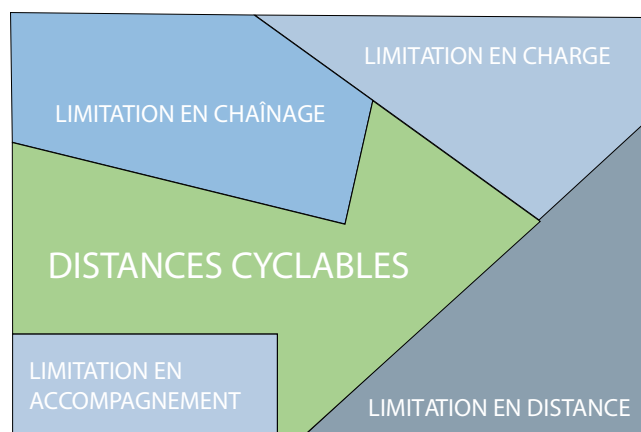
- le temps maximum passé à vélo par trajet est de 30 minutes. Par conséquent, les vélos classiques et les VCAE peuvent parcourir des distances de 7 km maximum, les VAE 10 km, les s-pedelec 20 km.

- 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 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

La part modale du vélo augmente dans les deux scénarios, principalement au détriment de celle de la voiture, en valeur absolue.

Dans le **Scénario Potentiel Maximal**, la part modale (en p.km) des modes vélo et marche est de 36 %. Cette part modale correspond à environ 60 % des trajets, les plus courts étant les plus nombreux. Ce résultat est comparable en ordre de grandeur au résultat de l'étude [CEREMA 2016], qui estime, selon des hypothèses légèrement plus restrictives que celles du scénario *Potentiel Maximal*, que le vélo peut assurer 50 % des trajets sur l'ensemble des territoires couverts par les Enquêtes Ménage Déplacement (essentiellement des aires urbaines, incluant l'urbain dense en plus des ZMD).

Ces reports modaux se traduisent directement par une réduction de la circulation des véhicules à moteur, donc des émissions de CO₂ par rapport au scénario *Référence*.

Les émissions de CO₂ des ZMD sont réduites à l'horizon 2026 de 33 % (soit 5,3 Mt/an) par rapport au scénario *Référence*.

SCÉNARIO POTENTIEL MAXIMAL

- Part modale du vélo + marche de 36 % des p.km (contre 4 % dans le scénario *Référence*)
- Réduction des émissions de CO₂ de 33 %

Bilan économique

Les hypothèses fixées pour le bilan économique du scénario *Potentiel Maximal* sont les mêmes que celles du scénario *Volontariste* (p. 56), mis à part qu'elles prennent en compte un usage du vélo plus important que dans le scénario *Volontariste*, induisant une durée de vie des cycles plus courte.

	POTENTIEL MAXIMAL SYSTEME VÉLO (Mds€/AN)
AUGMENTATION DES DÉPENSES Vélos (19 millions d'unité + 12 millions de vélos cargos) Equipements vélo Autoroutes vélo (45 000 km de réseau) Bandes cyclables (75 000 km de réseau) Signalisation routière vélo (sur la totalité du réseau) Ouvrages d'art vélo (600 ouvrages) Vélo-écoles et points d'information (2 900 temps-plein)	6,3
RÉDUCTION DES DÉPENSES Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite	9,2
BÉNÉFICE	+ 2,9

Dans le scénario Potentiel Maximal, les réductions possibles dépassent les augmentations de dépenses : le bénéfice annuel est de 2,9 milliards€/an.

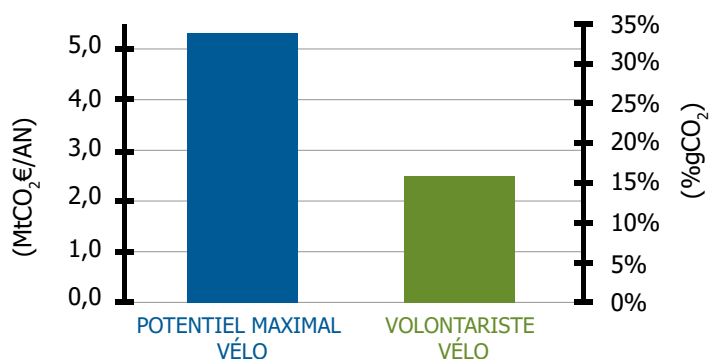
Par ailleurs, une méthodologie de quantification économique de l'impact sur la santé de la pratique du vélo [HEAT 2011], développée par l'Organisation Mondiale de la Santé permet d'estimer les **gains en termes de santé**. En supposant le passage de 2,4 Gp.km/an (Scénario *Référence*) à 67 Gp.km/an (Scénario *Potentiel Maximal*) à vélo pour 23 millions d'habitants dans les ZMD, on obtient l'estimation de **6,1 milliards € économisés annuellement** (par rapport au scénario *Référence*).

Synthèse des résultats

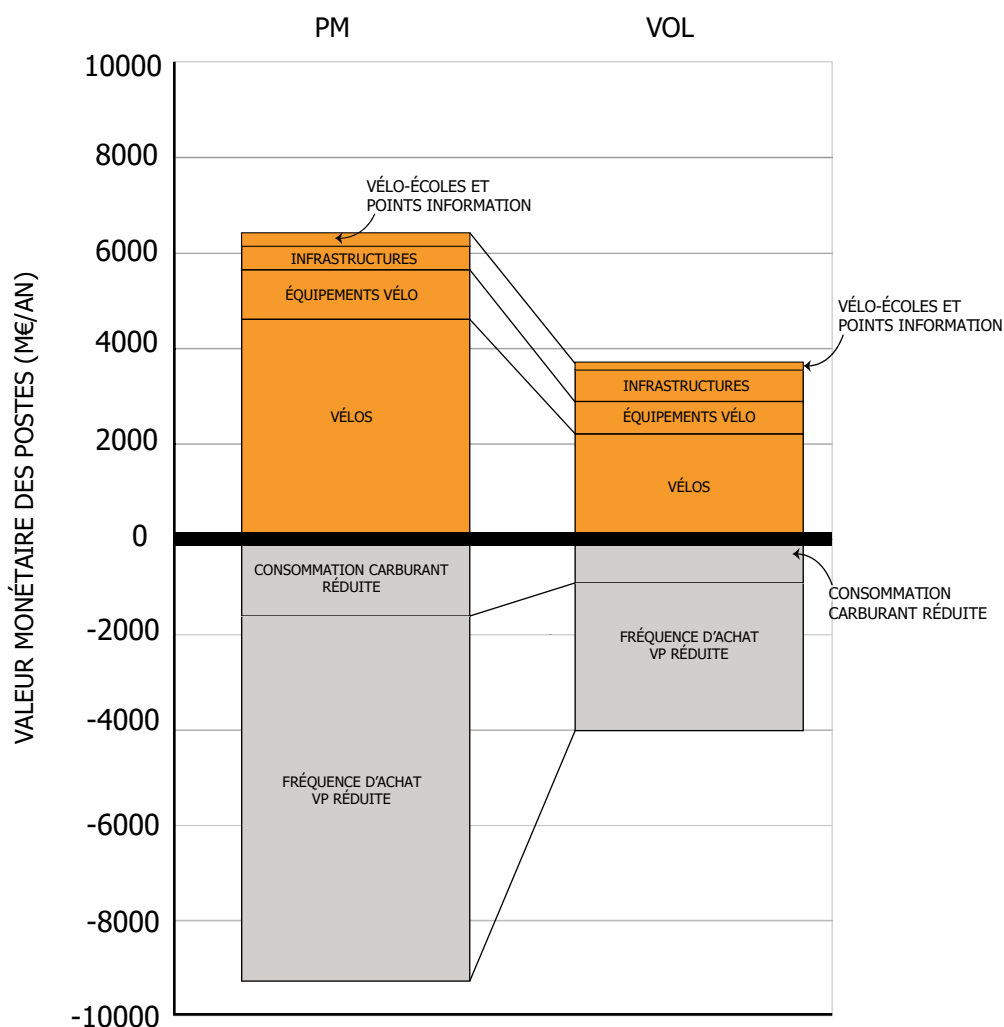
Les figures ci-dessous synthétisent les résultats obtenus pour les deux scénarios, *Volontariste* et *Potentiel Maximal* pour le système vélo, en termes de réduction des émissions de CO₂, et de bilan économique :

La comparaison entre les deux scénarios révèle une **réserve de résilience** importante pour faire face à la contrainte carbone : la réduction des émissions peut être doublée si le contexte carbone évolue, tout en maintenant une mobilité dynamique, sans effet de seuil sur l'évolution des pratiques. Pas de changement « brutal » des pratiques de mobilité : il suffit que chacun couvre une part légèrement plus grande de ses trajets en vélo pour contrebalancer l'augmentation de la contrainte carbone.

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS CO₂ MOBILITÉ LOCALE ZMD, POUR LES SCÉNARIOS SYSTÈME VÉLO



POSTES D'AUGMENTATION (EN POSITIF) ET DE RÉDUCTION (EN NEGATIF) DES DÉPENSES ANNUALISÉES, EN FONCTION DU SCÉNARIO, POUR LE SYSTÈME VÉLO (M€)

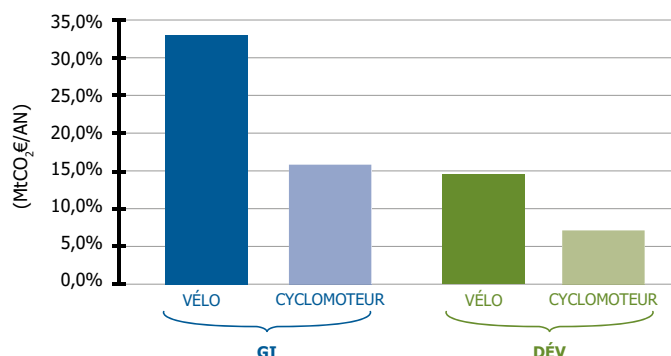


ZOOM SUR LE CYCLOMOTEUR (50 CM³)

Le cyclomoteur 50 cm³ appartient à la même catégorie normative que le s-pedelec. Nous avons évalué la réduction des émissions de CO₂ dans deux scénarios « *Volontariste cyclomoteur* » et « *Potentiel Maximal cyclomoteur* », basés sur **les mêmes hypothèses** que les scénarios « *Volontariste système vélo* » et « *Potentiel Maximal système vélo* » à une différence près : au lieu d'effectuer le report modal vers le vélo, ce dernier est effectué intégralement vers le cyclomoteur thermique 50 cm³.

Sous ces hypothèses, dans le scénario *Volontariste* la **réduction des émissions de CO₂ est de 7 %** pour le cyclomoteur au lieu de 15 % pour le vélo ; dans le scénario *Potentiel Maximal*, la réduction des émissions de CO₂ est de **16 %** pour le cyclomoteur au lieu de 33 % pour le vélo.

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS CO₂ MOBILITÉ LOCALE
ZMD, POUR LES SCÉNARIOS VÉLO ET CYCLOMOTEUR



Ces résultats montrent qu'environ la moitié des réductions des émissions provient de la **légèreté** et de la **faible vitesse de pointe** du véhicule (soit le cyclomoteur, soit le vélo, VAE, etc.). L'élimination du moteur thermique explique l'autre moitié de la réduction.

ZOOM SUR L'INTERMODALITÉ

La possibilité de **combiner deux modes** particulièrement efficaces sur le plan énergétique, le vélo et le train, a été traitée dans plusieurs études récentes (ADEME 2016b, CGDD 2016, IFSTTAR 2015, CEREMA 2011). Nous avons donc cherché à évaluer la réduction des émissions qui serait obtenue par un développement de l'intermodalité **vélo + train**. Plus particulièrement, nous avons analysé dans la Note Méthodologique deux sources de réduction des émissions :

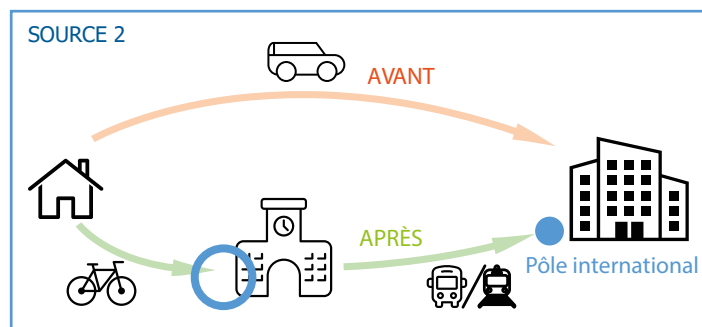
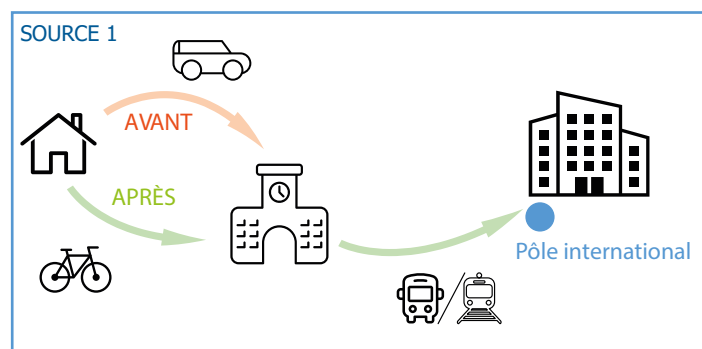
La première source de réduction des émissions provient d'un report modal de la voiture particulière (VP) vers le vélo sur des trajets faits à l'origine en VP pour aller du **domicile à la gare** afin de prendre le train.

La seconde source de réduction des émissions provient de l'amélioration de **l'accessibilité à la gare** (notamment par de meilleures conditions de stationnement pour les vélos) conduisant un automobiliste à remplacer un trajet fait totalement en VP par un trajet intermodal vélo + TER / RER / SNCF banlieue.

La combinaison de ces deux sources représente environ 0,5 % du trafic dans les ZMD en 2026. Le gisement CO₂ correspondant, estimé à 81 ktCO₂/an selon des hypothèses ambitieuses, est donc d'environ **0,5 % des émissions totales** relatives à la mobilité locale dans les ZMD.

Cette estimation suggère que l'amélioration de l'accessibilité à la gare n'aura pas d'impact significatif en l'absence d'actions fortes pour améliorer l'efficacité des mailons longs, entre la gare de départ et la destination.

Le potentiel des transports publics rapides (offre ferroviaire accrue, lignes de bus express) fait par ailleurs l'objet du volet « Transports Publics Express ».





CHAPITRE 4

Transports Publics Express (TPE)

- La situation actuelle 65
- Pourquoi s'intéresser aux TPE ? 66
- Comment développer les TPE ? 67
- Les scénarios TPE : démarche et impacts 70

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 car⁴², 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 12) ;

- **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 agréant 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.

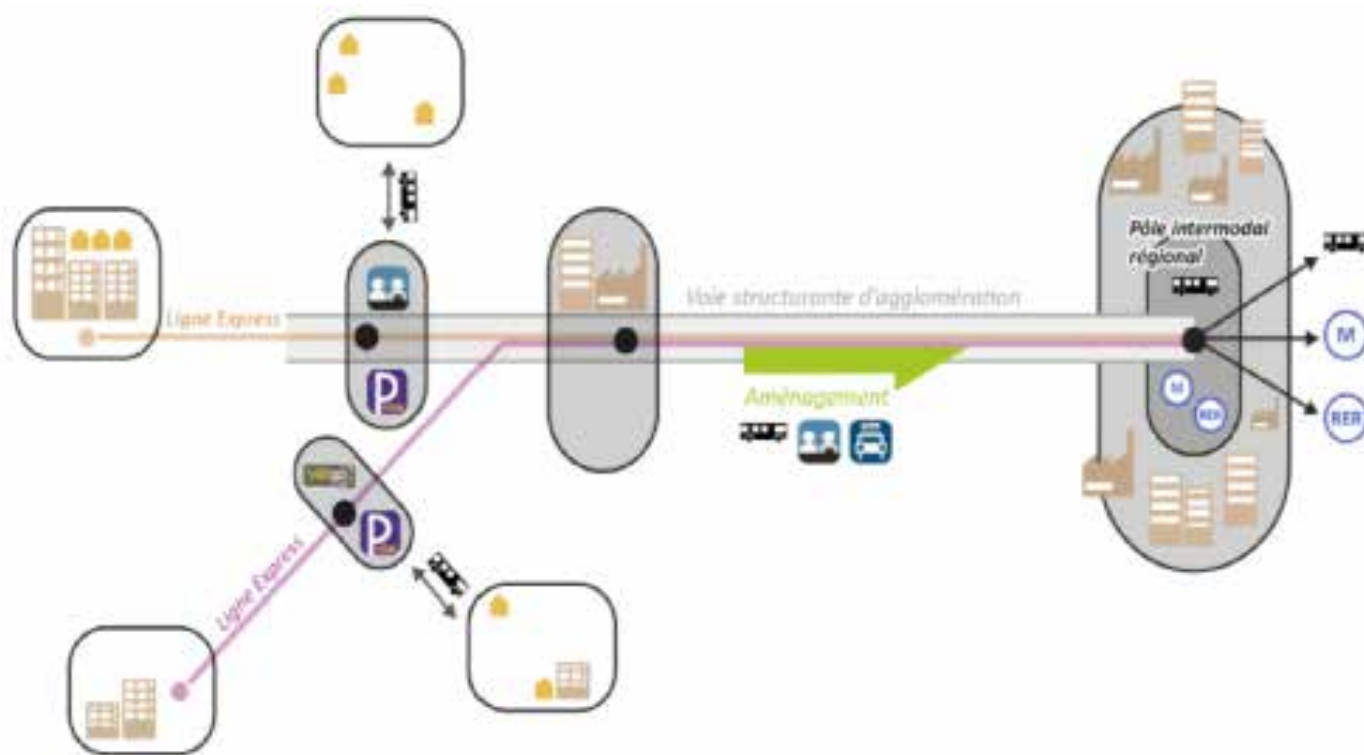


Figure 12 : Schéma de principe du Bus Express. Des lignes de bus partent de communes des ZMD voisines de voies rapides, y font un nombre restreint d'arrêts, rejoignent la voie rapide, font un arrêt à cette jonction pour embarquer les passagers qui vivent à proximité, puis ils empruntent la voie rapide (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.

⁴²Ce 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 (de par la directive européenne 2003/20/CE).

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 par 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 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.

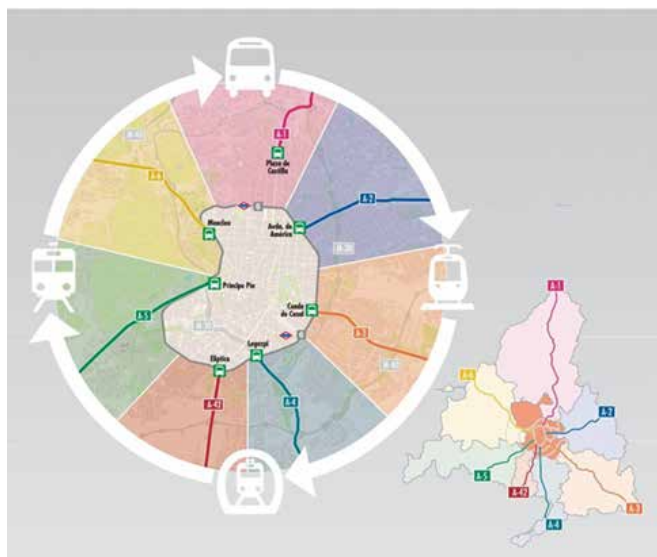


Figure 13 : Voies rapides radiales que le réseau de bus inter-urbain madrilène utilise, et les pôles intermodaux aux abords de Madrid.

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 selon [FC 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 [CTM 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.

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 14). Une enquête parmi les usagers de cette gare a révélé que 80 % ont pour motif le domicile-travail (DT) et 20 % le domicile-études.

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



Figure 14 : Gare autoroutière/parking de covoiturage de Dourdan

Le réseau actuel de train (Figure 17) 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 dans les ZMD, en Ile-de-France [SNCF 2015b], comme sur quelques lignes de TER en région [MAMP 2016].

En Ile-de-France, il s'agit de la prolongation de la ligne de RER E (Eole) jusqu'à Mantes-la-Jolie, et de la modernisation des autres lignes de RER, par un déploiement de nouveau matériel roulant sur la ligne de RER D et d'un dispositif de pilotage automatique sur la ligne de RER B, permettant des capacités accrues [IDF 2017]. On estime ainsi une augmentation d'environ 25 % de la capacité sur le RER D [STIF 2017].

POURQUOI S'INTÉRESSER AUX TPE ?

Les TPE sont adaptés à certains flux de mobilité

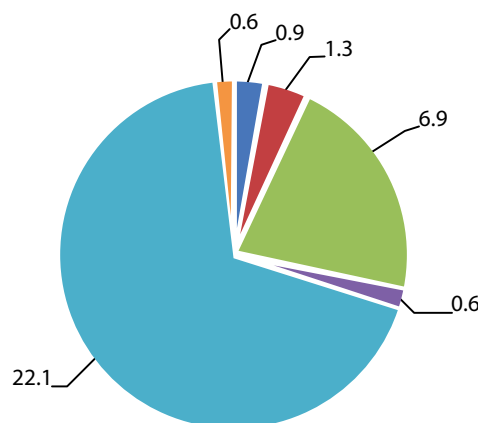
Les TPE, via le Train Périurbain, sont déjà **significativement utilisés dans les ZMD** pour assurer une mobilité bien spécifique, que l'on pourrait qualifier de « pendulaire » :

- 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, c'est-à-dire de la périphérie vers le centre et vice-versa (et non pas entre deux zones péri-phériques), ou selon des flux importants non radiaux ;
- 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.

