GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

RAPPORT THÉMATIQUE
Février 2022

PROSPECTIVE 2040-2060 DES TRANSPORTS ET DES MOBILITÉS

20 ans pour réussir collectivement les déplacements de demain

Marchandises

Transports routiers, ferroviaires, fluviaux et leur logistique urbaine

Travaux coordonnés par :
Régine Bréhier
Geoffroy Caude
Michel Savy

CGEDD
CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

FRANCE STRATÉGIE
ÉVALUER. ANTICIPER. DÉBATTRE. PROPOSER.

Sommaire

Avant-propos **7**

Introduction **11**

1 La prospective 2040-2060 pour le fret terrestre **15**

1.1 Le groupe « Transport de marchandises » et les ateliers thématiques 15

1.2 Les scénarios prospectifs 16

2 Le transport routier **20**

2.1 Dynamique du transport de fret terrestre en France 20

2.1.1 Le transport de fret terrestre en 2017 20

2.1.2 Évolution de 1990 à 2017 22

2.2 Perspectives tendancielles et leviers d'action 24

2.2.1 Perspectives tendancielles 24

2.2.2 Leviers d'action 26

Motorisations 26

Sobriété du transport de fret 27

Sobriété de la demande de transport 29

2.3 Scénarios prospectifs 30

2.3.1 Scénario « pire climatique » 30

2.3.2 Scénario « ambition de base » 31

2.3.3 Scénario « poussée technologique » 34

2.3.4 Scénario « poussée de sobriété » 35

2.3.5 Scénario « hyper-contraint » 35

2.3.6 Scénario « neutralité » en carbone (pari technologique) 36

2.4 Perspectives 37

3 Transport ferroviaire et transport fluvial **44**

3.1 Rétrospective des trafics ferroviaires et fluviaux 45

3.1.1 Rétrospective des trafics ferroviaires 45

3.1.2 Rétrospective des trafics fluviaux 46

3.1.3 Rétrospective des émissions de GES du transport ferroviaire et du transport fluvial....49
3.2 La dynamique de rebond éclaire l'avenir des transports ferroviaires et fluviaux....50
3.2.1 La SNFF et le pacte ferroviaire permettent d'inverser les tendances antérieures....50
3.2.2 Le COP de VNF et la liaison Seine-Escaut placent le transport fluvial dans une perspective dynamique....51
3.3 Les trois scénarios de projection de la demande de transport ferroviaire et de la demande de transport fluvial....52
3.3.1 Partage modal du fret dans les trois scénarios....52
3.3.2 Les trois scénarios de la demande de transport ferroviaire....57
3.3.3 Les trois scénarios de la demande de transport fluvial....59
3.4 Les mesures propres à crédibiliser les scénarios....60
3.4.1 Les mesures propres au transport ferroviaire....60
3.4.2 Les mesures propres à la décarbonation du transport fluvial suite à la feuille de route de la CCNR....61
3.5 Les émissions de GES propres aux trois scénarios....62
3.5.1 La projection des émissions du transport ferroviaire....62
3.5.2 La projection des émissions du transport fluvial....62
3.6 Desserte massifiée des ports....63
3.7 Les recommandations de l'atelier....65

4 Logistique urbaine....68

4-1 La logistique urbaine en 2020....68
4.1 Un secteur difficile à appréhender....68
4.1.1 Un périmètre aux contours imprécis....68
4.1.2 Le développement du e-commerce....73
4.1.3 Les impacts environnementaux de la logistique urbaine....75
4.2 Un secteur en constante évolution....79
4.2.1 Les évolutions récentes....79
4.2.2 Le développement de la livraison instantanée....81
4.2.3 Les leçons de la crise COVID....81
4.3 Les scénarios prospectifs....83
4.3.1 Scénario hyper-contraint....84

4.3.2 Scénario du pire climatique 84
4.3.3 Scénario ambition de base 85
4.3.4 Scénario de neutralité carbone 87
4.4 Vers la neutralité carbone ? 88
4.4.1 Un risque d'inefficacité 88
4.4.2 Quelques pistes d'action à privilégier 89
Favoriser les stratégies collaboratives 92

Annexes 94

1 La démarche générale de prospective 2040-2060 95
1.1 Objectifs de la démarche 95
1.2 Organisation des travaux 95
1.3 Méthodologie 96

2 Quelques éléments de cadrage communs aux différents groupes 98
2.1 La démographie 98
2.2 Le contexte macroéconomique 98
2.3 Les mutations du travail 100
2.4 Les tendances révélées par la crise sanitaire éclairent la prospective 100

3 Éléments sur le fret routier 103

4 Éléments sur le transport ferroviaire de fret 106

5 Le transport fluvial 107
5.1 Les chemins de la décarbonation et de la réduction des émissions atmosphériques du transport fluvial 107
5.2 Les initiatives déjà prises ou en cours pour engager la transition énergétique et la décarbonation progressive du secteur fluvial 113
5.2.5 Les certificats d'économie d'énergie (CEE) 118
5.2.6 Les questions du cumul des aides, de leur efficacité et de leur intensité 119
5.2.7 Les mesures réglementaires nationales ou européennes 120
5.3 Une proposition de stratégie de décarbonation du secteur fluvial 121
5.3.1 La déclaration de Mannheim 121

5.3.2 La déclinaison française 122
5.4 Le développement des bornes de recharge électrique et GNV dans les ports fluviaux 123
5.4.1 L'évolution de la réglementation 123
5.4.2 Le financement 124
5.4.3 Le signal-prix carbone 124
5.4.4 Les politiques de report modal 124

6 Les Véhicules utilitaires légers (VUL) 125

7 Une estimation de la part des émissions professionnelles de la logistique urbaine au sein du transport routier de marchandises 128
7.1 Les chiffres du transport routier de marchandises 128
7.2 Les VUL 128
7.3 La logistique urbaine 129

8 Circuits courts -Note de travail 130

9 Liste des personnes ayant participé aux différents ateliers 135
9.1 Transport routier de marchandises 135
9.2 Transports ferroviaires et fluviaux 135
9.3 Logistique urbaine 136

Liste des personnes auditionnées par l'atelier Logistique urbaine 137

10 Glossaire des sigles et acronymes 138

Avant-propos

Le recours à la prospective a toujours servi à éclairer l'avenir des transports. Le partage modal entre le rail, la route et les voies d'eau, les instruments de régulation de ce partage, la tarification routière obligatoire, le tour de rôle réglant naguère l'affectation du fret au transport fluvial, les concessions et les péages, les nouvelles infrastructures à réaliser ont constamment fait l'objet de réflexions au sein du monde des transports depuis plus d'un siècle. La plupart de ces questions sont toujours d'actualité : elles ont été présentes dans les débats des assises de la mobilité de 2017, démarche conjuguant écoute des attentes des citoyens, des territoires, et des acteurs du secteur qui ont précédé la loi d'orientation sur les mobilités de 2019 afin de préparer une politique qui réponde aux besoins des transports du quotidien. Plusieurs éléments de « compréhension de notre avenir » amènent cependant à poser aujourd'hui différemment les termes d'une prospective des transports : l'urgence climatique, le défi des pollutions atmosphériques, l'évolution de nos comportements dans ce contexte vont sans nul doute influencer très fortement l'avenir des transports, mais aussi des politiques publiques associées. De plus, ces dernières devront prendre en compte, plus que jamais, les immenses incertitudes qui pèsent aujourd'hui sur le devenir des technologies carbonées et décarbonées et sur l'évolution des comportements, partagés entre les besoins de déplacements fréquents, fiables, rapides à courte et longue distances et la nécessité de la sobriété.

L'urgence climatique amène à repenser l'avenir des transports et de la mobilité

Le premier volume du sixième rapport scientifique du GIEC, paru début août 2021 montre que les émissions de gaz à effet de serre dues aux activités humaines ont élevé les températures d'environ 1,1 °C depuis la période 1850-1900 et conclut que l'augmentation de la température mondiale, en moyenne sur les vingt prochaines années, devrait atteindre ou franchir le seuil de +1,5 °C. Il fait valoir qu'à moins de réductions immédiates, rapides et massives des émissions de gaz à effet de serre, la limitation du réchauffement aux alentours de 1,5 °C, ou même à 2 °C, sera hors de portée.

Lors du sommet pour la planète le 12 décembre 2020, le secrétaire général de l'ONU a appelé les gouvernements à déclarer l'état d'urgence climatique dans leur pays jusqu'à ce que la neutralité carbone soit atteinte, tandis que, fin 2019, l'Union européenne avec le pacte vert et la France avec la loi climat-énergie se sont engagées à atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050.

Comme le souligne le rapport de l'ONU de décembre 2020, « le transport est responsable de près du quart des émissions mondiales de gaz à effet de serre et ses émissions devraient doubler d'ici 2050 ». « *Mais l'humanité, [selon ce rapport], peut réduire cette augmentation en adoptant la mobilité électrique à la fois pour les particuliers et les transports publics, et en créant des espaces sûrs où les personnes pourront marcher, pédaler et utiliser d'autres formes de transports non motorisés. De telles pratiques auront également d'autres bénéfices. Ainsi, en l'absence de réduction des émissions des véhicules, la mortalité résultant de l'exposition aux gaz d'échappement dans les zones urbaines devrait augmenter de plus de 50 % d'ici 2030* ».

L'Union européenne a présenté en décembre 2020 sa stratégie de mobilité durable et intelligente destinée à relever le défi de la réduction de 90 % d'ici 2050 des émissions (à l'échappement) du secteur des transports : « *Afin d'atteindre nos objectifs climatiques, les*

émissions provenant du secteur des transports doivent s'inscrire nettement à la baisse. La stratégie présentée aujourd'hui bouleversera la façon dont les personnes et les marchandises circuleront partout en Europe et permettra de combiner aisément différents modes de transport au cours d'un même trajet. »

Avec 31 % des émissions françaises, les transports sont aujourd'hui le secteur le plus émissif de gaz à effet de serre dans notre pays. À la différence des autres secteurs, ses émissions continuent d'augmenter - de plus de 10 % ces trente dernières années - alors que, dans les trente prochaines, nous devrions les diviser par un facteur dix. Le message de la convention citoyenne pour le climat est le même lorsqu'elle "*invite les acteurs économiques à mener une action plus volontariste en faveur de la transition écologique* ». Si on y inclut aussi les empreintes des véhicules[1] et des infrastructures[2] ainsi que les émissions amont[3] liées à la fabrication des carburants, les émissions du secteur des transports ainsi élargi représenteraient 48 % du total tous secteurs. En moins d'une génération, l'industrie des matériels de transport et la mobilité vont devoir apprendre à se passer d'hydrocarbures d'origine fossile, y compris dans les secteurs de l'aérien et du maritime.

La sensibilité croissante aux effets de la pollution locale renforce la nécessité de prendre en compte cette dimension dans la réflexion

Les concentrations de polluants dans les villes européennes restent préoccupantes et entraînent des conséquences sur la santé des populations, qui se chiffrent en « centaines de milliers de décès prématurés ». Plusieurs grandes villes européennes ont ainsi annoncé à court terme des limitations de circulation pour les véhicules les plus polluants, suite au scandale du *dieselgate* et aux dépassements à répétition des normes européennes de qualité de l'air. La part des ventes de diesel continue de décroître en France, mais aussi dans la plupart des pays européens, au profit aujourd'hui principalement de l'essence, tandis que les ventes de véhicules électriques ou hybrides augmentent rapidement. En juillet 2020, le Conseil d'État avait ordonné au gouvernement d'agir pour améliorer la qualité de l'air dans plusieurs zones en France, sous peine d'une astreinte de dix millions d'euros par semestre de retard.

En août 2021, le Conseil d'État a estimé que les mesures prises aujourd'hui ne permettraient pas d'améliorer la situation dans le délai le plus court possible, et a condamné l'État à payer l'astreinte de dix millions d'euros pour le premier semestre de l'année 2021, mais les transports ne sont pas la seule source de pollution locale.

Réconcilier les comportements et les modes de vie avec la nécessaire transition écologique et énergétique

Le transport ou la mobilité sont des intermédiaires économiques qui rendent possibles des consommations ou des usages. Ils ne sont donc généralement pas recherchés pour eux-mêmes, en dehors d'activités de loisir (tourisme automobile et cycliste, promenade à pied). Les bénéfices que l'on en tire sont attachés à l'atteinte d'un but et non au déplacement en lui-même, dont on ne perçoit bien souvent directement que les désagréments (émissions, bruit, temps passé, accidents, coût, etc.). Les modifier pour réduire les émissions de gaz à effet de serre ou la pollution locale suppose ainsi une évolution plus

[1] Le rapport de la CCTN (p123) de 2017 estime cet effet à 0,4 t CO_2 par habitant.

[2] 7 % des empreintes des véhicules, plus celles des infrastructures de chemins de fer et TCU lourds

[3] Sur la base de 20 % des émissions directes du secteur des transports.

générale des pratiques de vie, et implique d'importants enjeux économiques et sociaux.

Or, l'urgence climatique appelle à des changements profonds dans nos façons de vivre, de consommer et de se déplacer, en un mot à plus de sobriété. Les tendances les plus visibles aujourd'hui, développement des *low costs* aériens ou multiplication des livraisons instantanées à domicile par exemple, révèlent plutôt une aspiration à plus de rapidité : seule une faible minorité de la population traduit ses préoccupations environnementales dans un ajustement spontané vers plus de sobriété et vers des modes de transports lents, voire du non-déplacement, ainsi que vers de nouvelles formes de mobilité grâce aux progrès numériques. Ainsi, l'enquête « Conditions de vie et aspirations » du Crédoc montre que les jeunes Français délaissent de plus en plus la voiture, et se tournent vers des modes de transports alternatifs (covoiturage, vélo partage, transports en commun) et sont prêts à s'impliquer dans des pratiques collaboratives. Mais la part modale du véhicule particulier reste supérieure à 80 % et le transport aérien intérieur est le mode qui, avec une augmentation de 15 %, a le plus progressé depuis 2012.

De plus, la mobilité des personnes et des biens est un domaine où les tensions et attentes contradictoires sont fortes : l'histoire récente a vu des mesures engageant des transitions volontaristes susciter de très fortes réticences. La crise des bonnets rouges qui a fait reculer le gouvernement sur l'écotaxe, puis celle des gilets jaunes qui a conduit à abandonner la trajectoire de taxation du carburant initialement envisagée, ont montré que les tentatives d'adresser des signaux économiques à des acteurs dont l'univers de choix et les motivations ne sont pas préparés à les recevoir menaient à une impasse.

Ainsi la réflexion est nécessaire pour réconcilier l'évolution des comportements non seulement avec l'urgence climatique et la réduction des pollutions locales, mais aussi avec les conséquences économiques de leur prise en compte.

Les prévisions d'émissions de gaz à effet de serre de la Prospective 2006 du Conseil général des ponts et chaussées : un exercice à revisiter

En 2006, le Conseil général des ponts et chaussées avait publié un rapport de prospective des transports à horizon 2050. Il traçait des perspectives possibles des transports et de la mobilité, en déduisait quelques recommandations pour l'action publique en identifiant un certain nombre de points communs aux différents scénarios étudiés :

- l'impact du changement modal vers les transports collectifs urbains, les TER ou le fret ferroviaire serait assez faible dans tous les cas ;
- les TGV et l'aviation continueraient de croître, portés par la croissance des déplacements à longue distance alors que les déplacements courts stagneraient ;
- les réductions d'émissions de CO_2 des transports routiers et la moindre dépendance au pétrole variaient selon les scénarios. Les politiques menées à l'égard des véhicules et des carburants étaient appelées à jouer un rôle majeur :
    - le véhicule le plus répandu resterait polyvalent : un même véhicule serait utilisé tant pour les déplacements quotidiens que pour les départs en vacances. Le moteur thermique garderait sa prédominance. Les motorisations hybrides se généraliseraient, permettant de diminuer les

émissions de CO_2 et polluants. Les rendements énergétiques des moteurs thermiques continueraient à progresser ;

- une incorporation croissante de biocarburants durables permettrait les réductions d'émissions dans les parcours à longue distance ; l'usage de l'électricité pour la courte distance se généraliserait ;

- le transport routier de marchandises resterait largement dominant et serait peu électrifié ; la taille des PL passerait de 40 t à 44 t, voire 60 t dans un scénario, ce qui permettrait à la fois une baisse des émissions et une baisse des prix.

Ce rapport se fixait l'objectif de diviser par trois les émissions de gaz à effet de serre des transports terrestres à l'horizon 2050, loin des objectifs actuels de division par dix de ces mêmes émissions. Depuis cette parution, une meilleure connaissance de l'évolution climatique, dont la rapidité est sans précédent dans l'histoire humaine, et la trajectoire réelle des émissions ont très sensiblement modifié la donne.

Introduction

Le système de transport de marchandises, dans sa diversité et sa complexité, se caractérise à la fois par son évolution constante en fonction de son environnement économique, des changements techniques, des politiques de transport, etc. et par le rythme relativement lent de ces évolutions, par exemple pour ce qui concerne le réseau d'infrastructures. Il est étroitement lié, au-delà du transport lui-même, au système d'organisation logistique et à ses performances ainsi qu'aux choix corrélatifs opérés tant en matière de modes de transport, que d'allotissement et de stockage par les chargeurs ou par les commissionnaires de transport pour répondre aux besoins des industriels ou des ménages.

Le système de transport s'inscrit dans le temps long. En conséquence et pour anticiper sur ses évolutions possibles, *a fortiori* pour élaborer une politique touchant aux mécanismes essentiels du dispositif, une vision à long terme des perspectives du transport de marchandises et de l'organisation logistique est nécessaire, en dépit des incertitudes marquant l'avenir et précisément pour essayer de les appréhender.

La réflexion présentée ici contribue à l'exercice d'ensemble « Prospective des mobilités 2040–2060 » lancé conjointement par le Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) et France Stratégie démarré en 2019 (voir annexe 1).

Par nécessité de cohérence, la réflexion prospective sur le transport de fret partage ainsi avec les réflexions sur les transports de personnes des hypothèses communes : d'une part, des projections démographiques ou macroéconomiques (voir annexe 2) ; d'autre part, des scénarios d'évolution des techniques de transport, en particulier pour ce qui touche les motorisations des véhicules de transport, leur consommation énergétique et la nature de l'énergie consommée.

Une réflexion transversale complémentaire est en outre consacrée à l'organisation du territoire (rapport thématique aménagement) : sachant qu'elle est essentiellement tournée sur les déplacements de personnes, il est utile de préciser certaines appréciations générales sur le fret et sur la logistique des marchandises.

Un autre pan de la réflexion transversale porte sur les risques et sur les incertitudes qui sont attachés à cette prospective mais là aussi la focalisation principale vise la mobilité des personnes si bien que ces incertitudes seront exposées au niveau de chacun des modes de transport présentés.

À cet égard il convient de souligner que ce rapport traite des transports de marchandises par voies terrestres (route, fer, fleuve) et qu'il n'aborde pas le sujet des transports maritimes et des ports qui donne lieu à un rapport thématique spécifique, ni du transport de fret aérien qu'il n'a pas été jugé utile d'approfondir dans le cadre de ce travail.

L'exercice s'inscrit, délibérément, dans une ambition politique majeure : amener l'ensemble des activités de notre pays à un bilan carbone neutre (l'ensemble des émissions diminuées des absorptions dans les « puits de carbone » est nul) en 2050. Il s'intéresse donc aux différents facteurs explicatifs du niveau des émissions, en particulier aux motorisations ainsi qu'aux comportements de mobilité des ménages et acteurs économiques qui dépendent aussi des conséquences de l'urbanisation sur la mobilité.

Il cherche ainsi à faire émerger une vision partagée des conséquences d'un certain nombre de choix possibles de politique publique aux différents niveaux, des possibilités de les décentraliser, mais aussi de la gravité des conséquences et des risques associés si certains choix n'étaient pas effectués, à moyen comme à long terme.

*

* *

Si l'on se place du point de vue des niveaux d'émission, on constate que le transport de marchandises émet environ le tiers des émissions de CO_2 de l'ensemble des mobilités et que le transport routier à soi seul pèse 99 % des émissions du transport terrestre, le fer et le fluvial étant à cet égard marginaux alors que leur part modale se situe au niveau de 10 % des déplacements de marchandises. La prospective développée au chapitre 2 aborde cette réflexion en combinant performances technologiques et sobriété pour décrire les hypothèses sous-jacentes aux différents scénarios considérés.

L'analyse menée par le groupe fret montre que la prolongation des tendances actuelles (scénario tendanciel) conduirait à un accroissement des émissions du transport de marchandises de près de 50 % à l'horizon 2050 si bien que la neutralité carbone passe par la combinaison d'une décarbonation des motorisations et par une sobriété accrue.

La composante technologique est décrite dans le rapport thématique motorisation : « *Dans le domaine routier, les premiers PL neutres en carbone font leur apparition dans la décennie 2020-2030 si bien que les poids lourds neufs sont neutres à l'émission à partir de 2040 (conformément à la loi de lutte contre le dérèglement climatique) et la neutralité carbone « directe » (hors empreinte) des VP et des PL est obtenue en 2050 ».*

Cette composante n'est pas suffisante pour aboutir à la neutralité carbone et appelle à un effort de sobriété. L'une des possibilités de sobriété est celle de la massification, qui consiste à la fois à mieux remplir les véhicules (routiers) mais aussi à recourir davantage aux modes ferroviaire et fluvial grâce au transfert modal. Ce transfert ne sera bénéfique du point de vue des émissions de GES que si ces modes parviennent également à se décarboner plus complètement, de façon à ne pas perdre l'avantage compétitif qu'ils ont aujourd'hui en termes d'émission unitaire de CO_2 par rapport à la route sur les types de transport où ils sont pertinents. Elle est traitée dans le chapitre 3.

Une autre possibilité serait la réduction des besoins de transports de marchandises : le groupe n'a pas exploré l'idée d'une réduction significative du recours à moins de matériaux dans les processus de fabrication de biens. On constate que l'indice de consommation intérieure de matières (*domestic material consumption index*) varie peu depuis quelques années comme en témoigne la figure 1. En outre, la France ne devrait pas connaître à l'avenir de forte diminution des flux terrestres de pondéreux énergétiques (charbon principalement), largement disparus dès les années 1980 avec la montée en régime de la production nucléaire, à la différence de pays où la production d'énergie électrique est encore d'origine thermique.

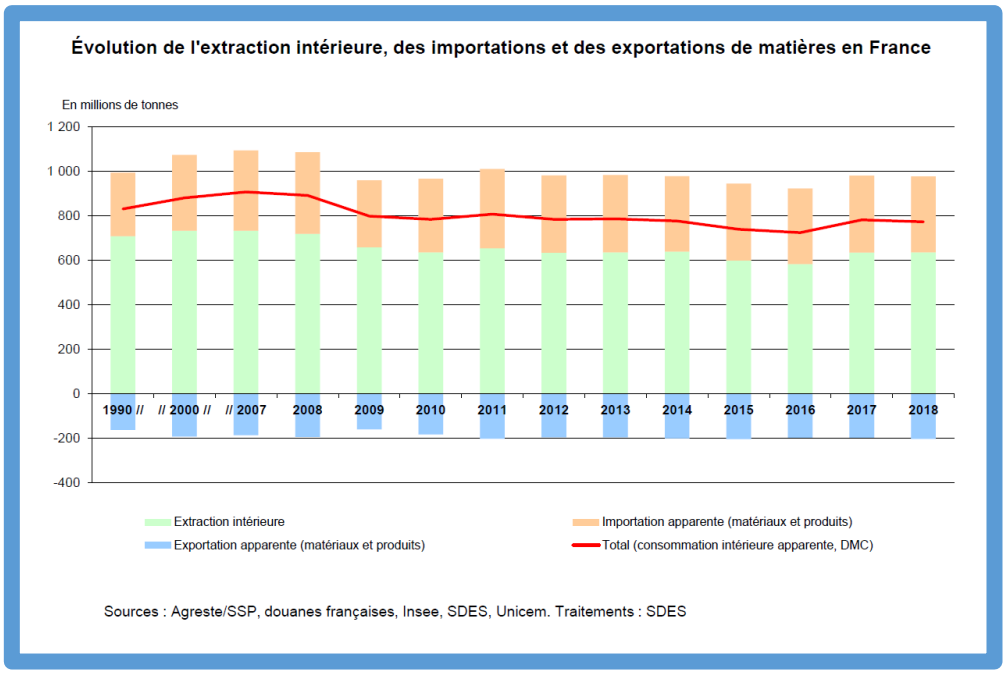


Figure 1

Néanmoins, une telle possibilité doit être considérée dans le rapport thématique « transport maritime et ports » pour les produits pétroliers (qui sont massivement transportés par oléoducs dans leur parcours terrestre et n'apparaissent donc pas dans cette étude), prolongeant ainsi une réflexion menée en 2013 pour le compte du port de Rotterdam par des consultants associés au programme Climat du club de Rome. Au plan européen on constate la réduction significative du recours aux énergies fossiles qui, sur la base d'un indice 100 en 2000, passent de l'indice 105 de 2003 à 2006 pour descendre à 80 en 2019 et moins de 70 en 2020, tendance qui ne fera que s'accentuer, même s'il faut mettre en regard un report partiel sur les biocarburants.

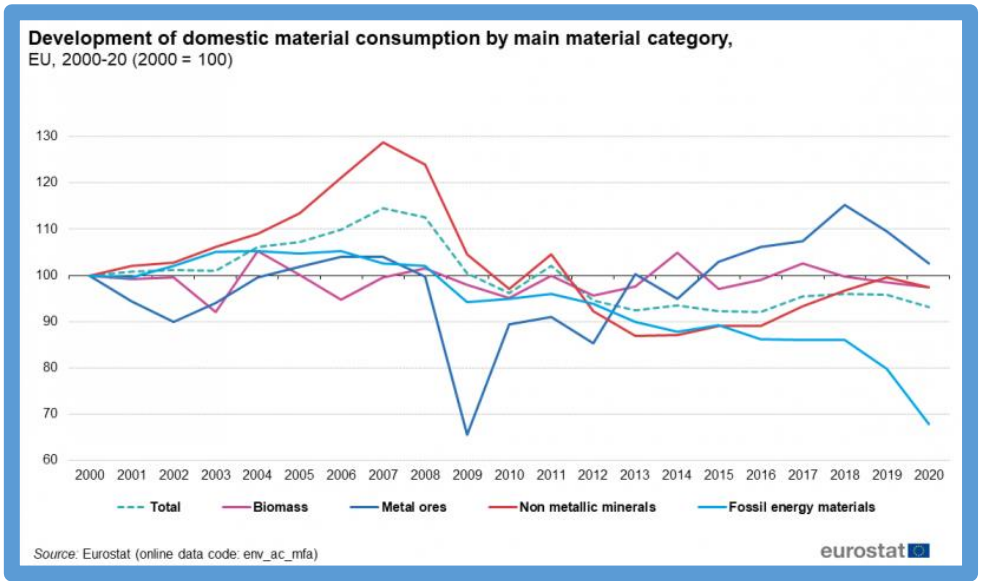


Figure 2

Les possibilités de sobriété dans le transport de marchandises sont à relier à l'organisation logistique qui a deux grandes composantes : la logistique industrielle et celle de distribution.

Pour la logistique industrielle, la diminution des transports maritimes peut provenir d'une certaine forme de réindustrialisation (*reshoring*)[4], mais même si une politique industrielle plus affirmée aux niveaux français et européen est mise en œuvre les effets resteront relativement limités en termes de flux. Le FIT/ODCE pour sa part a considéré les possibilités offertes par l'impression 3D, mais les modélisations auxquelles il procède montrent plutôt un accroissement des volumes de transport au niveau mondial avec peut-être des diminutions au niveau français mais le groupe n'a pas eu accès aux projections réalisées pour la France. L'économie circulaire, le recyclage et l'augmentation possible de la durée de vie des produits consommés vont dans un sens favorable et pourront contribuer à la sobriété même s'il ne s'agit pour l'instant que de signaux faibles.

Pour la logistique de distribution, deux éléments peuvent être considérés :

- Le développement de circuits courts par exemple pour l'approvisionnement en produits frais sur des zones géographiques limitées, mais leur impact environnemental en termes de réduction de GES reste à confirmer, d'autant que les transports routiers par véhicules de moindre taille (VUL en particulier) sont beaucoup moins efficaces, sous l'angle énergétique, que le transport par ensembles routiers « maxi-code »[5] .
- Le rôle des plateformes logistiques ou des plateformes d'éclatement. Le volet de la distribution urbaine est abordé dans le chapitre 4, tandis que l'urgence de mieux connecter les nouvelles plateformes aux modes non routiers demeure une condition nécessaire à une meilleure massification. Des entrepôts urbains plus proches des zones de consommation sont également une voie pour réduire les émissions des livraisons vers le consommateur final. Dans les deux cas, ceci suppose aussi de pouvoir disposer d'une offre foncière adaptée aux besoins accrus de nouvelles plateformes et de trouver un juste équilibre entre les besoins fonciers émergents et les politiques de réduction des artificialisations reprises dans la loi relative à la lutte contre le dérèglement climatique.

*

* *

Sans disposer d'une modélisation sectorielle prospective des différentes filières de marchandises, le groupe s'est efforcé de quantifier les volumes de transport possibles et les émissions de CO_2 associées de façon à éclairer les principaux scénarios transversaux et à décrire les mesures de politique publique susceptibles d'en permettre la réalisation.

[4] Cf. annexe 8

[5] Annexe 6

1 La prospective 2040-2060 pour le fret terrestre

1.1 Le groupe « Transport de marchandises » et les ateliers thématiques

Le présent rapport est le fruit du travail collectif d'un groupe de travail Transport de marchandises à l'intérieur du dispositif Mobilités 2040-2060 et en relation avec les autres groupes. Il comprenait en son sein quatre ateliers thématiques :

- transport terrestre de marchandises (animé par Michel Savy),
- transports ferroviaire et fluvial (animé par Michel Savy et Geoffroy Caude),
- transport maritime et ports[6] (animé par Geoffroy Caude),
- logistique urbaine (animé par Régine Bréhier).

La composition complète des ateliers du groupe de travail ainsi que le nom des personnes qui ont été amenées à intervenir dans l'atelier logistique urbaine figurent en annexe 9. Leurs apports ont été notables, qu'elles en soient ici vivement remerciées. Quant aux erreurs que contient ce rapport, elles ne sauraient être imputées qu'à ses rédacteurs.

Un remerciement particulier s'adresse :

- en matière de transport routier de marchandises à Alain Sauvant, du CGEDD, membre de la CCTN, qui est parvenu à quantifier les éléments essentiels liés aux trafics de marchandises avec l'aide de Mina Leopold, stagiaire au CGEDD, à Sophie Peng-Casavecchia de la DGITM qui a secondé Michel Savy dans l'animation de l'atelier TRM , à Martin Koning et à Michel Combes de l'université Gustave Eiffel qui nous ont partagé les travaux similaires dont ils avaient connaissance, à Zehir Kolli et à Jean-Marc Moulinier du CGDD qui ont aidé l'atelier à comprendre les prospectives ministérielles de la SNBC avec le modèle Modev, à Caroline Daude de la ville de Paris et à Karine Rolcas du Cerema qui ont enrichi l'atelier de leurs expériences respectives ;
- en matière de transports ferroviaires et fluviaux à Pierre Saracino, membre de l'alliance 4F pour ses vues encourageantes sur l'évolution du fret ferroviaire, à Laurent Marseille de SNCF Réseau et Eloi Flipo de VNF qui nous ont partagé les vues des gestionnaires d'infrastructures de modes massifiés, à Charles-Elie Allier du Cerema qui sous l'impulsion de Jean-Christophe Baudouin du CGEDD a réalisé un travail conséquent sur l'avenir des modes massifiés sur le quart Sud-est de la France, ainsi qu'à Alain Sauvant, Rémi Pochez et Jean-Marc Moulinier du MTE, à Patrick Niérat de l'Université Gustave Eiffel et à Simon Martin de la DG Trésor ;
- et en matière de logistique urbaine à Laetitia Dablanc, de l'université Gustave Eiffel, pour sa contribution à l'organisation des travaux de l'atelier, Martin Koning et François Combes, de l'université Gustave Eiffel, Florence Toilier et Mathieu Gardrat, du LAET, pour leur apport sur la quantification des phénomènes étudiés ainsi qu'à Caroline Daude, de la ville de Paris, et Sophie Peng-Casavecchia, de la DGITM pour leur relecture et leurs commentaires.

[6] La spécificité de ce thème et la quantité de données afférentes ont conduit à un rapport thématique particulier

Il faut souligner que, par souci de cohérence, une large part des travaux de modélisation quantitative et de projection a été effectuée par l'équipe de coordination de l'ensemble du projet et en particulier par Alain Sauvant, qui a en outre régulièrement participé aux sessions du groupe de travail fret.

1.2 Les scénarios prospectifs

Les principes d'élaboration des scénarios prospectifs du projet Mobilités 2040 – 2060 sont communs aux réflexions sur le fret et sur les voyageurs. Les différents scénarios sont construits autour de deux axes (voir le schéma ci-dessous) :

Axe 1 : Trois ambiances technologiques possibles :

- ambiance technologique « haute » qui prévoit la mise au point de technologies bas carbone et la diffusion rapide du progrès technologique ;
- ambiance technologique « moyenne » dans laquelle les accords de Paris sont mis en œuvre ;
- ambiance technologique « basse » caractérisée par l'absence du développement de nouvelles technologies et le délitement des accords de Paris.

Axe 2 : Cinq orientations [7]de politique de mobilité :

- sobriété ultra forte, politique de limitation des déplacements et d'aménagement du territoire qui permet d'atteindre la neutralité des émissions de GES en la croisant avec l'ambiance technologique moyenne ;
- sobriété très forte, politique de limitation des déplacements et d'aménagement du territoire qui permet d'atteindre la neutralité des émissions de GES en la croisant avec l'ambiance technologique haute ;
- sobriété forte, politique qui limite sensiblement les déplacements et dans laquelle l'aménagement urbain et du territoire minimise les émissions de gaz à effet de serre ;
- sobriété moyenne, politique qui prolonge la tendance actuelle avec le développement des transports en commun et des véhicules propres et où l'étalement urbain est freiné mais continue de progresser ;
- mobilité individuelle, caractérisée par l'utilisation de la voiture individuelle et le développement de comportements individualistes, conduisant notamment à une absence de limitation de l'étalement urbain.

[7] L'aménagement du territoire a été considéré dans ces orientations de politique des mobilités mais les effets positifs de cette orientation ne se feront pas sentir avant plus d'une vingtaine d'années, en raison de l'inertie forte des évolutions liées à ces aménagements ; elles n'affecteront pas l'horizon 2040 et commenceront à produire des effets en 2060 pour autant que ces politiques aient un caractère très volontariste.

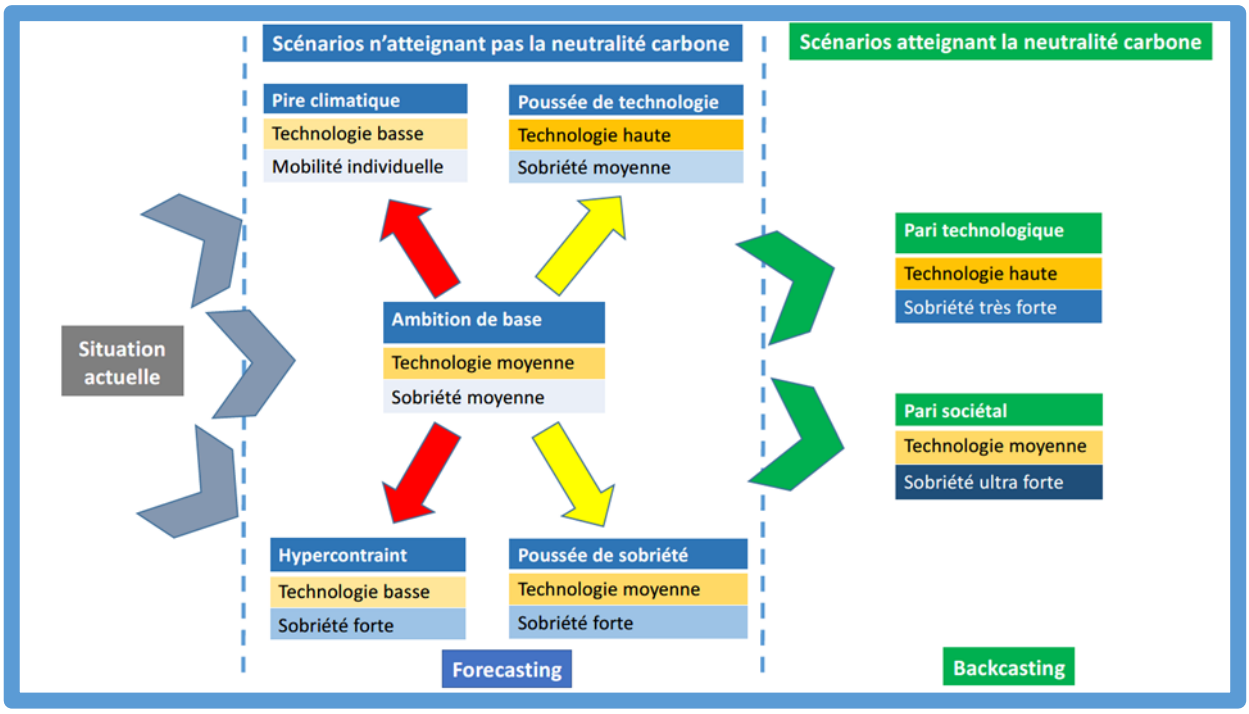


Figure 3 : Les scénarios prospectifs 2040-2060.

Source : CGEDD, France stratégie

Trois scénarios apportent des visions très contrastées :

- le scénario dit du « pire climatique » allie de faibles progrès technologiques et des comportements tournés vers la consommation individuelle ;
- le scénario dit « ambition de base » prend en compte toutes les mesures prises ou envisagées aujourd'hui pour atteindre la neutralité carbone et les allie à des progrès technologiques significatifs et des comportements plutôt parcimonieux ;
- le scénario dit « pari technologique (neutralité carbone) » est un *backcasting* à partir d'une situation souhaitée à terme de neutralité carbone, dans une perspective optimiste d'évolution des technologies et des comportements, impliquant de forts efforts de sobriété.

Quatre autres scénarios ont été introduits *a posteriori* après les premières restitutions transversales au seul niveau de la démarche d'ensemble (rapport de synthèse) :

- le scénario dit « hyper-contraint » où, à défaut d'amélioration technologique probante, les contraintes d'usage sont vigoureusement renforcées, pour tenter de s'écarter le moins possible de l'objectif d'émission ;
- le scénario dit « poussée technologique » où les ambitions technologiques sont proches de celles du scénario de neutralité carbone et plus fortes que dans le scénario ambition de base, et où la sobriété est proche de celle du scénario ambition de base et plus faible que dans le scénario de neutralité carbone ;
- le scénario dit de « poussée de sobriété» où les progrès technologiques restent similaires à ceux du scénario ambition de base et où des efforts supplémentaires de sobriété sont consentis ;
- un scénario de « pari sociétal (neutralité carbone) », en *backcasting*, visant la

neutralité carbone dans une vision moins optimiste des technologies, impliquant des efforts de sobriété extrêmes.

Cependant, aucun de ces quatre derniers n'a été envisagé pour le transport ferroviaire ou fluvial de marchandises. Seul le scénario hyper-contraint a été étudié dans le cas de la logistique urbaine.

Seuls les trois scénarios principaux (« pire climatique », « ambition de base », « pari technologique » (neutralité) sont donc présentés ici, le rapport de synthèse et le rapport transverse comportant des éléments additionnels extrapolés pour tenter d'assurer la cohérence de la démarche transversale, notamment par rapport aux travaux menés par la prospective des mobilités des voyageurs.

Illustration 1 : Palettisation et chargement de balles de pâte à papier sèche – Usine de Saillat-sur-Vienne (87)

Source : Arnaud Bouissou/Terra

2 Le transport routier

Sans anticiper sur les pages à venir, chacun sait que dans notre pays la grande majorité du fret est acheminée par le **transport routier**. Dans des proportions variables (selon l'ampleur effective des transferts modaux voulus par les responsables politiques), cette prééminence perdurera. La dynamique principale du fret sera donc principalement routière : sous l'angle environnemental, **le transport routier est ainsi le principal problème et doit être, par nécessité, la principale solution.** Les réflexions sur le volume global de fret porteront donc d'abord principalement sur la route.

Pour autant, les autres modes de transport, complémentaires ou alternatifs à la route, méritent une attention particulière. Pour tenir compte de leurs spécificités très marquées, les **transports ferroviaires et fluviaux** (et les émissions de gaz à effet de serre [GES] afférentes) d'une part, le **transport maritime et les ports** d'autre part, sont traités dans deux ateliers différents, dans le premier cas au chapitre 3 et dans le second dans un autre rapport thématique.

Enfin, une large part des transports terrestres s'effectue en milieu urbain, c'est-à-dire dans un environnement imposant des contraintes techniques fortes au transport et particulièrement sensible à ses externalités négatives. La **logistique urbaine** est à ce jour la part la moins connue du système de fret, de surcroît en rapide évolution avec l'adaptation constante des modes de distribution (et notamment la croissance du commerce en ligne). Un atelier particulier a fait la synthèse de ces questions au chapitre 4.

2.1 Dynamique du transport de fret terrestre en France

Avant d'envisager les perspectives à moyen et long terme, il convient d'appréhender les dynamiques du transport de marchandises lors de la période passée et aujourd'hui en cours. L'idée n'est pas de prolonger mécaniquement les tendances constatées mais d'identifier les motifs de **continuité**, mais aussi d'inflexion, voire de **rupture**, permettant de s'appuyer sur la compréhension des dynamiques récentes pour éclairer des avenirs possibles.

À la brève caractérisation de la **situation actuelle** on ajoutera donc une **rétrospective** sur une durée raisonnable. Raisonnable pour se situer dans un cadre socioéconomique en évolution mais relativement stable dans ses éléments essentiels (par exemple, inscription de l'économie française dans l'Union européenne et dans la mondialisation des investissements et des échanges), et raisonnable pour disposer des données statistiques cohérentes (sans avoir à surmonter des discontinuités dans les nomenclatures et les méthodes de comptabilité, comme il est nécessaire pour les rétrospectives de long terme).

2.1.1 Le transport de fret terrestre en 2017

Le transport de fret terrestre en France, pour l'année 2017, se caractérise par les volumes d'activité mesurés selon diverses unités : volume de **transport** (en nombre de tonnes-kilomètres), **trafic** correspondant (en nombre de véhicules kilomètres), **émissions** liées de gaz à effet de serre (en tonnes d'équivalent CO_2). On distingue ainsi les véhicules utilitaires légers (VUL, définis comme les « camionnettes » de moins de 3,5 t de poids total en charge), les poids lourds, le transport ferré, le transport fluvial et le transport par oléoducs.

2017	G tonnes-km	G véh.-km	Mt CO_2 directes
VUL	6[8]	102,1	25,9
PL	283,1* 1,25 + divers = 366	28,1*1,25 = 35	28,7* 1,25 (y c. bus et cars)= 36
Fer	33,4	nc	0,4
Fluvial	6,7	nc	0,2 (français)
Oléoducs	11,2		nc
Total	423 (tous modes)	137 (route)	62,5 (y c. bus et cars)

Tableau 1 : Volumes d'activité des transports terrestres en France 2017[9]

Source : Commission des comptes de transport de la Nation, en incluant une évaluation des transports routiers effectués sur le territoire national par des poids lourds étrangers (qui pèsent environ 25 % de tonnes-kilomètres, des véhicules-kilomètres et des émissions de CO_2).

On sait par ailleurs que **l'ensemble des transports représente en France une part plus importante qu'ailleurs en Europe – quelque 30 % – des émissions de gaz à effet de serre** (du fait du caractère décarboné de la production d'électricité du pays). La réduction des émissions du transport est donc un enjeu crucial.

Sur cet ensemble, le **transport de marchandises** compte pour le tiers et le transport de personnes pour deux tiers. Si, contrairement à ce que l'on lit parfois, le transport routier de fret n'est pas le principal émetteur (avec **10 % du total**[10]), il ne saurait être exonéré d'un effort très vigoureux pour aller vers une économie « bas carbone ».

Dans les chiffres ci-dessus, on constate la part presque exclusive des émissions liées au **transport routier de marchandises (99 %)** face au transport fluvial (0,3 %) et au transport ferré (0,6 %), largement électrifié. On note aussi que, bien qu'assurant un volume de transport bien moindre (en termes de t.km), les VUL émettent presque autant de GES que les poids lourds : l'efficacité énergétique à la tonne transportée croît avec la taille des véhicules.

Ces **ordres de grandeur** posés, il convient de préciser le **périmètre** de l'exercice. Par convention internationale, les émissions de gaz liées à la consommation de carburants sont comptabilisées dans le pays d'approvisionnement, règle internationale fixée par la convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC, conformément au protocole de Kyoto) à laquelle se conforme le Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (Citepa). Dans le cas de la France, cette disposition peut mener à une vision incomplète des problèmes : une forte proportion du fret terrestre en France est assurée par des véhicules étrangers, pour le transport international, le transit et le transport national par « cabotage », et ceux-ci s'approvisionnent autant que possible hors de France pour bénéficier d'une fiscalité avantageuse sur le gazole, notamment au Luxembourg. Une appréciation de l'ensemble

[8] Les VUL ne concernent pas que le transport de marchandises ; une rectification a été opérée pour la demande de transport exprimée en tonnes kilomètres mais pas pour les véhicules kilomètres, ni pour les émissions ce qui revient à surestimer les émissions de CO_2e du fret : pour plus d'explications voir annexe 6 commentaires du tableau 32 sur l'utilisation des véhicules à usage professionnel en 2010

[9] Les colonnes du tableau ne sont pas homogènes, la colonne 1 ayant été ajustée pour tenir compte des seuls VUL affectés au transport de marchandises, les colonnes 2 et 3 tenant compte de l'ensemble du parc des VUL et de leurs émissions dans un souci de simplification

[10] Ce chiffre rond est un ordre de grandeur. Si le transport représente 30 % environ des émissions en France et que le fret en représente lui-même un tiers (tandis que les voyageurs en sont les deux tiers), le fret est l'origine de quelque 10 % des émissions du pays

des émissions du fret routier en France doit intégrer, même de façon approximative, le **carburant acheté hors de France** mais consommé sur le territoire national.

Les émissions du transport ne se limitent pas à celles de la combustion des carburants utilisés pour les trajets de transport. Il faut y ajouter les émissions du processus amont de production des carburants (extraction, transport, raffinage), mais aussi celles liées à la production, à l'entretien et au recyclage en fin de vie du véhicule ou du moyen de transport (y compris, dans le cas du véhicule électrique, des batteries), ainsi que des infrastructures, etc. C'est l'**analyse en cycle de vie** (ACV) ou en empreinte carbone, qui conduit à ajouter environ 48 %[11] aux quantités d'émission précédentes.

VUL	41
PL	50,5
Fer	0,6
Fluvial	0,3
Total	92,5 **Mt** (au lieu de 63 Mt pour le transport seul)

Tableau 2 : Émissions totales du transport de marchandises (ACV) Mt éq CO_2, véhicules et infrastructures inclus, hors véhicules étrangers, 2017. Sources CCTN, CGEDD

En anticipant sur les projections à venir, on note que la part des émissions liées à la production et l'entretien des véhicules et des infrastructures dans les émissions totales (en cycle de vie) ira en augmentant au fur et à mesure que diminueront les émissions liées au transport proprement dit, avec l'électrification ou le recours à d'autres sources d'énergie et à la condition, bien sûr, que la production de l'électricité ou d'autres énergies telles que l'hydrogène soit elle-même décarbonée.

Enfin, au bilan carbone national, certains recommandent d'ajouter les émissions liées à la production des produits importés. Logiquement, il faudrait alors soustraire les émissions liées aux produits exportés. Les conventions internationales et les engagements pris par les États pour réduire leurs impacts sur le climat portent sur les émissions produites sur le territoire de chacun d'entre eux. À chacun d'agir sur les activités de son ressort et selon ses compétences et dans sa souveraineté. Pour autant, l'instauration d'une « taxe carbone » [12] aux frontières de l'Union européenne, actuellement en débat, vise à enclencher une évolution vertueuse à l'échelle internationale, tout en étant favorable à la relocalisation de certaines activités industrielles sur le territoire de l'Union ou dans son environnement régional.

2.1.2 Évolution de 1990 à 2017

La comparaison de la situation actuelle avec celle de l'année 1990 permet d'identifier des tendances et des corrélations fortes. Il convient de les avoir en tête pour envisager les perspectives à moyen et long termes, sans pour autant considérer que le système continuera d'évoluer sans infléchir sa trajectoire.

Pour mémoire, 1990 est l'année de référence pour les premiers engagements internationaux sur le climat, ceux des accords de Kyoto. C'est aussi celle où commencent les séries statistiques homogènes liées au rapport de la Commission des comptes de

[11] À noter toutefois que dès lors que certains matériaux ou composants des matériels de transport sont importés, les émissions associées sont réalisées hors du territoire national.

[12] Mécanisme d'ajustement carbone aux frontières qui vise actuellement un nombre limité de secteurs industriels fortement émetteurs.

transport de la Nation. L'année 1990 présente en outre l'avantage de n'avoir pas été marquée par une évolution atypique de la situation économique (crise conjoncturelle, etc.) et peut donc être prise pour année de référence « normale ».

Mt éq. CO_2	1990	2017	Évolution
VUL	18,8	25,9	+ 38 %
PL	24,0	25,3	+ 6 %
Fer	1,1	0,4	- 64 %
Total	43,9	51,6	+ 18 %

Tableau 3 : Évolution des émissions de GES du transport de marchandises, 1990-2017. Source : CCTN, CGEDD

À l'intérieur du mode routier, on observe la croissance rapide des émissions des VUL (liée à l'augmentation de leur volume de transport, avec notamment la croissance de la messagerie pour les livraisons du commerce en ligne) par rapport aux émissions des poids lourds. La baisse des émissions du fer traduit à la fois les pertes de parts de marché du mode ferroviaire et la concentration du trafic sur les axes ou corridors importants, plus souvent électrifiés que les petites lignes. Dans l'ensemble, **les transports de marchandises en France ont augmenté leurs émissions de GES de 18 % entre 1990 et 2017**, à l'inverse de la réduction nécessaire et souhaitée pour limiter le changement climatique. Il en va de même à l'échelle européenne : le transport est la seule activité qui continue d'augmenter ses émissions, au mieux les stabilise, alors que toutes les autres activités (industrie, résidence et secteur tertiaire, production d'énergie, etc.) les diminuent.

Quelques données pour caractériser à grands traits la période 1990 – 2017 :

- l'élasticité du volume de trafic routier par poids lourd par rapport au PIB par habitant est de 0,47. Une croissance économique de 10 % s'accompagne d'une croissance de la circulation de poids lourds (en veh.km) de 4,7 % ; en termes de transport proprement dit, elle ressort à 0,88 (une croissance économique de 10 % s'accompagne d'une croissance des transports (en t.km) de 8,8 % l'élasticité du volume de transport routier par VUL par rapport au PIB par habitant est de 0,85 ;
- l'élasticité du volume de transport ferroviaire par rapport au PIB par habitant est de 0,8, à quoi il faut ajouter un *trend* négatif lié aux déformations structurelles de l'appareil de production. En effet, la consommation de matières de l'économie française – dûment mesurée[13] – tend à plafonner, en dépit de la croissance du PIB : la consommation de matière par unité de production diminue régulièrement, et se traduit par une tendance à la diminution de l'intensité des flux de transport de marchandises à niveau d'activité économique constant (cf. introduction).

Pour évaluer une trajectoire d'avenir de l'ensemble du fret prolongeant la période passée, on utilisera une élasticité moyenne par rapport au PIB en prenant en compte l'élasticité de chaque type de transport (VUL, PL, etc.) pondérée par la part de ce type dans l'ensemble des transports.

À côté de ces tendances économétriques, on prendra pour hypothèse que l'élasticité du PIB par rapport à la population est de 1, et que la population française atteindra 69,2 millions d'habitants en 2040 et 68,7 millions d'habitants en 2060, selon les projections

[13] La consommation intérieure de matières, appelée DMC (*domestic material consumption*), mesure la quantité totale de matières directement utilisées par une économie et est définie comme la quantité annuelle de matières premières extraites du territoire national, plus les matières physiques importées, moins les matières physiques exportées. L'indicateur DMC fournit une évaluation du niveau d'utilisation des ressources. Source : Eurostat, *Statistics explained*.

centrales de l'Insee telles qu'établies en 2021.

2.2 Perspectives tendancielles et leviers d'action

S'appuyant sur les résultats de cette analyse rétrospective, il convient d'élaborer des projections à moyen et long terme, en fixant au départ quelques hypothèses de calcul, quitte à examiner plus tard des variantes à ces hypothèses et à apprécier la sensibilité des résultats finals à ces variations.

2.2.1 Perspectives tendancielles

Pour ce qui est de la **croissance économique**, sera retenue ici la trajectoire (définie comme la moyenne des trajectoires les plus basses et les plus hautes) du **Conseil d'orientation des retraites** (COR).

Le tableau ci-dessous donne les taux de croissance annuels moyens (TCAM) du PIB par habitant en France utilisés (prévisions COR 2021). En moyenne sur période longue, ils s'approchent de 1,4 % par an. Le taux plus faible de la première période (2017-2025) est lié aux conséquences macro-économiques de la crise sanitaire.

PIB/hab	2017-25	2025-30	2030-40	2040-50	2050-60
TCAM	0,97 %	1,34 %	1,45 %	1,38 %	1,49 %

Tableau 4 : Taux de croissance annuel du PIB par habitant en France par période. Source COR

Dans ce cadre macroéconomique, il convient d'envisager quelques paramètres clefs du modèle économique du transport de fret. L'élasticité du **trafic** (mesuré en véhicules-kilomètres) au **prix des carburants** est une variable sensible (et qui sera affectée, dans les années à venir, par l'introduction de nouvelles énergies). On mesure ainsi, sur la période passée, que :

- l'élasticité du trafic des VUL au prix des carburants est de - 0,12 ;
- l'élasticité du trafic des poids lourds au prix des carburants est de - 0,21.

En outre, l'élasticité du **transport par poids lourd** (mesuré en t.km) au prix des carburants est aussi négative avec une valeur de - 0,14.

Concrètement, l'augmentation du prix des carburants conduit les acteurs du fret (chargeurs et transporteurs) à augmenter la charge des véhicules. On retiendra que les carburants entrent pour 20 % dans le coût total du transport par poids lourd et pour 8 % par VUL, ce qui explique les écarts d'élasticité aux prix constatés ci-avant.

Un autre poste important est celui de la **rémunération du conducteur** d'un véhicule routier (comprenant les charges sociales et les frais de route). Il est de l'ordre de 35 % du coût total du transport pour un poids lourd, de 50 % pour un VUL. Or l'utilisation de **véhicules autonomes**, sans conducteur, n'est plus une utopie d'ingénieur, des milliards d'euros de recherche et développement y sont consacrés à l'échelle mondiale et l'on envisage leur entrée sur le marché dans des conditions restrictives dans un premier temps (sur des itinéraires bien délimités et reconnus sur la majeure partie de leur parcours) et plus ouverts à long terme. Les effets d'une **baisse des coûts** du transport d'une grande ampleur (de l'ordre d'un tiers) potentiellement permise par la conduite autonome aurait de fortes répercussions, tant sur l'ensemble du mode routier que sur le partage du fret entre les modes de transport.

Si l'on prolonge la comparaison des poids lourds et des VUL, qui occupent des segments distincts du transport de fret (comme le confirmeront les résultats de l'atelier sur la logistique urbaine), on observe enfin que les paramètres d'optimisation de ces deux catégories de transport routier sont fortement différents.