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 (Figure 15), et pourrait être reportée vers les TPE, réduisant les émissions de CO₂.

La mobilité non-radiale (c'est-à-dire allant d'une origine en ZMD à une destination en ZMD) 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, les transports en commun classiques (et les TPE) n'étant pas adaptés à cette mobilité, de par 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.

RÉPARTITION MODALE DES TRAJET RADIAUX (GP.KM/AN) EN JOUR OUVRÉS ET HEURES DE POINTES DANS LES ZMD



RÉPARTITION MODALE DES TRAJET NON RADIAUX (GP.KM/AN) EN JOUR OUVRÉS ET HEURES DE POINTES DANS LES ZMD

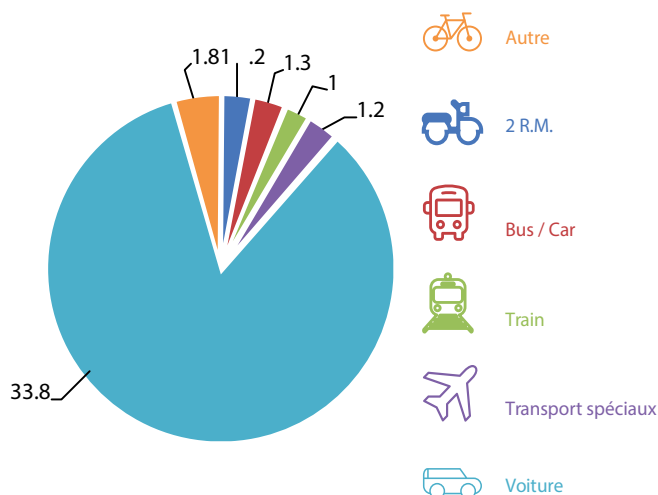


Figure 15 : Répartition modale des trajets en jour ouvré, heure de pointe, radiaux, représentant 32 Gp.km/an (figure du haut) et non-radiaux, représentant 40 Gp.km/an (figure du bas), en fonction du mode.

La tendance est à l'augmentation de la pendularité

Selon [INSEE 2016c], **deux actifs sur trois travaillent en dehors de leur commune de résidence** en 2013. 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 (86 % des trajets dans les ZMD).

Depuis 1999, la proportion de trajets de moins de 10 km a baissé au profit de ceux compris entre 20 et 50 km. **La distance médiane des trajets DT 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 sur la mobilité de fort flux.

Un réseau radial très développé

Le réseau autoroutier français est l'un des plus denses au monde. On peut estimer qu'environ 80 % de la population des ZMD habite à moins de 5 km d'un tracé d'autoroute (Figure 16) et environ 80 % à moins de 5 km d'une gare (Figure 17).

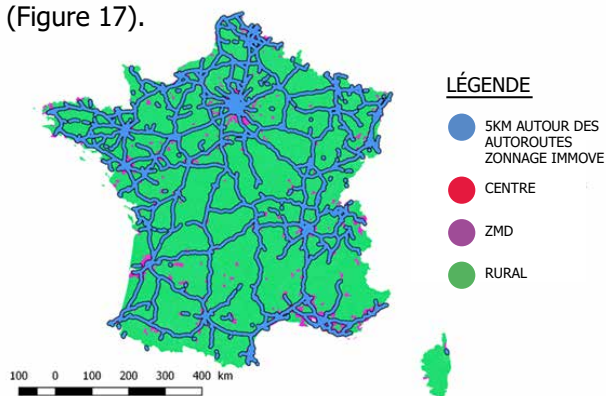


Figure 16 : Zone de 5 km autour des autoroutes en France métropolitaine, et zonage utilisé pour l'étude. On observe que les ZMD sont très largement couvertes par le réseau autoroutier.

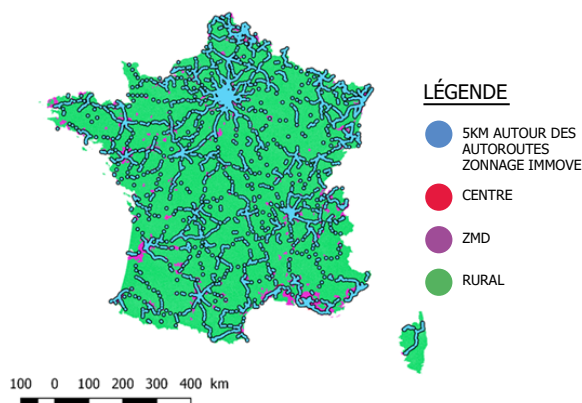


Figure 17 : Zone de 5 km autour des gares et haltes ferroviaires en France métropolitaine. Les ZMD, en violet, sont largement couvertes par ces zones de 5 km.

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.

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.

Précisons cependant 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.

Bus Express

Comme décrit en Figure 12 (p. 64), 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.

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 18, ci-dessous). Ainsi, le réseau madrilène dispose de 7 pôles intermodaux, chacun accessible rapidement depuis les différentes voies rapides radiales irrigant Madrid (Figure 13, p. 65). A l'image de Madrid, une douzaine de pôles intermodaux localisés sur des gares RER et des gares du Grand Paris pourraient être développés dans l'agglomération parisienne⁴³.

Figure 18 : 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 [CTM 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 lui conférer un avantage vis-à-vis de la VP. Plusieurs options sont possibles pour atteindre cet objectif :

- 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. 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.

Les différents rapports étudiant la mise en place de réseaux de Bus Express [IDF 2014 ; IAU 2006 ; MAMP 2016] envisagent cependant les moyens suivants pour assurer au bus une voie réservée :

- élargissement de la voie rapide pour y ajouter une voie, sur les segments congestionnés à l'heure de pointe ;
- utilisation de la bande d'arrêt d'urgence (solution privilégiée par la Métropole d'Aix-Marseille-Provence [MAMP 2016]) ;

⁴³Etude interne Vinci Autoroutes

- aménagement du terre-plein central de l'auto-route pour y ajouter une voie ;
- réservation temporaire ou permanente d'une voie existante.

Pour les raisons invoquées précédemment, la **réservation d'une voie existante semble être la seule option pertinente** pour réduire les émissions de CO₂, les autres options ne devant au plus s'envisager que comme des solutions temporaires de transition.

De plus, les aménagements mentionnés (hormis la réservation d'une voie existante) ne sont pas toujours possibles, voire rarement envisageables dans certaines agglomérations (c'est le cas de l'Île-de-France [IAU 2006]).

L'allocation des voies réservées peut se faire de manière dynamique, par exemple en réservant les voies à l'heure de pointe, voire en changeant le sens d'usage de la voie entre les flux du matin et les flux du soir [IDF 2014].

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 (voir Figure 14, p. 65) ; celles situées directement sur l'autoroute, et accompagnées d'un parking et d'un pôle d'échange avec les bus locaux (voir Figure 19 et Figure 20).



Figure 19 : Parking et pôle d'échange avec les bus locaux sur la gare autoroutière de Briis-sous-Forges



Figure 20 : Arrêt de bus sur l'autoroute de la gare autoroutière de Briis-sous-Forges

Train Périurbain

La création de nouvelles voies ferrées périurbaines demande de forts investissements et n'est pas envisagée [SNCF 2015b]⁴⁴. D'autres moyens peuvent être mis en place pour augmenter la capacité de transport du système, comme cela est envisagé sur les lignes de RER en Ile-de-France :

- **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) réservés aux usagers des trains ;

- **automatisation de la signalisation et du pilotage** pour augmenter les fréquences de passage en conservant le même niveau de sécurité⁴⁵.

Ces améliorations permettraient au Train Périurbain d'accueillir une partie 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, ainsi que de les intégrer dans les systèmes d'information de mobilité.

LES SCÉNARIOS TPE : DÉMARCHE ET IMPACTS

Démarche

La démarche de modélisation de ce domaine d'action est légèrement différente de celle des autres domaines. A partir d'un scénario « Base », nous avons défini deux scénarios additionnels (*Volontariste* et *Potentiel Maximal*) basés sur les mêmes hypothèses que le scénario Base à une exception près : les distances qui déclenchent le report modal de la VP vers les TPE sont différentes.

Dans le scénario *Volontariste* TPE nous supposons la mise en place des mesures décrites p. 67. Dans le scénario *Potentiel Maximal* TPE nous supposons également la **mise en place des mesures décrites dans ce**

chapitre, associées de plus à la mise en place de mesures transversales (voir p. 92), telles qu'une réduction globale des espaces de stationnement dans les ZMD et les villes-centres, 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).

Hypothèses de calcul

Scénario Base

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 à la page suivante.

⁴⁴Seul le réseau tangentiel en Ile-de-France va se développer avec la mise en place du Grand Paris, entièrement localisé dans l'urbain dense de la première couronne, et donc ne concernant pas la mobilité des ZMD

⁴⁵La 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.

HYPOTHÈSES ET CHOIX MÉTHODOLOGIQUES

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 (par exemple un report modal du train vers le Bus Express, qui peut être non négligeable ; report qui peut cependant être minimisé en mettant en service les Bus Express sur les axes sur lesquels le rail n'est pas présent et/ou pas performant).

Les destinations et fréquences de déplacement ne sont pas modifiées par le développement des TPE.

CRITÈRE DE FLUX

Toute la mobilité pendulaire (en jour ouvré, heure de pointe, et radiale (ZMD <-> Centre)), ainsi que la mobilité constituée de forts flux non radiaux, sont considérées comme étant propices à l'usage des TPE. Dans une première approximation, plutôt optimiste, *tous les motifs de déplacement (domicile-travail, domicile-études, achats, etc) sont pris en compte, de même que les trajets chaînés.*

RÉPARTITION BUS EXPRESS / TRAIN

La répartition des trajets de fort flux 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.

Ainsi, 47 % de la mobilité de fort flux est reportable vers le Bus Express, et 46 % est reportable vers le Train Périurbain.

CRITÈRE DE CAPACITÉ D'ABSORPTION DU TRAIN

Nous supposons que la capacité d'absorption de demande supplémentaire par le système ferroviaire est de 30 %. La demande excédant ces 30 % est alors considérée comme reportable vers le Bus Express.

CRITÈRE DE DISTANCE

Les trajets reportables vers le Bus Express suivent la logique suivante :

- 50 % des trajets compris entre 15 km et 20 km sont reportés vers le Bus Express
- 100 % des trajets plus longs que 20 km sont reportés vers le Bus Express

Les autres trajets reportables vers le Bus Express continuent d'être effectués en VP

Les trajets reportables vers le Train Périurbain, sont reportés (si possible, selon le critère de capacité, voir hypothèse précédente) vers le Train Périurbain de la manière suivante :

- 50 % des trajets compris entre 7 km et 10 km sont reportés vers le Bus Express
- 100 % des trajets plus longs que 10 km sont reportés vers le Bus Express

Les autres trajets reportables vers le Train Périurbain continuent d'être effectués en VP

Ces critères de distance résultent 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 à ce stade. 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.

LES FACTEURS D'ÉMISSION SPÉCIFIQUES UTILISÉS SONT LES SUIVANTS, POUR L'ANNÉE 2026

- Bus Express : 44 gCO₂/p.km (hypothèse d'un taux de remplissage moyen de 17 personnes par bus, en tenant compte du retour à vide, et d'une consommation unitaire du bus de 30 L/100 km)
- Train : 9 gCO₂/p.km
- VP : 124 gCO₂/v.km (hypothèse d'une consommation unitaire de 4,7 L/100 km), avec un taux de remplissage de 1,18 p.km/v.km, soit 105 gCO₂/p.km

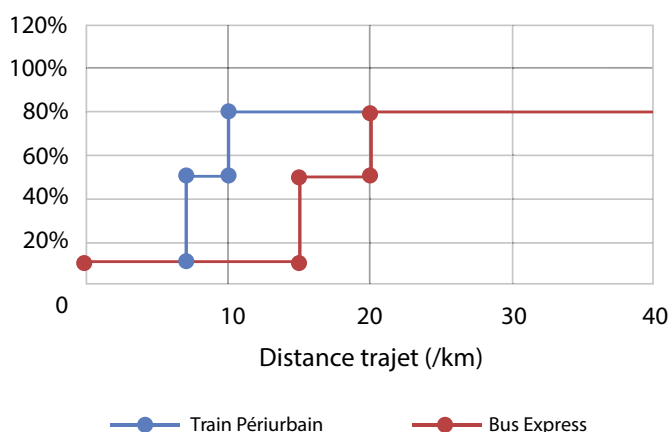
Scénarios Volontariste et Potentiel Maximal

Les hypothèses sont identiques à celles du scénario « Base », sauf le **critère de distance** :

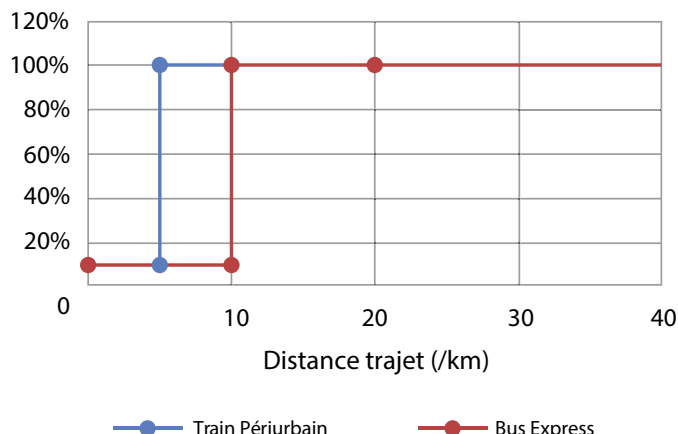
Dans le scénario *Volontariste*, nous supposons une utilisation faible mais non nulle (10 %) des TPE pour les distances courtes à moyennes, et une utilisation forte mais non totale (80 %) des TPE pour les longues distances.

Dans le scénario *Potentiel Maximal* nous supposons une utilisation faible mais non nulle (10 %) des TPE sur les distances courtes à moyennes, et une utilisation maximale (100 %) des TPE à partir de distances plus courtes que celles du scénario « Base » : 100 % de mobilité allouable au Bus Express pour les trajets de plus de 10 km, et 100 % de mobilité allouable au Train pour les trajets de plus de 5 km.

PART DES P.KM ALLOUABLES QUI SONT ALLOUÉS AU MODE CONSIDÉRÉ, EN FONCTION DE LA DISTANCE DU TRAJET (VOL)



PART DES P.KM ALLOUABLES QUI SONT ALLOUÉS AU MODE CONSIDÉRÉ, EN FONCTION DE LA DISTANCE DU TRAJET (PM)



Résultats

Scénario Base

Avec ces hypothèses, **7,6 %** de la mobilité locale des ZMD (soit 14 Gp.km/an), correspondant à 10 % du trafic en VP (soit 12 Gv.km/an), sont reportés de la VP vers les TPE (6,6 % vers le Bus et 1,0 % vers le train, soit un partage à 87 % en faveur du Bus Express).

Sur le segment de la mobilité de fort flux, cela correspond à une multiplication par 10 environ pour le mode bus (passant de 1,4 à 14 Gp.km/an) soit un taux de croissance annuelle du bus de 25 % pendant 10 ans, et à une augmentation de 28 % pour le mode train (passant de 6,7 à 8,6 Gp.km/an).

Ainsi, en 2026, les émissions de CO₂ (dues à la mobilité locale dans les ZMD) sont réduites de **5,9 % (soit 930 kt/an)**, dont 4,7 % (soit 750 kt/an) pour le Bus Express et 1,1 % (soit 180 kt/an) pour le Train Périurbain (Figure 21). Les parts modales passent alors de 4,6 % à 5,6 % pour le train et de 4,4 % à 11 % pour le bus (express et urbain), dans les ZMD.

Cette réduction provient de **l'agrégation de forts flux** de VP vers des véhicules de transport en commun, plus efficaces énergétiquement et donc moins émissifs par p.km.

RÉSULTATS DU SCÉNARIO « BASE », EN TERMES DE MOBILITÉ REPORTÉE ET DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE CO₂

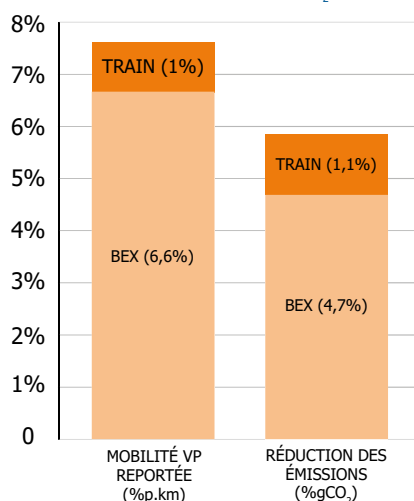


Figure 21 : Mobilité reportée vers les TPE, et réduction des émissions CO₂ de la mobilité locale dans les ZMD, pour le scénario TPE « Base », par rapport au scénario Référence en 2026.

Scénarios Volontariste et Potentiel Maximal

Le scénario *Volontariste* induit un report de la VP vers les TPE de 13 Gp.km/an dans les ZMD, soit 6,8 % de la mobilité locale des ZMD. Ce report évite l'émission de **840 ktCO₂/an** (660 ktCO₂/an pour le Bus Express et 180 ktCO₂/an pour le Train), soit 5,2 % des émissions de la mobilité locale.

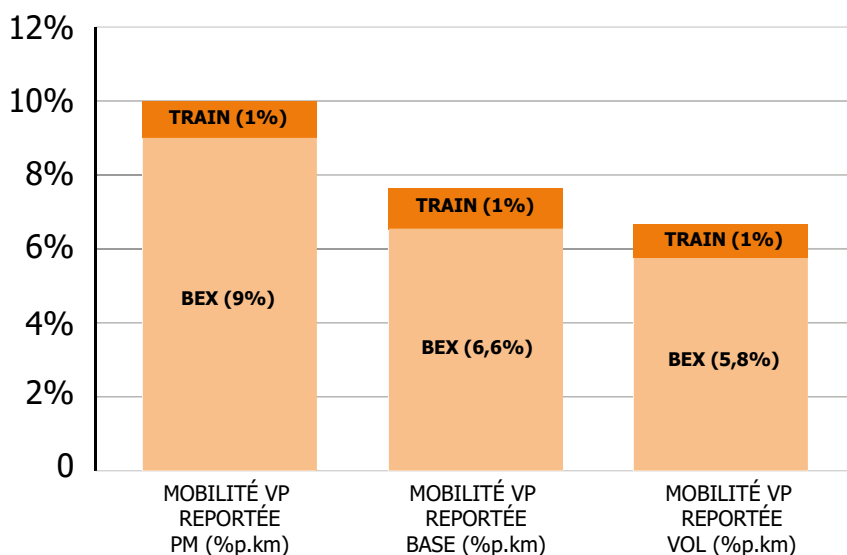
Le scénario *Potentiel Maximal* induit un report de la VP vers les TPE de 19,0 Gp.km/an dans les ZMD, soit **10 %** de la mobilité locale des ZMD. Ce report évite l'émission de **1,2 MtCO₂/an** (1,0 MtCO₂/an pour le Bus Express et 180 ktCO₂/an pour le Train) soit 7,6 % des émissions de la mobilité locale.

La figure ci-dessous synthétise les résultats principaux, en termes de mobilité (figure du haut) et de réduction des émissions de CO₂ (figure du bas), pour les scénarios *Potentiel Maximal*, *Base*, *Priorité Train* et *Volontariste*.

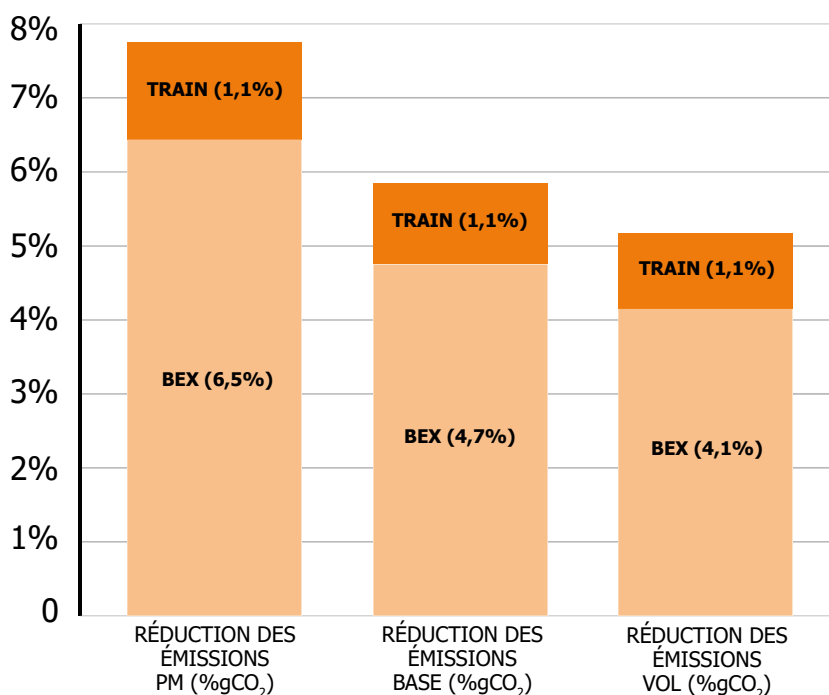
SCÉNARIO POTENTIEL MAXIMAL

- 10 % de la mobilité reportée vers les TPE
- 7,6 % de réduction des émissions de CO₂

MOBILITÉ VP REPORTÉE DANS LES SCÉNARIOS TPE



RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE CO₂ DANS LES SCÉNARIOS TPE



Analyse de sensibilité à la répartition Bus Express / Train Périurbain

Dans une hypothèse de **priorité donnée au report modal vers le Train Périurbain** (c'est-à-dire que 100 % des trajets pendulaires effectués par les personnes vivant à la fois proche d'une gare et d'une autoroute sont reportables vers le Train Périurbain), et en supposant que le Train peut accueillir toute la mobilité, on obtient, dans les ZMD, une part modale de **13,8 %** pour le train et de **5,3 %** pour le bus (express et urbain), et une réduction globale des émissions de CO₂ de 11 % (1,8 MtCO₂/an).