Sur ces bases, on peut établir des **projections tendancielles d'émissions totales de GES (ACV)** par le transport de marchandises aux horizons 2040 et 2060. Par projection tendancielle, il faut comprendre que les tendances de croissance macroéconomique sont celles du COR, que les élasticités au PIB des émissions passées sont prolongées, que les prix des carburants sont stables en monnaie constante, que le véhicule routier autonome n'est pas en service et enfin qu'**aucune mesure correctrice nouvelle** (qu'elle soit d'ordre technique, fiscal ou politique) n'est prise pour infléchir cette trajectoire.

	2017	2025	2030	2040	2050	2060
G t.km[14]						
VUL	6	6	7	8	9	10
Autres	418	455	486	556	627	709
Total	423	461	493	564	636	718
G v.km (route)						
VUL	102	111	118	135	152	171
Autres	35	37	38	42	44	47
Total	137	148	157	176	196	218
Mt CO_2 éq.						
VUL	41	45	48	54	61	69
Autres	53	56	59	66	72	79
Total	94	101	107	120	133	148

Tableau 5 : Projections tendancielles des émissions totales du transport de fret (ACV). Source : CGEDD

Les leçons à tirer de ces projections sont claires : si aucune mesure correctrice n'est prise, **les émissions du transport de fret devraient presque doubler d'ici à 2060**, passant de 94 Mt à 148 Mt.

Il faut échapper à ce « scénario de l'inacceptable », d'autant que la baisse probable des coûts directs (mais non des coûts sociaux) du transport[15], même sans l'introduction du véhicule sans conducteur, et plus encore la décarbonation des motorisations des camions pourrait conduire chargeurs et transporteurs à augmenter la circulation (effet rebond) et à organiser les chaînes d'approvisionnement avec une **perte d'efficacité technique du transport de fret *stricto sensu***, portant moins d'attention qu'auparavant au bon remplissage des véhicules. Si l'on projette une poursuite des progrès de l'efficacité du poids lourds avec une croissance de 43 % du trafic (exprimé en véhicules-kilomètres) pour une hausse de 74 % du transport (exprimé en tonnes-kilomètres), la tendance est inverse pour le VUL, avec une croissance de 71 % du trafic pour une croissance de 67 % du transport. On assisterait en outre à un transfert du rail vers la route, à l'inverse des souhaits

[14] Cf. note de bas de page 9 données VUL/ autres données

[15] Par prolongation des tendances passées du progrès technique incrémental apporté aux véhicules utilitaires routiers (meilleur rendement et plus grande robustesse) et dans la perspective où l'usage d'énergies alternatives deviendra à terme moins coûteux que l'usage du gazole, comme il est déjà prévu pour les automobiles.

des responsables politiques nationaux et européens et d'une large part de l'opinion publique.

Au demeurant, la croissance du trafic routier ne peut se poursuivre sans contrainte matérielle, à commencer par la congestion des rues et par les problèmes de stationnement, affectant particulièrement l'usage des VUL. Pour assurer les livraisons finales (le « dernier kilomètre »), de multiples modèles de drones sont en expérimentation, parfois volants mais surtout automates roulants. Leur insertion sûre dans l'espace urbain n'est pas évidente, d'autant qu'il pourrait s'ensuivre une diminution encore plus poussée de la taille des livraisons.

La trajectoire conduisant aux émissions tendancielles ainsi calculée constitue donc une perspective proprement **inacceptable**, qui appelle l'identification des voies de progrès, de leviers d'action, et l'appréciation de leurs effets dans les quatre décennies à venir.

2.2.2 Leviers d'action

L'inflexion de la trajectoire des émissions de GES par le transport de fret peut reposer sur des modes d'intervention différents et cumulables.

Le **progrès technique**, globalement désigné par la suite sous l'étiquette d' « ambiance technologique », est intense, qu'il s'agisse d'appliquer au transport des technologies transversales (stockage, traitement, transfert des données, nouveaux matériaux, énergies, etc.) ou de développer des projets plus spécifiques aux véhicules ou à l'infrastructure. On envisagera en particulier les évolutions possibles des **motorisations** et de leurs performances énergétiques et environnementales, qui font l'objet d'un rapport thématique du groupe de travail *ad hoc* dans le projet Mobilités 2040 – 2060.

Les **mesures politiques** incitant les acteurs du transport à la sobriété (au sens de la décarbonation) sont un second champ d'action, largement nuancé selon ses degrés de « volontarisme », allant de la simple information et de l'éducation du citoyen à l'imposition de normes techniques ou à l'application de dispositifs puissants de subventions et/ou de pénalités.

Les **scénarios** à venir sont construits selon le choix et la combinaison d'hypothèses de **progrès technique** et de politique de **sobriété**.

À ce stade, dans une large mesure, on envisage principalement la production du transport (l'offre) et non sa consommation (la demande). On abordera, en fin d'exercice, la question de la sobriété de la demande et de son contenu qualitatif et quantitatif.

Motorisations

Après avoir entendu experts et industriels concernés, le groupe de travail sur les motorisations a retenu trois hypothèses de progrès technique c'est-à-dire, ici, de réduction des émissions de GES par les véhicules de transport de fret.

La mise en œuvre des progrès techniques potentiels ne dépend pas du seul secteur de l'industrie du matériel de transport. Si l'on veut intensifier l'usage de **biocarburants**, à l'empreinte carbone plus favorable que les produits pétroliers, encore faut-il qu'ils soient disponibles en quantités suffisantes, sans handicaper par ailleurs certaines productions agricoles nécessaires, en particulier à destination alimentaire. De même, l'**électrification** massive des transports routiers supposera la mise en place d'un réseau puissant de distribution de l'électricité, de nombreuses bornes de recharge, etc. et suppose aussi la

production suffisante d'électricité décarbonée et sa disponibilité aux moments nécessaires (et non de façon intermittente). Quant à l'**hydrogène** envisagé comme un nouveau vecteur de stockage et transmission d'énergie, il doit lui aussi être produit en grande quantité et à bas coût à partir d'une électricité décarbonée.

Selon l'**hypothèse moyenne**, on atteindrait une division par 8 des émissions unitaires des poids lourds (par véhicule-kilomètre) en 2060, en termes d'ACV (y compris donc les émissions liées à la production et à l'entretien des véhicules, des infrastructures, et par rapport aux véhicules neufs de 2019). Pour les VUL, on retient le coefficient de réduction établi pour les automobiles, soit une division par 4,3 en 2060.

Selon l'**hypothèse haute**, on atteindrait une division par 10 pour les poids lourds et par 8 pour les VUL.

Selon l'**hypothèse basse**, les émissions des poids lourds et des VUL n'accomplissent que 30 % des réductions retenues dans l'hypothèse moyenne, soit une réduction de 26 % pour les poids lourds et de 22 % pour les VUL (toujours en ACV).

Ce sont ces coefficients qui seront appliqués dans les différents scénarios présentés ci-après. Ils sont fondés en grande partie sur la généralisation des motorisations électriques des PL, progressivement des plus faibles tonnages jusqu'aux plus forts tonnages, avec la poursuite des progrès réalisés en matière de coût et de durée de vie des batteries. Cette mutation suppose aussi la mise en place d'une infrastructure de recharge adaptée (lente et rapide) sur la majeure partie du réseau routier (cf. rapport thématique motorisation).

Sobriété du transport de fret

Pour indispensables qu'ils soient, et s'il convient donc d'en exploiter le plus possible les possibilités, **les progrès techniques ne suffiront pas** à eux seuls pour atteindre la neutralité carbone. Au demeurant, ces progrès techniques sont, quant à leur rythme et à leur performance ultime, encore incertains et il serait erroné de se fonder uniquement sur les scénarios les plus optimistes en la matière.

Pour réduire effectivement et dans les délais les plus courts possibles l'empreinte carbone du fret, il faut donc jouer simultanément de **tous les moyens disponibles : techniques, organisationnels, législatifs, fiscaux,** etc. Seule l'addition opiniâtre de progrès partiels permet d'obtenir des résultats d'ensemble significatifs. Quant au fret, on remarque d'abord qu'à l'inverse du transport de voyageurs les **télécommunications** ne fournissent pas une solution de substitution à la plupart des transports (et alors que la pratique massive du télétravail, déclenchée par la crise du Covid apparue pendant le déroulement de cet exercice de prospective, va jusqu'à déstabiliser l'ensemble du système de transports collectifs locaux et à longue distance de voyageurs). Une telle substitution s'opère toutefois pour une part du courrier, des journaux, des livres, de la musique enregistrée et des films, désormais affranchis de leur support matériel traditionnel. Les Postes, qui comptent parmi les plus grands opérateurs de transport et de logistique dans le monde, sont fortement concernées par ces changements, et incitées à renforcer leur activité de messagerie de colis (répondant à la croissance du commerce en ligne) pour compenser les pertes du marché du courrier.

On peut toutefois rapprocher du thème des télécommunications la diffusion de la **fabrication additive** (l'impression 3D), qui permet de remplacer la fourniture en un lieu donné à partir d'un lieu de fabrication lointain par une fabrication locale, à partir d'un matériau disponible dans un périmètre restreint. Le transport n'est pas supprimé mais la télécommunication des informations nécessaires à la fabrication du produit permet de

simplifier les chaînes d'approvisionnement et de réduire considérablement les distances. Si, dans un exercice prospectif, le Forum international des transports projette un développement massif de l'impression 3D (qui irait selon cet exercice jusqu'à représenter à terme un tiers du commerce international en valeur !), il semble difficile à ce jour d'apprécier la part que prendra cette technologie dans l'ensemble des fabrications et des flux logistiques.

À la différence également du transport automobile de voyageurs, on ne peut guère envisager un **allègement** radical des véhicules routiers utilitaires et encore moins, pour des raisons tant économiques que d'efficacité environnementale, la diminution de leur masse totale *(« downsizing »)*. Comme on l'a vu, un VUL est, en termes d'empreinte carbone, bien moins efficace qu'un poids lourd. Du reste, le rapport de la charge utile au poids à vide d'un poids lourd de 40 t (respectivement 25 t et 15 t, soit un rapport de 1,67) est bien supérieur à celui d'une automobile (quelque 400 kg pour quatre occupants d'un véhicule d'une tonne et demie, soit un rapport de 0,27, et en cas d'« auto-solisme » de 0,07 seulement).

La consommation d'énergie d'un véhicule est liée à sa **vitesse**, et la réduction de la vitesse maximale autorisée constitue une marge de manœuvre politique. Le nombre et la gravité des accidents en seraient également abaissés. Cette mesure aurait aussi un coût économique. De toute manière, les gains ainsi accessibles ne seraient qu'une contribution très partielle à la décarbonation recherchée.

La limite de la masse totale des poids lourds est un autre paramètre à considérer. Elle est à ce jour fixée à 44 t en France et à 40 t pour les transports internationaux en Europe. Mais circulent quotidiennement dans certains pays de l'Union européenne des ensembles routiers bien plus importants, les **EMS (*European modular system*)**. Couramment constitués de trois éléments, leur longueur atteint 25,25 m et leur masse totale 60 t. Ces « *giga-trucks* » procurent aux transporteurs un gain de productivité et leur efficacité énergétique à la tonne transportée est supérieure à celle des ensembles de 40 t. On pourrait en contrepartie en limiter la vitesse pour réduire encore les émissions et améliorer la sécurité. Leur inscription dans le trafic urbain et périurbain n'est pas évidente, et il ne faudrait pas que le territoire se divise ainsi entre zones ou itinéraires accessibles aux ensembles de 60 t, près des grands axes autoroutiers, et zones accessibles seulement aux ensembles de 40 t, avec pour effet à terme une polarisation des implantations industrielles et logistiques délaissant une proportion importante du territoire. Du reste, la compétitivité du mode routier par rapport au fleuve et au chemin de fer serait encore renforcée par l'utilisation des EMS, et le report modal vers la route ainsi accentué pourrait se traduire, pour la part du fret total concernée, non par une diminution mais par une augmentation de l'empreinte carbone du fret.

À l'inverse, le **soutien aux transports ferroviaires et fluviaux**, modes moins émetteurs de GES, partout où des **solutions logistiques massifiées** sont techniquement et économiquement pertinentes, reste une voie de progrès notoire. L'objectif d'un **transfert modal, de la route vers le fer et le fleuve,** est inscrit depuis longtemps aux agendas européen et national, avec des résultats fâcheusement à l'inverse de ceux espérés puisque la part de la route ne cesse d'augmenter. Il fait désormais l'objet d'une stratégie nationale explicite pour le fer. Une augmentation substantielle du fret ferré suppose, outre une nouvelle organisation logistique, la disponibilité de sillons fiables, aux horaires désirés et à prix modéré sur le réseau d'infrastructure, ainsi que d'une offre de transport ferré de qualité et compétitive, disposant de personnel et de matériel de transport en capacité suffisante. Dépassant le clivage entre modes, les **solutions intermodales** doivent être encouragées. Avec les pré- et post-acheminements routiers, elles contribuent à élargir la

desserte des modes ferré et fluvial à des zones non directement branchées ou « mouillées », ainsi qu'à l'agrégation d'envois divers pour une **massification** indispensable aux effets de productivité des modes lourds.

La prise de conscience de l'impératif climatique semble aujourd'hui partagée par nombre de responsables politiques. En France, l'initiative des professionnels du monde ferroviaire (la coalition 4F : fret ferroviaire français du futur) tout comme la stratégie de l'État en matière de fret ferroviaire élaborée conformément aux décisions de la loi d'orientation des mobilités (LOM) ouvrent des perspectives positives. Elles seront prises en compte dans les réflexions propres à l'**atelier consacré aux modes ferroviaire et fluvial (cf. chapitre 3)**.

Compte tenu des proportions de la route et des autres modes dans le partage modal en France (respectivement 90 % et 10 % des tonnes-kilomètres), la décarbonation du transport passe nécessairement par la **décarbonation du transport routier**, sans ignorer la contribution des autres modes.

Dans une perspective très planificatrice, on pourrait aussi envisager que la massification des envois, notamment pour le mode routier, s'appuie sur un **appariement** optimisé de l'offre et de la demande. Une **agence** *ad hoc*, s'appuyant sur une connaissance en temps réel des demandes et des offres de transport grâce aux technologies de la communication, organiserait leur adéquation tout en assurant la gestion d'un quota d'émissions de GES (à l'intérieur du système européen des échanges de quotas d'émission (SEQE ou ETS : *EU Emission trading system*). La valeur du carbone serait fixée pour ajuster le trafic au plafond assigné d'émissions de GES.

En zone urbaine l'usage des **modes doux (vélo-cargo)** pour le dernier kilomètre urbain peut être encouragé. Face à une prolifération des livraisons motorisées, l'espace viaire est limité et disputé entre multiples usages : circulation des automobiles, des bus, des vélos, des piétons, stationnement des automobiles et des véhicules utilitaires en livraison, usages commerciaux et de loisir des trottoirs, végétalisation de la rue pour limiter le réchauffement, etc. Les **emplacements de livraison** pour camions et VUL sont forcément limités, ce qui peut conduire à augmenter le chargement des véhicules utilisés et le nombre de livraisons effectuées à chaque arrêt.

Sobriété de la demande de transport

Enfin, le bouclage final de l'exercice pourra amener à revenir sur la demande de transport de marchandises si les progrès techniques et les politiques ne suffisent pas à décarboner l'offre de transport jusqu'à la neutralité. On peut d'ores et déjà envisager des thèmes de réflexion prospective sur :

- la structure de la consommation des ménages,
- les chaînes de production des biens,
- la ré-industrialisation de l'Europe et/ou de la Méditerranée,
- la construction, le BTP, les matériaux, leur empreinte carbone et leur transport, etc.

2.3 Scénarios prospectifs

Les principes d'élaboration des scénarios prospectifs du projet Mobilités 2040 – 2060 sont communs aux réflexions sur les voyageurs et sur le fret et sont présentés en détail au chapitre 1. Ces éléments ne sont donc pas repris ici.

Les sept scénarios correspondent au croisement de deux axes d'action : l'innovation technologique et l'intervention politique, avec pour chacun d'entre eux une hypothèse de plus ou moins grande intensité des actions et de leurs effets. Toutes les combinaisons ne sont pas vraisemblables, c'est pourquoi sept seulement ont été retenues.

Ambiance technologique / Politique de sobriété des mobilités	**Individua-liste laxiste**	**Sobriété moyenne**	**Sobriété forte**	**Sobriété très forte pour atteindre la neutralité**	**Sobriété ultra forte pour atteindre la neutralité**
Technologie motorisation haute		Poussée technologique		Pari technologique (Neutralité)	
Technologie motorisation moyenne		Ambition de base	Poussée de sobriété		*Pari sociétal (Neutralité)*
Technologie motorisation basse	Pire climatique		Hyper-contraint		

Tableau 6 : Description des scénarios proposés et étudiés combinant technologies et sobriété. Source : CGEDD

Seuls les trois scénarios ici dans les cases en vert du « pire climatique », de « l'ambition de base » et de « pari technologique » (neutralité) ont été examinés par l'atelier sur les transports ferroviaires et fluviaux.

Par construction ces scénarios décrivent des trajectoires très inégalement aptes à atteindre la neutralité carbone. Ils sont présentés ci-après par ordre croissant de « volontarisme ». Le scénario « pari sociétal » (neutralité, en italiques dans le tableau), qui est intervenu après la restitution des travaux transversaux, n'a pas pu être examiné par le groupe marchandises ; seuls six scenarios (décrits du 2.3.1 au 2.3.6) ont donc été étudiés pour le transport routier.

2.3.1 Scénario « pire climatique »

Comme son nom l'indique, le scénario « pire climatique » cumule toutes les caractéristiques éloignant le transport de fret de la neutralité carbone.

On n'y envisage pas d'augmentation du prix des carburants, on accompagne sans tenter de l'infléchir la croissance des trafics (d'autant que la croissance des véhicules-kilomètres pour les personnes est également forte), ce qui ne va pas sans difficultés pour le partage des infrastructures. L'étalement urbain est accentué. Le progrès technique n'est pas pour autant arrêté, mais se poursuit à un rythme modéré (c'est l'hypothèse d'une ambiance

technologique basse, se traduisant par une décarbonation du transport routier de fret de 30 % seulement). Ce scénario comprend aussi une poursuite du report d'une part du fret du chemin de fer vers la route, *a fortiori* dans l'hypothèse de l'introduction du véhicule autonome. Il aboutit à plus qu'un doublement des émissions du fret entre 2017 et 2060 et appelle toutes les mesures s'opposant à son déroulement effectif.

Le résultat est évidemment désastreux, puisque les émissions du transport de marchandises passent de 93 Mt en 2017 à 133 Mt en 2060. On irait à rebours de la stratégie nationale bas carbone…

	2017	2025	2030	2040	2050	2060
G v.km						
VUL	102	118	135	187	261	367
Autres	35	38	41	49	59	72
Total	137	155	176	235	320	439
G t.km[16]						
VUL	6	6	7	8	10	12
Autres	418	461	503	608	738	907
Total	423	468	510	617	748	920
Mt CO2 éq						
VUL	41	44	48	57	**69**	**84**
Autres	52	**50**	48	**50**	**51**	**50**
Total	93	**94**	**97**	108	120	**133**

Tableau 7 : Scénario « pire climatique ». Source : CGEDD

2.3.2 Scénario « ambition de base »

Le scénario « ambition de base » se caractérise par le caractère modéré tant du progrès technique que des efforts politiques pour la sobriété des transports. La croissance économique est toujours autant intensive en transport, et **les tonnes-kilomètres doublent** pratiquement entre 2017 et 2060, confirmant ainsi les projections qu'établissait le ministère en charge des transports avant le présent exercice de prospective. Heureusement, une meilleure utilisation du matériel permet une croissance moins rapide du trafic que du transport, tandis que, même « moyen », le progrès technique permet de diviser les émissions de GES par presque 4.

La décarbonation est encouragée par une série de mesures comme :

- une taxation plus affirmée des énergies émettrices de GES,
- l'imposition de normes européennes d'émission plus exigeantes à la vente des véhicules neufs,

[16] Cf. note de bas de page 9

- le passage après 2030 de normes d'émission lors du transport à une norme pour l'ensemble du cycle de vie des véhicules (ACV),
- une incitation à l'achat de véhicules propres par un système de bonus / malus,
- la fixation de quotas par type d'énergie, des restrictions d'accès territorial à certaines catégories de véhicules (zones à faible émission : ZFE),
- des mesures d'aide au retrait de véhicules anciens,
- et une incitation au report modal.

Les pouvoirs publics font en sorte que les coûts des transports ne baissent pas trop fortement, pour éviter l'augmentation des trafics par effet rebond, du fait de l'introduction graduelle de véhicules autonomes.

	2017	2025	2030	2040	2050	2060
G v.km						
VUL	102	110	117	131	144	157
Autres	35	37	38	41	43	44
Total	137	147	155	172	187	201
G t.km[17]						
VUL	6	6	7	8	9	10
Autres	418	454	484	549	611	680
Total	423	460	491	557	620	690
Mt CO_2 éq						
VUL	41	40	39	29	16	15
Autres	52	47	42	29	13	9
Total	93	87	81	58	29	23

Tableau 8 : Scénario « ambition de base »

Le résultat de l'ensemble de ces mesures n'est pas négligeable puisqu'il est **proche du « facteur 4 »** longtemps fixé pour objectif de décarbonation des transports. Il montre que des marges de progrès substantielles sont accessibles, mais il ne suffit pas à atteindre la neutralité désormais recherchée.

Les calculs intermédiaires à l'établissement de ces projections montrent que, sauf rupture dans les modes de production et de consommation (hypothèse radicale précisément écartée dans une perspective « moyenne »), l'**effet de l'évolution des motorisations** l'emporte largement sur l'**effet de modification des comportements**. Ce qui suppose, comme dans d'autres scénarios, que les énergies et ressources décarbonées soient disponibles en quantité suffisante, et de manière faiblement intermittente.

[17] Cf. note de bas de page 9

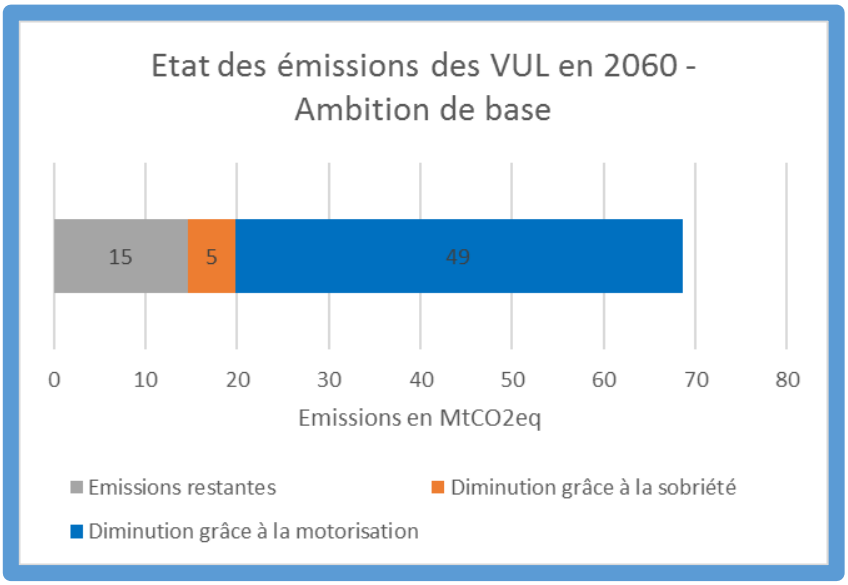


Figure 4. Source : CGEDD

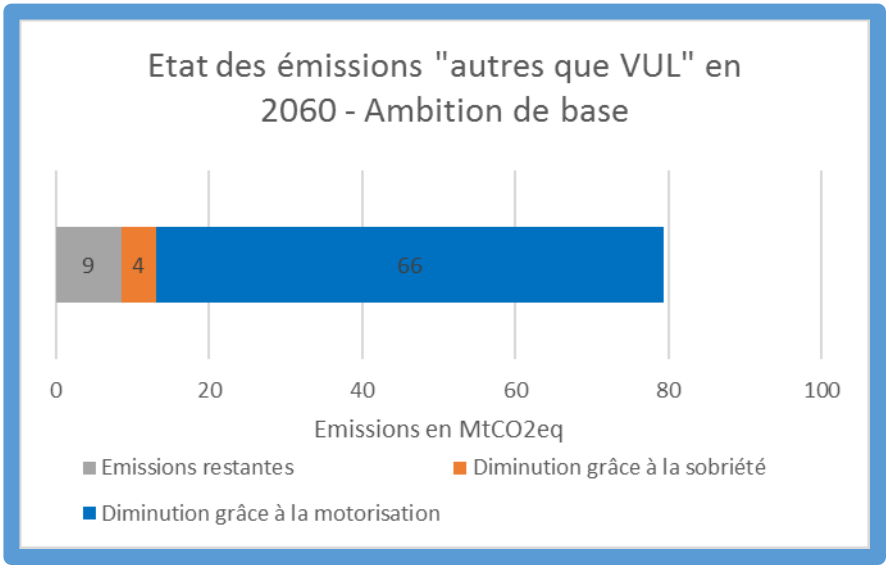


Figure 5. Source : CGEDD

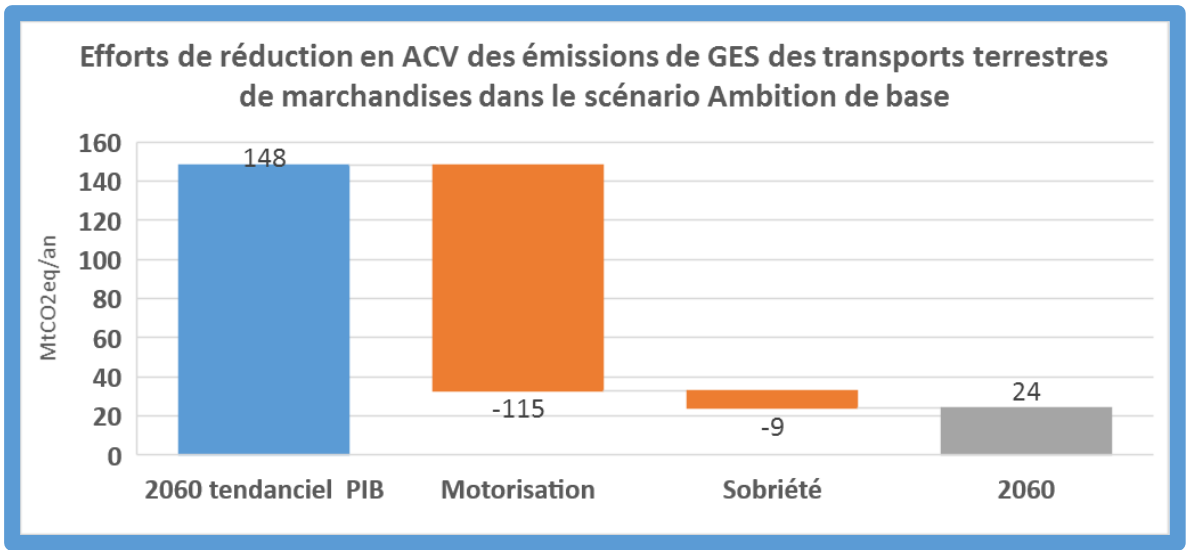


Figure 6 : Efforts de réduction en ACV des émissions de GES des transports terrestres de marchandises : scénario « ambition de base » 2060. Source : CGEDD

2.3.3 Scénario « poussée technologique »

Délibérément, c'est le **levier d'action technologique** qui est ici privilégié et non le levier politique, qui sera examiné isolément dans le scénario suivant, avant d'envisager enfin une action combinée sur les deux registres de changement.

Par rapport au scénario précédent, la décarbonation est accentuée par la prise en compte d'un allongement de la durée de vie des batteries et la décarbonation partielle de leur fabrication. Les émissions des VUL en ACV unitaires sont réduites par rapport au scénario précédent. Le résultat final est meilleur que celui du scénario « ambition de base », mais n'atteint pas pour autant la réduction recherchée du volume d'émission de gaz à effet de serre.

	2017	2025	2030	2040	2050	2060
G v.km						
VUL	102	110	117	131	144	157
Autres	35	37	38	41	43	44
Total	137	146	155	173	190	208
G t.km[18]						
VUL	6	6	7	8	9	10
Autres	418	454	484	549	611	680
Total	423	460	491	557	620	690
Mt CO_2 éq						
VUL	41	40	35	20	10	8
Autres	52	45	38	20	9	7
Total	93	85	73	41	19	15

Tableau 9 : Scénario « poussée technologique ». Source : CGEDD

[18] Cf. Note de bas de page 9

2.3.4 Scénario « poussée de sobriété »

Ce scénario est un peu le pendant du précédent. L'un met entièrement les efforts du côté de la technologie, l'autre du côté de la sobriété des comportements et de l'économie. Dans ce deuxième scénario, les leviers d'action politique (tels que détaillés au 2.2.2) sont privilégiés, alors que l'ambiance technologique reste « moyenne » (sans progrès autres que ceux déjà lancés). Les résultats ainsi appréciés sont intéressants, mais supposent que les mesures de transition soient socialement comprises et effectivement mises en œuvre.

	2017	2025	2030	2040	2050	2060
G v.km						
VUL	102	110	115	126	133	138
Autres	35	37	38	40	42	43
Total	137	146	153	166	175	181
G t.km						
VUL	6	6	7	7	8	9
Autres	418	453	482	542	596	653
Total	423	459	488	549	604	662
Mt CO_2 éq						
VUL	41	40	38	28	15	13
Autres	52	47	42	28	13	8
Total	93	87	80	57	28	21

Tableau 10 : Scénario « poussée de sobriété ». Source : CGEDD

2.3.5 Scénario « hyper-contraint »

Ce scénario explore une évolution où tous les gains de décarbonation seraient obtenus par les changements d'organisation, sans guère s'appuyer sur le progrès technologique (ambiance technologique basse). Malgré la sévérité des mesures de restriction mises en œuvre, le résultat est loin de l'objectif recherché et la conclusion importante. **La neutralité carbone ne peut pas être atteinte sans une forte contribution du progrès technique.**

	2017	2025	2030	2040	2050	2060
G v.km						
VUL	102	110	115	126	133	138
Autres	35	37	38	40	42	43
Total	137	146	153	166	175	181
G t.km[19]						
VUL	6	6	7	7	8	9
Autres	418	453	482	542	596	653
Total	423	459	488	549	604	662
Mt CO_2 éq						
VUL	41	41	41	39	35	32
Autres	52	48	45	41	36	29
Total	93	88	86	80	71	61

Tableau 11 : Scénario « hyper-contraint ». Source : CGEDD

[19] Cf. Note de bas de page 9

2.3.6 Scénario « neutralité » en carbone (pari technologique)

	2017	2025	2030	2040	2050	2060
G v.km						
VUL	102	109	115	127	138	149
Autres	35	36	37	39	41	42
Total	137	146	152	167	179	191
G t.km[20]						
VUL	6	6	7	7	8	9
Autres	418	449	474	532	587	646
Total	423	455	481	540	595	656
Mt CO_2 éq						
VUL	41	39	34	19	9	7
Autres	52	45	37	20	9	6
Total	93	84	71	39	18	14

Tableau 12 : Scénario « pari technologique » (neutralité en carbone). Source : CGEDD

Les projections correspondant au « pari technologique » montrent que, d'ici à 2030, la baisse du volume d'émission de gaz à effet de serre du transport de marchandises ne sera que de 24 % par rapport à 2017, soit une stabilité par rapport à 1990 en dépit du caractère volontariste de ce scénario. L'objectif européen d'une réduction générale tous secteurs de 55 % des émissions (programme *Fit for 55*) par rapport à 1990 ne peut raisonnablement être atteint pour cette activité spécifique. La durée de vie des véhicules qui roulent le plus (en général les ensembles articulés) est de l'ordre de la demi-douzaine d'années mais il y a également des véhicules dont la durée de vie est plus longue (VUL, une partie du parc des PL durant plus longtemps dans des usages diversifiés). Surtout, les contraintes technologiques amènent à ce que la disponibilité des véhicules lourds décarbonés soit plus tardive que celle des véhicules légers (VP et VUL), du fait de la plus grande quantité d'énergie qu'il convient d'emporter à bord, surtout pour des usages longue distance.

Pour autant, il faut souligner combien ce dernier scénario est bien un **scénario de rupture**, en ce que sa survenue ne saurait résulter de l'utilisation des outils d'incitation usuels.

Tous les leviers d'action – outils de sobriété et outils de progrès technique – devraient ainsi être utilisés, avec la plus grande intensité possible. Rappelons toutefois que, tendanciels et non normatifs, les scénarios précédents de « poussée technologique » et de « poussée de sobriété » aboutissent à des projections finales d'émissions de 15 et 21 Mt. L'objectif de 14 Mt CO_2e est presque atteint à cet horizon et, compte tenu des multiples incertitudes sous-jacentes à tous les calculs précédents, très proche de ces projections.

Ambitieux, requérant des moyens puissants et une volonté politique courageuse, l'objectif de neutralité en carbone du transport de marchandises à l'horizon 2060 n'est pas une utopie.

[20] Cf. Note de bas de page 9

2.4 Perspectives

Pour ne retenir que le résultat ultime des calculs, à savoir le volume total des émissions de GES à l'horizon 2060, les six scénarios aboutissent en effet à des résultats très différents qui montrent la longueur (et l'âpreté) du chemin à suivre à partir d'une évolution au fil de l'eau pour atteindre les objectifs politiques de décarbonation. Ils montrent aussi que l'avenir du fret n'est pas écrit d'avance, selon une fatalité technique ou économique. Il y a place pour l'initiative des acteurs du transport et de la logistique et pour l'initiative des responsables politiques.

Fil de l'eau (en fonction du PIB)	***148***
Pire climatique	133
Ambition de base	23
Poussée technologique	15
Poussée de sobriété	21
Hyper-contraint	61
Pari technologique (Neutralité en carbone)	14

Tableau 13 : Émissions de $C0_2$ en 2060 (Mt) selon le fil de l'eau et les six scénarios prospectifs. Source : CGEDD ;

Pour rester cohérents avec une présentation avec sept scénarios telle qu'elle a été développée dans la prospective des mobilités des voyageurs pour le scénario de pari sociétal (neutralité carbone) mais avec une ambiance technologique de motorisation un peu moins ambitieuse (moyenne), le volume d'émissions serait le même. En revanche, compte tenu d'un ratio de GES/veh-km plus élevé, le nombre de véhicules-km serait plus réduit à proportion, soit de l'ordre de 32 %.

Les graphiques suivants montrent comment évolueraient, au long des six principaux scénarios, les trois variables clefs évaluées tout au long de cet exercice : volume de transport (en tonnes-kilomètres), volume de trafic routier (en véhicules-kilomètres) et volume d'émission de gaz à effet de serre (en équivalent CO_2).

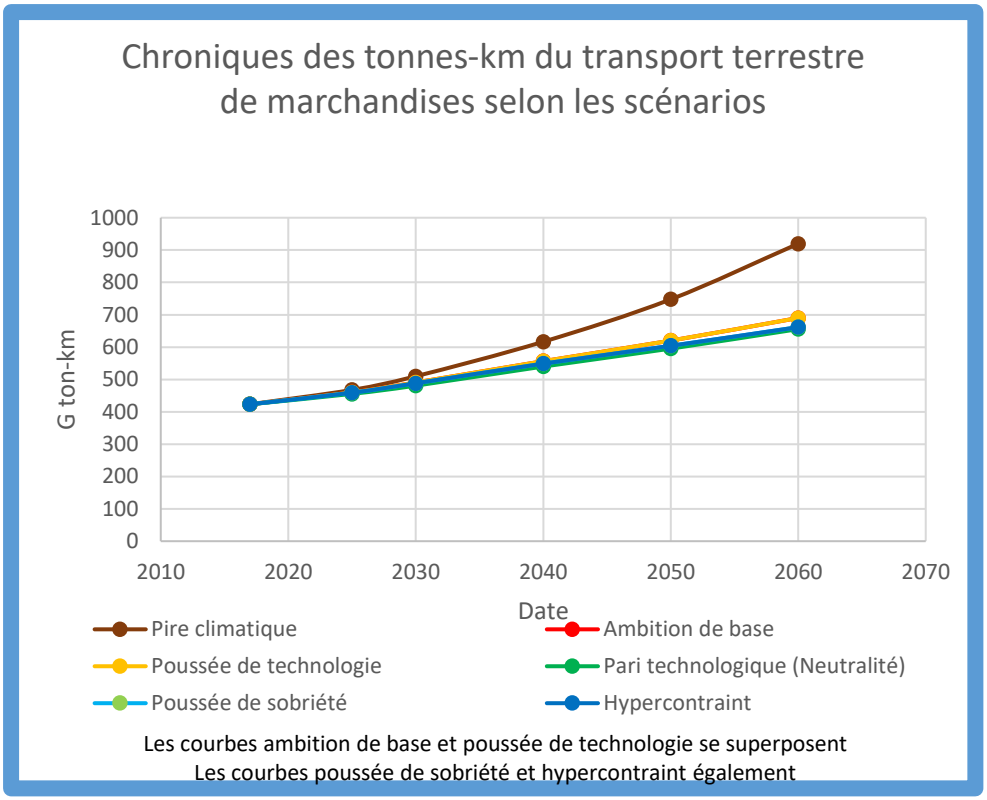


Figure 7 : Chronique des tonnes-km du transport terrestre de marchandises selon les scénarios. Source : CGEDD

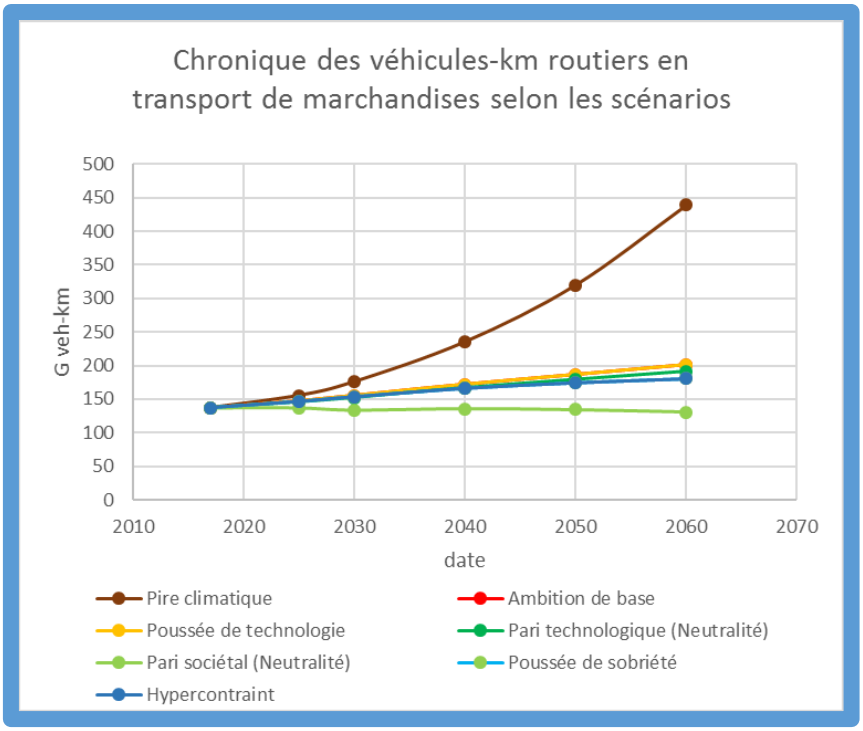


Figure 8 : Chronique des véhicules km routiers du transport de marchandises selon les scénarios. Source : CGEDD

Le graphique suivant résume une large part du travail précédent. Il partage le champ des possibles selon deux axes :

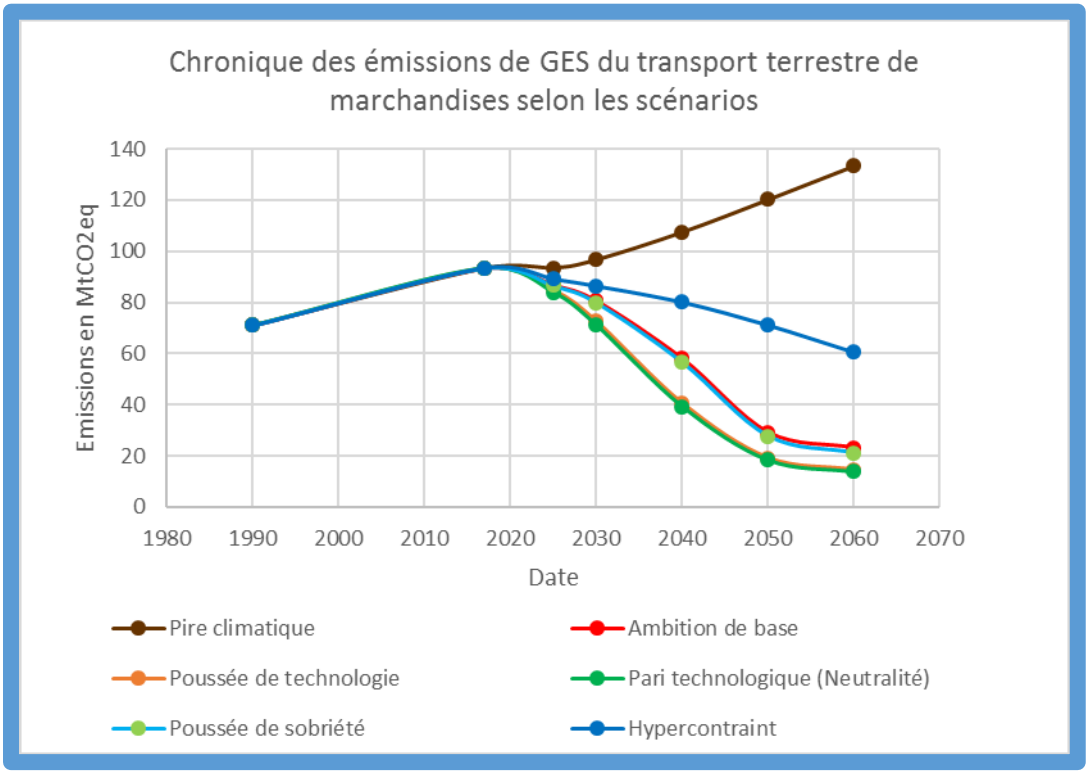


Figure 9 : Source : CGEDD

Verticalement, figure le nombre de **véhicules-kilomètres** utilisés pour satisfaire aux besoins de transport de marchandises de l'économie et de la société française en 2060. Selon le prix des carburants et du carbone (en ACV), les transporteurs et les chargeurs disposent, avec le choix de la taille des véhicules et de leur taux de chargement, d'une marge de manœuvre importante pour optimiser leur activité, entre d'une part la fragmentation des envois et la multiplication des véhicules légers et d'autre part la massification, propice à l'usage de poids lourds ainsi que de modes alternatifs lourds (voie d'eau, chemin de fer, cabotage maritime et combinaisons multimodales et intermodales).

Horizontalement, figurent les **performances énergétiques** des véhicules (en grammes de CO_2 par véhicule-kilomètre) marquant des écarts importants, selon les divers niveaux d'« ambiance technologique » qui prévalent.

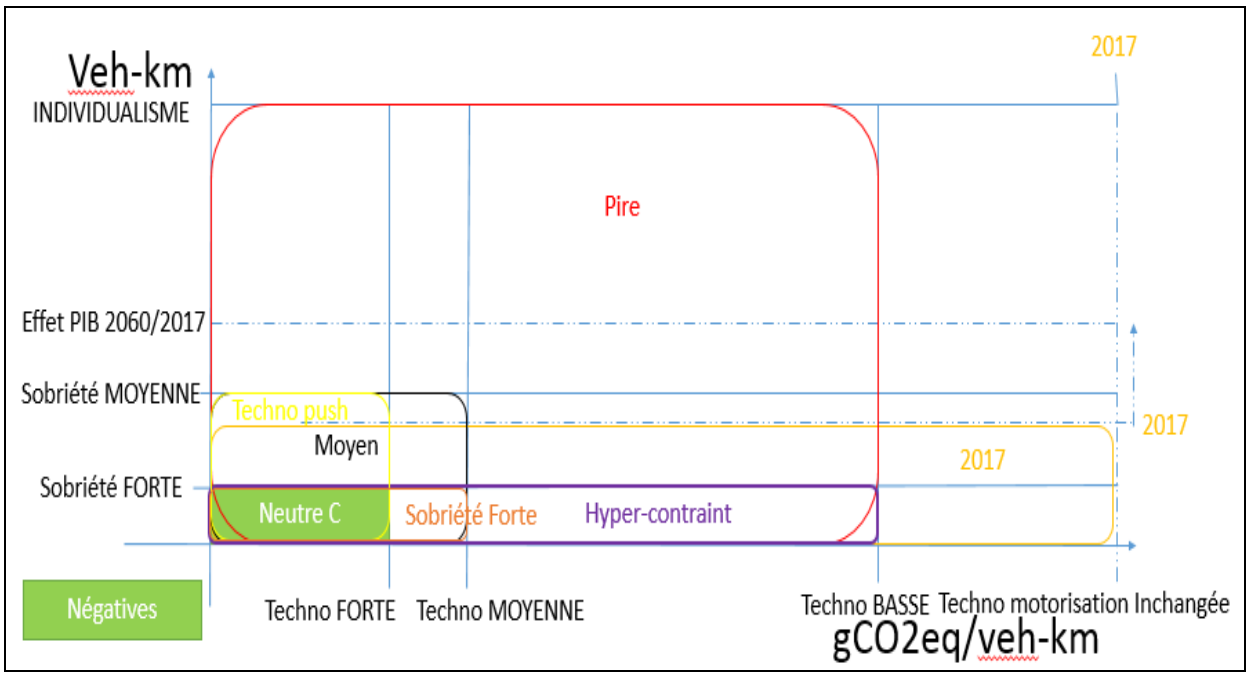


Figure 10 : Situation des scénarios selon le volume routier et la performance environnementale des véhicules. Source : CGEDD

Par rapport au « fil de l'eau » (« scénario » « tendanciel ») dont on a vu qu'il conduirait à des niveaux inacceptables d'émissions de GES, on peut en somme remettre à l'ordre du jour le thème du **découplage de la croissance du transport et du développement économique**, thème mis en avant par la Commission européenne lors de la publication de son Livre blanc sur les transports de 2001 (*La politique européenne des transports à l'horizon 2010 - l'heure des choix*). On peut à cet effet organiser le raisonnement selon quatre étapes, identifiant ainsi les champs d'action et les marges de manœuvre :

1. S'agit-il de diminuer le **volume des marchandises** transportées (ce que certains qualifieraient de « renoncer aux transports inutiles »), soit en première approximation diminuer le nombre de **tonnes** acheminées ?
2. Ne se limitant pas aux tonnages transportés, on peut agir sur le volume de **transport**, usuellement mesuré en **tonnes-kilomètres**. C'est introduire un degré de liberté supplémentaire, celui de la **distance** de transport (et l'on sait que le transport en France a augmenté, dans les années passées, sous l'effet de l'allongement des distances de transport plus que sous l'effet des tonnages transportés). C'est faire apparaître la dimension géographique, essentielle, dans l'organisation des flux : implantations des sites de fabrication et des sites logistiques, localisation des fournisseurs et des clients, proches ou lointains, éventuellement préférence donnée aux « circuits courts » d'une économie plus décentralisée et organisée de façon circulaire sur une base territoriale.
3. Toutefois, si l'on s'intéresse comme ici aux émissions de GES et autres nuisances du transport, c'est le **trafic** (mesuré en **véhicules-kilomètres**) qui importe plus que le transport strictement dit. Outre le jeu sur les paramètres précédents, l'utilisation de **véhicules plus grands et mieux remplis** permet d'augmenter le transport à trafic constant, voire diminué, en s'appuyant sur les outils d'optimisation logistique organisant au mieux l'ajustement dans le temps et dans l'espace de la demande et de l'offre de transport.

4. De fait, la variable ultime est la **consommation d'énergie fossile** et les **émissions** liées (mesurées en **tonnes d'équivalent CO_2**), directement dans le processus de transport et pour la construction et l'entretien des véhicules et des installations fixes (selon la démarche en ACV). Interviennent alors à la fois le **choix modal**, la **performance énergétique intrinsèque des véhicules** utilisés et la **nature de l'énergie** utilisée, plus ou moins décarbonée.

Qu'ils soient de nature organisationnelle ou technologique et plus ou moins soutenus par des incitations publiques, les efforts de décarbonation envisagés dans les scénarios prospectifs ci-avant concernent principalement les étapes 3 et 4 de ce raisonnement, la **production de transport et ses effets**. Ces efforts sont indispensables, leur succès n'est pas garanti et il faut donc penser – ne serait-ce que par précaution – qu'ils ne suffiront pas à eux seuls à atteindre la neutralité recherchée. Il faut donc considérer non seulement l'aptitude du système de transport à traiter de façon décarbonée le fret qui lui sera confié, mais aussi le volume et l'organisation spatiale de la **demande de transport** comme telle[21].

Il est vrai que les mécanismes et comportements du système général de production, de distribution et de consommation, émetteur d'une demande de transport, n'entrent **pas directement dans les compétences d'une politique des transports**. Pour autant, une vision à long terme doit aborder ces questions, ne serait-ce que pour que le dispositif de transport s'y prépare et du moins n'y fasse pas obstacle.

Ainsi faudra-t-il être attentif à des **tendances** sociales plus ou moins établies, ou en émergence, que la crise du Covid, les confinements liés et les modifications obligées de manière de vivre ont parfois accentuées :

- les analyses rétrospectives montrent que la croissance économique française, mesurée par le PIB par habitant, ne s'accompagne pas d'une croissance de la « **consommation matérielle nationale** » (*domestic material consumption*, DMC), qui stagne et pourrait régresser. Sans évoluer vers une économie immatérielle, le système de production utilise moins de matières pour fabriquer biens et services. Quelle est l'évolution à long terme de l'**élasticité du volume de transport (en t.km) et du PIB**, élasticité qui a montré par le passé qu'elle n'est nullement immuable ?
- la rupture de certaines chaînes d'approvisionnement internationales pendant l'épidémie de covid-19 a révélé la vulnérabilité de l'Europe pour certaines fournitures, parfois apparemment banales mais indispensables. Comment l'aspiration à une « souveraineté » désormais revendiquée se traduira-t-elle en matière d'implantations d'**activités de production relocalisées en Europe ou sur le pourtour de la Méditerranée** ? Quels en seront les effets sur la nature et le volume des transports de marchandises ?
- une aspiration à un **mode de consommation plus sobre** se traduit, par exemple, la diminution de la consommation de viande et par l'augmentation des **produits bio** dans l'alimentation d'une part plus large de la population, avec le renforcement de « **circuits courts** » privilégiant les productions proches dans la consommation, sans qu'on sache précisément la résultante en termes d'émission de circuits plus courts mais moins massifiés (mais renoncera-t-on aisément à la variété illimitée des productions lointaines ?) ;
- dans le même esprit s'exprime une demande de meilleure « réparabilité » des produits, diminuant les achats de produits neufs mais supposant la mise en place d'une

21 C'était déjà la conclusion de l'étude « Transport routier de marchandises et gaz à effet de serre », in *Pour une régulation durable du transport routier de marchandises*, La Documentation française, 2008.

logistique d'après-vente efficace (facilitée par la fabrication de pièces de rechange à la demande, en impression 3D), selon une logique d'**économie circulaire** qui peut être délibérément organisée et soutenue ;

- dans l'industrie du **bâtiment** et des travaux publics, une des branches chargeuses les plus importantes (les matériaux de construction représentant presque la moitié des tonnages transportés), l'évolution de **matériaux** (et notamment de la place du ciment, dont la production est forte émettrice de CO_2) pour en limiter l'empreinte carbone modifie les circuits d'approvisionnement et les transports de fret liés ;
- le recours aux énergies issues de la **biomasse** modifie-t-il notoirement les flux de fret lourd ?
- la recherche d'un mode de vie mieux compatible avec la préservation du climat se traduira-t-elle, plus généralement, vers une structuration de l'économie et de l'emploi vers des **activités « humano-centrées »** ? : enseignement, santé, activités culturelles, loisirs, etc., moins consommatrices de produits matériels et donc de transport de fret ?
- enfin, on sait que les meilleures idées politiques doivent, pour entrer dans les faits, être **acceptées par les citoyens**. Si l'heure est à la refonte du mode de vie des Français, quelles seront les transitions sociales et territoriales de ces mutations ?

À titre récapitulatif le diagramme ci-dessous illustre en les comparant au scénario tendanciel et en se plaçant à l'horizon 2060 la combinaison des efforts technologiques liés à la motorisation et ceux de sobriété pour aboutir aux 24 Mt d'émissions en ACV en 2060.

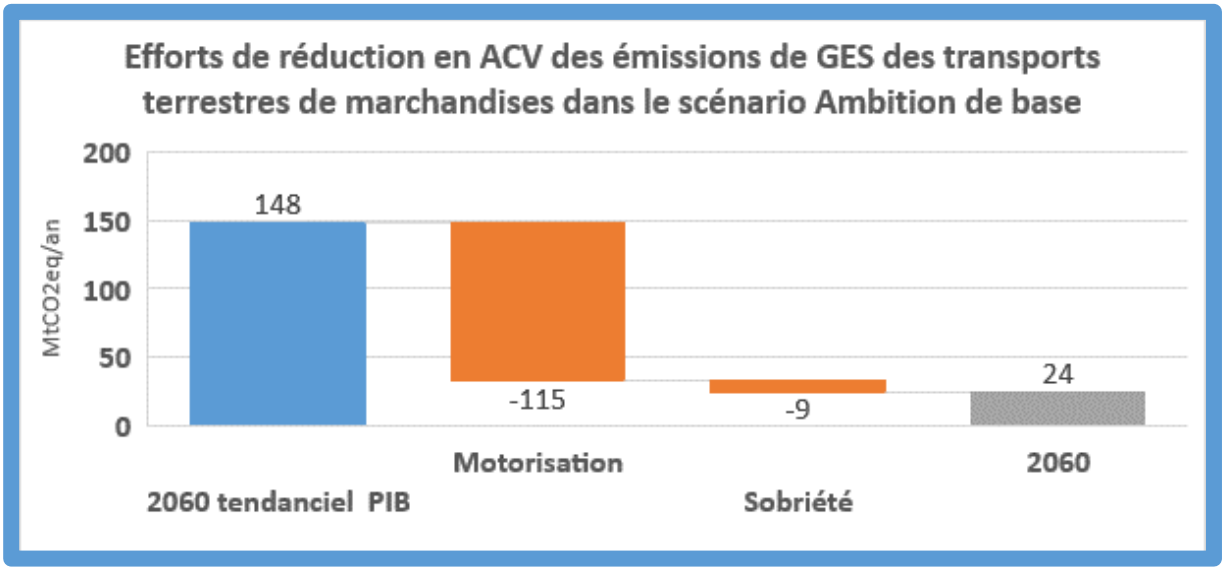


Figure 11 : Efforts de réduction des émissions de GES des transports terrestres de marchandises : scénario ambition de base. Source : CGEDD

Illustration 2 : Péniche passant sous le viaduc d'Austerlitz - Source : Arnaud Bouissou/Terra

3 Transport ferroviaire et transport fluvial

Le transport ferroviaire et le transport fluvial occupaient encore une part très conséquente dans le transport de marchandises au début des années 1960, comme l'illustre le tableau suivant extrait du sixième rapport des Comptes transports de la nation[22] :

TABLEAU 5. — *Trafic d'ensemble en tonnage kilométrique*

(milliards de TK)

	1959	1960	1961	1962	1963*	1964**
S.N.C.F. (1)	52,20	55,60	57,50	59,80	63,00	66,30
Route (2) (+ 50 km)	19,80	23,40	22,40	24,40	25,70	27,00
Eau	9,50	10,77	11,26	11,23	11,00	11,70
TOTAL	81,50	89,80	90,80	95,40	99,70	105,00

(1) Les chiffres des années 1959 à 1962 ont été recalculées d'après les bases retenues en 1963 en raison de la nouvelle tarification.
(2) Les résultats de 1959 à 1962 sont ceux du sondage I.N.S.E.E., ceux de 1963 et 1964 sont des extrapolations d'après l'évolution prévisible des consommations de carburants.