RÉSULTATS DU SCÉNARIO TPE «PRIORITÉ TRAIN»,
EN TERMES DE MOBILITÉ REPORTÉE ET DE
RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE CO₂

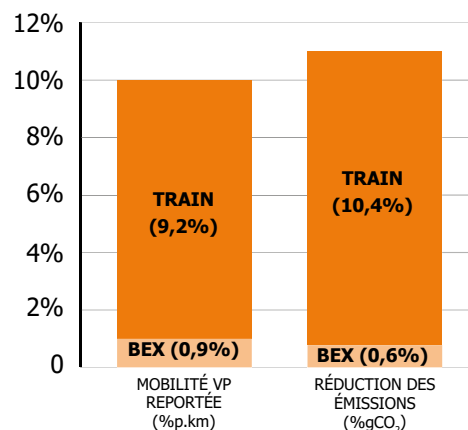


Figure 22 : Mobilité reportée vers les TPE, et réduction des émissions de CO₂ de la mobilité locale dans les ZMD, pour le scénario « Priorité Train ».

Bilan économique du scénario *Potentiel Maximal*⁴⁶

Les hypothèses et résultats du scénario *Potentiel Maximal* ont été utilisés pour estimer les coûts.

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 et par une moindre consommation de carburant.

POTENTIEL MAXIMAL (Mds €/AN)	
AUGMENTATION DES DÉPENSES 34 Pôles intermodaux Construction de 136 km de voie dédiée au bus 136 gares autoroutières 13 000 bus 30 000 employés 362 millions de L de diesel/an 1 300 nouvelles rames de train	3,1
RÉDUCTION DES DÉPENSES Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite	3,9
BÉNÉFICE	+ 0,8

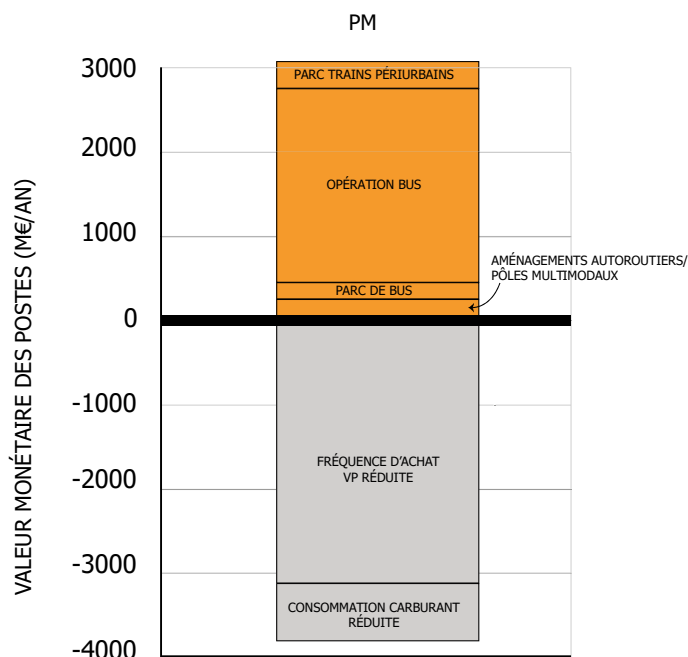
⁴⁶Voir explications de calcul en p. 26

Dans le scénario *Potentiel Maximal*, les réductions font plus que compenser les augmentations de dépenses : **un bénéfice de 800 millions € est réalisé annuellement.**

Les postes qui participent le plus à la formation du coût global sont le prix des VP neuves, et le coût du carburant. Plus ces postes sont élevés, plus le système de TPE est « rentable » pour la société. Les dépenses d'exploitation des flottes de bus (30 000 emplois créés pour l'opération des lignes de Bus Express) sont également importantes dans la formation du coût global.

Soulignons que le prix du carburant utilisé pour réaliser ce bilan économique est le même dans nos deux scénarios. Plus le prix du carburant est élevé, plus il est rentable de mettre en place les TPE. Ceci suggère une augmentation de l'usage des TPE en cas d'augmentation du prix du carburant. Autrement dit, **les TPE apportent une réserve de résilience au système de mobilité**, vis-à-vis d'une augmentation du prix du carburant : le prix du carburant augmente, mais est compensé par un report modal de la VP vers les TPE.

POSTES D'AUGMENTATION (EN POSITIF) ET DE RÉDUCTION (EN NEGATIF) DES DÉPENSES ANNUALISÉES, POUR LE SCÉNARIO *POTENTIEL MAXIMAL* TPE (M€/AN)



Comparaison entre la région Île-de-France et la région madrilène

Les hypothèses du scénario *Potentiel Maximal* (PM TPE) ont été appliquées à la région Île-de-France (IDF) afin de comparer les résultats avec ce que l'on observe déjà dans la région madrilène. Autrement dit, dans ce **scénario « Potentiel Maximal TPE Ile-de-France »**, les étapes de calcul effectuées dans le scénario PM TPE ont été appliquées sur la mobilité observée non pas en France métropolitaine (cas du PM TPE), mais en Ile-de-France seulement (toujours selon les données de l'ENTD 2008).

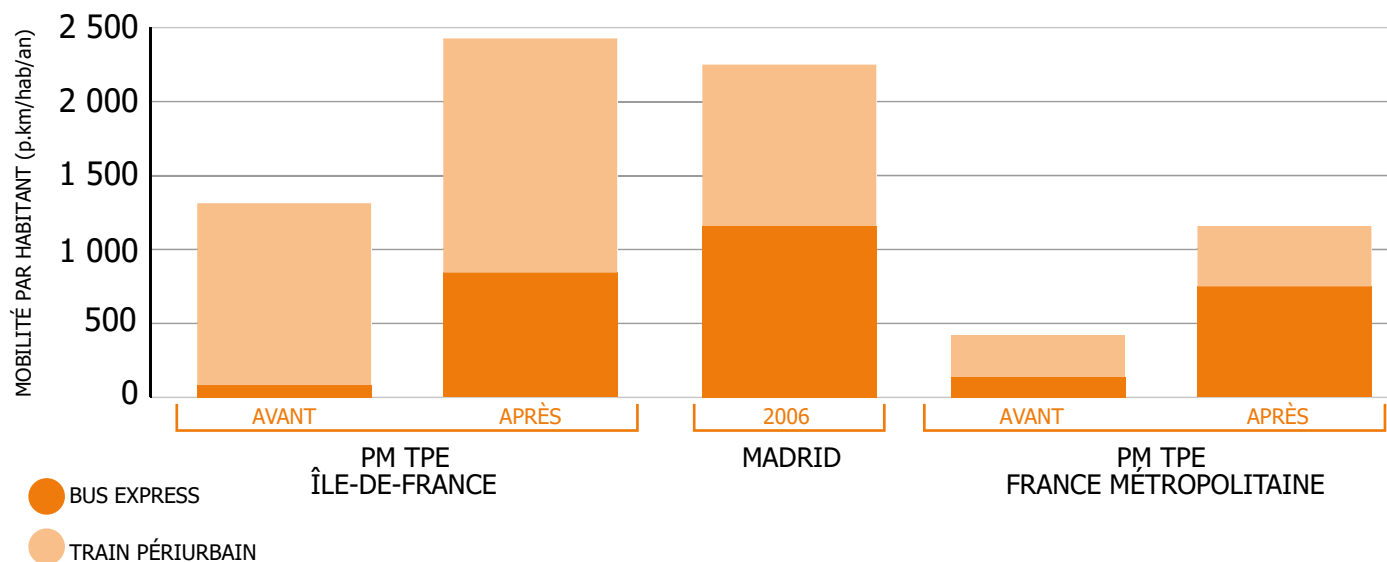
Dans ce scénario PM TPE IDF, 3,9 Gp.km/an sont reportés de la VP vers le Bus Express et 1,8 Gp.km/an sont reportés de la VP vers le Train, soit un partage à 69 % en faveur du Bus Express. Au total, 5,7 Gp.km/an sont reportés vers les TPE. Ce scénario permet d'éviter **410 ktCO₂** chaque année.

Ce total correspondrait à la mobilité d'environ 650 000 usagers (soit 13 % de la population des ZMD franciliennes, estimée à 4,8 millions de personnes) parcourant chaque jour ouvré une distance de 40 km ; 9 % de la population se reportant sur le Bus Express et 4 % sur le Train. Ces usagers réduiraient leurs émissions d'environ 630 kgCO₂/an (environ 540 kg/an pour les usagers du bus, et 850 kg/an pour les usagers du train).

Une comparaison est effectuée par habitant de la périphérie, et par TPE (bus ou train), sur la mobilité de fort flux, entre l'IDF (via le scénario PM TPE IDF), la région madrilène et la France métropolitaine (via le scénario PM TPE) (voir Figure ci-dessous). On observe que les TPE sont **plus adaptés à la mobilité périurbaine francilienne** qu'à la mobilité périurbaine moyenne métropolitaine, ceci étant dû au fait que les flux sont plus concentrés en IDF, et plus longs. Les niveaux d'usage des TPE dans le scénario PM TPE pour l'Île-de-France sont du même ordre de grandeur que ceux observés en région madrilène (2 450 p.km/hab/an en Ile-de-France contre 2 390 p.km/hab/an en région madrilène), avec une part plus grande pour le Train (1 600 p.km/hab/an) que pour le Bus Express (850 p.km/hab/an) en IDF, alors que ces parts sont quasiment identiques en région madrilène (1 200 p.km/hab/an chacune).

En moyenne métropolitaine (scénario PM TPE), les TPE couvrent une part moins importante de la mobilité par habitant qu'en IDF, les flux étant en moyenne moins concentrés et moins longs. Le Bus Express y couvre une part plus importante de la mobilité pendulaire que le Train.

MOBILITÉ PAR HABITANT AVANT ET APRÈS REPORT MODAL DES TRAJETS VP DES ZMD
VERS LES TPE DANS LE SCÉNARIO *POTENTIEL MAXIMAL*, EN ÎLE-DE-FRANCE, COMPARÉE A
LA MOBILITÉ EN TPE DE LA RÉGION MADRILÈNE





CHAPITRE 5

Covoiturage

- **La situation actuelle 78**
- **Pourquoi s'intéresser au covoiturage ? 81**
- **Comment développer le covoiturage ? 82**
- **Les scénarios covoiturage : démarche et impacts 84**

CHAPITRE 5 - Covoiturage

LA SITUATION ACTUELLE

Le covoiturage aujourd'hui

La **définition** officielle du covoiturage 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.

La réalité du covoiturage est bien plus complexe. 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 :

Covoiturage informel ou de service ?

L'accompagnement d'un membre de la famille, d'un ami ou d'un voisin est une pratique courante et informelle ; elle est difficile à évaluer [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...).

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 bis].

Planifié ou spontané ?

Le covoiturage *longue distance* 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, WayzUp, IDVroom, EcoSyst'M qui s'appuie sur les Maisons du Service au Public) ; 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).

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, Covivo, Carjob, ou Wayz-up. 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 et Ecov ne sont pas considérés comme "dynamiques".

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 (IDVroom, 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. WayzUp 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 IDVroom, proposent une garantie retour : le passager covoitureur, arrivé à destination, bénéficie d'une garantie pour revenir à son point d'origine. 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 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, et ne vise pas seulement à simplifier des transactions entre covoitureurs.

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

Les deux études de l'ADEME traitant du covoiturage courte distance en France se focalisent sur les motifs professionnels 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. Or, la grande majorité des trajets covoiturés avec une personne extérieure au ménage sont fait pour des motifs non-professionnels (majoritairement loisirs et achats).

Le covoiturage domicile-travail (DT) est davantage pratiqué dans les zones de moyenne et faible densité qu'en zone dense. De plus, il est plus pratiqué par les personnes les moins diplômées [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 déplacements entreprise (PDE), suivi des collectivités (22 %), des établissements de santé (10 %) et des zones d'activités (9 %) [ADEME 2012]⁴⁷.

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

- les dispositifs de covoiturage longue distance ne sont pas adaptés 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 succès.

- 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. Note : seuls 3 % des covoitureurs interrogés sur les aires de covoiturage ont eu recours à une plateforme dédiée pour organiser leur trajet en covoiturage [ADEME 2015c].

⁴⁷L'étude de l'ADEME ne traite que du domicile-travail, il n'existe donc pas de chiffres pour les autres motifs.

- Certains dispositifs **émergent localement mais sans percer** : Rezo Pouce revendique 2 100 utilisateurs et 400 communes adhérentes pour une chalandise de plus de 300 000 habitants ; Citygoo annonce près de 5000 trajets par mois. EcoSyst'M est testé sur une commune de Corrèze située à 23 km de Brive-la-Gaillarde, et compte une centaine d'adhérents pour une chalandise de 750 habitants. Ecov a implanté aujourd'hui 8 stations. WayzUp compte aujourd'hui 30 grandes entreprises partenaires sur 10 zones d'activités. Plus de 60 000 trajets sont proposés quotidiennement ; en moyenne 8 salariés sur 10 trouvent des covoitureurs « porte-à-porte » pertinents et le taux de remplissage moyen atteint 2,5 p/VP.

- 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 [Le Point 2016].

Les raisons invoquées pour ne pas covoiturer sont multiples : la promiscuité, la perte de maîtrise et la dépendance, la méfiance à l'idée de monter avec un inconnu, 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 générées⁴⁸... Etre à l'heure au travail est un impératif qui peut être source de stress : pour le passager et pour le conducteur, la question se pose et induit une faible tolérance au temps d'attente et à l'imprévu. « Le RER avait du retard » est toléré comme excuse, mais pas « mon conducteur/covoitureur a eu un problème ». A contrario, pour bon nombre de précaires de la mobilité, la question se pose différemment : le temps d'attente importe bien moins que la simple possibilité de se déplacer. Il y a par contre la question du retour, celui-ci devant pouvoir être assuré, de quelque manière que ce soit.



Résultats d'une enquête Grand Lyon sur les freins au covoiturage [ADEME 2015 p128]

On peut identifier des **causes sous-jacentes** qui freinent le développement du covoiturage de proximité quotidien dans le périurbain, 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, ce qui explique pourquoi le covoiturage de proximité est moins compétitif que le covoiturage longue distance en termes de contrainte temps et distance [ADEME 2015] : le conducteur est réticent à effectuer un détour de plus de 500 mètres pour aller chercher un covoitureur [Le Point 2016].

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.

⁴⁸Avis recueillis lors des ateliers collaboratifs du 30 mars 2017.

2) **Les difficultés de coordination** des acteurs impliqués (collectivités, entreprises...) sur la mise en place d'un système de mobilité partagée. L'importance des outils numériques pour la gestion des données nécessaires à la création d'un réseau de covoiturage efficace exige une coopération forte de la part des opérateurs de mobilité traditionnels pour faciliter l'intermodalité, qui est encore loin d'être acquise, notamment le partage de données entre acteurs publics et privés [Actu-E 2016]. C'est le cas par exemple avec l'application Citymapper qui n'a obtenu que très tardivement les données en temps réel de la RATP.

3) **Un cadre réglementaire inadapté**, ainsi qu'une réglementation trop dissuasive pour les conducteurs au plan économique. « Dans le cas du covoiturage domicile-travail, la possibilité qu'aurait un employeur peu ou pas desservi en transports publics à inciter ses salariés à pratiquer le covoiturage en versant une indemnité kilométrique est sérieusement compromise par l'article du Code des Transports d'une part, et par l'Urssaf d'autre part, dont la position est dissuasive, alors même que les sommes en jeu sont dérisoires. » [FE 2016]

4) 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. » [FE 2016, p41]

5) Plusieurs freins liés à l'environnement externe jouent aussi l'abondance de places de parking dans les entreprises ne dissuade pas l'autosolisme⁴⁹, l'absence d'infrastructure de covoiturage, le manque de mise en avant des solutions de covoiturage par les pouvoirs publics qui ne savent pas quel système privilégier devant leur multitude, le peu d'investissement dans le covoiturage au regard des autres solutions de transport urbain plus classiques, etc..

POURQUOI S'INTÉRESSER AU COVOITURAGE ?

Malgré le manque d'adhésion des populations du périurbain, le covoiturage figure presque toujours parmi les actions phares pour améliorer la mobilité [FE 2016 ; PIPAME 2016 ; CGDD 2016 bis ; ADEME 2015b]. 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'humain⁵⁰ 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 véhicule⁵¹, auquel il faut ajouter l'espace de stationnement des véhicules).

Le covoiturage est une manifestation du lock-in (verrouillage) technologique [ICCEPT 2012], 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 [WBPR 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, 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.

⁴⁹Usage de la voiture particulière en solitaire.

⁵⁰Moyenne du poids moyen d'un homme (77kg) et d'une femme (63kg) multiplié par un taux d'occupation de 1,3

⁵¹Largeur d'une voie : 3,50m. Distance entre voitures : 80m

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** [FE 2016, 14]. Le « *partage de véhicule inter-générationnel, 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 [Razemon 2016, p27].

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. Elles sont présentées à titre indicatif et nous semblent constituer un cadre favorable pour généraliser le covoiturage.

Adapter les infrastructures pour favoriser le covoiturage

Mettre en place des voies **HOV** (High Occupancy Vehicles) et **HOT** (High Occupancy Tolls)⁵² réservées aux véhicules transportant deux personnes et plus sur les grands axes routiers, les ouvrages d'art et autres points potentiellement saturés en heure de pointe⁵³. Cette mesure relève des sociétés routières, telles que Vinci par exemple, qui se penche déjà depuis des années sur ces questions.

Mettre à disposition des **aires de rencontre efficace-ment indiquées et des points stop** le long du réseau viaire national et départemental qui d'une part sécurisent la pose/dépose, et d'autre part contribuent à l'ancrage du service dans le territoire et les mentalités. L'implantation d'un réseau dense de points de rencontre le long d'axes structurants permet de se proposer des lignes virtuelles de covoiturage. Les Autorités organisatrices des transports (AOT : collectivités territoriales) doivent se saisir de ce sujet, de par les compétences qui leur sont octroyées par la LTECV en matière de covoiturage⁵⁴. Il faudra réaliser des études d'urbanisme pour définir les règles des aires de rencontre. Un panneau vient d'être officialisé, mais le CEREMA doit travailler sur le type de marquage au sol, voire l'opportunité du « park and drive ».

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.53⁵⁵).

⁵²Les lignes HOV, en français, « Voies à Occupation Multiple » sont des voies réservées aux véhicules automobiles dont le nombre de passagers dépasse un certain seuil. Les lignes HOT répondent aux mêmes règles, mais les conducteurs autosolistes peuvent emprunter ces voies en s'acquittant d'un péage. La tarification est le plus souvent modulée selon le temps gagné en empruntant la HOT (prix élevé en cas de bouchons). Ces voies gratuites pour les voitures comprenant plusieurs passagers, encouragent le covoiturage.

⁵³Corolaire : inutile de proposer des voies réservées là « où il y a de la place » ou « là où ça roule bien » ; l'effet serait négligeable.

⁵⁴Afin de mieux planifier les aires de covoiturage, la LTECV permet aux autorités organisatrices d'établir des schémas des aires de covoiturage (art. 52). Pour faciliter la mise en relation des conducteurs et des passagers, elles peuvent mettre à disposition, en cas d'offre inexistante, insuffisante ou inadaptée, des plateformes dématérialisées facilitant le covoiturage (art. 34 et 52). Pour encourager cette pratique elles peuvent créer un signe distinctif de covoiturage (art. 34 pour le STIF – loi MAPTAM hors IDF) et permettre ainsi à l'autorité chargée de la police de la circulation de fixer des conditions de circulations privilégiées (art.52).

⁵⁵ Décret non paru en date du 02/08/2017

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 objectif⁵⁶, ou encore une aide pour les personnes économiquement précaires.

Par exemple, un versement pourrait **complémenter le paiement du passager vers le conducteur**. Ce versement pourrait être effectué par la collectivité locale, via une cotisation « Versement Mobilité » (voir p. 96). Une autre source de financement possible, par les producteurs d'énergie, pourrait être de définir une fiche CEE (Certificats d'Economie d'Énergie) pour le covoiturage courte distance, et ainsi rendre ce dernier éligible aux CEE.

Les sociétés autoroutières, de par la LTECV, ont la possibilité de créer une **tarification privilégiée** pour les covoitureurs (art.38) ainsi que des mesures commerciales ciblées, les plaçant ainsi comme acteurs majeurs de cette transition.

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 période N donnerait droit à la « vignette » (physique ou électronique) octroyant des avantages spécifiques pendant la période N+1⁵⁷. 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 covoiturage.

Mettre en œuvre un cadre réglementaire et assurantiel incitatif

La LTECV dispose que les entreprises regroupant au moins cent travailleurs sur un même site et se trouvant dans le périmètre d'un Plan de Déplacements Urbains (obligatoire ou volontaire), doivent élaborer un Plan de déplacements entreprise (PDE) d'ici le 1er janvier 2018 (art. 51), et engage les entreprises de plus de 250 salariés à faciliter les solutions de covoiturage (art. 52), qui peuvent notamment être intégrées dans les plans de mobilité⁵⁸. Il est nécessaire de veiller à ce que ces mesures soient effectivement mises en place dans ces entreprises (le décret d'application n'a pour l'instant pas vu le jour, et aucune sanction n'est prévue en cas de non-conformité). **L'élargissement de cette obligation à tous les employeurs, publics et privés**, accélérerait la formation de la masse critique dont dépend l'efficacité du covoiturage.

On pourrait également **soutenir les initiatives des employeurs de moindre taille** pour se réunir et mutualiser leurs moyens ou pour s'inscrire dans des PDE plus importants. D'autres éléments du cadre réglementaire pourraient certainement être revus pour inciter au covoiturage.

Il paraît également pertinent de clarifier le **cadre assurantiel** pour les voitures particulières et de fonction, nécessaire au covoiturage.

⁵⁶En 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%), d'après [ADEME 2015]

⁵⁷La mise en œuvre d'un tel dispositif exige des instruments de mesure du nombre de passagers dans la voiture, a priori plus faciles à développer qu'une voiture autonome niveau 3 ou 4.

⁵⁸La SNCF, par exemple, a créé une filiale IDVroom en 2015 pour encourager le covoiturage entre ses agents.

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 [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. En effet, l'ADEME souligne qu'il reste difficile de trouver un covoitureur compatible malgré la multiplication des plateformes de mise en relation, ce qui est un frein au covoiturage. Il est donc essentiel de créer des plateformes dématérialisées facilitant le covoiturage en mettant en relation les conducteurs et passagers, selon un modèle pérenne pour l'ensemble des territoires (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).

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.

L'Etat doit jouer un rôle moteur pour accompagner cette dynamique. C'est dans cette perspective qu'a été établie la Feuille de route pour la transition écologique (FRTE) 2015⁵⁹, pour assister les acteurs dans la mise en œuvre des solutions de covoiturage, notamment en termes de communication et de mise en relation. Il faut mettre en évidence les désavantages des déplacements individuels carbonés dans ces territoires (« autosolisme »). Les entreprises, les collectivités, les associations, les commerces, les habitants eux-mêmes, actifs ou non, salariés ou non, les touristes, tous sont acteurs de la mobilité de proximité et contributeurs du changement à opérer.

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. 17).

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 2026.

Ce modèle vise à développer des liens de confiance entre les covoitureurs, pour créer des équipages durables. Ce qui définit la communauté, ce sont le lieu de travail ou 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 des ZMD. 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 VT).

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

⁵⁹Feuille de Route 2015 issue des trois tables rondes de la Conférence environnementale. MEDDE, http://www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Feuille_de_route_transition_energetique_2015.pdf

Hypothèses et choix méthodologiques communs aux deux scénarios

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, deux effets estimés respectivement à 3 et 7 % parmi les utilisateurs d'aires de covoiturage [ADEME 2015c]⁶⁰. 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** ».

Covoiturage communautaire : pour le motif DT, la *destination* commune est un groupement d'établissements voisins ; pour les autres motifs, *l'origine* commune est la commune de résidence. Ce choix détermine la taille du groupe de personnes susceptibles de covoiturer ensemble.

Modélisation en deux étapes : quantification de la part de trajets covoiturables⁶¹, puis estimation du taux de remplissage des véhicules pour chaque trajet covoiturable par le biais d'une simulation Monte Carlo⁶² intégrant trois paramètres : le nombre de trajets covoiturables, la distance maximale de détour acceptable (10 % de la distance totale des trajets) et la taille de la communauté.

Le nombre de trajets covoiturables est déterminé en tenant compte des contraintes suivantes :

- Les trajets chaînés ne sont pas covoiturés.
- Flexibilité temporelle pour tous les motifs, y compris DT, d'une heure. Autrement dit, nous supposons que conducteur et passagers sont prêts à décaler leur heure de départ de 30 minutes. Plage temporelle de 3 heures le matin et 3 heures le soir pour le motif DT et de 14 heures sur la journée pour les autres motifs.

Hypothèses et choix méthodologiques spécifiques au scénario Volontariste covoiturage

Nous avons d'abord choisi comme variables déterminantes de la probabilité qu'un trajet soit covoiturable (après mise en œuvre d'un système communautaire performant) le type de ménage (ex. ménage monoparental, couple avec enfants...), le nombre de voitures par adulte du ménage, la distance (moins de 7 km, entre 7 et 15 km, etc.) et le motif de déplacement. Puis les experts du groupe de travail ont défini la probabilité qu'un trajet soit covoiturable pour chaque communauté de ZMD, en fonction de ces quatre variables.

⁶⁰Plusieurs 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).

⁶¹Les trajets « covoiturables » 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.

⁶²Voir Note Méthodologique.

Résultats

Ces hypothèses induisent un taux de remplissage moyen pour les trajets covoitables de 1,5 p.km/v.km pour le motif DT, et 3,0 p.km/v.km pour les autres motifs. Les trajets non covoitables conservent leur taux de remplissage habituel.

SCÉNARIO VOLONTARISTE

- Taux de remplissage de 1,47 p.km/v.km (contre 1,35 p.km/v.km dans le scénario Référence)
- Réduction des émissions de CO₂ de 6,4 %

Malgré ces taux de remplissage élevés, on obtient des réductions des émissions de CO₂ ne correspondant pas à une division par 3. Cela s'explique par le fait que seule une partie des trajets est concernée par ces nouveaux taux de remplissage, le reste des trajets conservant leur taux de remplissage habituel. Ainsi, le taux de remplissage moyen dans les ZMD passe de 1,35 p.km/v.km à 1,47 p.km/v.km dans ce scénario. Cela induit une **réduction des émissions CO₂ de 6,4 %**.

Bilan économique ⁶³

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 et par une moindre consommation de carburant.

Ces hypothèses mènent au bilan suivant (calculs détaillés dans la Note Méthodologique) :

Ainsi, dans le scénario *Volontariste*, les réductions des dépenses font plus que compenser les augmentations : **les bénéfices sont de 1,8 milliards € annuellement.**

	VOLONTARISTE COVOITURAGE (Mds€/AN)
AUGMENTATION DES DÉPENSES Aires de covoiturage (9 000 unités) Plateforme internet/smartphone Centrale d'appel planification sans internet (1 700 temps-plein)	0,07
RÉDUCTION DES DÉPENSES Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite	1,9
BÉNÉFICE	+ 1,8

Scénario Potentiel Maximal

Démarche

Dans ce scénario, par définition, tous les trajets raisonnablement covoitables sont covoiturés.

Le scénario reprend la démarche du scénario *Volontariste* (voir p. 84), mais ajoute les mesures suivantes : réaffectation de l'espace de voirie via une généralisation des voies dédiées aux HOV (High Occupancy Vehicles) le long des autoroutes des ZMD, 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 p.92) : réduction globale de l'espace de stationnement en ZMD, 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.

⁶³Voir explications de calcul en p. 26

Hypothèses de calcul

Les hypothèses communes sont décrites dans la section Hypothèses p. 85. Dans le cas du scénario *Potentiel Maximal*, au lieu de tenir compte du type de ménage, de la possession de VP, du motif et de la distance pour

évaluer la probabilité qu'un trajet soit covoiturable, nous supposons simplement que tous les trajets covoiturables (compatibilité d'origines, destination et temps) sont covoiturés. Autrement dit, tout trajet qui respecte les hypothèses communes est covoituré.

Résultats

L'application de ces hypothèses donne un taux de remplissage moyen pour les trajets covoiturables d'environ 1,9 p.km/v.km pour le motif DT et 3,6 p.km/v.km pour les autres motifs. Les trajets non covoiturables conservent leur taux de remplissage habituel.

Malgré ces taux de remplissage élevés, les réductions des émissions de CO₂ ne correspondent pas à une division par 3,6. Cela s'explique par le fait que seule une partie des trajets est concernée par ces nouveaux taux de remplissage, le reste des trajets conservant leur taux de remplissage habituel. Ainsi, le taux de remplissage moyen dans les ZMD passe de 1,35 p.km/v.km à 1,88 p.km/v.km dans ce scénario. Cela induit une **réduction des émissions CO₂ de 27 %**.

SCÉNARIO POTENTIEL MAXIMAL

- Taux de remplissage de 1,88 p.km/v.km (contre 1,35 p.km/v.km dans le scénario Référence)
- Réduction des émissions de CO₂ de 27 %

D'autre part, notre analyse conclut que **la pratique, et donc la réduction des émissions, augmentent fortement quand les communautés de covoiturage augmentent en taille**. C'est l'effet de « masse critique » qui est souvent mentionné à propos du covoiturage.

Dans nos simulations, nous avons supposé que les trajets chaînés ne seraient pas effectués en covoiturage. Cela exclut un nombre important de trajets, qui pourraient être covoiturés dans les faits si l'offre et la demande en trajets devenait suffisamment forte pour qu'ils puissent être faits sans trop d'attente entre chaque segment du trajet.

Bilan économique

Les mesures incluses dans le bilan économique du scénario *Potentiel Maximal* covoiturage sont de même nature que celles du scénario *Volontariste* covoiturage (voir p. 86), mais elles sont poussées à un niveau de développement plus élevé, afin de permettre au flux de covoituteurs, beaucoup plus important dans le scénario *Potentiel Maximal* covoiturage, de circuler. Par exemple, les aires de covoiturage sont plus grandes.

Ces hypothèses mènent au bilan suivant (calculs détaillés dans la Note Méthodologique) :

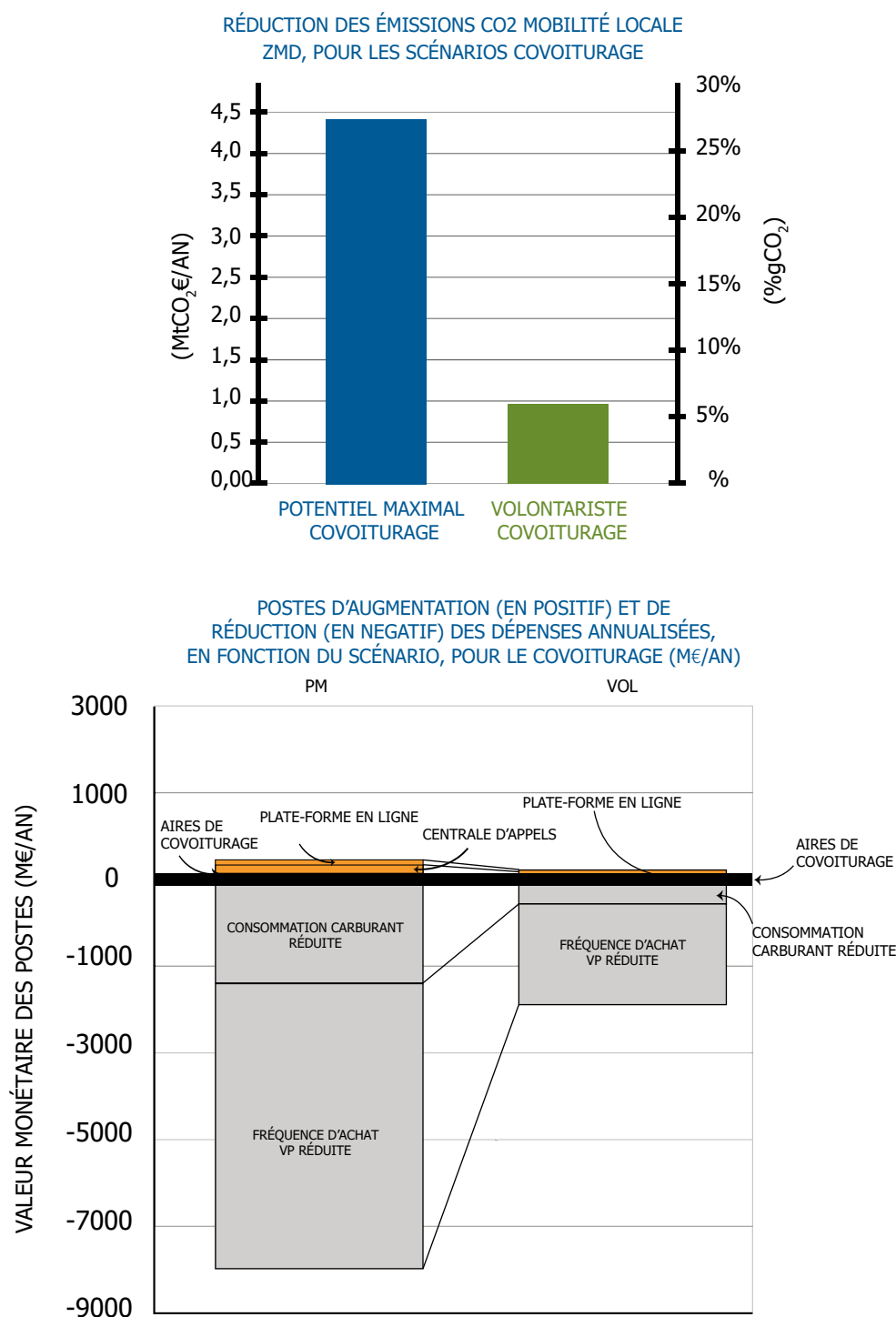
Ainsi, dans le scénario *Potentiel Maximal* covoiturage, les réductions des dépenses dépassent largement les augmentations : **les bénéfices sont de 7,8 milliards € annuellement**.

	POTENTIEL MAXIMAL COVOITURAGE (Mds€/AN)
AUGMENTATION DES DÉPENSES Aires de covoiturage (18 000 unités) Plateforme internet/smartphone Centrale d'appel planification sans internet (7 000 temps-plein)	0,26
RÉDUCTION DES DÉPENSES Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite	8,1
BÉNÉFICE	+ 7,8

Synthèse des résultats

Les figures ci-dessous synthétisent les résultats obtenus pour les deux scénarios, *Volontariste* covoiturage

et *Potentiel Maximal* covoiturage, en termes de réduction des émissions de CO₂, et de bilan économique :



Quelles conclusions tirer de ces résultats pour les deux scénarios ? Qu'un faible investissement public (aires de covoiturage, applications, etc.) déclencherait un fort report vers le covoiturage de la part des ménages désireux de faire des économies ? Ou plutôt que l'analyse purement monétaire ne reflète pas tous les déterminants du comportement des usagers ?

Comme dans le cas du vélo ou des transports publics, l'épargne potentielle est considérable, mais jusqu'à maintenant répéter que la voiture coûte cher n'a pas convaincu grand monde de changer de comportement.



CHAPITRE 6

Combinaison des domaines d'action

- Démarche 90
- Comment développer l'ensemble des domaines d'action ?..... 92
- Les scénarios combiné : démarche et impacts 96
- Externalités 100
- Effets rebonds et systémiques 101

CHAPITRE 6 - Combinaison des domaines d'action

DÉMARCHE

Le système **combiné** agrège le système de covoiturage communautaire, le télétravail, le système de distribution des achats, le système de Transports Publics Express et le système vélo.

Ces différents domaines ont des interactions entre eux, soit positives (leur mise en place simultanée permet d'éviter *plus* d'émissions de CO₂ que la somme des émissions évitées par chaque domaine individuellement), soit négatives (leur mise en place simultanée permet d'éviter moins d'émissions CO₂ que la somme des émissions évitées par chaque domaine individuellement).

Nous avons pris en compte dans notre étude les **interactions positives** suivantes :

- la mise en place du système vélo, du covoiturage et des TPE permet aux passagers de covoiturage ou de TPE de rejoindre leur covoitureur ou leur TPE en vélo, en le stationnant sur l'aire de covoiturage ou à proximité de la station de TPE ;

- le système vélo permet aux consommateurs qui n'ont pas pu se faire livrer directement à domicile d'aller chercher leurs courses en vélo cargo, proche de leur domicile ;

- le système vélo permet aux télétravailleurs qui ne désirent pas travailler à domicile, de rejoindre en vélo le tiers-lieu de leur choix.

Il existe évidemment aussi des **interactions négatives** entre les domaines d'action, puisqu'ils permettent tous d'éviter des trajets en voiture, et que certains types de trajets sont évités par plusieurs domaines d'action différents. Ces interactions ont été prises en compte dans notre étude.

- Les TPE captent les flux les plus importants, de longue distance, qui sont aussi propices au covoiturage. Les émissions CO₂ évitées correspondant à ces trajets ne seront donc pas la somme des émissions évitées par chacun des deux domaines.

- Le télétravail évite des trajets domicile-travail, plus longs que la moyenne et agrégeant de forts flux, donc qui sont plus propices aux TPE et au covoiturage. Les émissions CO₂ évitées correspondant à ces trajets ne seront donc pas la somme des émissions évitées par chacun des trois domaines (télétravail, TPE et covoiturage).

Par exemple, si un trajet DT de 20 km est fait seul en VP dans le scénario Référence, est « télétravaillé » dans le scénario télétravail, est fait en TPE dans le scénario TPE, est covoituré dans le scénario covoiturage, alors il émet en 2026 :

—Environ 2,5 kgCO₂ dans le scénario Référence

*—0 kgCO₂ dans le scénario télétravail
(évitant donc 2,5 kgCO₂)*

*—0,8 kg dans le scénario TPE
(évitant 1,7 kgCO₂)*

*—Environ 1,4 kgCO₂ dans le scénario covoiturage
(évitant 1,1 kgCO₂)*

Imaginons maintenant que ce même trajet est « télétravaillé » dans le scénario combiné. Il émettra donc 0 kgCO₂, évitant 2,5 kgCO₂.

On constate ainsi que le scénario combiné évite moins que la somme des émissions de chaque domaine d'action (qui vaudrait 2,5 + 1,7 + 1,1 = 5,3 kgCO₂). C'est ce que nous appelons ici une interaction négative entre les différents domaines d'action.

- De même, la livraison des achats évite des trajets de moyenne distance, voire courte distance, trajets propices au vélo ou vélo cargo. Les émissions CO₂ évitées correspondant à ces trajets ne seront donc pas la somme des émissions évitées par chacun des deux domaines.

Enfin, d'autres **interactions positives, d'ordre socio-logique**, n'ont pas été prises en compte dans notre étude mais pourraient avoir un effet significatif supplémentaire en termes de réduction des émissions de CO₂.

- Le télétravail et la livraison des achats dans des points relais **redynamiseraient les centres-bourgs**. Avec la création de communautés se rendant service localement, par le covoiturage et le gardiennage des achats par les voisins, la vie sociale locale serait alors globalement dynamisée. Cela pourrait recentrer une partie de la sociabilité et les loisirs sur le local, réduisant alors les distances de déplacements, permettant par conséquent un essor plus grand de la marche et du vélo.

- Le télétravail et la livraison des achats par tournée **fait gagner** du temps aux habitants des ZMD, ce qui permet une meilleure acceptation des alternatives à la voiture particulière (covoiturage, vélo, autopartage), généralement moins rapides ou flexibles que cette dernière.

- L'ensemble des domaines réduit l'usage de la VP sur toutes les distances, et réduit le nombre de longs trajets. Ainsi, une proportion de plus en plus grande des trajets quotidiens pourrait être faite sans VP, rendant son

coût global pour les ménages trop élevé par rapport à l'usage qu'ils en font (assurances, contrôles techniques tous les deux ans, location ou possession d'un garage).

Cela pourrait amener certains ménages à se passer d'une de leurs voitures ou de toute voiture, quitte à en louer une pour les trajets occasionnels où son usage est nécessaire. Cette **transition vers la non-possession d'une VP** est accompagnée d'une nouvelle manière d'envisager la mobilité qui favorise en retour les alternatives à la VP.