SOURCES : I.N.S.E.E., S.A.E.I.

Tableau 14 – Source CCTN

En 1961, le transport ferroviaire représentait 57,50 Gtkm et le transport fluvial 11,23 Gtkm, soit respectivement 63 % et 12,4 % des trafics de marchandises.

En 2017, les trafics respectifs de ces deux modes étaient tombés à 33,4 Gtkm et 6,7 Gtkm soit respectivement 9,6 % et 1,9 % de part modale, puisque le trafic terrestre de marchandises hors oléoducs est passé de 90,80 à 347,8 Gtkm entre 1961 et 2017, comme on peut le constater dans le tableau similaire de la 55ème CCTN[23] :

Figure E1-1 **Transports intérieurs terrestres par mode**

Niveau en milliards de tonnes-kilomètres, évolutions annuelles en %

	Niveau	Évolutions annuelles			
	2017	2016	2018	2017	2017/2012
Transport ferroviaire	33,4	6,1	-4,8	2,7	0,6
Transport routier	307,7	-2,4	2,6	6,6	1,3
Pavillon français	187,3	-5,7	1,5	7,1	-0,1
Pavillon étranger	120,4	3,3	4,1	5,6	3,8
Transport fluvial	6,7	-3,7	-8,4	-1,8	-3,0
Ensemble des transports terrestres hors oléoducs	347,8	-1,7	1,5	6,0	1,1
Oléoducs	11,2	3,6	-0,8	-1,7	-5,8
Produits finis	7,1	-0,6	-1,7	-2,6	-1,0
Produits bruts	4,1	11,7	1,4	-0,3	-11,6
Ensemble des transports terrestres yc oléoducs	358,0	-1,6	1,4	5,7	0,9

Tableau 15. Source CCTN

[22] CCTN - sixième rapport général : les comptes transports de la nation en 1959, 1960, 1961 et 1962 et les comptes prévisionnels 1963 et 1964 - Paris Février 1964

[23] CGDD - Datalab - les comptes des transports en 2017 - 57ème rapport de la CCTN - Août 2018

L'atelier de prospective du transport de fret par voie ferroviaire et fluviale (TFF) s'est attaché à comprendre cette évolution en procédant à une courte analyse rétrospective de chacun de ces deux modes massifiés (3-1-1 et 3-1-2), à donner ensuite un bref état des lieux des évolutions des émissions entre 1990 et 2017 (3-1-3). Puis il s'est efforcé de tenir compte de la nouvelle donne issue de la stratégie nationale de relance du fret ferroviaire (3-2-1) pour le transport ferroviaire de fret et des conditions plus favorables liées au COP de VNF et à la liaison fluviale Seine-Escaut (3-2-2) pour le transport fluvial de fret, afin d'élaborer une projection de la demande de transport de marchandises par voie ferroviaire (3-3-1) et par voie fluviale (3-3-2). Il a ensuite tenté de mettre en cohérence ces scénarios et les mesures qui les rendent possibles (3-4-1 et 3-4-2) avant d'associer à chacun des scénarios une estimation des émissions de CO_2 correspondantes (3-5-1 et 3-5-2), puis de donner un bref aperçu sur la desserte massifiée des ports (3-6) et de proposer quelques recommandations (3-7).

3.1 Rétrospective des trafics ferroviaires et fluviaux

3.1.1 Rétrospective des trafics ferroviaires

Le transport ferré de marchandises n'occupe qu'une place modeste dans le système de fret français par rapport à la moyenne européenne. On ne saurait pour autant le négliger, d'autant qu'il fait l'objet d'un intense intérêt politique et que, dans une perspective de décarbonation mais également de réduction d'autres nuisances des transports (pollution locale, congestion des routes, accidents), le renforcement de la part du chemin de fer est fréquemment évoqué et souhaité. Une telle proposition ne manque pas d'ambition, quand on considère l'évolution du fret ferroviaire en France lors des cinquante dernières années (de 1970 à 2019) par comparaison avec les pays voisins.

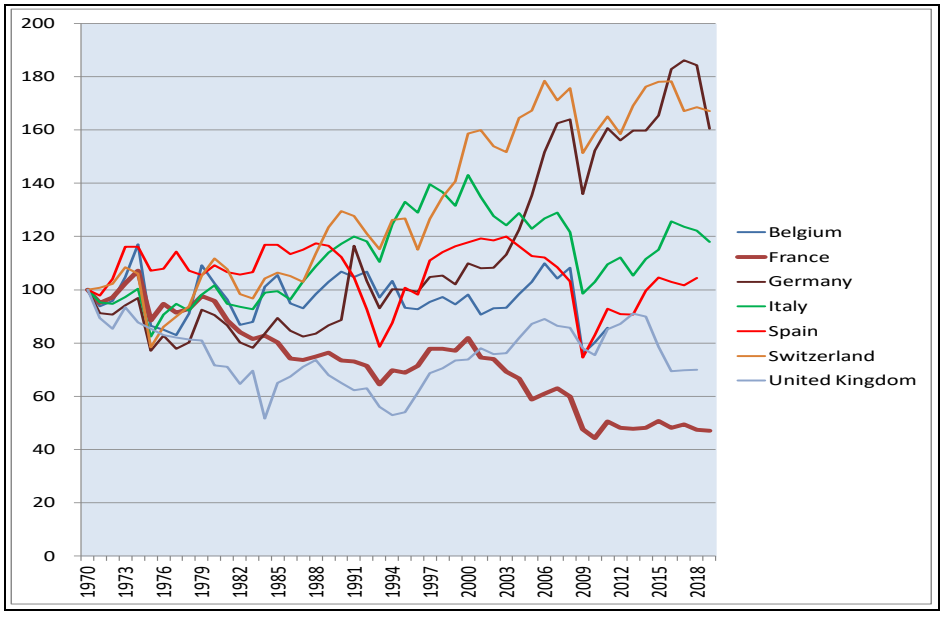


Figure 12 : Évolution relative du fret ferroviaire en Allemagne, Belgique, Espagne, France, Italie, Royaume Uni et Suisse, 1970-2019, indice 100 1970[24]- Source : OCDE

[24] La comparaison en valeur absolue dépend en partie de l'année de référence retenue en l'occurrence 1970 mais elle rend bien compte des évolutions divergentes de la France et de ses voisins

La lecture de ce graphique pourrait amener à une conclusion simple quant à l'avenir du fret ferroviaire en France : au mieux le maintien de son volume actuel, au pire la poursuite de son déclin. Ce n'est pourtant pas l'approche qui a été retenue par l'atelier, quand de nouvelles perspectives laissent entrevoir une relance.

3.1.2 Rétrospective des trafics fluviaux

Le trafic fluvial se contracte de 11,23 Gtkm en 1961 à 7,164 Gtkm en 1990 : il subit en effet de plein fouet les deux chocs pétroliers de 1973 et 1978, le développement du programme nucléaire, qui réduit *de facto* les transports de charbon à usage énergétique et le déplacement de la sidérurgie de l'Est de la France dans les ports maritimes ainsi que l'inadéquation de la flotte fluviale encore largement exploitée par des artisans fonctionnant encore au tour de rôle, avec un réseau à grand gabarit conséquent sur la Seine, le Rhône, le Rhin et la Moselle et le canal Dunkerque-Valenciennes mais en grande partie séparé du réseau européen des voies navigables.

La création de VNF au début des années 1990 tente de mettre un terme à cette situation, si bien qu'il est plus logique de dresser l'état des lieux rétrospectif sur la période 1990-2017/2018, d'autant que celle-ci marque le début des engagements du protocole de Kyoto en matière de réduction des gaz à effet de serre.

E4.a1 Transport fluvial de marchandises par type de transport (e

millions de tonnes-kilomètres

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018
National	4 267	3 150	4 141	4 640	5 015	4 600	4 170	3 963	4 219
International	2 897	2 715	3 120	3 216	3 045	2 861	2 666	2 751	2 483
Total	7 164	5 865	7 260	7 856	8 060	7 461	6 836	6 715	6 702

Source : VNF

Tableau 16

La tableau ci-dessus illustre une certaine stabilité des trafics entre 1990 et 2017/2018 avec un maximum en 2010 autour de 8 Gtkm. La contraction du trafic est ensuite contenue sous l'effet d'une amélioration de la fiabilité du réseau et de l'évolution de la structure de la flotte.

L'état des lieux du transport fluvial au début de la période de projection des trafics de l'exercice prospectif peut être caractérisé de la façon suivante à partir d'une analyse menée par le CGEDD avec les acteurs de la profession pour le ***transport fluvial de marchandises :***

- un trafic en tonnage de 56,3 Mt avec une dominance des matériaux de construction et le sel (45 %), l'agroalimentaire et les engrais (28 %), le reste se répartissant entre produits énergétiques et chimie (13 %), la métallurgie et les conteneurs/colis lourds à parts égales (7 % chacun) ;
- un trafic fluvial national exprimé en tonnes-kilomètres de 7,4 Gtkm (8,0 Gtkm en y ajoutant le fluvio-maritime et le trafic rhénan) qui retrouve le niveau de 2015, dont 4,6 Gtkm en national et 2,8 Gtkm en international hors trafic rhénan ;

- la flotte se modernise mais à un rythme lent puisque la durée d'utilisation des unités fluviales s'établit autour de 30 à 40 ans, contre 5 à 10 ans pour le routier et 20 à 30 ans pour le maritime, encore que la modernisation des moteurs puisse s'opérer plus rapidement (leur taux de renouvellement est plutôt de 10-15 ans, sans *rétrofit* possible compte tenu de son strict encadrement réglementaire). Composée d'environ 1 000 unités, sa capacité moyenne d'emport se situe autour du millier de tonnes. Cette capacité s'est fortement accrue au cours des deux dernières décennies, les plus petits bateaux au gabarit Freycinet étant remplacés par des unités de plus grand gabarit ;

ÉTAT DES LIEUX ET ACTIVITÉ DE LA FLOTTE FLUVIALE

	Nombre d'unités	Milliers de tpl	Évolution tpl 2019/2018
1 500 t et plus ↗	234	564,8	1,8 %
de 1 000 t à 1 499 t ↗	144	177,8	3,8 %
de 400 t à 999 t ↘	364	238,0	- 2,3 %
moins de 400 t ↘	300	111,2	- 0,9 %
Total flotte fluviale	1 042	1 091,8	0,9 %
dont part de vrac sec	96 %	92 %	1,0 %
dont part de vrac liquide	4 %	8 %	- 1,9 %

***Figure 13 : État des lieux et activité flotte fluviale*[25]**

- un réseau de 6 700 km de voies navigables, dont 1 700 km accessibles à la navigation à grand gabarit, si bien que la notion même de réseau renvoie d'abord au réseau Freycinet à petit gabarit de la fin du XIXème comme l'illustre la carte des voies navigables françaises donnée par VNF dans ses chiffres du transport fluvial ;

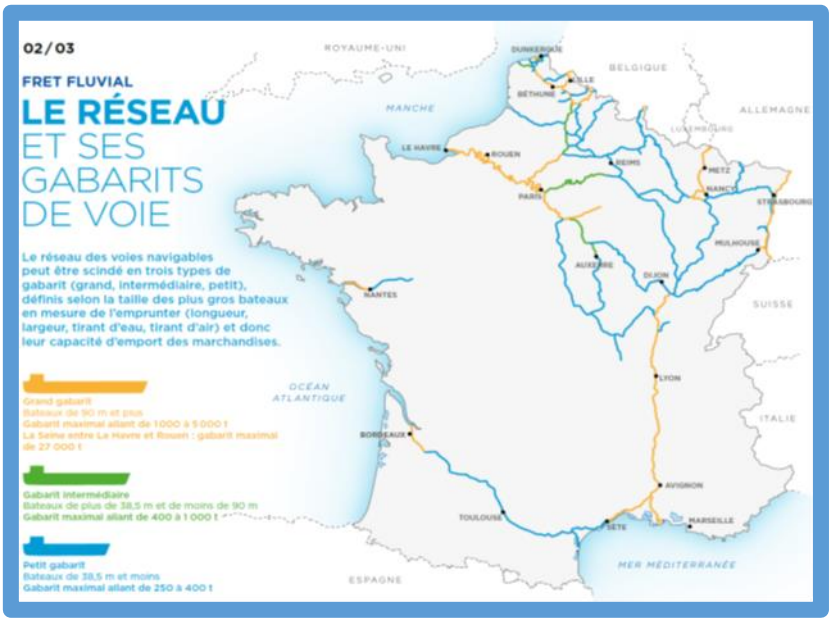


***Figure 14 Le réseau de fret fluvial VNF*[26]**

[25] *Ibidem*

[26] *Ibidem*

- la principale raison de cette stagnation du trafic sur les vingt dernières années est à rechercher autour de plusieurs causes, si l'on prend pour source une note récente de l'ISEMAR[27] : « faiblesse du portage politique, réseau vieillissant et insuffisamment interconnecté, concurrence forte du transport routier, schéma logistique considéré parfois comme trop contraignant par les chargeurs… » ;
- de plus, un certain nombre de freins institutionnels et économiques entravent le recours au report modal : insuffisante prise en compte des externalités négatives du mode routier, distorsion de concurrence entre les modes pour la manutention dans les ports maritimes, généralisation du 44 tonnes…;
- l'interconnexion des réseaux du bassin de la Seine avec le réseau européen des voies navigables, grâce au projet Seine-Escaut, devrait améliorer sensiblement la situation au terme de la décennie actuelle, de même que les avantages potentiels en termes de coûts externes, comme le mentionne l'ISEMAR, même si la logistique fluviale doit tenir compte de ruptures de charge qui en limitent l'accès au bord des voies aménagées ;
- il convient aussi de mentionner le rôle privilégié que joue le transport fluvial dans sa capacité à pénétrer au cœur des agglomérations traversées par des voies d'eau, ce qui favorise une logistique urbaine massifiée.

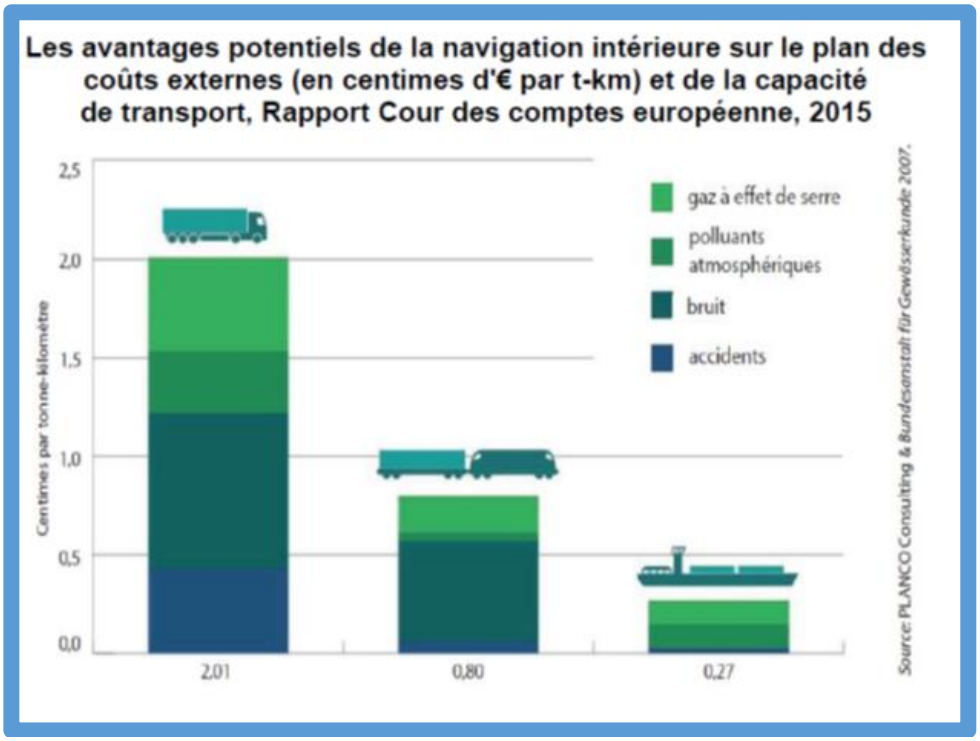


Figure 15 : Les coûts externes des différents modes de transport terrestres[28]

[27] ISEMAR- note de synthèse n° 212 : « Le transport fluvial en France : une solution logistique d'avenir » - septembre 2019

[28] Rapport Cour européenne des comptes

3.1.3 Rétrospective des émissions de GES du transport ferroviaire et du transport fluvial

3.1.3.1 Rétrospective des émissions du transport ferroviaire de fret

Les émissions du transport ferroviaire sont retracées chaque année par le Citepa mais sans distinguer le transport de voyageurs du transport de fret, ce qui complique l'analyse. La rétrospective des émissions du ferroviaire donnée par le Citepa et synthétisée par la CCTN donne les valeurs suivantes : 1990 1,1 Mt et en 2017 408 kt.

Des sources anciennes de 2014 donnent des émissions unitaires de l'ordre de 14 g de CO_2 par tkm tandis que l'étude européenne[29] de Fraunhofer et de l'Université de Delft donne plutôt 24 g CO_2 par tkm.

En fait comme on ne dispose pas de la répartition des consommations de gazole entre les trains de voyageurs et les trains de fret nous prendrons par convention environ 60% pour le fret soit 240 000 tonnes ce qui donne pour un trafic de 33 Gtkm des émissions unitaires, certes un peu artificielles car de nombreux trains de fret fonctionnent en traction électrique, d'où une valeur unitaire plus faible de 7,5 g CO_2/tkm.

Comme pour les autres ateliers du fret nous nous sommes limités à examiner les émissions liées aux consommations de carburant sans estimer les émissions en analyse du cycle de vie (ACV) incluant l'infrastructure ferroviaire proprement dite.

3.1.3.2 Rétrospective des émissions du transport fluvial de fret

Contrairement au transport maritime, où la répartition des émissions domestiques et internationales est faite sur la base d'une étude réalisée en 2000 et non réactualisée, les émissions du transport fluvial sont estimées par le Citepa en partant des carburants chargés en France, la répartition entre trafic domestique et international se faisant à partir des trajets des bateaux recensés chaque année en tonnes-kilomètres selon un inventaire régulièrement établi par VNF et transmis à la commission des comptes transports de la nation (CCTN).

Le tableau 17 donne les émissions respectives de méthane, de gaz carbonique, de protoxyde d'azote et leur équivalent au gaz carbonique par rapport à l'effet de serre (CO_2e) :

on voit ainsi que le trafic fluvial domestique émettait environ 110 000 tonnes de CO_2e en 2018 contre 128 000 tonnes en 1990 pour un niveau de trafic domestique à peu près équivalent de 4,3 Gtkm alors que le trafic international a émis environ 64 000 tonnes en 2018 contre 87 000 tonnes en 1990 avec un trafic un peu plus bas (2,5 Gtkm en 2018 contre 2,9 Gtkm en 1990).

[29] Rapport final de l'étude réalisée par Fraunhofer ISI Karlsruhe et CE Delft de décembre 2020 pour l'agence européenne de l'environnement «*Methodology for GHG efficiency of Transport Modes* »

source : Citepa/inventaire CCNUCC-édition avril 2020
périmètre : Métropole

TRAFIC FLUVIAL DOMESTIQUE

type	unité	rubric	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018
CH4	t	DOM	11,97	9,02	11,52	12,69	13,52	11,39	10,28	9,71	10,28
CO2	kt	DOM	126,68	95,49	121,86	134,24	143,12	120,51	108,77	102,73	108,84
N2O	t	DOM	3,19	2,41	3,07	3,38	3,61	3,04	2,74	2,59	2,74
CO2e	kt	DOM	127,93	96,44	123,06	135,57	144,53	121,70	109,85	103,74	109,91

TRAFIC FLUVIAL INTERNATIONAL

type	unité	rubric	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018
CH4	t	INT	8,13	7,78	8,68	8,79	8,21	7,08	6,57	6,74	6,05
CO2	kt	INT	86,02	82,29	91,80	93,05	86,88	74,94	69,54	71,32	64,05
N2O	t	INT	2,17	2,07	2,31	2,34	2,19	1,89	1,75	1,80	1,61
CO2e	kt	DOM	86,87	83,10	92,71	93,96	87,74	75,68	70,23	72,02	64,68

EMISSIONS TRAFIC FLUVIAL TOTAL

type	unité	rubric	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018
CH4	t	INT	20,10	16,80	20,19	21,48	21,73	18,47	16,85	16,45	16,34
CO2	kt	INT	212,70	177,78	213,66	227,29	230,00	195,45	178,32	174,04	172,89
N2O	t	INT	5,36	4,48	5,38	5,73	5,80	4,93	4,49	4,39	4,36
CO2e	kt	DOM	214,80	179,54	215,77	229,53	232,27	197,38	180,08	175,76	174,59

Tableau 17

Il convient d'observer que ces émissions sont celles relatives au seul transport fluvial et qu'elles ne comprennent pas les émissions de la plaisance qu'il est assez difficile de séparer entre la partie maritime et la partie fluviale, si bien qu'il a été convenu de n'en traiter que dans la partie maritime.

3.2 La dynamique de rebond éclaire l'avenir des transports ferroviaires et fluviaux

3.2.1 La SNFF et le pacte ferroviaire permettent d'inverser les tendances antérieures

Le fret ferroviaire est en effet, plus encore que d'autres modes de transport, sensible aux interventions publiques, en amont des mécanismes du marché qui arbitrent en particulier la répartition du fret entre les différents modes (le « partage modal »). La loi d'orientation des mobilités (LOM) du 24 décembre 2019 édictant dans son article 178 que « la France définit une stratégie pour le développement du fret ferroviaire », le document présentant une telle stratégie a été publié en septembre 2021[30].

L'élaboration de cette stratégie par les ministères responsables avait été précédée d'un ensemble de propositions établi par les acteurs du système ferroviaire, regroupés dans l'Alliance 4F (Fret ferroviaire français du futur). Ceux-ci ont tout d'abord affirmé que l'efficacité d'un système passe par la coopération de ses acteurs. Aussi étonnant que cela paraisse, c'était une première et, à vrai dire, une avancée majeure ! Dans un document publié en juin 2020[31], ils ont identifié une série d'innovations, technologiques mais aussi organisationnelles, susceptibles d'améliorer à la fois la performance du fret ferroviaire (fiabilité, vitesse, débit) et sa productivité (et donc de diminuer ses coûts) et par là de gagner de nouveaux marchés (ce qui enclenche un cercle vertueux, le chemin de fer étant une industrie à rendements croissants). L'ambition est en effet de doubler la part du fer dans le transport de fret en France d'ici à 2030, passant de 9 % à 18 % (ce qui reviendrait à rattraper la moyenne des pays de l'Union européenne).

[30] Ministère chargé des transports, *Stratégie nationale pour le développement du fret ferroviaire*, septembre 2021.

[31] Alliance 4F, *Les propositions de l'Alliance 4F pour doubler la part de marché du fret ferroviaire en 2030*, juin 2020.

Sous le titre « Des objectifs ambitieux de développement du fret ferroviaire pour réussir la transition écologique engagée en France et en Europe », la stratégie du gouvernement vise elle aussi à « doubler la part modale du fret ferroviaire à horizon 2030 » et au-delà à atteindre « un objectif de 25 % de part modale du fret ferroviaire à horizon 2050 », en cohérence avec la stratégie nationale bas-carbone et en ligne avec les ambitions européennes du développement du fret ferroviaire et avec les politiques publiques nationales en matière portuaire et en matière fluviale. Le document se conclut par une liste de 72 mesures constituant un « programme d'action global qui couvre tous les leviers d'amélioration et de développement du fret ferroviaire en l'inscrivant pleinement dans la chaîne logistique du transport de marchandises ». D'ores et déjà l'annonce est faite d'une aide de l'État substantielle pour améliorer l'infrastructure ferroviaire[32].

3.2.2 Le COP de VNF et la liaison Seine-Escaut placent le transport fluvial dans une perspective dynamique

Le contrat d'objectifs et de performance conclu entre l'Etat et VNF le 30 avril 2021 pour la période 2020-2029 en application de la LOM fixe à l'établissement une nouvelle ambition pour participer à la transition écologique et lui donne des moyens d'investissement fortement accrus, puisque la dotation antérieure se situait autour de 150 M€ par an sur la décennie précédente et que celle-ci s'établit en moyenne à 300 M€ par an, soit 3 G€ sur la durée du contrat. Cette dotation est destinée à couvrir trois types d'investissement : la régénération du réseau pour environ 1,7 G€ (à peu près le niveau de 180 M€ par an recommandé par le COI), 1 G€ pour le développement indépendamment du financement de la liaison Seine-Nord-Europe et 0,3 G€ pour la modernisation des méthodes d'exploitation.

Dans le même temps le canal Seine-Nord-Europe, maillon essentiel de la liaison européenne Seine-Escaut reliera le bassin de la Seine et le réseau européen des voies navigables à grand gabarit à un horizon identique (2028 selon les prévisions actuelles). Selon la société du canal Seine-Nord-Europe il devrait accroître le trafic fluvial de 15 Mt sur le canal lui-même dix ans après la mise en service et engendrer un trafic supplémentaire pour la voie fluviale de l'ordre de **6 à 7 Gtkm**.

Ces deux éléments qui se conjuguent à peu près dans le temps devraient permettre de voir le trafic fluvial croître significativement au cours des vingt prochaines années sous réserve de la capacité de la flotte à se décarboner dans cette même période, car le transport routier améliorera significativement ses niveaux d'émission d'ici 2030/2040, et totalement d'ici 2050.

[32] En octobre 2021, le Premier ministre a ainsi annoncé que 250 millions d'euros (M€) iront aux installations terminales, 160 M€ à la modernisation des voies de service et installations de tri des wagons, 250 M€ pour des évolutions de gabarit (élargissement de tunnels), 50 M€ pour le développement d'axes accueillant des trains lourds et longs, 205 M€ pour la modernisation des petites lignes de fret, 85 M€ pour la numérisation du fret. À ces enveloppes se sont déjà ajoutés, via le plan de relance, 210 M€ pour financer les surcoûts liés à une meilleure prise en compte par SNCF Réseau des circulations fret lors des travaux et 140 M€ pour financer des projets de ports maritimes à vocation ferroviaire. Les 300 M€ prévus de 2020 à 2024 pour soutenir l'exploitation de services de fret ferroviaire (wagon isolé, transport combiné, péages) viennent en complément.

3.3 Les trois scénarios de projection de la demande de transport ferroviaire et de la demande de transport fluvial

3.3.1 Partage modal du fret dans les trois scénarios

La projection – selon diverses hypothèses traduites dans des scénarios – de l'avenir du transport de marchandises s'appuie, dans le présent exercice, sur une mise en relation des perspectives de développement économique (mesurées par l'évolution du PIB) et du volume de fret. Les projections macroéconomiques sont la base des projections du transport. Pour ce faire, l'analyse du passé montre, d'une part, une élasticité instantanée du volume de fret (mesuré en tonnes-kilomètres) par rapport au PIB assez différente d'une phase de développement à une autre (« trente glorieuses », choc pétrolier, etc.) et, d'autre part, une tendance longue à la diminution relative de la quantité de transport requise pour produire un euro de PIB, du fait des modifications des structures de l'économie (tertiarisation des activités, allègement des produits fabriqués et consommés, etc.). De tels changements se poursuivront dans les années à venir.

La figure 16 montre l'évolution, d'une part, des variables macroéconomiques (PIB et valeur ajoutée industrielle) et, d'autre part, du transport de marchandises (en termes de tonnes et de tonnes-kilomètres), en France de 1960 à 2018. La crise sanitaire advenue récemment a affecté le volume d'activité national et mondial et une sortie de crise graduelle est prise en compte dans les projections vers 2030 et au-delà.