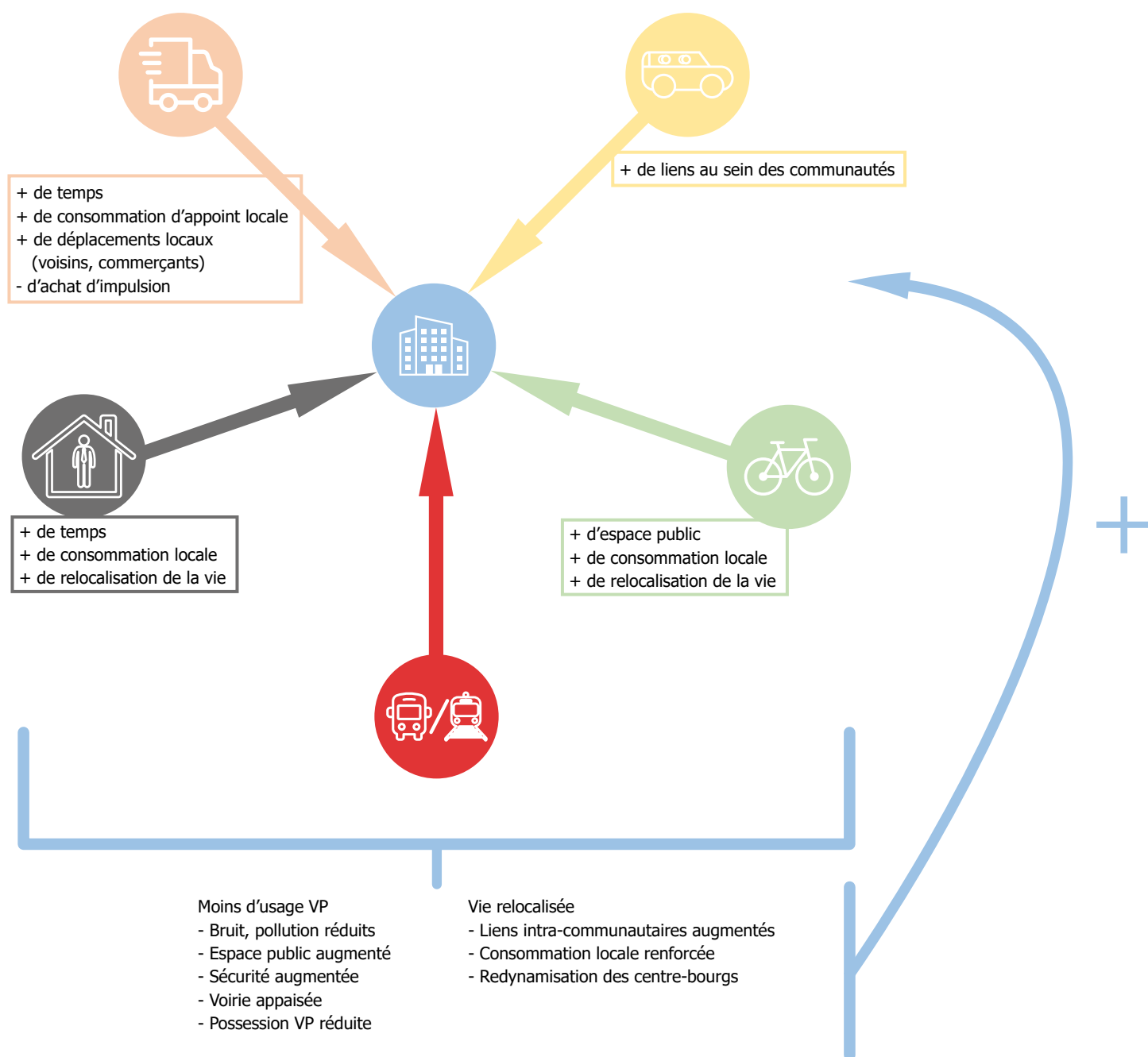


Figure 23 : Schématisation des interactions positives entre les différents domaines d'actions et le mode de vie des habitants des ZMD. Les domaines d'actions influent sur le mode de vie global des habitants des ZMD, réduisant globalement le besoin d'utiliser et de posséder une VP,

et participant à la relocalisation des activités et des liens entre habitants. En retour, ces changements culturels et organisationnels, associés à la perception de leurs externalités positives, jouent positivement sur le développement des domaines d'actions.

Frédéric Hérán décrit les interactions entre les différentes nuisances causées par le « système de transports » (essentiellement le système automobile) et les catégorise en « liens directs », « synergies », et « **spirales négatives** » [Hérán 2011]. L'usage d'alternatives à la VP réduit ces nuisances et met en jeu leurs interactions mais cette fois dans le sens d'une réduction du trafic, l'étude de F. Hérán portant sur son augmentation (Figure 24).

Les boucles de rétroaction s'enclenchent donc en des synergies positives menant à long terme à une affection pour les modes actifs, une augmentation des relations de voisinage, une amélioration de la santé humaine et une amélioration du cadre de vie.

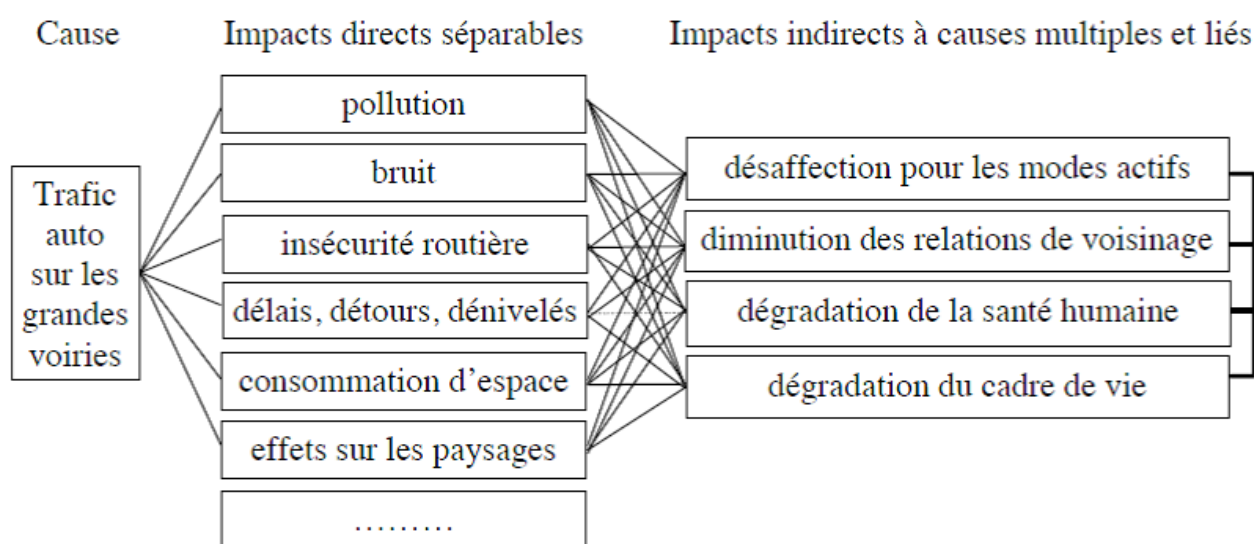


Figure 24 : Le système de nuisances des transports. Source : [Hérán 2011]

COMMENT DÉVELOPPER L'ENSEMBLE DES DOMAINES D'ACTION ?

Les mesures capables de développer la *combinaison* des domaines d'action correspondent à l'ensemble des mesures capables de développer *individuellement* les domaines d'action décrits dans les chapitres 1 à 5 du Rapport. Nous avons cependant choisi de décrire ici les **éléments de trajectoire complémentaires et « transversaux »** qui favoriseraient la mise en œuvre de toutes les solutions proposées, ainsi que d'un modèle de mobilité combinant les différents domaines d'action.

Ces différentes mesures :

- doivent faire partie d'une politique globale de déplacements. Elles contribuent notamment à modérer la circulation automobile, ce qui a historiquement toujours été la façon la plus efficace de relancer l'usage des transports publics et des modes actifs [Hérán 2014] ;
- sont complémentaires des mesures pour développer chaque domaine d'action et servent la mise en œuvre de *l'ensemble* des domaines d'action ;

- modifient la mobilité sur le moyen terme : les changements de comportements de mobilité se produisant surtout lors de changements de mode de vie (déménagements, évolution de la famille, etc.).

Certaines mesures transversales ont donc été supposées comme étant mises en place d'ici 2026 dans certains de nos scénarios, comme décrit dans les sections « Démarche » de chaque scénario.

Par exemple, réaffecter l'espace de stationnement voiture à un autre mode (à une voie de vélo/covoiturage...) ou un autre usage (espace vert, terrasses de café et autres lieux de communication...) permet un report modal plus grand vers les Transports Publics Express, car le temps de trajet complet en voiture devient plus grand (le temps de recherche de stationnement est augmenté), améliorant l'attractivité relative des transports publics par rapport à la voiture. Le même raisonnement vaut pour chaque domaine d'action.

Nous avons identifié les mesures transversales suivantes :

Redynamiser les centres-villes. En effet, il est important qu'un maximum de services reste disponible au plus près des citoyens. « Toutes les zones d'habitat sont en péril, et seules celles qui conservent une certaine densité parviennent à résister » [Razemon 2016]. Pour cela :

a. il convient de **limiter le développement des grandes surfaces commerciales hors des centres-bourgs**, qui entraîne leur dévitalisation et renforce la dépendance à l'automobile, par exemple via une modernisation de la politique d'appel à projets, qui tend à favoriser les plus gros acteurs économiques (grandes surfaces) au détriment des petits commerces. Il sera alors plus facile d'encourager le développement d'une vie de proximité dans les centres-villes.

b. les **pactes Etat-Métropoles**, qui permettent aux communes de mettre en œuvre des coopérations renforcées notamment sur des sujets tels que le développement économique et la mobilité, peuvent constituer un outil utile pour favoriser des projets intégrés de réaménagement du territoire.

c. La **fiscalité foncière et immobilière** pourrait être réformée pour mieux lutter contre l'étalement urbain. La fiscalité foncière des terrains bâtis et non bâtis (mais constructibles) est basée sur la valeur locative cadastrale de ces terrains et non leur valeur vénale, c'est-à-dire la valeur qu'elles ont réellement sur le marché [RACF 2014].

- Créer des **zones de circulation restreinte (ZCR)**⁶⁴ dans les points névralgiques d'un territoire. Le fait que la mairie, l'hôpital, l'école, les différents pôles d'attraction - voire aussi les gares ferroviaires - soient situées au cœur de ZCR à accès restreint peut modifier profondément la nature des comportements et des reports modaux. Ces zones pourraient par exemple interdire le transit dans les quartiers et centres-villes. Les conditions d'accès à ces zones devraient devenir de plus en plus restrictives pour les véhicules thermiques et/ou faiblement occupés.

- **Arrêter de subventionner** (involontairement) les modèles de vie périurbains actuels par l'organisation du territoire favorisant l'étalement urbain. Etudier la possibilité d'introduire une fiscalité qui aurait pour but de limiter les distances pendulaires (envisager une taxe d'habitation modulable par exemple).

Infrastructures de transport

- Modifier les **méthodes par lesquelles on calcule l'intérêt d'un investissement** de mobilité plutôt qu'un autre. On a jusqu'à aujourd'hui privilégié la vitesse dans les analyses socio-économiques (via le temps gagné) pour la mise en place de grandes infrastructures de transports ou d'autres mesures destinées à favoriser la circulation automobile. Or ce choix entraîne l'arrivée à un nouveau point d'équilibre dans lequel la congestion revient et les ménages mettent le même temps pour aller travailler (en allant plus vite mais en étant surtout plus loin). Il convient de revoir en profondeur les méthodes de prise en compte des externalités autres que les économies de temps, telles que l'impact climatique, la santé, le bruit...

- **Réaffecter l'espace réservé à la voiture (circulation et stationnement) à d'autres modes de mobilité** (voies réservées aux Transports Publics Express ou au covoiturage, telles que les voies dédiées aux HOV (High Occupancy Vehicles), au vélo, espace piéton, espace de stationnement vélo, arrêts de transport public) **ou à d'autres usages** (espaces verts, espaces commerciaux, espaces de jeu). Cette réaffectation peut être effectuée sur l'espace public ou privé (par exemple pour des espaces de stationnement réservés aux covoitureurs ou aux vélos).

- **Réduire la vitesse de pointe sur tous les réseaux** : passer de 130 à 110 km/h ou de 110 à 90 km/h sur les autoroutes urbaines, de 90 à 70 km/h sur les roades, requalifier les grandes voiries en boulevards, faire respecter le 50 km/h sur les artères, passer les quartiers en zones 30 et autres zones apaisées.

- Mettre en place, via les PDU (Plans de Déplacements Urbains), une **politique de gestion de l'espace de stationnement** visant à en restreindre l'accès à destination (notamment des entreprises) mais à le favoriser en intermodalité avec les transports publics. Cela permettrait un report modal vers tous les autres modes, et en particulier les transports publics [TCRP 2004, TCRP 2005]. En réservant de l'espace de stationnement aux covoitureurs ou au vélo (pour les entreprises, via le PDE, ou Plan de Déplacement Entreprise), cette gestion favorise également ces modes alternatifs.

⁶⁴Des planifications de ZCR (Zones de Circulation Restreintes) sont proposées dans le plan national de réduction des polluants atmosphériques [PREPA 2017], par des villes pilotes volontaires. Ces zones ne sont cependant effectives qu'en cas de pic de pollution, pour les véhicules les plus polluants (système Crit'Air).

- Valoriser les initiatives de **co-construction** des solutions des autorités locales avec les acteurs privés et les citoyens, afin de favoriser l'adhésion à ces nouveaux modèles de vie de proximité.

- **Rationaliser l'efficacité des compétences en matière de mobilité.** « C'est autour des régions, échelle administrative la plus adaptée, que pourraient se fédérer les différentes collectivités locales compétentes en matière de mobilité, les opérateurs de transports et les syndicats d'usagers sous une forme de syndicat mixte pour concevoir ces schémas sur un mode participatif. Ces derniers devraient aboutir à la conception d'une plateforme multimodale à l'échelle régionale qui proposerait des trajets porte-à-porte intégrant tous types de mobilité

(notamment les mobilités partagées et les modes actifs : marche, vélo) avec une billettique unique. Ces plateformes régionales devraient être interopérables au niveau national. De même, le Plan local d'urbanisme (communal) n'est plus adapté, lui préférer le transfert du PLU à l'intercommunal par exemple. » [RACF 2014].

- **Étendre la possibilité qui est accordée aux collectivités de prendre des parts dans les SAS et les SA** portant des projets de production d'énergie renouvelables sur leur territoire à davantage de domaines de la transition énergétique, et notamment la mobilité. Cela leur permettrait d'orienter davantage les actions menées en la matière sur leur territoire.

Incitation et accompagnement

- Augmentation progressive et planifiée de la **taxe sur le carburant**. Cette taxe, la TICPE, existe déjà, sur le carburant (essence ou diesel) à la pompe. Toutefois l'évolution programmée de son taux est trop peu ambitieuse pour inciter les individus à modifier leurs pratiques de mobilité (entre 20 et 27 c€/L supplémentaires, respectivement pour le diesel et l'essence, de 2016 à 2030). De manière générale, les recommandations de mise en place d'une taxe carbone sont les suivantes : *couverture maximale* (même taxe pour toutes les énergies fossiles), mise en place *graduelle et prédictible* pour une meilleure prise en compte par les acteurs économiques, *redistribution* des revenus de la taxe aux acteurs y étant soumis (permet une grande progressivité de la taxe), aides ciblées pour les bas revenus [SI 1998]. La taxe sous forme de la TICPE ne répond pas au critère de progressivité. Elle ne répond pas non plus au critère de prédictibilité, puisque sa valeur doit être votée chaque année dans la loi de finances, et est donc susceptible de ne pas suivre la trajectoire prévue.

- Aller plus loin dans la mise en place des **Plans de déplacements entreprise (PDE)**, pour multiplier le nombre de sites (privés comme publics) concernés et rendre effective leur mise en place⁶⁵.

- Imposer aux entreprises de mettre en œuvre des plans concrets de réduction de leurs émissions de CO₂ inclus dans leur **scope 3** en vertu de la LTECV article 173. Il faut accorder une attention particulière aux déplacements induits par leur activité, et notamment

au dernier kilomètre effectué par leurs clients (cas de la grande distribution) et aux déplacements Domicile-Travail effectués par leurs salariés (pour tous les secteurs). Un accompagnement par le secteur public est à envisager. Ainsi, une différenciation des tarifs de livraison en fonction de leur impact carbone pourrait émerger « naturellement » : par exemple, le prix de livraison sera moins élevé si la livraison se fait en point relais.

- Développer les **centrales de mobilité**, soit des « lieux d'information destinés à répondre à la demande des usagers des transports à l'échelle d'une agglomération, de la communauté de communes, du département ou de la région. Elle diffère des agences ou maisons locales de la mobilité qui sont un lieu d'information physique et peuvent jouer un rôle complémentaire, de conseil, d'accompagnement et d'observation de la mobilité locale. La mission de la centrale de mobilité consiste à donner des informations sur tous les modes de transports collectifs pour tous les types de trajets et ainsi faciliter les déplacements des usagers sans recours à la voiture individuelle⁶⁶ ». [RACF 2014] Cette mesure est également recommandée par le CGDD qui propose de « créer une structure d'accompagnement à la mise en place d'un service de mobilité en zones périurbaines et rurales » [CGDD 2016 bis].

⁶⁵Le PDE est un outil de gestion de la mobilité des employés sur leurs trajets professionnels « dans une perspective de diminution des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques et de réduction de la congestion des infrastructures et des moyens de transports », selon l'article 51 de la LTECV, applicable début 2018. Cet article engage les sites de plus de 100 salariés et appartenant au périmètre d'un Plan de déplacements urbains, de mettre en place un PDE. La sanction associée à un non-respect de cet article est l'impossibilité de recourir à l'aide technique et financière de l'ADEME.

Repenser le **barème fiscal automobile** (qui encourage l'utilisation de la voiture et l'éloignement de son lieu de travail), ainsi que la **fiscalité sur les voitures de société** à l'aune des problématiques actuelles. En effet, la sous-imposition des véhicules de société dans les pays de l'OCDE aggrave le changement climatique, la pollution atmosphérique locale, les troubles de santé, la congestion et les accidents de la route, pour un coût chiffré à 121 milliards d'euros, la France comptant parmi les pays les plus accommodants [OCDE 2014].

Il faudrait notamment revenir sur la logique de « **puissance fiscale** » en vigueur⁶⁷, telle qu'utilisée dans le barème kilométrique applicable au calcul de l'abattement sur l'impôt sur le revenu : actuellement, la voiture qui consomme le plus a droit à davantage de déduction sur l'impôt sur le revenu qu'une voiture moins consommatrice.

Il faudrait compenser le vélo autant que la voiture, et de manière générale **favoriser davantage les véhicules les plus propres**.

Dans la Figure 25, les ordonnées positives correspondent à un paiement par les ménages pour l'Etat (taxe) ; les ordonnées négatives correspondent à un paiement par l'Etat pour les ménages ou pour la collectivité (maintenance des routes), donc sont des subventions. On observe deux « régimes » fiscaux de la mobilité. Un régime, contenant les bonus/malus à l'achat, aides à l'achat de VAE, et la taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques (TICPE) intégrée dans le prix du carburant, pénalise les km parcourus d'autant plus qu'ils sont émissifs en CO₂. L'autre régime, composé des indemnités kilométriques pour les trajets DT, subventionne les kilomètres parcourus d'autant plus qu'ils sont émissifs en CO₂.

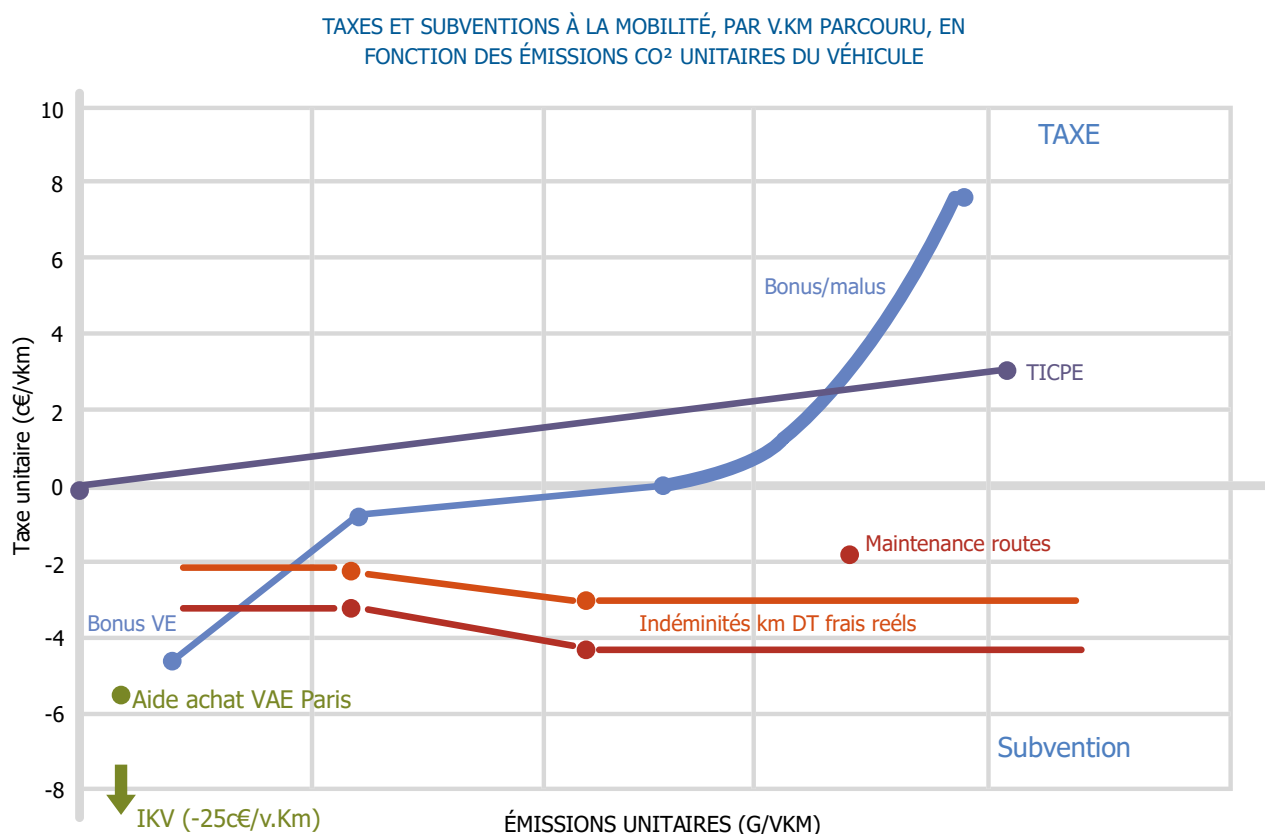


Figure 25 : Niveaux de taxes et subventions (du point de vue des ménages) concernant la mobilité, en fonction des émissions de CO₂ par kilomètre parcouru.

⁶⁶« Les centrales, aussi appelées systèmes d'information multimodale (SIM), sont devenues obligatoires pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants avec la loi de Solidarité et Renouvellement Urbain (SRU) adoptée en décembre 2000. » [RACF 2014]

⁶⁷Loi n° 98-546 du 2 juillet 1998 modifiée portant diverses dispositions d'ordre économique et financier

- De même que les Autorités Organisatrices de Transports (AOT) sont devenues des Autorités Organisatrices de Mobilité (AOM) pouvant intervenir dans le champ du covoiturage, de l'autopartage et du vélo (loi MAPTAM⁶⁸), le **Versement Transport (VT)** devrait désormais devenir un « Versement Mobilité », une taxe locale due par les employeurs, destinée à financer toutes les formes de mobilité.

- Mettre en place des fiches de **Certificat d'Economie d'Energie (CEE)** dans le domaine de la mobilité, qui permettraient de financer le développement des différents domaines d'action. Valoriser les actions établies dans le cadre des CEE et concernant les différents domaines d'action⁶⁹.

LES SCÉNARIOS COMBINÉ : DÉMARCHE ET IMPACTS

Pour quantifier le potentiel de réduction des émissions de CO₂ liée à la combinaison de plusieurs domaines d'action, nous avons défini deux scénarios distincts, correspondant à deux niveaux de mise en œuvre différents (voir p. 17).

Scénario Volontariste

Démarche

Dans le cadre de ce scénario, nous supposons que toutes les mesures décrites dans les sections « Démarche » des scénarios suivants sont mises en œuvre :

- *Potentiel Maximal* livraison collaborative des achats (p. 28) ;

- *Volontariste* télétravail (p. 36) ;

- *Volontariste* système vélo (p. 55) ;

- *Volontariste* covoiturage (p. 84).

Hypothèses de calcul

En plus des hypothèses déjà retenues dans le cadre des différents domaines d'action, et afin de minimiser les interactions négatives entre ceux-ci, nous avons donné la priorité aux domaines qui évitent des déplacements (Vie de proximité), puis aux domaines qui favorisent le report modal de la voiture, (système vélo), et enfin au

Covoiturage. Cela correspond à la stratégie ASI évoquée en introduction, qui permet d'obtenir de plus grandes réductions des émissions CO₂.

Voici un résumé des hypothèses qui ont été prises dans le cadre du système de mobilité Combiné :

SCÉNARIO VOLONTARISTE COMBINÉ	
MODIFICATION MOBILITÉ	Application des hypothèses des scénarios <i>Potentiel Maximal</i> « livraison collaborative » et <i>Volontariste</i> télétravail : Réduction de 36 % des p.km vers les achats en grande surface Réduction de 4,8 % des p.km vers le travail
MODIFICATION MODE	Sur la mobilité restante, application des hypothèses du scénario <i>Volontariste</i> vélo : Report modal vers le vélo d'une part des trajets jugés favorables au vélo, en fonction de la distance, de la CSP de la personne parcourant le trajet, et du motif.
MODIFICATION TAUX DE REMPLISSAGE	Parmi les trajets restants qui sont faits en VP, on applique les hypothèses du scénario <i>Volontariste</i> covoiturage : Les trajets jugés favorables au covoiturage en fonction de leur distance, leur motif, le type de ménage et l'accès à la VP de la personne parcourant le trajet voient leur taux de remplissage modifié ainsi : Pour les trajets DT, augmentation de +0,8 p.km/v.km Pour les autres motifs, taux de remplissage de 3,3 p.km/v.km Le taux de remplissage du reste des p.km est inchangé

Résultats

Dans le scénario combiné, trois leviers ont été actionnés : une baisse des besoins en déplacements pour les motifs DT et « achats en grandes surfaces », un report modal vers le vélo, et une augmentation du taux de remplissage des VP.

Ainsi, la mobilité est réduite de **5 %** pour le scénario *Volontariste*, par rapport au scénario *Référence* en 2026.

Les parts modales changent, sur la mobilité restante, en faveur du vélo. La part modale des modes vélo + marche atteint **18 %** pour ce scénario.

Enfin, le taux de remplissage sur la mobilité restante à la VP augmente grâce au covoiturage. Le taux de remplissage augmente de **7,6 %** dans ce scénario.

Au final, **la réduction des émissions de CO₂ obtenue est de 25 % pour le scénario *Volontariste* combiné.**

SCÉNARIO VOLONTARISTE COMBINÉ

- Réduction des distances parcourues de 5 %
- Part modale vélo + marche de 18 %
- Taux de remplissage de 1,44 p.km/v.km
- Réduction des émissions de CO₂ de 25 %

Bilan économique⁷⁰

	VOLONTARISTE COMBINÉ (Mds €/AN)
AUGMENTATION DES DÉPENSES Système de distribution collaborative des achats Système de télétravail Système vélo Système de covoiturage	8,0
RÉDUCTION DES DÉPENSES Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite	6,8
BÉNÉFICE	- 1,2

Les augmentations de dépenses associées à chaque domaine d'action se cumulent, tandis que les réductions des dépenses sont globales et résultent du moindre trafic de VP : les réductions des dépenses ne correspondent donc pas à la somme des réductions de chaque domaine d'action.

Le scénario *Volontariste* induit des augmentations de dépense qui sont largement, mais pas complètement, compensées par les réductions par ailleurs qu'il permet : les dépenses y dépassent celles du scénario *Référence* de 1,2 milliards €/an.

Les postes qui participent le plus à la formation du bilan global sont le prix des VP neuves, et le prix du carburant. La préparation des paniers d'achats à livrer collaborativement, les vélos et équipements associés ainsi que le réseau d'autoroutes vélo sont les augmentations de dépenses les plus significatives.

⁷⁰Voir explications de calcul en p. 26

Démarche

Dans le cadre de ce scénario, nous supposons que toutes les mesures décrites dans les sections « Démarche » des scénarios de type *Potentiel Maximal* suivants sont mises en œuvre : distribution par tournées des achats (p. 24), télétravail (p. 37), système vélo (p. 58), TPE (p. 70) et covoiturage (p. 86).

Hypothèses de calcul

Voici un résumé des hypothèses qui ont été prises dans le cadre du système de mobilité Combiné :

SCÉNARIO POTENTIEL MAXIMAL COMBINÉ	
MODIFICATION MOBILITÉ	Application des hypothèses des scénarios <i>Potentiel Maximal</i> « livraison par tournées » et <i>Potentiel Maximal</i> télétravail : Réduction de 78 % des p.km vers les achats en grande surface Réduction de 19 % des p.km vers le travail
MODIFICATION MODE	Sur la mobilité restante, application des hypothèses du scénario <i>Potentiel Maximal</i> vélo : Les trajets de plus de 20 km ne changent pas de mode ; parmi les p.km restants, des coefficients fonction du motif sont appliqués pour exclure les trajets transportant des charges trop grandes, trop de personnes, et les trajets chaînés. Les trajets restants sont faits en vélo. Sur la mobilité VP restante, on applique les hypothèses du scénario <i>Potentiel Maximal</i> TPE : 9,3 % de la mobilité est reportée sur le Bus Express et 1,0 % est reportée sur le train.
MODIFICATION TAUX DE REMPLISSAGE	Sur la mobilité VP restante, on applique les hypothèses du scénario <i>Potentiel Maximal</i> covoiturage : 52 % des p.km pour le motif DT voient leur taux de remplissage augmenté de 0,8 p.km/v.km 52 % des p.km pour les motifs autres que le DT voient leur taux de remplissage passé à 3,6 p.km/v.km Le taux de remplissage du reste des p.km est inchangé

⁷⁰Voir explications de calcul en p. 26

Résultats

Dans le scénario combiné, trois leviers ont été actionnés : une baisse des besoins en déplacements pour les motifs DT et « achats en grandes surfaces », un report modal vers le vélo, et une augmentation du taux de remplissage des VP.

Ainsi, la **mobilité est réduite de 12 %** pour le scénario *Potentiel Maximal*, par rapport au scénario *Référence* en 2026.

Les parts modales changent, sur la mobilité restante, en faveur du vélo. **La part modale des modes vélo + marche atteint 36 %.**

Dans ce scénario, **les parts modales du bus et du train sont de 4,6 % et 5,8 %** respectivement (contre

4,6 % et 4,4 % dans le scénario *Référence*).

Ces dernières augmentations sont faibles, car une part significative de la mobilité en TC est évitée par la vie de proximité, ou reportée sur le vélo. La mise en place des TPE compense ces effets.

Enfin, le taux de remplissage sur la mobilité restante à la VP augmente grâce au covoiturage. **Le taux de remplissage augmente de 33 %.**

Au final, **la réduction des émissions de CO₂ obtenue est de 60 % pour le scénario *Potentiel Maximal* combiné.**

SCÉNARIO POTENTIEL MAXIMAL

- Réduction des distances parcourues de 12 %
- Part modale vélo + marche de 36 %
- Taux de remplissage de 1,77 p.km/v.km
- Réduction des émissions de CO₂ de 60 %

Bilan économique

Les augmentations des dépenses associées à chaque domaine d'action se cumulent, tandis que les réductions réalisées sont globales et résultent du moindre trafic de VP : ces dernières ne correspondent donc pas à la somme des économies réalisées dans chaque domaine d'action.

Dans le scénario *Potentiel Maximal*, les réductions de dépenses dépassent les augmentations : un bénéfice de 1,9 milliards € est réalisé annuellement.

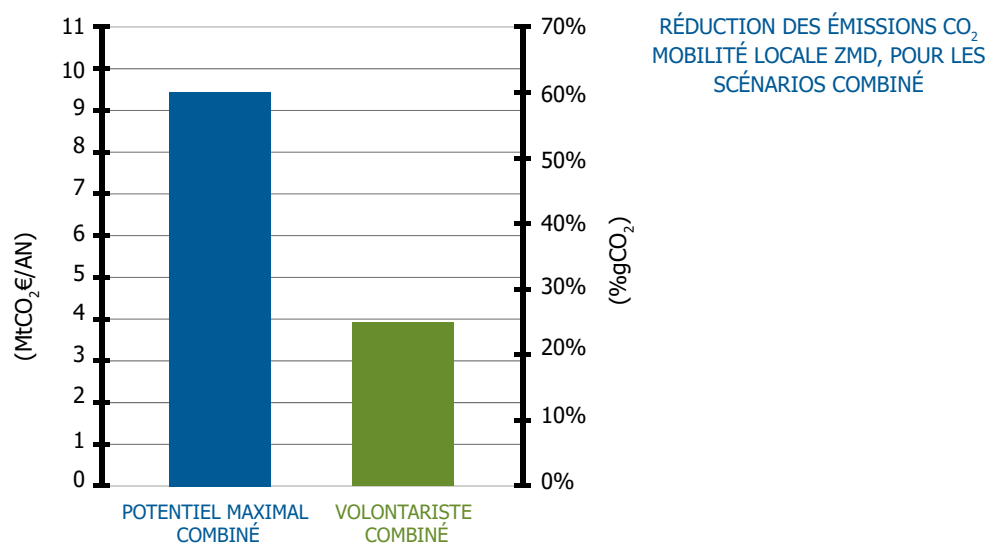
Les postes qui participent le plus à la formation du coût global sont le prix des VP neuves, et le prix du carburant. Les vélos et équipements associés, les espaces de coworking, la main d'œuvre pour la livraison des achats à domicile et pour l'exploitation des lignes de bus express représentent des augmentations de dépenses significatives.

	POTENTIEL MAXIMAL COMBINÉ (Mds €/AN)
AUGMENTATION DES DÉPENSES Système de télétravail Système de livraison des achats Système vélo Système TPE Système de covoiturage	15
RÉDUCTION DES DÉPENSES Consommation carburant réduite Fréquence d'achat VP réduite	17
BÉNÉFICE	+ 1.9

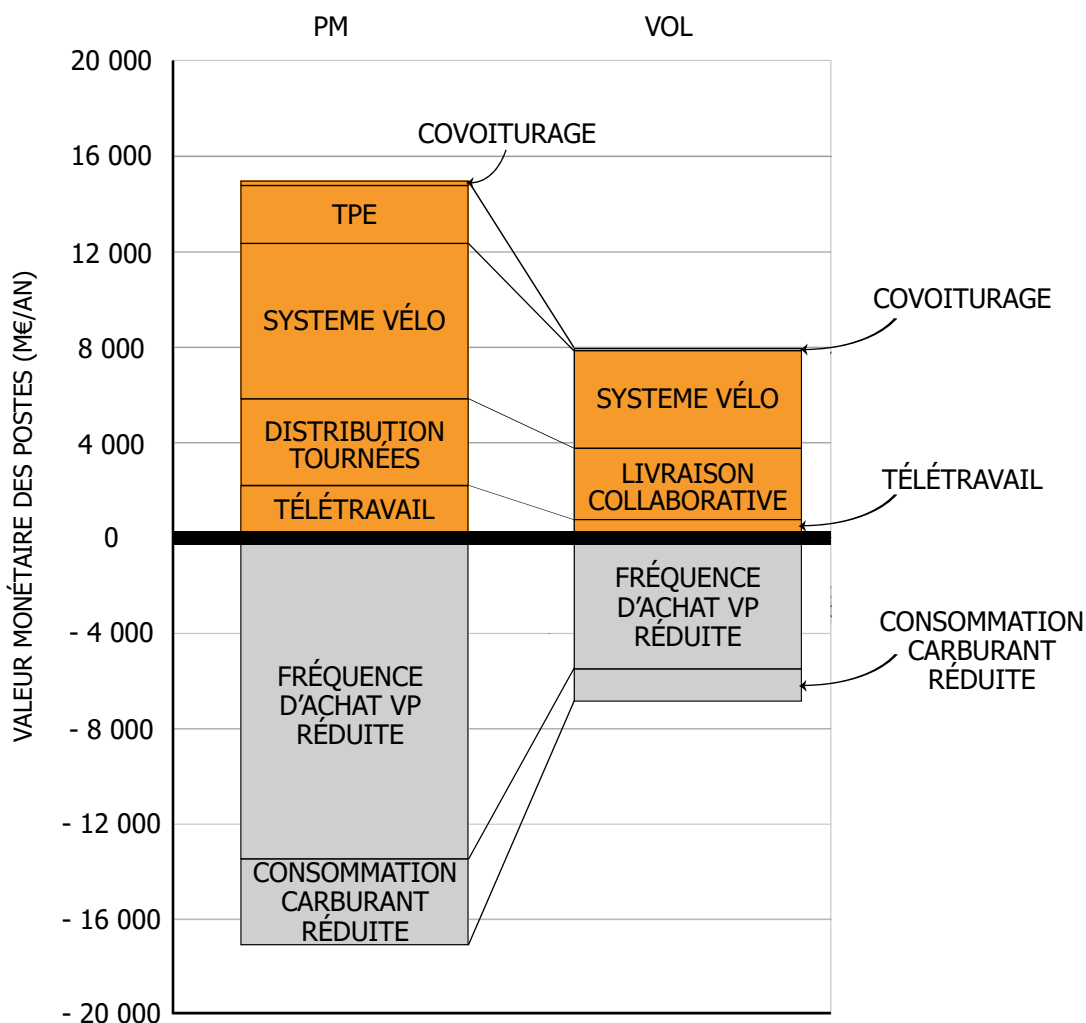
Synthèse des résultats

Les figures ci-dessous présentent les résultats en termes de réduction des émissions de CO₂, et de bilan économique, pour les scénarios combiné :

Figure 26 : Réduction des émissions CO₂ pour la mobilité locale dans les ZMD, pour les scénarios *Potentiel Maximal* et *Volontariste Combiné*, par rapport au scénario *Référence* en 2026.



AUGMENTATION (EN POSITIF) ET RÉDUCTION (EN NEGATIF) DES DÉPENSES ANNUALISÉES, EN FONCTION DU SCÉNARIO, POUR LES DOMAINES D'ACTION COMBINÉS (M€)



Le tableau ci-dessous résume les résultats nets comparés des scénarios combiné :

	VOLONTARISTE COMBINÉ (Mds€/AN)	POTENTIEL MAXIMAL COMBINÉ (Mds€/AN)
BÉNÉFICE NET	- 1,2	+ 1.9

Soulignons que le prix du carburant utilisé pour réaliser ce bilan économique est le même dans le scénario *Volontariste* que dans le scénario *Potentiel Maximal*. Plus le prix du carburant est élevé, plus il est rentable de mettre en place les éléments nouveaux de ce système de mobilité (la vie de proximité, le vélo, les TPE et le covoiturage). Ceci suggère une augmentation de l'usage de ces éléments nouveaux en cas d'augmentation du prix du

carburant, et donc une situation s'approchant du scénario *Potentiel Maximal*. Autrement dit, **la mise en place de ces éléments augmente la résilience du système de mobilité**, vis-à-vis d'une augmentation du prix du carburant : le prix du carburant augmente, mais est compensé par un report modal de la VP vers les alternatives développées.

EXTERNALITÉS

Bien que nous ayons pris le parti de nous en tenir à l'estimation de l'impact direct CO₂ de nos propositions (c'est-à-dire les émissions CO₂ liées à l'usage des véhicules), il nous paraît important d'attirer l'attention sur les externalités positives auxquelles ces mesures pourraient donner lieu :

- réduction de la **pollution** atmosphérique grâce à une réduction de la mobilité par moteur thermique ;
- **gain santé** grâce à la pratique du vélo. La commande des achats sur internet pourrait réduire certains achats « d'impulsion » en supermarché aux effets négatifs sur la santé. 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** pétrolifères 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 (de 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.

Un gain de temps par le télétravail peut 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 [FVM 2016]. Autrement dit, le temps gagné en mobilité les jours télétravaillés est parfois plus que réinvesti dans la mobilité les jours non-télétravaillés. 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 vélo, ou d'un système de covoiturage, permet des économies pour les ménages (environ 90 €/an/ménage pour le scénario *Volontariste* vélo, et 160 €/an/ménage dans le scénario *Volontariste* covoiturage). Ce surplus de pouvoir d'achat pourrait être réinvesti dans des **activités plus carbonées** qui n'auraient pas été faites sans (voyages en avion, qui sont très corrélés au pouvoir d'achat [CGDD 2010, p156]).

Les différents domaines d'action peuvent mener à décongestionner certains axes de circulation, ou libérer certains espaces de stationnement, c'est-à-dire à augmenter l'attractivité de la voiture, et ainsi favoriser **le report modal de modes peu ou pas carbonnés** (vélo, transports en communs) **vers la voiture**. Cet effet rebond annulerait en partie, en certains points particuliers des ZMD, 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 Maximal*, 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, décrit dans la section Démarche (début de ce chapitre) : 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 une réduction des émissions de CO₂ (à la fois les émissions directes et les émissions induites par la fabrication des véhicules).



CONCLUSION

• Résultats de l'étude.....	104
• Réflexions	108
• La suite	110

CONCLUSION

En guise de conclusion du rapport, nous avons synthétisé dans cette dernière section les résultats de notre étude ainsi que quelques réflexions issues des nombreuses discussions entre les membres du groupe de travail, les relecteurs des versions précédentes et les participants aux ateliers du 30 mars.

Francisco Luciano

RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

Une réduction de 70 % des émissions de CO₂ est possible

Le scénario *Potentiel Maximal* « combiné »⁷¹ montre qu'une réduction maximale de **60 %** des émissions dues à la mobilité périurbaine pourrait être atteinte en mettant en œuvre, à un horizon de temps 10 ans, les domaines d'action analysés dans notre étude, par rapport au scénario de *Référence*⁷². Si l'on ajoute le développement des voitures électriques et de l'efficacité énergétique des véhicules prévus par l'ADEME, ainsi que les évolutions de la population prévues par l'INSEE, cette réduction des émissions pourrait atteindre 70 %.

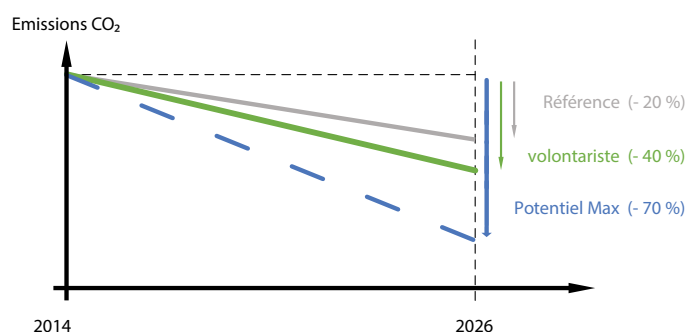
Dans ce scénario, les dépenses⁷³ dans le système de mobilité sont réduites de 4 Mds €/an (14 Mds€/an d'augmentation des dépenses pour 17 Mds€/an de réduction)⁷⁴.

Dans le scénario *Volontariste* « combiné », la mise en œuvre de mesures réalistes et ambitieuses réduit les émissions de CO₂ liées à la mobilité périurbaine **d'un quart**, toujours par rapport au scénario *Référence*. Réalistes dans le sens où elles tiennent vraiment compte d'une nouvelle réalité : le réchauffement climatique et les limites des ressources naturelles. Ambitieuses car une réorientation pusillanime des actions privées et des politiques publiques n'aura qu'un impact insuffisant par rapport aux objectifs nationaux de décarbonation (Facteur 4, SNBC...). En ajoutant le développement des voitures électriques et de l'efficacité énergétique des véhicules prévus par l'ADEME, ainsi que les évolutions de la population prévues par l'INSEE, la réduction des émissions est de l'ordre de 40 %.

Rappelons que la **SNBC** fixe deux objectifs par rapport aux émissions de GES dues aux transports : une réduction de 29 % par rapport à 2013 à l'horizon 2024-28 et de 70 % d'ici 2050. Le scénario *Volontariste* est aligné avec le premier objectif ; le scénario *Potentiel Maximal*, avec le second.