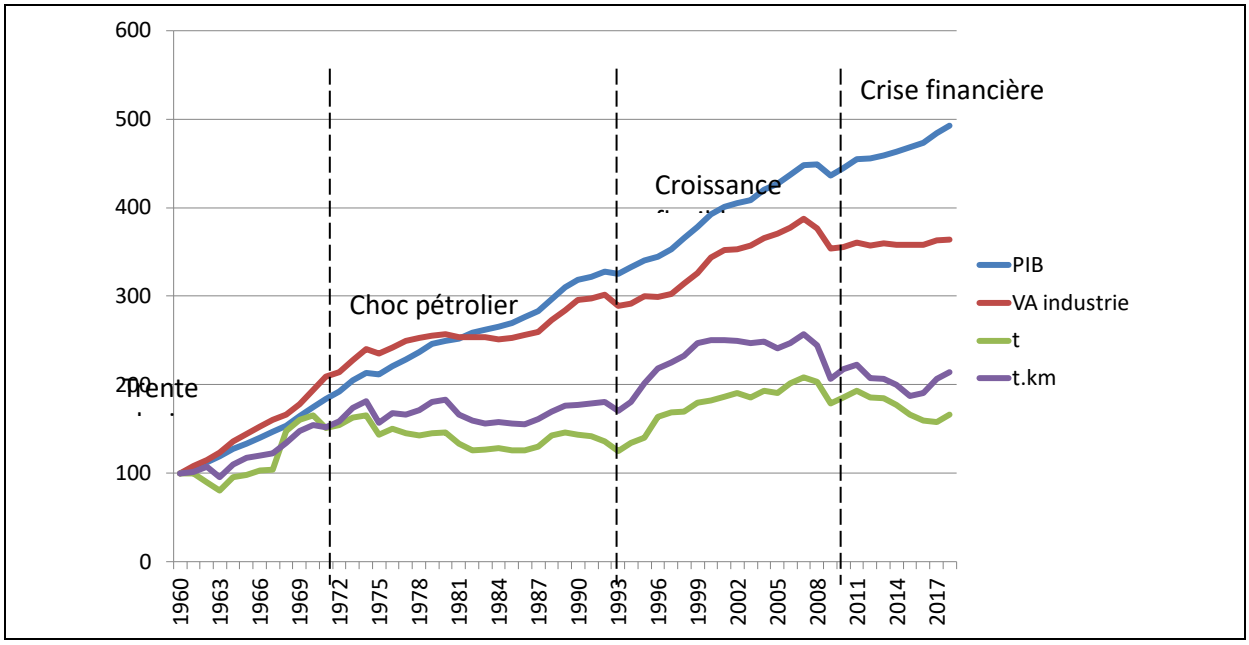


Figure 16 : PIB, production industrielle, volume de fret (t), transport (t.km) - France, évolution 1960 – 2018. Année 1960 = indice 100
Sources : calculs d'après Insee, SDES

Pour déterminante qu'elle soit, l'appréciation du volume total de fret n'est pourtant qu'une étape dans l'analyse des perspectives à long terme du transport de fret. Il convient en effet d'identifier la part que prendront à cette évolution les divers modes de transport de marchandises (transport terrestre avec la route, le rail et la voie d'eau, transport

maritime ainsi que transport aérien même si le volume de ce dernier est très faible à l'échelle du territoire national). C'est le thème du « partage modal », qui appelle souvent une interrogation sur l'évolution de ce partage, en particulier si l'on souhaite voir une part du transport passer de la route vers d'autres modes réputés plus respectueux de l'environnement et moins dangereux comme le rail et la voie d'eau : c'est le « transfert modal ». L'évolution du partage modal est ainsi un élément notoire des politiques visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre des activités de transport.

Les mécanismes du partage modal sont généralement perçus comme des mécanismes de concurrence entre plusieurs modes, l'utilisateur du transport (le « chargeur ») choisissant la solution la moins coûteuse satisfaisant ses contraintes logistiques (en termes de volume, de délai, de fiabilité et de flexibilité, etc.). De fait, les situations de concurrence effective entre les modes sont l'exception plutôt que la règle. Si le transport routier est presque toujours disponible pour la desserte terrestre de pays tempérés comme la France, les infrastructures des autres modes sont bien moins largement déployées, qu'il s'agisse du chemin de fer ou de la voie d'eau (que l'on utilise les cours d'eau naturels ou les canaux). Pour le chemin de fer, le réseau français actuel se limite aujourd'hui pour l'essentiel aux liaisons entre villes moyennes et grandes (avec l'abandon, dès les années 1930, d'une grande part des lignes de desserte locale). Pour la voie d'eau, les exigences de gabarit du transport moderne (plus de 3 000 tonnes) ne sont satisfaites que sur quatre axes non reliés entre eux (Nord de la France, Seine, Rhin et Rhône-Saône).

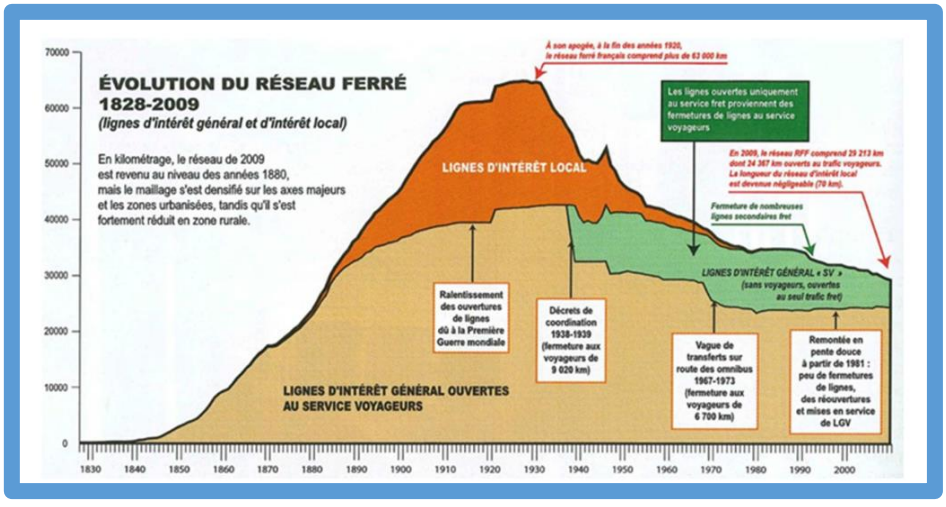
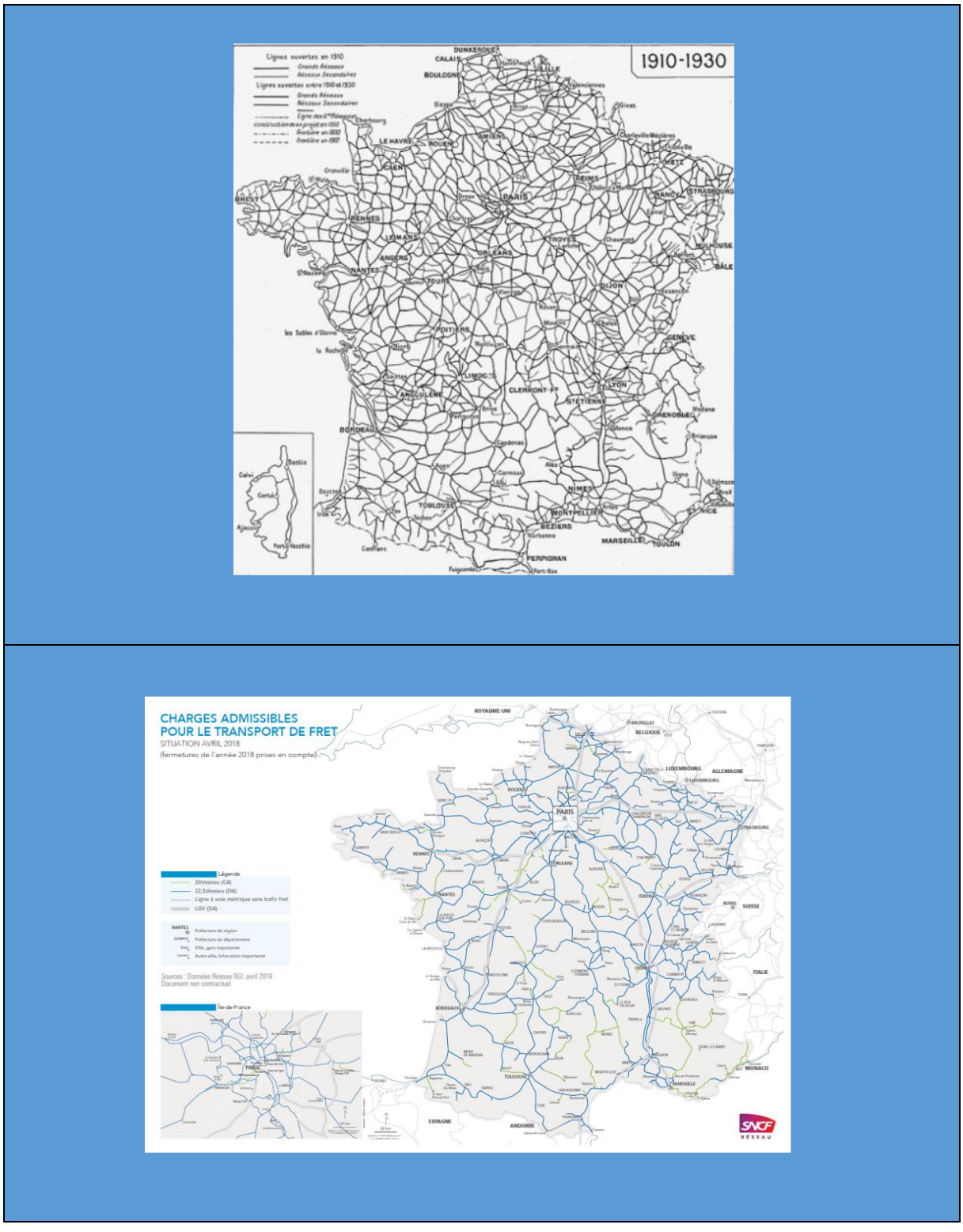


Figure 17 : Évolution du réseau ferré français - Source : rapport Spinetta (2018)[33]

[33] Spinetta J.-C. (2018), *L'Avenir du transport ferroviaire*, rapport au Premier ministre.



Figures 18 : Réseau ferré français en 1920 et en 2020 Sources : Indicateur Chaix de 1921 et SNCF Réseau

Tous les transports par chemin de fer, voie d'eau ou cabotage maritime sont pour le transport routier un « marché contestable », l'inverse n'est pas vrai. Le transport routier, largement dominant en France depuis plus de cinquante ans, n'affronte souvent aucune concurrence ferroviaire ou fluviale. Il s'ensuit que, plutôt qu'un mécanisme concurrentiel général réglant le partage du fret entre les différents modes, la situation effective est la juxtaposition de différents domaines de pertinence des modes, pertinence exclusive sur de nombreux segments du marché ou pertinence partagée pour d'autres (connaissant ainsi la concurrence). Les mécanismes de concurrence ne sont pas pour autant absents de cette situation, mais il s'agit souvent de concurrence intra-modale (entre transporteurs d'un même mode).

La figure 19 présente, de manière simplifiée, le partage du fret entre les modes selon deux critères principaux : la taille des envois (du simple colis au lot massifié de plusieurs centaines de tonnes) et la distance de transport (du transport local à moins de 50 km au transport intercontinental). Par souci de clarté, les solutions intermodales ne sont pas explicitées dans ce graphique (mais on sait que le transport maritime, aérien ou ferroviaire est souvent précédé ou suivi d'une opération routière).

grande, vrac	route, rail	route, rail	route, rail	mer
moyenne : conteneur, camion complet	route	route	route, rail	air, mer
petite : colis, lot partiel	route	route	route, air	air, mer
taille du lot / distance	courte, terrestre	moyenne terrestre	longue continentale	inter-continentale

Figure 19 : Domaines de pertinence des modes de transport de fret selon la taille des lots et la distance de transport. Source : Michel Savy 2017[34]

Effectuer un « transfert modal » de la route vers le rail consiste donc à rendre la route « contestable » par d'autres modes sur certains marchés, en termes de performances et de prix. La plateforme 4F a montré qu'en France cela suppose une mutation technique et organisationnelle profonde – et forcément étalée dans le temps – du chemin de fer français.

Les projections ci-après de partage modal à long terme s'inscrivent dans les scénarios retenus pour l'ensemble de l'exercice (couvrant à la fois la mobilité des personnes et le fret). Elles font apparaître de larges écarts quant aux situations finales. La part du chemin de fer est ainsi comprise entre 4 % et 28 % du total en 2060, celle de la voie d'eau entre 1 % et 3 %, celle de la route entre 69 % et 95 %. Elles supposent aussi que des complémentarités modales se développement pour accompagner le développement de la conteneurisation par voie terrestre.

[34] Savy M. 2017, Le Transport de marchandises. Économie du fret, management logistique, politique des transports, Lausanne, EPFL Press.

G t.km tous modes terrestres	2017	2030	2040	2050	2060
« Pire climatique »	423	505	618	758	943
« Ambition de base »	423	486	558	629	708
« Neutralité » (« pari technologique »)	423	477	541	603	672
Part modale fer					
« Pire climatique »	8 %	7 %	6 %	5 %	4 %
« Ambition de base »	8 %	11 %	13 %	15 %	17 %
« Neutralité » (« pari technologique »)	8 %	13 %	18 %	23 %	28 %
Part modale fluviale					
« Pire climatique »	1,61 %	1,50 %	1,30 %	1,10 %	1,00 %
« Ambition de base »	1,61 %	1,76 %	1,91 %	2,06 %	2,06 %
« Neutralité » (« pari technologique »)	1,61 %	2,01 %	2,41 %	2,81 %	3 %
Part modale routier					
« Pire climatique »	90 %	92 %	93 %	94 %	95 %
« Ambition de base »	90 %	87 %	85 %	83 %	81 %
« Neutralité » (« pari technologique »)	90 %	85 %	80 %	74 %	69 %

Tableau 18 : Répartition nationale du transport terrestre de marchandises de 2017 à 2060

Nb : les données de cadrage tous modes peuvent différer légèrement de celles des scénarios transverses.

Dans tous les cas, le transport routier restera le mode le plus utilisé.

La décarbonation du transport de fret bénéficiera d'un usage plus important des modes moins émetteurs de gaz à effet de serre (selon les techniques actuelles), c'est-à-dire d'une modification du partage modal. Mais elle impliquera aussi – surtout – une transformation du transport routier lui-même, heureusement amorcée aujourd'hui avec les perspectives de l'usage de l'électricité et d'autres sources d'énergie contribuant au « découplage » du développement économique et des nuisances liées au transport.

3.3.2 Les trois scénarios de la demande de transport ferroviaire

Si l'ensemble des acteurs se mobilise pour infléchir radicalement les tendances d'évolution du fret ferroviaire français, passant d'une diminution ininterrompue depuis cinquante ans à une croissance, les moyens nécessaires ne pourront se mettre en place que graduellement. Le traitement des nœuds d'engorgement du réseau d'infrastructures (goulots d'étranglement du contournement de Paris, de Lyon, de Bordeaux, etc., où se rencontrent flux de voyageurs et de fret) requerra plusieurs milliards d'investissements et plusieurs années de travaux. Il en ira de même des innovations techniques et organisationnelles dans l'exploitation du système, notamment l'extension des techniques numériques. Cette amélioration de l'offre ferroviaire n'est en outre qu'une condition nécessaire à la croissance de la demande : sur sa base, il faudra concevoir et gagner, chaîne logistique par chaîne logistique, de nouveaux marchés. La manifestation de la croissance espérée du trafic ferroviaire de fret en France apparaîtra au fil des ans.

C'est pourquoi la présente réflexion prospective a envisagé une augmentation de la part du transport total affectée au fer plus lente que celle affichée tant par la plateforme 4F que par la stratégie gouvernementale. Cette option peut évidemment être discutée. De toute manière, le transport routier conservera la part prépondérante des volumes de transport dans tous les scénarios, ce qui limite l'incidence des diverses options de croissance du fret ferroviaire dans les quarante années à venir sur la projection des émissions de gaz à effet de serre de l'ensemble des transports.

Années	2017	2030	2040	2050	2060
Transport tous modes terrestres G t.km					
« Pire climatique »	423	505	618	758	943
« Ambition de base »	423	486	558	629	708
« Neutralité » (« pari technologique »)	423	477	541	603	672
Part modale fer %					
« Pire climatique »	8 %	7 %	6 %	5 %	4 %
« Ambition de base »	8 %	11 %	13 %	15 %	17 %
« Neutralité » (« pari technologique »)	8 %	13 %	18 %	23 %	28 %
Transport ferroviaire G t.km					
« Pire climatique »	33	34	35	35	33
« Ambition de base »	33	53	72	93	119
« Neutralité » (« pari technologique »)	33	62	97	139	188
Émissions transport ferroviaire en tonnes					
« Pire climatique »	250 500	257 447	265 131	263 536	251 100
« Ambition de base »	250 500	316 593	321 750	279 000	237 320
« Neutralité » (« pari technologique »)	250 500	337 700	293 500	278 000	141 000

Tableau 19 : Projections du transport de fret par tous modes terrestres et par chemin de fer (G t.km) et des émissions de GES du chemin de fer (en t éq CO_2), 2017-2060

Dans cette perspective, et même sans atteindre un doublement de la part du fer dans les neuf années à venir (d'ici à 2030), la projection ici retenue (tant pour le scénario Moyen « ambition de base » que pour le scénario de neutralité « pari technologique ») est celle d'une vigoureuse inversion de tendance.

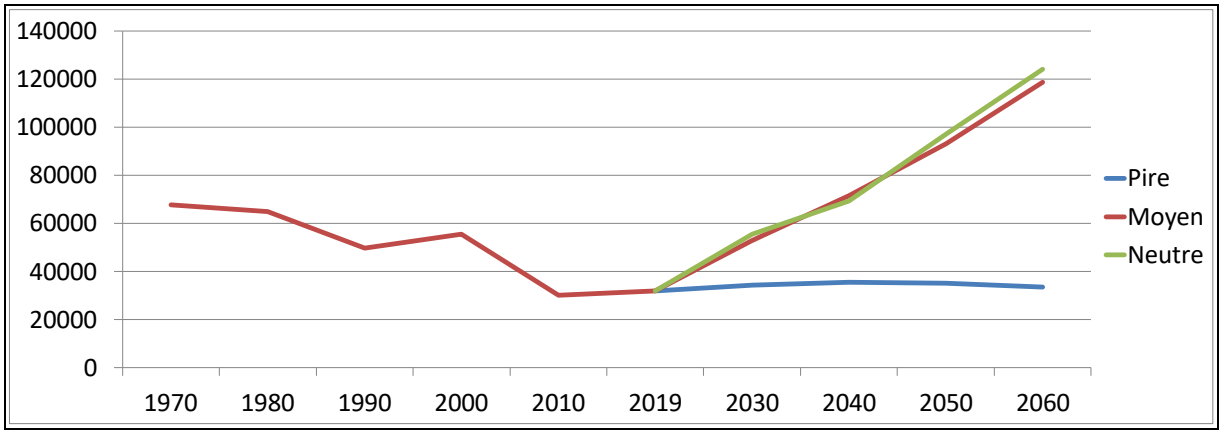


Figure 20 : Rétrospective et prospective du transport ferroviaire de fret en France 1970 – 2060, G t.km, scénarios « pire climatique », « moyen » (« ambition de base » et « neutralité carbone » (« pari technologique »). Source CGEDD, Michel Savy, groupe fret

Il faut en outre souligner que le chemin de fer ne sert pas principalement à réduire les émissions de gaz à effet de serre, mais d'abord à transporter des marchandises ! Ce qu'il peut faire mieux et à moindre coût que d'autres modes dans son domaine de pertinence (pour l'essentiel, sur des trafics massifiés, réguliers et à longue distance), tout en allégeant sensiblement la congestion des infrastructures routières (ce qui contribue, indirectement, à la diminution des émissions routières et d'autres nuisances).

3.3.3 Les trois scénarios de la demande de transport fluvial

La projection de la demande de transport fluvial est donnée dans le tableau suivant issu de l'application tableau général de projection de la demande de transports terrestres 18 et des parts modales associées du transport fluvial :

Trafic fluvial en G tkm	2017	2030	2040	2050	2060
« Pire climatique »	6,7	7,5	7,9	8,2	9,3
« Ambition de base »	6,7	8,4	10,5	12,8	14,4
« Neutralité carbone »	6,7	9,5	13,2	17,0	20,2

Tableau 20 évolution de la demande de transport fluvial dans les trois scénarios étudiés de 2017 à 2060

Le scénario laxiste du « pire climatique » part de l'hypothèse d'une réduction progressive de la part modale du transport fluvial de 1,61 % en 2012 à 1,30 % en 2040 et à 1 % en 2060. Pour justifier ce niveau de réduction de la part modale dans ce scénario, il faut aller jusqu'à

supposer que la réalisation du canal Seine-Nord-Europe est interrompue[35] et que le report modal qui lui est associé depuis la route ne se produit pas. Retenir cette hypothèse très pessimiste montre a contrario que la réalisation du canal Seine-Nord Europe, tant en termes de report modal depuis la route, qu'en termes de baisse des émissions, accompagne une politique climatique vigilante. Au début de cette année 2022, les conditions financières et techniques sont en effet réunies pour la réalisation effective de ce canal. Malgré la croissance forte du trafic de fret terrestre qui augmente de 50 % en 2040 par rapport à 2017 et qui fait plus que doubler à l'horizon 2060, le trafic fluvial ne progresse que très lentement, du fait de l'érosion continue de sa part modale retenue: 7,93 Gtkm en 2040 et 9,30 Gtkm en 2060.

Le scénario « ambition de base », qui correspond à peu près à celui de la SNBC où le canal Seine-Nord Europe est réalisé, tient compte de l'augmentation correspondante de trafic de l'ordre de 6 Gtkm estimée par la société de canal Seine-Nord Europe et du fait que sa décarbonation s'opère partiellement (la SNBC avait retenu un niveau de 60 % en 2050), si bien que, la part modale progressant de 1,61 % à 2,06 % toutes classes de distance confondues, le trafic fluvial atteint 10,5 Gtkm en 2040 et 14,4 Gtkm en 2060, ce qui correspond à peu près au niveau de trafic projeté par la SNBC de 2012 à 2050 si l'on tient compte du fait que maintenant la mise en service du canal Seine-Nord Europe est prévue avant la fin de la décennie actuelle, un peu après ce que prévoyait la SNBC.

Le scénario de « neutralité carbone » appelé aussi décarbonation voit effectivement la part modale du fluvial passer de 1,6 à 3 % mais comme le trafic global progresse peu le niveau de trafic obtenu se situe plutôt autour de 20 Gtkm en 2060. Il suppose à la fois que le canal Seine-Nord Europe se réalise d'ici 2030 mais aussi que la décarbonation du mode fluvial se fasse à peu près au même rythme que celle du transport routier qui réduit rapidement son empreinte carbone dans ce scénario.

3.4 Les mesures propres à crédibiliser les scénarios

3.4.1 Les mesures propres au transport ferroviaire

À voir la liste des innovations identifiées par les professionnels du secteur, c'est bien d'une mutation systémique qu'il s'agit, dans une industrie aujourd'hui en retard quant à l'appropriation à grande échelle des nouvelles technologies[36] :

- pour le réseau structurant d'infrastructures spécifiques au fret, on compte l'augmentation du gabarit sur certains itinéraires, le contournement des nœuds ou étoiles ferroviaires, le rétablissement d'un *hub* central, la construction de chantiers de transbordement intermodal ;
- pour la qualité de service en termes de fluidité et d'accès au réseau : nombre et qualité des sillons, voies dédiées au fret, remise en état du réseau capillaire, modernisation des triages et adaptation des voies de service, augmentation ou rétablissement des ITE (installations terminales embranchées), signalisation ERTMS, renforcement des installations fixes de traction électrique, portiques d'identification et inspection des conteneurs ;
- pour le matériel roulant : trains longs, locomotives à hydrogène, GNV pour les

[35] Car le trafic associé à la réalisation de ce projet est du même ordre de grandeur que l'ensemble du trafic fluvial actuel

[36] Celles-ci figurent de façon exhaustive dans le rapport réalisé sur l'innovation par la plateforme 4F, ainsi que dans la stratégie nationale relative au fret ferroviaire

tractions terminales, vérification des freins et préparation des trains depuis la locomotive, développement du train autonome, attelage automatique digital (DAC), renouvellement du parc de wagons ;
- et pour l'utilisation généralisée des technologies numériques : contrôle commande, numérisation des circulations, plateforme de gestion de capacité partagée, automatisation des terminaux de transport combiné, tri automatique.

3.4.2 Les mesures propres à la décarbonation du transport fluvial suite à la feuille de route de la CCNR

L'atelier renvoie en annexe 5 une discussion plus complète menée par le CGEDD avec la profession dans le cadre de la préparation du rapport du Gouvernement au Parlement prévue par l'article 81 de la LOM sur la question de la décarbonation du transport fluvial en France qui ne peut être conçue qu'en étroite symbiose avec les dispositions retenues par la feuille de route de la CCNR.

Le secteur fluvial bénéficie en effet d'un atout indéniable au plan européen avec l'expérience rhénane de la CCNR ; il a déjà largement travaillé sur les questions d'évolution de ses motorisations qui se heurtent souvent à un contexte économique peu favorable à des évolutions rapides. Il semble indubitablement mûr pour concrétiser sa dynamique de décarbonation et de réduction de ses émissions atmosphériques grâce à un plan d'action pratique et efficace déclinable en sept points :

1- **Repartir de la feuille de route demandée à la CCNR** par les cinq États-membres lors de la déclaration de Mannheim adoptée en 2018 qui fixe deux horizons de temps :

a) une réduction des GES et des émissions polluantes de 35 % en 2035 ;

b) une réduction quasi-totale en 2050.

2- **Décliner au niveau français cette feuille de route de la CCNR**, grâce au bureau du transport fluvial (DGITM) en veillant aux engagements internationaux de la France et en associant VNF et la CNR, au besoin en prolongeant le groupe d'accompagnement mis en place pour faciliter le bon achèvement de la mission décarbonation jusqu'à la finalisation de la feuille de route française.

3- **Développer progressivement les bornes de recharge électriques et GNV d**ans les ports fluviaux.

4- **Faire évoluer la réglementation** pour faciliter les expérimentations de systèmes innovants, tant au niveau de la propulsion avec des énergies décarbonées ou neutres en carbone qu'au niveau de l'optimisation de l'exploitation des bateaux.

5- **Améliorer l'ensemble du système de financement** (européen, national, VNF, Ademe, régional, bancaire) de l'innovation technologique en matière de motorisation et de transition énergétique de la flotte en combinant ces niveaux de financement.

6- **Évaluer et partager le niveau adéquat du prix du signal carbone** pour harmoniser les conditions de concurrence entre motorisations traditionnelles et décarbonées.

7- **Favoriser les politiques de report modal** vers un transport fluvial ainsi décarboné et la collaboration des modes massifiés avec la route.

3.5 Les émissions de GES propres aux trois scénarios

3.5.1 La projection des émissions du transport ferroviaire

Nous avons déjà pris le soin de rappeler que les émissions unitaires du ferroviaire étaient nettement plus élevées que l'émission unitaire moyenne de 7,5 g CO_2/tkm qui résulte des données du Citepa et qui traduisent le fait qu'une large partie des tractions sont électriques.