Les différentes mesures analysées vont toutes dans le sens de la décarbonation, et ont des interactions positives entre elles, toutes permettant une mobilité qui se passe partiellement de l'automobile. Leur addition permet ainsi à un nombre croissant de ménages de se séparer d'une ou plusieurs de leur(s) voiture(s), ce qui favoriserait une démotorisation progressive de la société.

ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE CO₂ DUES À LA MOBILITÉ LOCALE DANS LES ZONES DE MOYENNE DENSITÉ POUR LES SCÉNARIOS COMBINÉS ET LE SCÉNARIO RÉFÉRENCE



⁷¹Nos scénarios « combiné » supposent la mise en œuvre de l'ensemble des domaines d'action analysés : la distribution des achats à domicile, le télétravail, le système vélo, les Transports Publics Express et le covoiturage. Cf. définitions des scénarios *Potentiel Maximal* et *Volontariste* en p.17.

⁷²Notre scénario *Référence* estime à un horizon de temps de 10 ans (2026) l'évolution tendancielle des émissions de CO₂ dans les Zones de Moyenne Densité, en se fondant sur les prévisions d'évolution de la population de l'INSEE et de la motorisation du parc automobile fournie par l'ADEME dans son scénario Vision 2030.

⁷³Les postes de dépenses mis en jeu par chaque scénario et qui sont en écart avec le scénario *Référence* ont été estimés. Les augmentations de dépense par rapport au scénario *Référence* intègrent, par exemple, la mise en place et le maintien des infrastructures, des véhicules, et des ressources humaines assurant le bon fonctionnement du système de mobilité. Les réductions de dépense incluent les économies de carburant et la moindre utilisation des automobiles. Si le bilan net entre les réductions et les augmentations de dépenses penche en faveur des réductions, on parle de bénéfice. Dans le cas contraire, on parle de déficit.

⁷⁴Nous avons fait le choix : (a) de ne pas estimer l'impact sur le PIB, et en particulier sur l'activité des entreprises ; (b) de tenir compte de toutes les réductions et les augmentations de dépenses, sans les imputer à tel ou tel acteur économique en particulier (ce qui équivaut à rendre les résultats neutres vis-à-vis des politiques de financement) ; (c) de ne pas donner de valeur monétaire aux externalités, afin d'obtenir un résultat « même si » : dans certains cas, les bénéfices non monétaires sont bien réels, mais nous avons souhaité montrer que les actions proposées peuvent se justifier, même si l'on exclut lesdites externalités positives du calcul.

Un système vélo très prometteur si les moyens nécessaires sont mis en place

Les scénarios « système vélo⁷⁵ » supposent la mise en place d'un ensemble d'infrastructures, de bâtiments, de services et de réglementations qui doivent être pensés pour les cycles, en évitant le piège du « résidualisme »⁷⁶. Ils supposent l'accès aux cycles pour tous – cycles au pluriel, car il s'agit d'une famille de véhicules de plus en plus variés – en fonction des besoins de chacun.

Le scénario *Volontariste* permet ainsi d'envisager une réduction d'émissions de près de **15 %**, avec environ 50 % des trajets inférieurs à 7 km et 20 % des trajets compris entre 7 et 15 km, effectués en cycles. Dans ce scénario, les dépenses sur certains postes du système de mobilité augmentent, autant qu'elles sont réduites sur les autres postes (autrement dit, les dépenses globales dans ce scénario sont équivalentes à celles du scénario *Référence*).

Dans le scénario *Potentiel Maximal*, nous supposons que tous les trajets potentiellement cyclables sont réalisés à vélo, suite à la mise en place de mesures telles qu'une taxe carbone ambitieuse ou la réduction des vitesses maximales sur l'ensemble des réseaux routiers.

Résultat : une réduction des émissions de CO₂ d'environ **30 %**, avec environ 75 % des trajets de moins de 7 km et 55 % des trajets de 7 à 20 km qui sont effectués à vélo, en vélo à assistance électrique, en s-pedelec ou en vélo-cargo. Dans ce scénario, les dépenses dans le système de mobilité sont réduites de 3 Mds€/an par rapport au scénario *Référence*.

La marche à pied et les cycles constituent aujourd'hui de loin les modes les plus efficaces d'un point de vue énergétique, les moins émetteurs de carbone et de polluants, les plus sains pour la population, les plus silencieux et les plus économiques, pour les habitants et pour les collectivités. Il n'est pas rationnel de continuer à les traiter comme des modes mineurs ou « doux », notamment maintenant que l'électrification a considérablement élargi leur portée.

Les cycles représentent à terme le plus important moyen de réduire les émissions parmi les solutions étudiées, à condition d'adapter et de développer l'existant avec détermination et cohérence.

Le covoiturage : un fort potentiel, peu de moyens à mettre en œuvre, mais des habitudes de mobilité individuelle difficiles à changer

Les scénarios « covoiturage⁷⁷ » supposent la mise en place d'un réseau dense d'aires de covoiturage, d'une plate-forme efficace de mise en contact des covoitureurs potentiels, et d'un statut particulier de covoitureur conférant des avantages.

Le scénario *Volontariste* permet ainsi de réduire les émissions de CO₂ de **6%** tout en réduisant les dépenses dans le système de mobilité de 2 Mds€/an par rapport au scénario *Référence*.

Dans le scénario *PM*, nous supposons que tous les trajets raisonnablement covoiturables sont covoiturés, suite à la mise en œuvre de mesures fortes telles que la réaffectation de la voirie et une taxe carbone ambitieuse. Il permet ainsi de réduire les émissions de CO₂ de **25-30 %** tout en réduisant les dépenses dans le système de mobilité de 8 Mds€/an.

Le covoiturage n'est pas seulement une mesure efficace à dépense négligeable (les infrastructures lourdes étant déjà en place), mais est aussi susceptible d'être populaire parce qu'il s'inscrit sans trop de difficulté dans la logique de mobilité hégémonique : le « système voiture » n'est pas remis en cause. On demande cependant aux

voyageurs de s'y adapter, ce qui semble difficile sans mesures fortes contraignant l'autosolisme.

Au-delà de son impact climat, le covoiturage peut jouer un rôle important pour les personnes vulnérables en termes de mobilité, notamment les jeunes, les personnes à mobilité réduite, les personnes en situation de précarité économique, et peut donc constituer un facteur d'inclusion sociale essentiel [FE 2016, p. 14]. 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 [Razemon 2016, p. 27].

⁷⁵Cf. Chapitre 3

⁷⁶Comme le vélo occupe peu de place (à l'arrêt et quand il roule), comme ses émissions sont pratiquement nulles, comme il roule à des vitesses compatibles avec la plupart des autres activités humaines, comme il ne met pas en danger la vie d'autrui, la tentation est forte de lui attribuer des espaces résiduels, sur la voirie, dans les bâtiments.

⁷⁷Cf. Chapitre 5

Les Transports Publics Express (TPE) : une réduction rapidement atteignable

Les transports publics express (TPE) permettent de réduire les émissions de manière significative sur un segment très ciblé de la mobilité : les flux concentrés, en heure de pointe, dans les grandes agglomérations, en particulier lorsque les autres moyens de transports sont saturés ou au contraire insuffisants.

Le scénario *Potentiel Maximal* « TPE⁷⁸ » suppose la mise en place d'un ensemble d'infrastructures dédiées au bon fonctionnement de lignes de Bus Express et l'optimisation des lignes de trains périurbains actuelles. Ce scénario réduit les émissions d'environ 8 %, tout en réduisant les dépenses de 2 Mds€/an par rapport au scénario *Référence*.

La distribution des achats par tournées : un concept prometteur mais qui doit trouver son modèle opérationnel

Dans le scénario *Potentiel Maximal* « Distribution des achats par tournées » toutes les courses en grande surface sont distribuées directement à domicile par tournées, évitant les déplacements individuels. Ceci suppose une réorganisation du secteur de la grande distribution avec la mise en place d'un service de préparation des paniers en entrepôt et de tournées de livraison des achats à domicile ou en points-relais. Il suppose également des mesures fiscales ou réglementaires envers les particuliers et/ou les entreprises de la grande distribution visant à réduire les émissions de CO₂ dues à la livraison des achats. Ce scénario mène à une réduction des émissions d'environ 8 %, et le bilan des dépenses est neutre.

Au-delà de son impact climat, la distribution des achats par tournées peut contribuer à la redynamisation des commerces locaux, qui deviennent des points de commande / réception des biens.

Le télétravail : un faible potentiel pour des moyens non négligeables

Le télétravail présente un attrait conceptuel indéniable (élimination de trajets), cependant nos calculs ne révèlent pas un potentiel de réduction des émissions particulièrement significatif : environ 1 % des émissions dues à la mobilité locale périurbaine sont évitées dans le scénario *Volontariste* (qui suppose la mise en place d'un réseau dense de télécentres) et 5 % dans le scénario *Potentiel Maximal* (qui suppose de plus des mesures fiscales ou réglementaires envers les particuliers et/ou les entreprises, visant à réduire les émissions de CO₂ dues aux déplacements Domicile-Travail des salariés). En effet, la mobilité domicile-travail représente seulement un quart des distances parcourues dans les zones de moyenne densité, et nous supposons qu'au mieux un cinquième de cette mobilité pourrait être évitée par le télétravail.

⁷⁸Cf. Chapitre 4

Synthèse des résultats

Figure 28 : Réduction des émissions de CO₂ dues à la mobilité locale dans les ZMD en 2026 pour les différents scénarios *Potentiel Maximal* (PM) et *Volontariste* (Vol) , par rapport au scénario *Référence*.

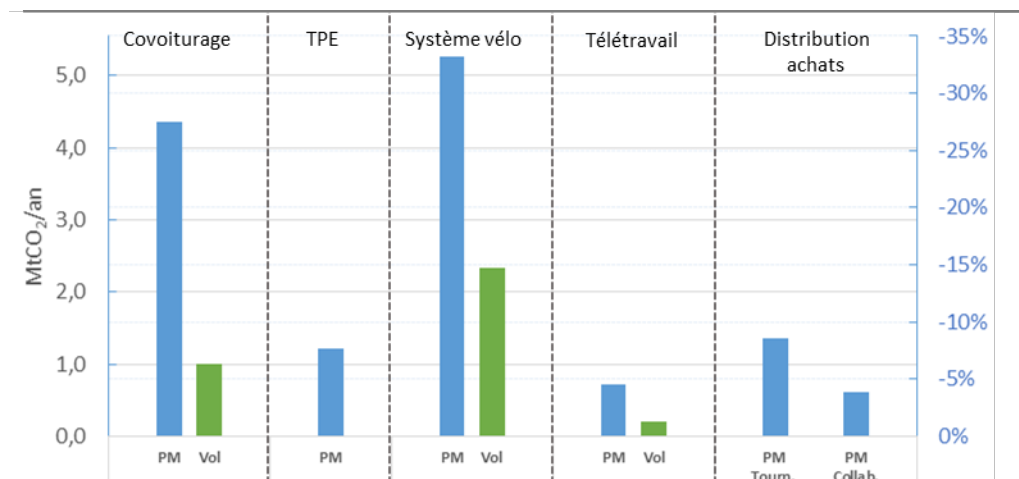
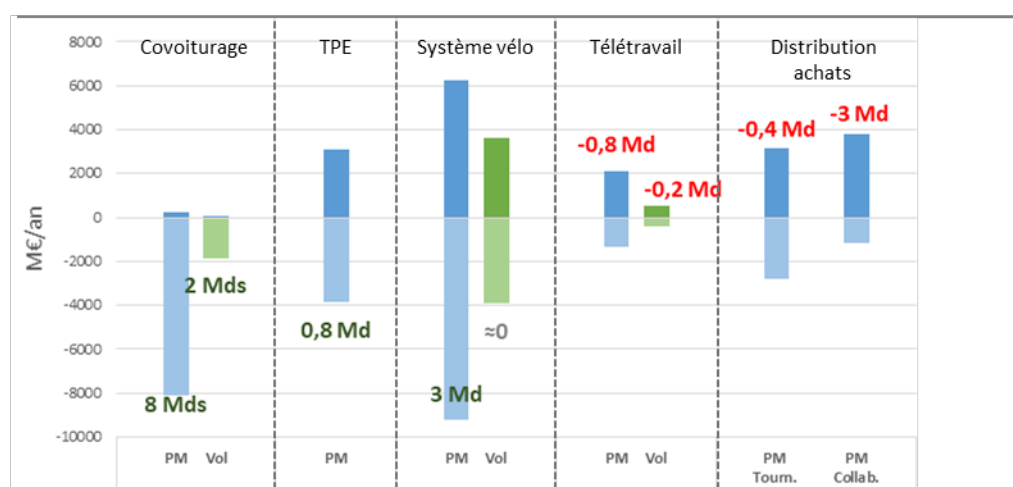
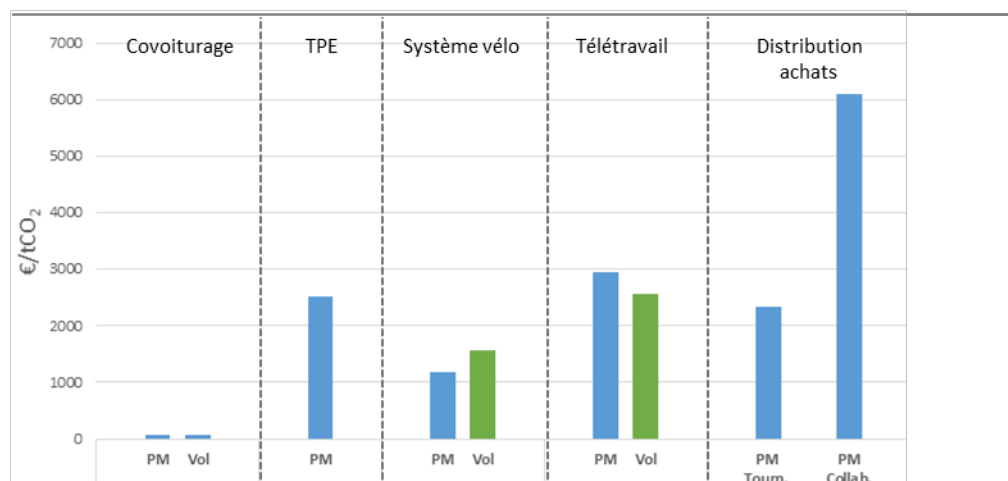


Figure 29 : Estimation des différents postes de dépenses annuelles (en millions d'euros par an) pour chaque scénario, par rapport au scénario *Référence*, en 2026. En positif, les augmentations de dépenses par rapport au scénario *Référence* ; en négatif, les réductions.



Les bénéfices sont indiqués en chiffres verts ; les déficits en rouge.

Figure 30 : Augmentation des dépenses par tonne de CO₂ évitée en 2026, pour chaque scénario, par rapport au scénario *Référence*.



La décarbonation : un objectif secondaire ?

Une haute fonctionnaire nous demande : « Pourquoi avez-vous choisi un sujet secondaire comme le CO₂ ? Aujourd'hui les vrais problèmes sont ailleurs... ». Le climat, et donc la décarbonation, sujet de notre étude, ne semble pas vraiment être une priorité, ni pour la population, ni pour ses représentants ; la lutte contre les bouchons, la qualité de l'air et la réduction de la précarité constituent des objectifs bien plus populaires et sont souvent présentés ensemble, malgré leur nature très différente.

Le consensus autour de la « lutte contre les bouchons » a été bâti sur la notion de gain de temps, et plus concrètement, sur l'attribution d'une valeur comparable à celle du temps de travail à ces minutes « perdues » dans les embouteillages. Combien de temps perdu ? Entre 40 et 60 heures par an, selon les villes. C'est-à-dire, une moyenne de 7 à 10 minutes par jour.⁷⁹

Notre groupe de travail s'est concentré sur le CO₂, certes, mais comme les mesures proposées vont dans le sens de la réduction de l'utilisation de la voiture, elles auront également des effets positifs sur la consommation d'énergie, la pollution de l'air et la réduction de la consommation de ressources.

Elles permettront – et pour être particulièrement efficaces, exigeront – une réaffectation des grandes quantités d'espace dédiées aujourd'hui à la voiture individuelle, réduisant les effets de coupure.

Nous sommes aussi convaincus que les actions étudiées dans ce rapport répondent, d'une manière certes perfectible, à la nécessité d'aider les ménages en situation de précarité par une réduction de leurs dépenses. De plus, ces actions assurent voire améliorent les déplacements des personnes non-motorisées, à mobilité réduite ou affectées de difficultés cognitives. La dichotomie entre objectifs climat (moyen terme) et d'autres objectifs à plus court terme et plus « visibles » nous semble largement fautive.

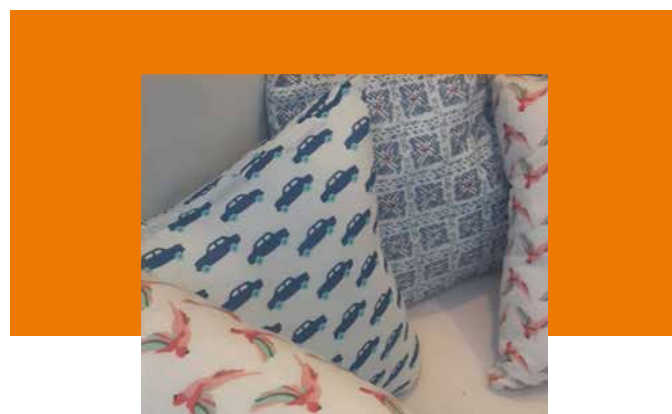
En résumé, les bénéfices des pratiques de mobilité alternative sont nombreux et peuvent être démontrés. Mais le changement ne sera pas facile à mettre en œuvre...

Pourquoi les habitants des ZMD changeraient-ils leurs habitudes ?

Lors de nos discussions, plusieurs interlocuteurs nous ont rappelé que la voiture est une composante essentielle du mode de vie périurbain. Les mesures décrites dans les sections « Comment développer... » des différents chapitres visent à première vue un changement de mode de transport, mais en réalité elles requièrent ou accompagnent une évolution du mode de *vie*.

Dans cette étude, nous avons essayé de répondre à la question « peut-on réaliser ce trajet autrement qu'en voiture individuelle ? »⁸⁰. Mais nous sommes conscients que le choix de mode peut modifier à court terme les destinations (faire ses achats à vélo dans un magasin plus proche) et, à long terme, les origines des trajets (déménagement pour être à distance facilement covoiturable / cyclable du travail). De la même manière que la promotion du système voiture a favorisé et accompagné l'étalement urbain, l'adoption de nouvelles manières d'organiser la mobilité (par exemple, combinaison d'e-commerce avec achat dans les commerces de proximité) favorisera une concentration des activités et une réduction des distances parcourues. Sans perte d'accessibilité.

Les mesures discutées dans ce rapport auront des effets bien au-delà du changement modal. Elles doivent donc s'inscrire dans des politiques qui ne visent pas seulement un changement de mode, mais une amélioration de la qualité de vie. A court et à long terme.



⁷⁹La multiplication de ces 7 à 10 minutes par la valeur du temps de travail donne ces milliards d'euros que les embouteillages « coûtent » à la société par an, souvent cités dans la presse généraliste mais aussi dans certaines publications techniques.

⁸⁰Autrement dit : même origine, même destination, avec un autre mode.

Sortir du lock-in

Les politiques publiques et les choix des agents économiques sont lourdement conditionnés par le chemin qui a mené à la situation actuelle (*path dependence*).

En France, le coût d'usage de la voiture reste bas. Des décennies d'investissement dans les infrastructures routières ont rendu la circulation relativement facile. Se garer en dehors des villes est facile. Faire réparer une voiture en panne, aussi. Dans ce contexte, comment sortir du *lock-in* ou « verrouillage » technologique et économique qui, par construction, favorise l'automobile ? En entamant une disruption par rapport aux objectifs, bien plus difficile à mettre en œuvre que la disruption par rapport aux moyens, qui souvent n'est que banal guépardisme : un grand changement technologique nécessaire pour que rien ne change.

Les futurS de la mobilité

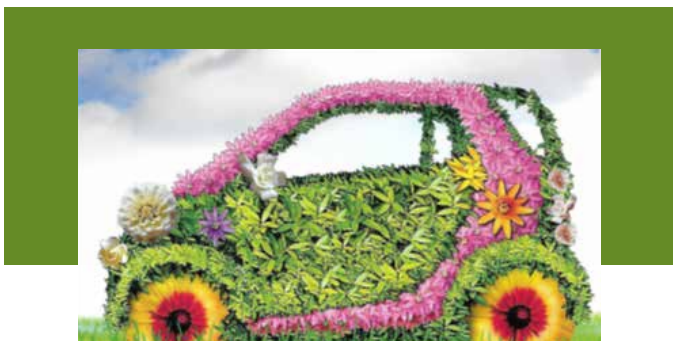
Les articles sur le futur de la mobilité se ressemblent étrangement : ils parlent (presque) tous de voitures sans conducteur, connectées et parfois partagées. La question climatique et celle de la disponibilité des carburants fossiles est évacuée avec une référence aux voitures électriques, « propres » ou « zéro émissions », sans cependant adresser les questions des limites des ressources métalliques, des émissions de fabrication, etc. La faisabilité technique est minimisée et remplacée par la notion d'inévitabilité : les voitures autonomes arriveront, ce n'est qu'une question de temps. La vision reste celle d'une mobilité illimitée : envoyer une voiture vide chercher un enfant dans une autre ville, dormir paisiblement pendant que la voiture roule de la maison à la campagne au lieu de travail...

Ce changement de cap exigera une série de mesures qui augmenteront l'attractivité des mobilités alternatives, mais réduiront aussi celle de la voiture individuelle... Il faudra donc trouver la manière de rester sur la bonne trajectoire en minimisant les prévisibles résistances. La réaffectation graduelle de la voirie au covoiturage, par exemple, constitue une bonne mesure de transition : elle ne sera pas perçue comme « anti-voiture » et pourra même être présentée comme une manière de faciliter la circulation automobile.

La fin de l'hégémonie de la voiture aura des bénéfices autres que la décarbonation. Les co-bénéfices directement liés à la qualité de vie devront être mis en avant au moment d'engager les actions qui vont dans le bon sens.

A contre-courant de cette idéologie, les démarches décrites pour mettre en œuvre nos scénarios *Volontaristes* requièrent des évolutions technologiques relativement modestes et véritablement orientées vers la satisfaction d'objectifs climatiques : développement de véhicules ultra légers, plus proches des cycles que des voitures ; capteurs du taux d'occupation des véhicules pour mesurer le taux moyen et les émissions par v.km sur une période de temps, etc.

Une véritable politique de décarbonation de la mobilité requiert surtout **une analyse rigoureuse de l'utilité climatique** des technologies proposées par les marchands d'innovation, le rejet de celles qui aggravent le problème et le déploiement de mesures d'équilibre pour éviter les effets rebond. Un exemple : les nombreux Intelligent Transport Systems destinés à fluidifier le trafic automobile peuvent contribuer à réduire les émissions d'un véhicule sur un tronçon donné, mais aussi à augmenter le nombre de voitures qui passent par ledit tronçon par unité de temps. Rien ne garantit que le bilan sera positif (d'un point de vue climatique) en l'absence de mesures pour réduire l'espace dédié aux voitures. La fluidification peut créer les conditions pour une augmentation des v.km et donc des émissions.



Quelle suite donner à ce travail de prospective ? Nous pouvons imaginer plusieurs voies.

- La **première voie** consisterait à approfondir certaines questions et/ou élargir le périmètre d'étude, soit *géographiquement* (par exemple, inclusion d'autres pays européens), soit *thématiquement* (prise en compte des émissions liées à la fabrication, des émissions autres que CO₂, des effets rebonds, des co-bénéfices, des externalités, de la « mobilité résidentielle »...) soit *temporellement* (quelles trajectoires de transition mettre en place aujourd'hui pour réaliser les scénarios *Potentiel Maximal* ? quel impact des VE à plus long terme, sachant que leur impact commencera à se manifester plus significativement après 2026 ?).

- La **deuxième voie** consiste à lancer ou renforcer un projet de décarbonation de la mobilité périurbaine à l'échelle d'une région ou département. Plus concrètement, il s'agit d'abord de territorialiser l'analyse (vérifier dans quelle mesure l'analyse macro à échelle nationale reste valable à l'échelle régionale, afin d'adapter et préciser les estimations de potentiel). Il s'agit ensuite d'opérationnaliser la démarche : définir une trajectoire spécifique pour la région pilote, avec des objectifs à l'horizon 10 ans, et inscrire les actions publiques ou privées avec appui public (projets pilotes, POC, etc.) dans cette trajectoire.

- Une **troisième voie**, complémentaire de la deuxième, nous conduirait à travailler sur le cadre national et européen afin de modifier les réglementations, les formes de financement et l'éducation pour créer les conditions propices pour une mobilité véritablement décarbonée.

Ce rapport est le résultat d'un travail collectif. Je voudrais remercier tous ceux qui ont contribué à sa rédaction – Nicolas Raillard, Clémence Vorreux et les membres du Groupe de Travail – mais aussi les relecteurs des premières versions, les participants aux ateliers du 30 mars 2017 et le staff du Shift, pour l'organisation de l'évènement.

Francisco Luciano, septembre 2017



BIBLIOGRAPHIE

- **Rapports/études 112**
- **Articles/presse 115**
- **Qu'est-ce que The Shift Project ? 116**
- **Le directeur du Groupe de Travail 116**

Attention : cette bibliographie est incomplète. Ne sont référencés ici que les ouvrages cités dans le rapport. Le Groupe de travail s'est appuyé sur de nombreuses autres sources.

[ACA 2015] : Le budget de l'automobiliste de l'ACA, Auto Club Association, 2015

[ADEME 2012] : L'exercice de prospective de l'ADEME - «Vision 2030-2050», ADEME, 2012

[ADEME 2015] : INDDIGO, Etude nationale sur le covoiturage de courte distance, ADEME, 2015

[ADEME 2015b] : Réussir son plan de déplacements d'entreprise, ADEME Ile-de-France, 2015

[ADEME 2015c] : Etude nationale sur le covoiturage de courte distance - Enquêtes auprès des utilisateurs des aires de covoiturage, ADEME, 2015

[ADEME 2016] : Climat, Air et Energie, ADEME, 2016

[ADEME 2016b] : Etude d'évaluation sur les services vélos - Enquête sur le stationnement sécurisé intermodal, ADEME, 2016

[BoP 2016] : Les contraintes de mobilité pèsent davantage sur les femmes, L'Observatoire du BoP, 2016

[BOVAG-RAI 2016] : Mobility in figures 2016-2017 - Total ownership of bicycles (estimate), BOVAG-RAI et GfK Panel services, <http://bovagrai.info/tweewieler/2016/en/1-6-total-ownership-of-bicycles-estimate/>

[CAS 2009] : Le développement du télétravail dans la société numérique de demain, Cabinet Roland Berger, CAS, 2009

[CAS 2012] : Olivier PAUL-DUBOIS-TAINE, Les nouvelles mobilités dans les territoires périurbains et ruraux, CAS, 2012

[CBS 2015] : Factsheet – The Netherlands : cycling country, Centraal Bureau voor de Statistiek, 2015, https://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/9F9F3F71-9324-46D3-AD7E-076C59F8392D/0/2015factsheetnederlandfietsland_ENG.pdf

[CDC 2015] : Guide à usage des collectivités locales - Télécentres et tiers-lieux, CDC, 2015

[CEMT 2004] : Politiques nationales en faveur du vélo, CEMT - ITF désormais, 2004

[CEREMA 2011] : Fiche N°08 vélo - Vélo et transports publics - L'intermodalité, CEREMA, 2011

[CEREMA 2016] : Les supers pouvoirs des vélos urbains, CEREMA, 2016

[CGDD 2010] : Définitions et concepts de la mobilité régulière et locale, CGDD, 2010

[CGDD 2015] : Les comptes des transports en 2015, CGDD, 2015

[CGDD 2016] : Les motorisations et émissions de CO₂ des voitures particulières et des véhicules utilitaires neufs, CGDD, 2016

[CGDD 2016 bis] : Stéphane TASZKA, Nouveaux usages de la voiture Quel avenir ? Quels impacts ?, CGDD, 2016

[CGDD 2016b] : Les émissions de gaz à effet de serre par secteur en France, CGDD, 2015

[CGEDD 2015] : Pierre NARRING, Jean-Pierre DECOURCELLE et Jérôme PEYRAT, Requalifier les campagnes urbaines de France : Une stratégie pour la gestion des franges et des territoires périurbains, CGEDD, 2015

[CGET 2015b] : Anne FAURE, Guillaume GAUCHERAND et Marc LAGET, Le télétravail : des avantages pour les entreprises, les travailleurs et les territoires, En Bref #10, CGET, 2015

[CITEPA 2015] : Rapport national d'inventaire Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Séries sectorielles et analyses étendues, Citepa, 2015

[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, COST, 2011

[CRDALN 2012] : Robert LAUGIER, L'étalement urbain en France - Synthèse documentaire, CRDALN, 2012

[CREDOC 2009] : Régis BIGOT, Patricia CROUTTE, Catherine DUFLOS, Les différences de modes de vie selon le lieu de résidence, CREDOC, 2009

[CREDOC 2013] : Isabelle VAN DE WALLE, Le difficile pari des « courses durables » hors des centres-villes, CREDOC, 2013

[CREDOC 2014] : Adeline DEMBO, Aurélia VITTORI, Gilles CAPON, Nicolas SIOUNANDAN, Commerce non alimentaire : étude des comportements de consommation par circuit de distribution, CREDOC, 2014

[CRIA 2004] : Patricia SAJOUS, Habiter en espace périurbain et usages de la voiture, Centre de recherche sur les Réseaux, l'Industrie et l'Aménagement, 2004

[CSSC 2016] : Annual Cycling Monitoring Report 2016, Cycling Scotland Scottish Charity, 2016

[CTM 2010] : Madrid, a world reference, Consorticio Transportes Madrid, 2010

[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», CVTC, 2017

[DGEC 2015] : Scénarios prospectifs Energie – Climat – Air pour la France à l'horizon 2035, MEDDE DGEC, 2015

[EEA 2006] : Urban sprawl in Europe - The ignored challenge, European Environment Agency, 2006

[EIST 2011] : Piet RIETVELD, Telework and the transition to lower energy use in transport: On the relevance of rebound effects, Environmental Innovation and Societal Transitions, 2011

[EMTA 2008] : Situation of public transport in the European metropolitan areas, European Metropolitan Transport Authorities, 2008

[ENTD 2008] : Enquête Nationale Transport Déplacement, Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, 2008

[EPFL 2015b] : Vincent KAUFMANN et Emmanuel RAVALET, Analyse de l'enquête SNCF, EPFL, 2015

[FC 2015] : Roman LEDOUX, Hélène LE TENO, Jean-Marc JANCOVICI, Optimiser l'offre de mobilité dans les périphéries des villes, Carbone 4 pour La Fabrique de la Cité, 2015

[FE 2016] : Les territoires ruraux et périurbains, terres d'innovation pour la mobilité durable, Fabrique Ecologique, 2016

[FEVAD 2016] : Les chiffres clés : cartographie du e-commerce en 2016, FEVAD, 2016

[FMTBUD 2012] : National Cycling Plan 2020 - Joining forces to evolve cycling, Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development, 2012

[FVM 2013] : Lionel ROUGE et al., Réhabiliter le périurbain. Comment vivre et bouger durablement dans ces territoires?, Forum Vie Mobiles (SNCF), 2013

[FVM 2016] : Modes de vie et mobilité, une approche par les aspirations, Forum Vie Mobiles (SNCF), L'Obsoco, 2016

[FVM 2016b] : Sébastien MUNAFO, Marc PEARCE, Cadre de vie et mobilités de loisirs : une remise en question de la ville compacte ?, Forum Vie Mobile, 2016

[Goodwill 2015] : Etude de l'impact de l'activité physique et sportive (APS) sur l'entreprise, le salarié et la société civile, Goodwill, 2015

[GW 2012] : Le télétravail dans les grandes entreprises françaises, Comment la distance transforme nos modes de travail, Greenworking SAS, 2012»

[HEAT 2011] : Health Economic Assessment Tool, World Health Organization, 2011

[Héran 2011] : Frédéric HERAN, Pour une approche systémique des nuisances liées aux transports en milieu urbain, Les Cahiers scientifiques du transport, n° 59, p. 83-112, 2011

[Héran 2012] : Frédéric HERAN, Vélo et politique globale de déplacements durables, PREDIT, 2012

[Héran 2014] : Frédéric HERAN, Le retour de la bicyclette. Une histoire des déplacements urbains en Europe de 1817 à 2050, La découverte, 2014

[Héran, Mercat, Le Martret 2003] : Frédéric HERAN, Nicolas MERCAT, Yann LE MARTRET, Sustainable Transport, Rodney Trolley, 2003

[IAU 2006] : Robert ALLIO, Christian JACOB, Transports en commun sur les voies rapides en Ile-de-France, IAU IDF, 2006

[IAU 2016] : Gwenaëlle RATON, Corinne BLANQUART, Laure DE BIASI, Des circuits courts durables ? De l'utopie à la réalité..., Cahiers de l'IAU n°173, 2016

[ICCEPT 2012] : Timothy FOXON, Technological and institutional 'lock-in' as a barrier to sustainable innovation, Imperial College Centre for Energy Policy and Technology, 2012

[IDDRI 2012] : Mathieu Saujot, La Mobilité, l'autre Vulnérabilité Énergétique, IDDRI, 2012

[IDF 2014] : Bus express et partage multimodal des voies structurantes d'agglomération en Ile-de-France, Région Ile-de-France, 2014

[IDF 2017] : Région Ile-de-France, Le nouveau Plan vélo régional adopté, IDF, 2017

[IFSTTAR 2015] : Francis PAPON, Leslie BELTON CHEVALLIER, Sylvie ABOURS, Etienne COME, Sophie MIDENET, et al., Rapport du projet VERT. Le vélo évalué en rabattement dans les territoires. Volume 1. [Rapport de recherche], IFSTTAR - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux, 2015

[INSEE 2009] : Brigitte BACCAÏNI et François SEMECURBE, La croissance périurbaine depuis 45 ans, pôle Analyse territoriale, Insee, 2009

[INSEE 2010] : Jean COLLOBERT et Nicole GICQUAUD, Dis-moi où tu vis, je te dirai qui tu es - Le périurbain, espace des familles, INSEE Pays de la Loire, 2010

[INSEE 2010b] : Définitions et concepts de la mobilité régulière et locale, INSEE, 2010

[INSEE 2013] : Mobilités professionnelles en 2013 : déplacements domicile - lieu de travail, INSEE, 2013

[INSEE 2016b] : Julie ARGOUARC'H, Antoine BOIRON, Les niveaux de vie en 2014, INSEE, 2016

[INSEE 2016c] : Maud COUDENE et David LEVY, De plus en plus de personnes travaillent en dehors de leur commune de résidence, INSEE, 2016

[INSEE 2017] : Frédéric TALLET, Partir de bon matin, à bicyclette..., INSEE, 2017

[JTRF 2012] : Erica WYGONIK, Anne GOODCHILD, Evaluating the Efficacy of Shared-use Vehicles for Reducing Greenhouse Gas Emissions: A U.S. Case Study of Grocery Delivery, Journal of the Transportation Research Forum, 2012

[LBMG Worklab] : Livre blanc national sur le télétravail et les nouveaux espaces de travail, LBMG Worklabs, 2012

[LFR 2010] : Mélanie BIGARD, Éric DURIEUX, Occupation du territoire et mobilités : une typologie des aires urbaines et du rural, La France et ses régions, 2010

[LMI 2013] : Mobilité, insertion et accès à l'emploi - Constats et perspectives, Laboratoire de la Mobilité inclusive/Auxilia, 2013

[MAMP 2016] : Mobilité métropolitaine : l'Agenda, Métropole Aix-Marseille Provence, 2016

[MEEDDM 2010] : Etude JARDIVERT, Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, 2010

[MEEM 2016] : Stratégie de Développement de la Mobilité Propre, Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, 2016

[MEEM 2016b] : Fiscalité des énergies, Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, 2016

[MIE 2016] : Cycling and walking : the grease in our mobility chain, Ministry of Infrastructure and the Environment / KiM Netherlands Institute for Transport Policy Analysis, 2016

[NCE 2014] : Accessibility in Cities : Transport and Urban Form, The New Climate Economy / London School of Economics, 2014, <http://static.newclimateeconomy.report/wp-content/uploads/2014/11/Transport-and-urban-form.pdf>

[OCDE 2014] : Under-taxing the benefits of company cars, OCDE, 2014

[PHEBUS 2013] : Résultats de l'enquête Phébus 2013, MEEM, 2013

[PIPAME 2016] : Usages novateurs de la voiture et nouvelles mobilités / Série Prospective / Rapport final, CGDD, DGE, PIPAME, 2016

[PREDIT 2009] : KORSU, MASSOT, ORFEUIL, Le concept de ville cohérente : réponse aux débats entre ville étalée et ville compacte, PREDIT, Programme de Recherche et d'Innovation dans les Transports Terrestres, 2009

[PREPA 2017] : Projet de plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques, 2017

[RACF 2011] : Etalement urbain et changements climatiques, Réseau Action Climat France, 2011

[RACF 2014] : Lorelei LIMOUSIN, Denis VOISIN, Les solutions de mobilité soutenable en milieu rural et périurbain, RAC-F, FNH, 2014

[Razemon 2016] : Olivier RAZEMON, Comment la France a tué ses villes, Rue de l'échiquier, 2016

[RDE 2015] : Audrey BERRY, Comment mesurer la précarité énergétique en matière de transport, La Revue de l'Energie n°625, 2015

[RF 2006] : Anne CAZALA, Jean DETERNE, Gilles CRESPIY, Pierre GARNIER, Guy DE MONCHY, Pierre RIMATTEI, Rapport sur la comparaison au niveau européen des coûts de construction, d'entretien et d'exploitation des routes, République Française, 2006

[SI 1998] : Alan DURNING, Yoram BAUMAN, Tax Shift, Sightline Institute, 1998

[SNBC 2015] : Stratégie Nationale Bas-Carbone, MEEM, 2015

[SNCF 2015b] : Les contrats de plan Etat-région, <http://www.sncf-reseau.fr/fr/a-propos/notre-strategie/developper-lattractivite-du-reseau/cper>, SNCF, 2015

[STIF 2017] : Le nouveau train d'Ile-de-France, STIF, 2017

[TDF 2017] : Bicycle Agenda 2017-2020, Tour de Force 2020, 2017, http://tourdeforce2020.nl/wp-content/uploads/2017/02/Bicycle_Agenda_2017-2020.pdf

[TCRP 2004] : Katherine TURNBULL, John EVANS, Herbert LEVINSON, Park-And-Ride/Pool: Traveler Response to Transport System Changes, Transit Cooperative Research Program, 2004

[TCRP 2005] : Erin VACA, J. Richard KUZMYAK, Traveler Response to Transportation System Changes Handbook, Third Edition : Chapter 13, Parking Pricing and Fees, Transit Cooperative Research Program, 2005

[Théma 2016] : Rémi POCHERZ, Nicolas WAGNER, Isabelle CABANNE, Projections de la demande de transport sur le long terme, MEEM, 2016

[TRPA 2016] : Anne Aguilera, Virginie Lethiais, Alain Rallet, Laurent Proulhac, Home-based telework in France: Characteristics, barriers and perspectives, Transportation Research Part A, 2016

[UCB 2015] : Alice BILLOT-GRASSET, Typologie des accidents corporels de cyclistes âgés de 10 ans et plus : un outil pour la prévention, Université Claude Bernard - Lyon I, 2015

[WBPR 2009] : Zmarak SHALIZI, Franck LECOCQ, Climate Change and the Economics of Targeted Mitigation in Sectors with Long-Lived Capital Stock, World Bank Policy Research Working Paper No. 5063, 2009

ARTICLES/PRESSE

[Actu-E 2016b] : Dorothée LAPERCHÉ, Le télétravail : un levier peu exploité par les collectivités pour réduire les flux de déplacement, Actu-Environnement, 14/11/2016

[AEP 2016] : Enzo et Xavier MOLENAT, La France périurbaine a-t-elle été abandonnée ?, AlterEco Plus, 2016

[ArgusPro 2016] : Sarah D'HERS, Les investissements publicitaires de l'automobile en baisse, L'argus PRO, 25/02/2016

[Forbes 2015] : Jacob Morgan, Five Things You Need To Know About Telecommuting, Forbes, 2015

[La Croix 2016] : Michel WAITROP, Le commerce électronique au défi du dernier kilomètre, La Croix, 19/12/2016

[Lelabo 2017] : Les Tiers-lieux : là où le travail se transforme, Le labo de l'économie sociale et solidaire, 10/01/2017

[Le Point 2016] : Le covoiturage sur courte distance peut-il faire sauter les bouchons?, Le Point, 01/07/2016

[Les Echos 2017] : La fin annoncée de l'hypermarché, Les Echos, 14/03/2017

QU'EST-CE QUE *THE SHIFT PROJECT* ?

The Shift Project est un think tank qui œuvre en faveur d'une économie post-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.

ÉCLAIRER :

- Nous constituons des groupes de travail autour des enjeux les plus délicats et les plus décisifs de la transition vers une économie post-carbone ;
- Nous produisons des analyses robustes et chiffrées sur les aspects clés de la transition ;
- Nous élaborons des propositions innovantes, avec le souci d'apporter des réponses à la bonne échelle.

INFLUENCER :

- Nous menons des campagnes de lobbying pour promouvoir les recommandations de nos groupes de travail auprès des décideurs politiques et économiques ;
- Nous organisons des événements qui favorisent les discussions entre parties prenantes ;
- Nous bâtissons des partenariats avec les organisations professionnelles, le monde universitaire et des acteurs internationaux.

The Shift Project (TSP) est soutenu par des leaders économiques qui veulent faire de la transition énergétique leur priorité stratégique. En 7 ans, nos travaux ont eu un impact notable sur l'élaboration des politiques publiques nationales et européennes.

www.theshiftproject.org

LE DIRECTEUR DU GROUPE DE TRAVAIL

Francisco Luciano, directeur du Groupe de Travail du *Shift*, est un ingénieur civil et urbaniste spécialisé en mobilité. Diplômé de l'Universidad Nacional de Córdoba, de l'Universität Stuttgart et de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, il a consacré sa carrière aux transports urbains et au développement soutenable des villes. Tour à tour chercheur, urbaniste pour la banque de développement allemande, directeur de projets de tramway et responsable de projets de développement international d'une multinationale du transport public, il exerce aujourd'hui une activité de consultant indépendant et entrepreneur.

CONTACT

Francisco LUCIANO

francisco.luciano@theshiftproject.org

Nicolas RAILLARD

nicolas.raillard@theshiftproject.org

CONTACT PRESSE

Jean-Noël GEIST

jean-noel.geist@theshiftproject.org

01 76 21 10 20

Site web: www.theshiftproject.org

**THE SHIFT
PROJECT**
THE CARBON TRANSITION THINK TANK