Néanmoins par cohérence nous proposons des trajectoires plausibles d'évolution de ces émissions unitaires dans chacun des trois scénarios, en supposant une stabilité dans le scénario du « pire climatique », une réduction dans le scénario « moyen » (« ambition de base ») et une division par dix à l'horizon 2060 dans le scénario de « neutralité »:

Émissions unitaires en g CO_2e/tkm	2017	2030	2040	2050	2060
« Pire climatique »	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
« Ambition de base »	7,5	6	4,5	3	2
« Neutralité carbone »	7,5	5,5	3	2	0,75

Tableau 21 : Évolutions unitaires retenues pour le transport ferroviaire de 2017 à 2060 Source : CGEDD

En croisant alors le tableau 20 avec le tableau des projections de la demande de transport ferroviaire de fret (cf. 2.3.1), on obtient les projections suivantes :

Émissions transport ferroviaire en tonnes	2017	2030	2040	2050	2060
« Pire climatique »	250 500	257 447	265 131	263 536	251 100
« Ambition de base »	250 500	316 593	321 750	279 000	237 320
« Neutralité carbone »	250 500	337 700	293 500	278 000	141 000

Tableau 22 : Émissions du transport ferroviaire de 2017 à 2060. Source : CGEDD

Ainsi si dans le scénario « pire climatique » comme le trafic et le niveau d'émission unitaire ne bougent pas, on reste autour de 250 kt d'émissions. Il en va de même du scénario « ambition de base » car la réduction de plus d'un facteur 3 du niveau d'émission unitaire correspond à une croissance très forte du trafic ferroviaire de fret qui passe de 33 à 119 Gtkm. Enfin dans le scénario de « neutralité carbone », le niveau d'émission baisse sensiblement en valeur absolue malgré l'augmentation de la demande de transport ferroviaire de fret qui atteint 188 Gtkm en 2060.

3.5.2 La projection des émissions du transport fluvial

Le niveau moyen d'émissions du fluvial issu des données du Citepa s'établit à

26,2 g CO_2e/tkm aussi bien pour le trafic domestique que pour le trafic international.

Nous prenons pour hypothèse que le scénario laxiste ne voit pas les émissions baisser rapidement, que dans le scénario ambition de base celles-ci atteignent une réduction de 60% en 2050 par rapport à leur niveau de 2017 et dans le scénario neutre de décarbonation, la réduction se situe à un niveau qui permet à peu près une réduction d'un facteur 10 pour se situer autour de 3g CO_2e/tkm.

Ceci donne les valeurs suivantes avec une trajectoire vraisemblable de réduction d'émissions unitaires :

Émissions unitaires du trafic fluvial en g CO_2e/tkm	2017	2025	2030	2040	2050	2060
« Pire climatique »	26,2	25	24	22	20	18
« Ambition de base »	26,2	24	20	15	10,5	8
« Neutralité carbone »	26,2	22	15	7	5	3

Tableau 23 : Évolutions unitaires retenues pour le transport fluvial de 2017 à 2060. Source : CGEDD

En croisant le tableau 21 des transports fluviaux réalisés en Gtkm et celui des émissions unitaires exprimées en g CO_2e/tkm pour les années 2017, 2030, 2040, 2050 et 2060, on obtient :

Émissions transport fluvial en tonnes de CO2e	2017	2030	2040	2050	2060
« Pire climatique »	176 064	179 280	**174 460**	164 560	**167 400**
« Ambition de base »	176 064	168 960	**157 575**	134 106	**115 030**
« Neutralité carbone »	176 064	142 420	**91 683**	84 836	**60 732**

Tableau 24 : Émissions du transport fluvial de 2017 à 2060. Source : CGEDD

Ainsi, si dans le scénario « du pire climatique » le niveau des émissions en valeur absolue reste assez stable puisqu'il baisse de l'ordre de 5 % entre 2017 et 2060 avec une croissance de trafic de l'ordre de 38 %, en revanche dans le scénario « ambition de base » les émissions baissent de 35 %, alors que le trafic fait plus de doubler et dans le scénario « neutralité carbone » marqué par une évolution un peu plus faible des trafics les émissions sont divisées par un facteur supérieur à 4.

3.6 Desserte massifiée des ports

Il est utile de rapprocher la part modale des modes massifiés telle qu'elle est estimée et projetée dans les trois scénarios et la part modale des modes massifiés dans la desserte des ports.

L'atelier s'est appuyé sur la base statistique des parts modales du fer et du fleuve dans l'ensemble des pré- et post-acheminements des grands ports maritimes fournie par la DGITM pour représenter l'évolution rétrospective de ces parts modales des modes massifiés terrestres entre 2006 et 2020, ce qui conduit au diagramme suivant :

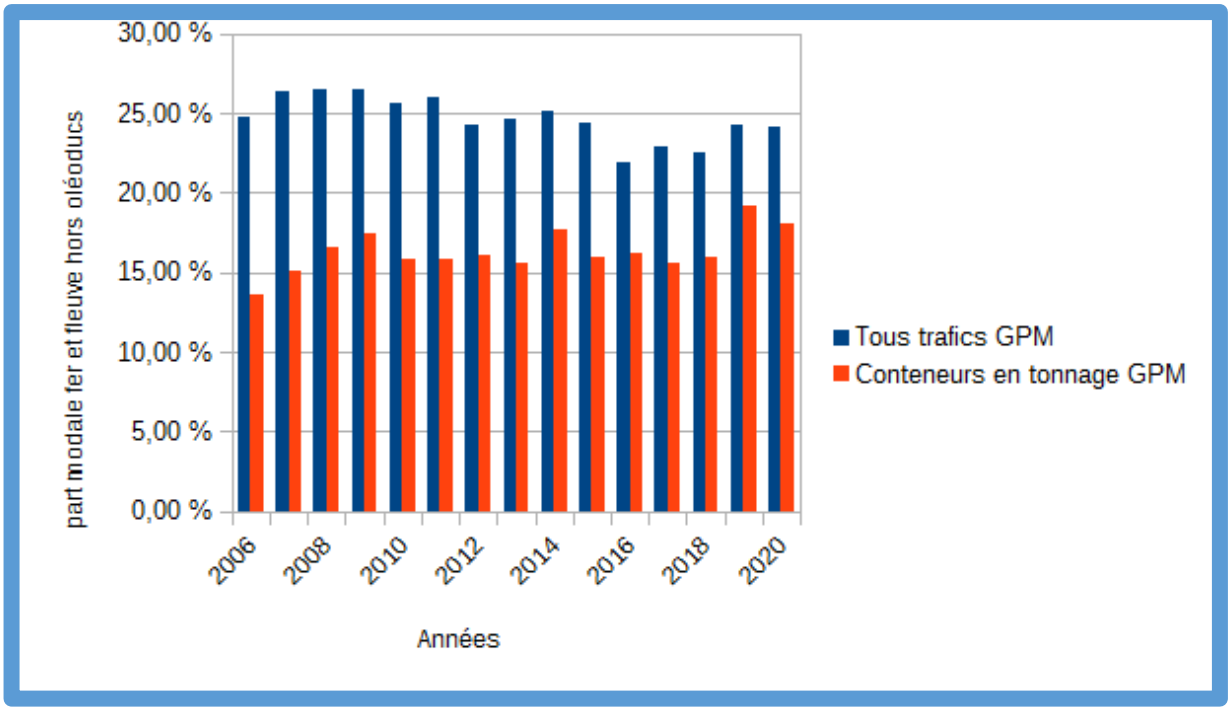


Figure 21 : Source DGITM

On constate que la part modale du fer et du fleuve y est nettement plus importante qu'au niveau de l'ensemble des transports de marchandises terrestres puisqu'elle se maintient hors oléoducs autour de 25 % contre 10 % au niveau national. On observe aussi une certaine progression dans la part modale des modes ferroviaire et fluvial des trafics de conteneurs qui progresse de 14 % à 18 % environ.

La question qui se pose ensuite est de savoir si la progression de la part modale du fer et du fleuve dans le scénario « ambition de base » et de « neutralité carbone » suivra au niveau des ports le même rythme de progression : quasi-doublement pour passer de 10 % à 17 % en 2050 pour « ambition de base » et triplement pour passer de 10 % à 26 % dans le scénario « neutralité carbone ». Ceci est peu probable dans la mesure où certes une progression de la desserte conteneurisée s'observe mais comme certains vracs solides ou liquides tendront à baisser et qu'ils bénéficient d'une part modale massifiée supérieure on peut penser que l'effet de progression de la part modale sera plus faible.

Si l'on se réfère aux ambitions de la stratégie nationale portuaire et en se plaçant dans le scénario « ambition de base » qui propose une augmentation de 30 % de la part modale des modes massifiés ceci revient à proposer que la part modale de ces deux modes passe de quelque 23 % en 2017 à une part modale de 30 % en 2050.

Plusieurs mesures pratiques sont envisagées pour y parvenir : elles prennent appui sur la stratégie nationale de développement du fret ferroviaire pour mettre au point un schéma **d'organisation des plateformes multimodales** et de manière plus globale par l'amélioration de la desserte et des capacités de traitement des flux de marchandises. La plupart des projets ont été identifiés par la loi d'orientation des mobilités et notamment les investissements qui visent à :

a) augmenter les capacités de traitement des marchandises conteneurisées ;

b) réaliser les infrastructures améliorant l'intermodalité au niveau des ports ;

c) étendre les plateformes ;

d) aménager de nouveaux parcs logistiques ;

e) améliorer les infrastructures fluviales et les dessertes ferroviaires.

3.7 Les recommandations de l'atelier

L'atelier estime que les modes massifiés que sont le fer et le fluvial bénéficient aujourd'hui de conditions favorables pour leur permettre de voir leurs parts modales progresser à l'avenir avec la stratégie nationale du fret ferroviaire d'une part, avec le COP de VNF et avec la réalisation de la liaison fluviale européenne Seine-Escaut de l'autre.

Ces conditions sont certes nécessaires mais ne suffiront pas à redresser les tendances passées, car la structure des marchés (vracs liquides et vracs industriels, sur lesquels les modes massifiés sont les plus pertinents, ne tend pas à faciliter ce redressement de parts de marché de façon significative, si bien que pour qu'ils puissent bénéficier d'un meilleur positionnement de marché sur le fret conteneurisé et assurer une plus large capillarité, l'atelier formule plusieurs recommandations :

1- Une **coopération plus étroite des acteurs des modes massifiés** : celle-ci a déjà été amorcée entre SNCF Réseau et VNF sur la résilience aux perturbations des réseaux qu'elle ait pour origine la programmation de travaux de régénération ou de modernisation ou l'occurrence d'événements climatiques défavorables. Il faudra l'amplifier au profit des chargeurs.

2- La **pérennisation des plateformes infrastructures-services** mises en place par SNCF Réseau avec tous les acteurs pour préciser les besoins en sillons et partir d'une projection partagée des acteurs y compris portuaires puisque sur les ports le taux de massification se situe entre 15 et 25 % donc nettement au-dessus des taux moyens nationaux (de l'ordre de 10 %).

3- **Conserver le rythme d'investissement préconisé par COI**, notamment en matière de régénération des réseaux et, plus largement, pour ce qui est de la modernisation et du développement.

4- **Accroître les parts modales des modes massifiés dans les ports** : comme une large partie des développements du fret conteneurisé passe par les ports, l'action propre des ports et des places portuaires pour accroître la part des modes massifiés apparaît comme un des facteurs clefs de succès.

5- **Faire en sorte que le rythme de décarbonation des modes ferroviaire et fluvial suive celui de la route** pour garder l'avantage propre à la massification sans le voir s'effriter du point de vue des émissions au fur et à mesure où le transport routier se décarbonera.

6- **Faciliter les évolutions réglementaires permettant les expérimentations des systèmes de propulsion neutres en carbone ou décarbonés**: cette recommandation vaut principalement pour le mode fluvial.

7- **Orienter les nouvelles implantations d'entrepôts et de plateformes logistiques sur les zones desservies par au moins l'un des deux modes massifiés**, recommandation qui avait déjà été formulée grâce au rapport Daher-Hémar[37], ce qui suppose une gouvernance partagée entre État, Régions et Communautés de communes et d'agglomérations pour que la politique d'aménagement foncier soit favorable à cette évolution.

[37] Patrick Daher-Eric Hémar : « Pour une chaine logistique plus compétitive au service des entreprises et du développement durable » - Août 2019

Illustration 3 : Camion circulant dans un tunnel autoroutier – Source : Laurent Mignaux/Terra

4 Logistique urbaine

Si la logistique urbaine est un concept et un objet d'intérêt relativement récent qui apparaît il y a une trentaine d'années, elle porte des enjeux importants pour le fonctionnement de l'économie et pour la qualité de vie dans les villes.

Le dernier kilomètre est un sujet de préoccupation majeur[38]. Ce dernier kilomètre représente une part importante des coûts, 20 % à 50 % du coût de livraison[39]. Dans la grande distribution, le coût du dernier kilomètre représente environ 30 % de la valeur de la marchandise (environ 15 euros pour un panier moyen de 80 euros et de 25 kg)[40].

On estime généralement que les véhicules utilitaires légers utilisés pour les livraisons représentent 25 à 30 % des émissions de GES en ville. Ces émissions de gaz à effet de serre de la logistique urbaine routière représentent de 15 à 20 % des émissions du transport routier de marchandises[41]. Aux déplacements des professionnels, il convient d'ajouter les déplacements des particuliers pour effectuer des achats (environ 20 %[42] des déplacements des ménages).

Au regard de l'ambition d'amener l'ensemble des activités de notre pays à un bilan carbone neutre en 2050 qui est le cadre dans lequel s'inscrit l'exercice de prospective, ces quelques chiffres expliquent à eux seuls la nécessité du zoom qui est fait sur ce sujet dans le cadre de cet exercice de prospective.

4-1 La logistique urbaine en 2020

4.1 Un secteur difficile à appréhender

4.1.1 Un périmètre aux contours imprécis

La logistique urbaine est rarement identifiée en tant que telle dans les enquêtes concernant le transport de marchandises ; elle ne l'est pas dans les séries statistiques nationales qui couvrent le domaine des transports. De plus, si les travaux menés identifient un noyau dur qui fait consensus, les périmètres associés aux différentes études peuvent varier significativement. Il existe donc peu de données chiffrées couvrant l'ensemble du territoire national consacrées à la logistique urbaine. Sans compter le risque qu'elles ne soient pas homogènes, donc plus difficiles à comparer.

Wikipédia donne la définition suivante de la logistique urbaine : « elle concerne les flux de marchandises et de biens dans les agglomérations, leur acheminement, leur livraison à la destination finale, ainsi que la gestion des flux retours ».

---

[38] En témoigne le rapport commandé par le Gouvernement sur la logistique urbaine durable à Anne-Marie Idrac, présidente de France Logistique, Anne-Marie Jean, vice-présidente de l'Eurométropole de Strasbourg, et Jean-Jacques Bolzan, adjoint au maire de Toulouse.

[39] « Étude prospective des enjeux de la livraison du dernier kilomètre sous forme mutualisée et collaborative, ainsi que leurs articulations avec le concept d'internet physique » réalisée par le groupement PMP – Logicités – LAET et ELV Mobilités.

[40] « Étude prospective des enjeux de la livraison du dernier kilomètre sous forme mutualisée et collaborative, ainsi que leurs articulations avec le concept d'internet physique » réalisée par le groupement PMP – Logicités – LAET et ELV Mobilités.

[41] Voir annexe 7

[42] Source Cerema

Le programme national « Marchandises en Ville »[43] distingue trois dimensions essentielles :

- les flux relatifs aux livraisons et enlèvements pour les besoins des établissements commerciaux, industriels ou tertiaires ;
- les déplacements liés à l'approvisionnement du consommateur final (i.e. les déplacements d'achat mais aussi les nouvelles pratiques de livraison à domicile ou à proximité du lieu de consommation) ;
- les flux liés à la gestion urbaine, principalement générés par le transport de déchets, la construction, les besoins propres des services publics (voirie, mobilité …), les déménagements…

Elle constitue ainsi le maillon de logistique situé entre le dernier entrepôt et le destinataire final de la marchandise livrée. Elle recouvre l'acheminement des marchandises dans le cœur de l'agglomération, leur traitement sur ce territoire, leur livraison au destinataire final, la gestion des expéditions urbaines et des flux retours :

- les biens de consommation à destination des particuliers comme des entreprises, en livraison directe comme achetés en magasin ;
- les matériaux de construction et l'évacuation des déblais ;
- les flux entre particuliers ;
- l'évacuation des déchets ;
- l'approvisionnement des usines en pièces et matières premières.

Elle ne concerne donc pas que des produits de consommation. Ainsi, en Île-de-France, si 55 % des mouvements sont liés aux activités commerciales (détail, gros et grande distribution)[44] et au secteur tertiaire pur (bureaux), les 2/3 des tonnes transportées sont des pondéreux[45].

Dans la mesure où tous les flux de marchandises circulant en zone urbaine et notamment les flux massifiés seront concernés par tout ou partie des régulations propres à ce type de zone, ils ne sont pas exclus du périmètre de réflexion. On peut ainsi penser à :

- l'approvisionnement des marchés d'intérêt national comme celui de Rungis situé sur le territoire de la métropole du Grand Paris ;
- l'approvisionnement des usines à béton situées sur les quais de la métropole du Grand Paris (10 MT et 1,7 GT.km par an[46]) ;
- l'approvisionnement d'usines situées en zone urbaine ;
- des flux en transit, dans le cas de certaines zones portuaires ou de voies rapides urbaines.

4.1.1.1 Un foisonnement d'acteurs

La logistique en général - et la logistique urbaine n'y fait pas exception - implique une grande diversité d'acteurs dont chargeurs, prestataires logistiques, transporteurs,

[43] Le programme national "Marchandises en ville" est un programme de recherche lancé en 1993-94 à l'initiative du Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement avec l'appui de l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie ; il est aujourd'hui éteint.

[44] Enquête transport marchandises en ville 2011/2012

[45] Enquête transport marchandises en ville 2011/2012

[46] Source VNF

collectivités territoriales, clients finaux parmi lesquels, en matière de logistique urbaine, les particuliers. Leurs interactions sont multiples et de natures très diverses.

Les chargeurs, logisticiens et transporteurs sont les acteurs centraux du transport de marchandises, en tant que clients, co-organisateurs et coproducteurs. Les acteurs sont nombreux, le marché très concurrentiel et les marges des logisticiens et transporteurs faibles.

Si le transport de marchandises est d'abord le fait d'entreprises et d'acteurs privés, le secteur public y occupe une place non négligeable : il est tout d'abord le propriétaire et le gestionnaire des infrastructures sur lesquelles s'organise le transport. Il intervient également sur le fonctionnement du marché de fret, notamment par le biais de la réglementation.

Dès lors que la puissance publique utilise les règles d'urbanisme comme moyen d'organiser la logistique urbaine, les professions de l'immobilier d'entreprises (promoteurs, gestionnaires d'actifs…) en deviennent également des acteurs à part entière.

Dans un rapport de 2019 établi pour le compte de la Confédération Française du Commerce de Gros et International (CGI), « Mobilité des marchandises dans la ville durable - les nouveaux enjeux de l'action publique locale », Adeline Heitz et Laetitia Dablanc de l'université Gustave Eiffel, relèvent que les centres-villes accueillent la majorité des mouvements de marchandises. L'exemple de l'Île-de-France montre que près de 90 % des mouvements de marchandises sont regroupés sur 20 % du territoire qui correspond au cœur de la métropole parisienne (voir figure 22).

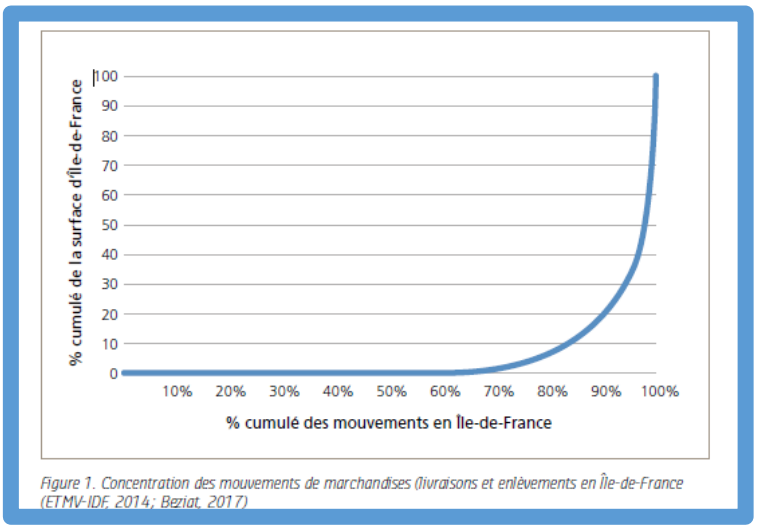


Figure 1. Concentration des mouvements de marchandises (livraisons et enlèvements en Île-de-France (ETMV-IDF, 2014; Beziat, 2017)

Figure 22

Les collectivités locales prennent ainsi – de fait - une part importante dans l'organisation et la régulation de la logistique urbaine. Leurs outils sont variés :

- réglementation de la voirie (circulation et stationnement), permettant d'interdire certains créneaux horaires de livraison, certains types de véhicules selon des critères comme le tonnage, ou la motorisation, ainsi que l'accès à certains sites urbains grâce à une réglementation spécifique aux marchandises, une politique de stationnement incitative pour différents types de professionnels. Certaines interdictions peuvent s'appliquer plus largement à toute circulation motorisée comme les zones à faible émission ;

- réglementation de l'implantation de sites logistiques à travers les documents de planification type PLU, la réservation d'espaces logistiques dans les bâtiments, et l'espace public ;
- concertation et échanges avec les parties prenantes *via* la mise en place de chartes logistiques urbaines regroupant l'ensemble des acteurs du monde de la logistique urbaine sur un territoire donné ;
- organisation opérationnelle, *via* la facilitation d'expérimentations, d'opérations d'aménagement, la passation de conventions d'occupation de l'espace public…

En outre, la loi[47] donne aux autorités compétentes pour l'organisation de la mobilité (AOM) [48] la capacité à organiser sur leur territoire des services de transport de marchandises ou de la logistique urbaine en cas de carence de l'offre privée.

Avec le développement du e-commerce de produits, les particuliers-clients finaux ont pris une place plus importante dans la chaîne de logistique urbaine. Si auparavant l'industrie fournissait en très grand nombre une gamme restreinte de produits, le développement du numérique permet désormais à chacun d'obtenir un produit individualisé dès la fabrication, ce qui implique d'individualiser le produit dans la chaîne du transport. L'augmentation des volumes en jeu, les choix faits en matière de livraison, à domicile, en relais-colis, au magasin en *click and collect* …, ont un impact non négligeable sur l'organisation des flux du dernier kilomètre (voir chapitres 4.1 et 4.1.34.1.3).

S'agissant d'une activité dont une part s'exerce sur l'espace public, elle est également soumise au regard et donc à l'acceptabilité des populations qui en sont à la fois les clients et les riverains.

Dans le rapport déjà cité ci-dessus, Adeline Heitz et Laetitia Dablanc relèvent également que le transport de marchandises et la logistique, deux secteurs économiques reconnus comme des moteurs essentiels du développement, sont perçus aussi comme des générateurs de pollution et de nuisances. Le transport de marchandises, principalement routier, à motorisation thermique est ressenti en contradiction avec les objectifs de réduction des émissions de CO_2 et de polluants locaux, et considéré comme facteur de congestion.

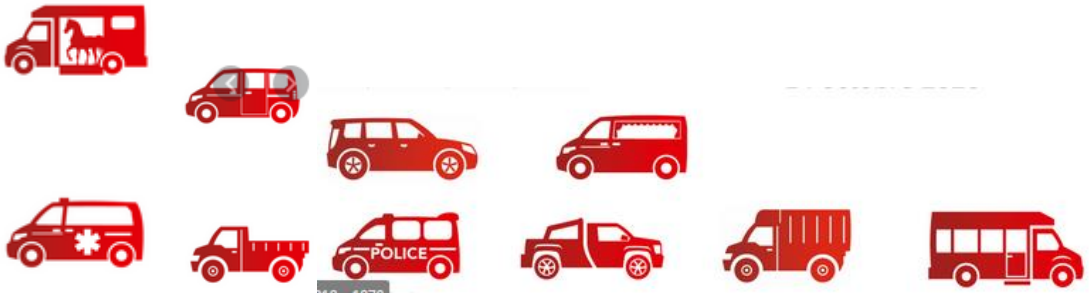
4.1.1.2 Une diversité de véhicules

Les opérations de logistique urbaine font appel à une gamme étendue de véhicules, des véhicules utilitaires légers (VUL) aux poids-lourds (PL). Dans notre acception (voir partie 4.1.1 ci-dessus), les déplacements des particuliers à des fins d'achat, effectués en voiture (VL), en transport en commun, en vélo ou à pied, font également partie du périmètre d'étude.

Le terme VUL désigne un véhicule de transport commercial avec un poids total autorisé en charge ne dépassant pas 3,5 tonnes. Les VUL ne constituent pas une catégorie homogène mais comprennent de nombreux types de véhicules, camionnettes et fourgonnettes destinées au transport de marchandises ou de personnes.

[47] Article L1231-1-1 du code des transports.

[48] Il s'agit des communautés d'agglomération, des communautés urbaines, des métropoles, de la métropole de Lyon et d'Ile-de-France Mobilités.



Cette diversité est à l'image des besoins des secteurs professionnels impliqués dans la logistique urbaine, aussi différents que le BTP ou les déchets, le commerce aux particuliers, la blanchisserie industrielle… Si l'usage des véhicules les plus lourds est réservé aux professionnels, l'usage des véhicules les plus légers est largement partagé avec les particuliers. Ainsi, en 2010, 40 % du parc des VUL était utilisé par des particuliers[49].

Cette gamme de véhicules tend à s'élargir ces dernières années avec le recours aux deux roues, motorisés ou non, du fait notamment de la généralisation de l'assistance électrique des vélos. Cet élargissement se fait également avec un usage des véhicules partagé entre professionnel et particulier.

Ces trente dernières années ont été marquées par la très forte croissance du trafic des VUL, 2,5 fois celle du trafic PL (voir annexe 7), tous pavillons confondus, sur la même période. Les statistiques VUL distinguent les propriétaires de la flotte entre particuliers et professionnels, et, pour ces derniers, entre secteurs d'activité. Elles mentionnent aussi les parcours moyens annuels selon le type d'activité. Les chiffres ne permettent toutefois pas de distinguer, la croissance du trafic professionnel (artisans, messagerie, livreurs…) de celle du trafic des particuliers. Ainsi, les chiffres des VUL sont en général rattachés au transport de marchandises sans distinguer le trafic des particuliers, ni celui du transport de voyageurs alors même que la part des déplacements des particuliers est loin d'être négligeable. Et les statistiques manquent de précision sur la quantité des produits transportés.

Loin d'être une simple querelle de chiffres, cette difficulté constitue un empêchement pour les autorités publiques d'ajuster finement, en fonction des publics ciblés, certaines mesures de régulation de la circulation. On peut ainsi estimer que les VUL des particuliers pèsent plus du quart des distances parcourues par les VUL (voir annexe 6).

L'usage du vélo pour les livraisons s'est beaucoup développé ces dernières années, *boosté* par le développement des livraisons instantanées et notamment celui des plateformes de livraison de repas à domicile. Une enquête menée à Paris en 2021[50] auprès de livreurs instantanés montre toutefois une baisse de l'usage du vélo pour la livraison. Si le véhicule le plus utilisé reste le vélo, utilisé par plus de 46 % des livreurs au moment de l'enquête, suivi du deux-roues motorisé, utilisé par 36 % d'entre eux, la proportion de livreurs à vélo a diminué par rapport aux années précédentes (62 % en 2020, 65 % en 2018 et 87 % en 2016).

Enfin, bien que la voiture ne soit utilisée que par une faible proportion de livreurs (6,6 %), son usage tend à se développer (1 % en 2020). Ce résultat pourrait être le signal faible d'une

[49] Point sur n° 190 - CGDD – juin 2014.

[50] : « Étude sur les livreurs des plateformes de livraison instantanée du quart nord-est de Paris » sur la base d'une enquête réalisée par 6t-bureau de recherche pour le compte de l'Université Gustave Eiffel, la Chaire *Logistics City* et l'ANR MOBS sous la direction de Laetitia Dablanc.

tendance à la hausse du nombre de livreurs pour plateformes utilisant une voiture, bien que l'usage d'un véhicule motorisé (scooter, moto, voiture) nécessite l'obtention d'une « licence de transport intérieur » d'exercice du transport routier de marchandises dont ne disposent pas les livreurs. Cette tendance semble être déjà à l'œuvre dans des espaces urbains moins centraux selon plusieurs témoignages dans les médias.

4.1.2 Le développement du e-commerce

Sur 100 français, 87 sont acheteurs en ligne dont 50 font des achats alimentaires, 79 des achats non alimentaires et 34 se font livrer des repas[51].

Le e-commerce représentait en 2020 13 % du chiffre d'affaires du commerce de détail en France, et connaît une croissance rapide (+14 % par an depuis 2010, contre 1,4 % par an pour le commerce traditionnel[52]). Avant la crise sanitaire (voir partie 4.1.2), le rythme de croissance marquait toutefois le pas (+ 11,6 % en 2019). Une étude menée en 2021[53] sur huit pays européens[54] montre également que le e-commerce progresse plus rapidement que le commerce traditionnel. Il représentait en 2019, dans ces huit pays, 11 % du total des ventes contre 4 % en 2010. Le e-commerce y avait représenté 50 % de la croissance totale du commerce de détail entre 2010 et 2019, soit un rythme moyen de croissance annuelle de 15 %.

Ce périmètre du e-commerce comprend également des achats dans les domaines du tourisme et des loisirs qui n'ont aucune conséquence sur le transport de marchandises. D'après la fédération du e-commerce et de la vente à distance (FEVAD), 44 % du chiffre d'affaires du e-commerce concerne des produits et 56 % les services. En 2015, les services représentaient entre 30 et 40 % de ce chiffre d'affaires. La croissance du chiffre d'affaires avant la crise COVID semble avoir été absorbée surtout par les services.

Le paysage du commerce en ligne en France est très diversifié :

- *Pure players* internationaux établis hors UE ou dans l'UE ;
- *Pure players* français ;
- Grandes sociétés omnicanal, acteurs du commerce traditionnel et du commerce en ligne ;
- Industriels et commerçants, petits ou grands.

Le marché est très concentré : 75 % du chiffre d'affaires total est réalisé par 1 % des sites[55].

On estime à quatre millions par jour ouvré le nombre de colis livrés en France avec des pointes à dix millions en période de fête, notamment de fin d'année[56]. La modalité préférée est la livraison à domicile, suivie de la livraison en point relais.

Les études menées s'accordent sur la diversité et la diversification croissante des comportements des consommateurs en matière de e-commerce ainsi que sur une nette

[51] ADEME – étude menée avant la crise sanitaire.

[52] « Pour un développement durable du commerce en ligne » – rapport CGEDD, France Stratégie et IGF- février 2021.

[53] Étude menée pour Amazon par le cabinet Oliver Wyman avec le soutien de *Logistics Advisory Experts* (LAE), un spin-off de l'*Institute of Supply Chain Management* de l'Université de St Gall.

[54] Allemagne, Espagne, France, Italie, Pays-Bas, Pologne, Suède et Royaume-Uni.

[55] « Pour un développement durable du commerce en ligne » – rapport CGEDD, France Stratégie et IGF.

[56] « Pour un développement durable du commerce en ligne » – rapport CGEDD, France Stratégie et IGF.

convergence – avant la crise sanitaire - des pratiques au plan mondial témoignant d'une unification des modes de vie métropolitains : convergence des chaînes logistiques, des applis, des marques et des produits.

S'agissant des biens de consommation destinés aux particuliers ou aux entreprises, plusieurs travaux de recherche et notamment ceux de Laetitia Dablanc soulignent la convergence à l'échelle mondiale des évolutions en cours qu'il s'agisse de l'organisation de chaînes logistiques globales, des processus de logistique urbaine, des changements technologiques, des comportements des consommateurs, des demandes sociétales ou de l'émergence de start-ups '*urban freight tech*'…

Aussi, bien que les villes françaises et nord-américaines présentent des différences importantes, que ce soit en termes de répartition spatiale des habitants et des activités, de caractéristiques sociales, culturelles et institutionnelles, le cas des villes américaines est éclairant.

La littérature fait également apparaître qu'un plus grand usage du e-commerce est en général le fait de populations par ailleurs fortement mobiles. Ainsi, par exemple, la comparaison entre Paris et New-York city menée en 2017 par le bureau 6-t[57] distingue quatre grands types de consommateurs et relève cette corrélation :

- L'afficionado (42 % des new-yorkais et 19 % des parisiens) pratique fréquemment tous types de e-commerce (plus de six fois par mois) ; il cherche à optimiser son agenda. Il s'agit le plus souvent de jeunes cadres actifs déclarant de hauts revenus et motorisés. Les new-yorkais ont moins de voitures que les parisiens mais l'utilisent plus car elle leur coûte plus cher.
- L'intermittent (45 % des parisiens et 19 % des new-yorkais) pratique occasionnellement (moins de six fois par mois) le e-commerce, alimentaire et non-alimentaire. Il s'agit le plus souvent de personnes aux revenus intermédiaires vivant seules et faiblement motorisées.
- Le traditionnel (28 % des parisiens et 25 % des new-yorkais) a une pratique fréquente du e-commerce non alimentaire. Il cherche à diversifier ses achats à New-York et ne pas dépendre des horaires à Paris. Il est majoritairement motorisé.
- Le phobique des supermarchés (14 % des new-yorkais et 8 % des parisiens) pratique surtout le e-commerce alimentaire. Il est majoritairement motorisé.

Une étude menée par l'Ademe avant la crise sanitaire sur les e-acheteurs de produits non-alimentaires dresse le profil de l'acheteur-type[58] : une personne entre 18 et 49 ans, ayant des enfants, et de hauts revenus. Elle est urbaine, équipée en technologie, possède un (ou des) véhicule(s). La livraison gratuite vient en tête de ses critères de choix, puis le lieu de livraison, le premier étant à domicile.

L'étude fait apparaître une différence entre ce qui est le plus acheté en ligne et le plus acheté en magasin : d'un côté, habillement, produits culturels et électronique et de l'autre, habillement, produits de soin et de beauté et accessoires de bricolage, jardinage. Selon la FEVAD, la part du e-commerce dans le commerce global de la mode représente 14,7 % en 2020, une part de marché qui ne cesse d'augmenter. Les motivations de recours au commerce en ligne sont en premier lieu le confort d'achat et la possibilité de se faire livrer.

[57] « E- commerce et pratiques de mobilité : regards croisés entre Paris et New-York » - 6t-bureau de recherche en partenariat avec *NYU Rudin Center for Transportation.*

[58] « Définition de profils d'acheteurs types en e-commerce » - enquête réalisée par Harris interactive pour le compte de l'ADEME – juin 2020.

L'exemple chinois propose un modèle de combinaison du commerce réel et du commerce virtuel, celui du monde physique connecté au digital. Nombre de petites échoppes proposent ainsi une vente digitalisée grâce aux QR codes. Le groupe Chinois Alibaba a racheté plusieurs centres commerciaux et grands magasins, et semble décidé à développer son réseau physique de distribution alimentaire ultra-connecté. De son côté, le groupe américain Amazon compte aujourd'hui près de 600 espaces de vente *brick and mortar* aux USA.

4.1.3 Les impacts environnementaux de la logistique urbaine

4.1.3.1 Les émissions de gaz à effet de serre

L'annexe 7 présente une estimation des émissions professionnelles de gaz à effet de serre (GES) de la logistique urbaine en 2017.

Les activités de logistique urbaine s'exercent essentiellement, on l'a vu plus haut, dans le cœur des agglomérations. Les opérations requièrent souvent l'utilisation de VUL, dont la part a connu une croissance importante ces vingt dernières années. Les distances parcourues par les VUL à usage professionnel ont progressé de plus de 60 % (voir annexe7) entre 1990 et 2017, tandis que leurs émissions directes de gaz à effet de serre ont, dans le même temps, crû de 38 %[59].

En 2017, 97 % du parc utilitaire francilien (lourd et léger) était motorisé au diesel. La place des énergies alternatives était de moins d'1 %[60].Le parc des VUL lui-même reste massivement motorisé au diesel. En 2012 et 2013, 95 % de leurs déplacements étaient réalisés par des véhicules diesel[61]. La littérature estime généralement que les véhicules utilitaires légers utilisés pour les livraisons représentent 30 % des émissions de gaz à effet de serre en ville.

De plus, ils génèrent plus d'émissions qu'un poids lourd à la tonne transportée. La figure 24montre la comparaison faite par l'institut d'aménagement et d'urbanisme d'Île-de-France[62].

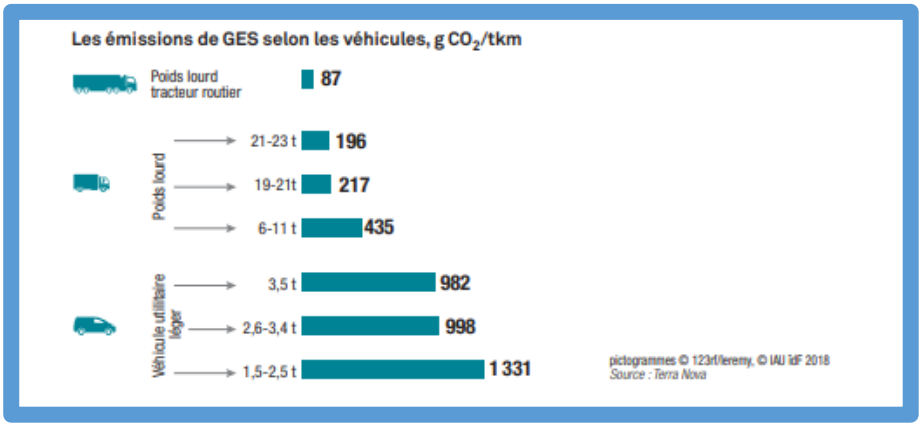


Figure 23

[59] Voir chapitre 2.1.2

[60] « La logistique, fonction vitale » - Institut d'aménagement et d'urbanisme d'Île-de-France - 2018

[61] « Point sur » n°190 – CGDD- juin 2014.

[62] « La logistique, fonction vitale » - Institut d'aménagement et d'urbanisme d'Île-de-France - 2018

Une étude par l'IFPEN en 2019[63] conclut qu'un VUL motorisé au diesel émet 2,8 fois plus de CO_2 par tonne kilomètre qu'un PL de livraison de moins de 12 tonnes semblablement motorisé. Cette question de l'efficacité énergétique de la livraison finale est prégnante aujourd'hui du fait de la prévalence des motorisations classiques et des impacts associés (émissions de CO_2, pollution de l'air…) ; elle peut continuer à se poser avec des véhicules décarbonés dans le cadre de politiques de plus grande sobriété.

Par ailleurs, le transport constitue une fraction majoritaire des émissions de CO_2 pour une part des services urbains. La figure 25 montre que cette part était en 2019 de l'ordre de 80 % dans le cas d'une entreprise de recyclage comme PAPREC.

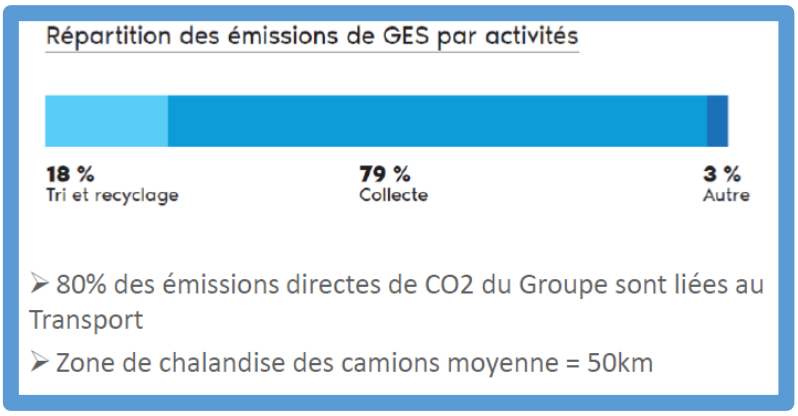


Figure 24 - « Rapport 2019 Développement durable » du groupe PAPREC

Plusieurs études s'intéressent au bilan environnemental comparé du e-commerce et du commerce traditionnel, en particulier en matière d'émissions de gaz à effet de serre, de pollution de l'air, de congestion[64]. Les modèles d'achat ou de consommation se multiplient : click and collect, livraison des achats depuis le magasin, consommation en ligne de musique, livres… rendant plus complexe l'appréciation des impacts de l'une ou l'autre forme de commerce.

La livraison en une seule tournée de plusieurs commandes en ligne par un même VUL est *a priori* plus efficace que ne le serait la somme des déplacements en automobile vers une surface commerciale des acheteurs correspondants. Toutefois les comparaisons sont confrontées à plusieurs écueils :

- l'affectation des distances générées par les déplacements d'achats des particuliers en magasin car, si les déplacements d'achats dédiés sont encore majoritaires, les déplacements en chaînes représentent entre 10 et 40 % de ces déplacements selon les agglomérations ;
- la juste prise en compte des déplacements urbains pour faire des achats en magasin (à pied, à vélo ou en transports publics) ;
- les achats en ligne génèrent également des déplacements hors domicile (presque 50 % des récupérations, selon les dernières analyses du Laboratoire Aménagement Economie Transports (LAET)). Il s'agit là d'une particularité européenne et *a fortiori* française. Or, la part modale de la voiture pour ces déplacements est extrêmement

[63] « Étude ACV de véhicules roulant au GNV et bioGNV » – IFPEN – 2019.

[64] « *The net environmental impact of online shopping, beyond the substitution bias* » - Heleen Buldeo Rai - Université Gustave Eiffel, *Logistics City Chair*, France.

importante notamment en périphérie (près de 70 %). Par ailleurs, ces mêmes enquêtes ont montré que plus de 10 % des achats en ligne font suite à un déplacement test ;

- le comportement réel des consommateurs évolue sous l'influence du commerce en ligne. Ainsi, un achat en ligne ne remplace pas nécessairement un achat en magasin. Même s'il est difficile de généraliser car cela dépend beaucoup du produit, du consommateur et de la situation d'achat, plusieurs « effets rebond » conduisent à ce qu'il n'y ait pas, en pratique, moins de transport motorisé suite à un achat en ligne. C'est le cas, par exemple, lorsqu'un achat en magasin est remplacé par plusieurs achats en ligne ("fragmentation"), générant plusieurs livraisons et plus de transport. Il en va de même de la livraison à domicile en cas d'échec de la première voire de la deuxième livraison. Une étude américaine montre également que le temps gagné par les achats en ligne est utilisé pour effectuer d'autres déplacements ;
- les entreprises contribuent également à l'effet de fragmentation ; c'est le cas lorsqu'une commande unique est livrée en plusieurs fois ;
- la localisation des entrepôts ou celle des magasins par rapport aux lieux de consommation est également un paramètre du bilan.

Ces études ne permettent pas de trancher en faveur de l'un ou de l'autre. Elles conduisent, en revanche, à identifier les facteurs d'une plus grande sobriété et la façon dont ces leviers sont (ou non) efficacement mobilisés ou rendu inopérants par l'évolution des comportements.

Le e-commerce n'est pas par essence plus mauvais que le commerce traditionnel en termes d'émissions de CO_2. Le bilan dépend de différents facteurs comme l'environnement et du comportement du consommateur (milieu urbain versus rural, proximité d'un point relais, modes de transport à disposition, véhicule utilisé…) ou ceux du vendeur (localisation des entrepôts, emballages…).

Ainsi, par exemple, une étude américaine de 2020[65] montre l'impact très important des emballages sur le bilan du e-commerce dont il peut représenter jusqu'à deux tiers des émissions de CO_2. Cette même étude montre que la livraison rapide (moins de 48h) dégrade le bilan du e-commerce de 20 à 30 %. D'autres études, *a contrario*, soulignent le poids du chauffage des locaux dans le bilan du commerce traditionnel.

Le bilan environnemental de la livraison urbaine est la résultante de l'organisation de la *supply chain*. Le comportement du consommateur est une variable dont l'importance croît avec les nouveaux modes d'achat. Or, l'acheteur en ligne (comme sans doute l'acheteur en général) a une faible conscience de l'impact écologique du e-commerce et une très faible connaissance de la logistique de livraison des produits. Si 34 % d'entre eux se disent prêts à payer plus pour une livraison plus écologique, les enquêtes font ressortir le respect de l'environnement au dernier rang des critères de choix. Les abonnés représentent 1/3 des e-acheteurs et sont les moins écoresponsables ; ils achètent le plus et font le plus de retours.

Au-delà des coûts de transport, la généralisation du modèle de livraison instantanée (voir chapitre 4.1.2) pose question en termes d'impact environnemental et social. Il rend plus difficile l'optimisation et la rationalisation des tournées et, en pratique, il s'accompagne d'une précarité de l'emploi. Il existe encore peu d'études sur l'impact environnemental des livraisons instantanées. Les publications existantes suggèrent qu'elles contribuent à une

[65] « *Environmental Analysis of US Online Shopping* » - Dimitri Weideli (EPFL) *for the MIT Center of Transportation & Logistics 2020.*

augmentation des émissions de gaz à effet de serre et de l'encombrement de l'espace public, du fait qu'à nombre de livraisons donné, elles conduisent à accroître les distances parcourues et le nombre de véhicules à mobiliser pour répondre à la demande. Toutefois, toutes choses égales par ailleurs, la présence d'entrepôts urbains en cœur d'agglomération serait de nature à réduire - sans toutefois l'effacer - cet impact.

4.1.3.2 L'artificialisation des sols

L'évolution de la localisation des activités logistiques ou des terminaux de transport entre également en contradiction avec plusieurs objectifs de la puissance publique en matière d'environnement : lutte contre l'étalement urbain, contre l'artificialisation des sols… La taille moyenne des entrepôts augmente et est passée en 2016 de 18 600 m² pour le stock à 30 000 m² pour les constructions nouvelles[66]. Entre 2010 et 2018, la surface d'entrepôts et de plateformes logistiques d'au moins 5 000 m² a connu une croissance de 30 %, passant de 60 millions à 78 millions de m². Cette croissance du parc se fait aux marges des agglomérations et tend à s'éloigner des centres où s'exerce pourtant la plus grande part de l'activité de logistique urbaine. Ainsi, en Île-de-France, entre 1987 et 2008, les surfaces logistiques ont crû de 40 % mais décru de 9 % à Paris et en petite couronne.

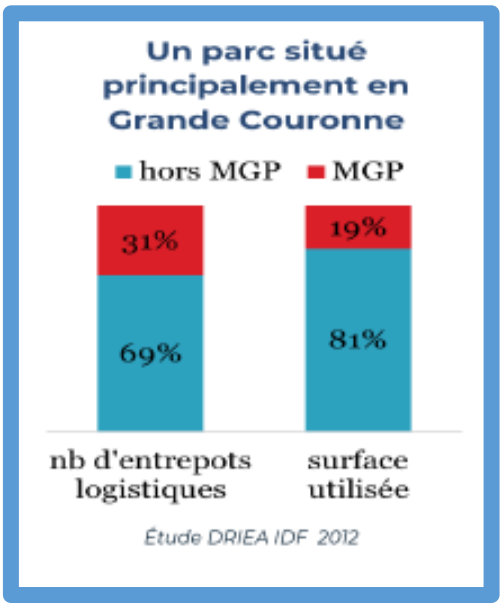


Figure 25

4.1.3.3 L'occupation de l'espace public

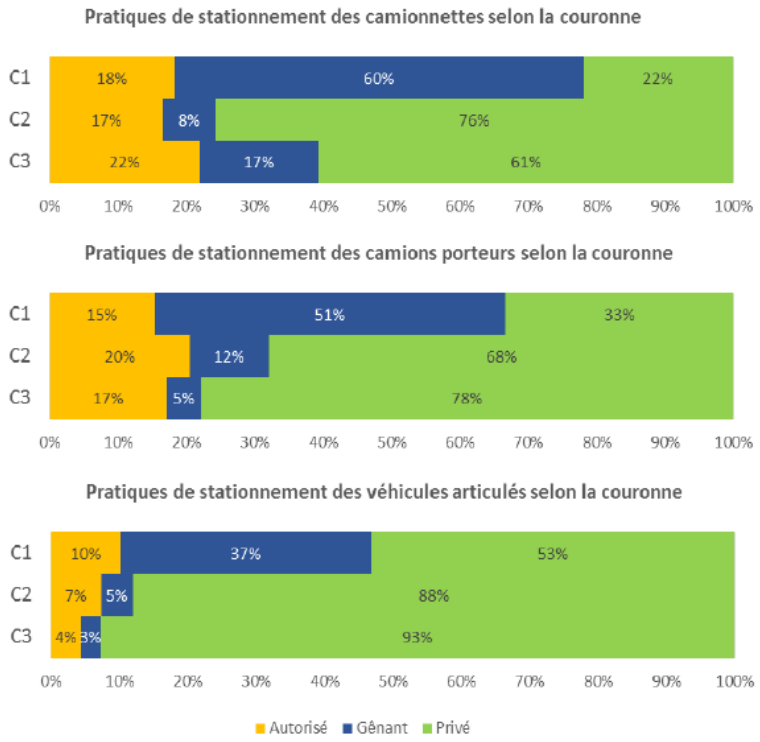
L'occupation de l'espace public, que ce soit par la circulation ou le stationnement et la contribution de la logistique urbaine à la congestion et à l'insécurité routière sont probablement aussi importantes que les impacts évoqués ci-dessus pour l'acceptabilité de l'activité.

La substitution de deux roues aux habituelles camionnettes est loin d'être la réponse universelle à ces difficultés. Des flux importants de deux-roues peuvent tout autant générer un sentiment de gêne, voire d'insécurité chez les riverains, en raison notamment du niveau d'incivilité ressenti du fait de la fréquence de passage des coursiers.

[66] « Pour un développement durable du commerce en ligne » – rapport CGEDD, France Stratégie et IGF.

Par ailleurs, la tendance à la réduction de la taille des véhicules de logistique urbaine et donc à la dispersion des flux dans des véhicules plus nombreux accentue la problématique de l'usage et du partage de l'espace public.

La figure 27 montre, par exemple, l'importance du stationnement gênant en cœur d'agglomération dans les pratiques actuelles de logistique urbaine.



Légende : C1 = centre-ville, C2= proche couronne, C3 = banlieue lointaine

Figure 26 - Source LAET

4.2 Un secteur en constante évolution

4.2.1 Les évolutions récentes

Qu'il s'agisse de livraison aux particuliers ou d'approvisionnement des commerces et entreprises, ces dernières années ont été marquées par des évolutions importantes.

Si le commerce en ligne s'est beaucoup développé depuis le début des années 2 000, la tendance est de combiner vente en ligne et en magasin pour conduire des stratégies combinant les deux canaux de distribution. Les grands acteurs du commerce ont ainsi créé des sites de vente en ligne et les *pure players* comme Amazon ont acquis ou créé des magasins physiques de commerce alimentaire aux États-Unis ou au Royaume-Uni. De même, 16 % des commerces indépendants ont recours au commerce en ligne en France[67]. Amazon tire d'ailleurs une large part de son activité du portage du commerce en ligne de commerçants « indépendants ». Il n'y a donc pas d'étanchéité entre commerce

[67] Étude menée pour Amazon par le cabinet Oliver Wyman avec le soutien de *Logistics Advisory* Experts (LAE), un spin-off de l'*Institute of Supply Chain Management* de l'Université de St Gall.

traditionnel et commerce en ligne. Les évolutions induites par le e-commerce auprès des consommateurs ont également eu (et continueront d'avoir) un effet dans le domaine du commerce traditionnel.

La comparaison des résultats des deux enquêtes « transport de marchandises en ville » fait apparaître peu d'évolution dans les fréquences de livraison et d'enlèvement des commerces et entreprises[68]. Ce sont les pratiques logistiques qui ont évolué avec notamment un recours plus important à la sous-traitance pour le transport, au détriment essentiellement de modalités moins efficaces (la livraison au destinataire par le fournisseur).

Les services de livraison associés aux établissements commerciaux ont également connu un fort développement depuis le début des années 2000 : un commerce de détail sur quatre seulement le proposait en Île-de-France comme à Bordeaux dans la période 2010/2013[69].

Les recherches d'innovation s'inscrivent aussi bien dans un registre technologique comme l'expérimentation de drones et robots en livraison ou en entrepôt que dans un registre organisationnel comme la livraison en consignes automatiques ou le recours aux particuliers pour acheminer les colis à destination (*crowd local delivery*).

La recherche de lieux d'entreposage à plus grande proximité des centres urbains pour optimiser la distribution vers les consommateurs est une préoccupation émergente.

Si les innovations sont plus visibles dans le domaine des biens de consommation, elles ne sont pas absentes des domaines plus traditionnels comme le BTP et le secteur des déchets (plateforme Noé à Bordeaux, propositions de services de livraison de matériaux ou de collecte de déchets…).

Les acteurs privés n'en ont pas le monopole. Les acteurs publics cherchent également à faire émerger des solutions nouvelles et y travaillent dans les différents registres qui sont les leurs : démarches d'élaboration de chartes logistiques, développement d'outils de partage des arrêtés de circulation, règles d'urbanisme pour la logistique urbaine, circuits courts…

La part des véhicules de moins de 3,5 tonnes dans les opérations de logistique urbaine a connu une forte croissance (de 52 à 69 % entre 1994 et 2013 à Bordeaux)[70]. On assiste également à une croissance lente mais régulière des flottes de VUL électriques ainsi qu'au développement de la flotte de vélos-cargos à assistance électrique en Europe.

Des études s'intéressent aux conséquences économiques ou sociales de ces évolutions. Au plan fiscal et concurrentiel, la nécessité de placer dans des conditions plus équitables les acteurs du commerce physique et du commerce en ligne est souvent pointée. La tendance accrue à recourir à un auto-entreprenariat non qualifié et l'émergence d'un secteur informel, possiblement synonyme d'irrégulier, qui prend différentes formes selon les pays y est également soulignée.

---

[68] « Étude prospective des enjeux de la livraison du dernier kilomètre sous forme mutualisée et collaborative, ainsi que leurs articulations avec le concept d'internet physique » réalisée par le groupement PMP – Logicités – LAET et ELV Mobilités.

[69] « Étude prospective des enjeux de la livraison du dernier kilomètre sous forme mutualisée et collaborative, ainsi que leurs articulations avec le concept d'internet physique » réalisée par le groupement PMP – Logicités – LAET et ELV Mobilités.

[70] « *French surveys of the delivery approach: From cross-section to diachronic analyses* » - A Bonnafous et al., 2016.

Toutefois, certains grands acteurs font de la satisfaction de leurs collaborateurs un des axes principaux de leur politique RSE et affichent une volonté de former, fidéliser les collaborateurs, souvent faiblement qualifiés mais qui travaillent avec un matériel coûteux et d'attirer de jeunes recrues. Ce qui témoigne sur ce plan comme sur d'autres de la diversité des acteurs, de leurs intérêts et de leurs approches.

4.2.2 Le développement de la livraison instantanée

Les principales tendances et impacts du commerce en ligne ont été évoqués plus haut, au 4.1.2 et 4.1.3. L'évolution récente la plus marquante est sans conteste la réduction des délais de livraison en particulier dans les métropoles et grandes villes, au point que l'on peut distinguer la catégorie des « livraisons instantanées » (*on-demand deliveries)*. Dans une publication de 2017[71], Laetitia Dablanc définit la livraison instantanée comme « une livraison à la demande dans un créneau maximal de deux heures, réalisée pour des particuliers, des entrepreneurs indépendants ou des employés, et ce en connectant des expéditeurs, des courriers et des destinataires via une plate-forme numérique ».

Ce phénomène encore récent évolue à un rythme très rapide. Le professeur Holguin-Veras du *Rensselaer Polytechnic Institute* de New-York a étudié notamment le cas de la ville de Boston. Il en ressort que le nombre de livraisons aux particuliers a évolué ces cinq dernières années à un rythme de + 50 % tous les quatre ans. Dans le cas de Boston, la livraison instantanée représente aujourd'hui 20 % des livraisons aux particuliers et, toutes choses continuant à évoluer au rythme actuel, son volume rejoindrait avant quinze ans celui des livraisons traditionnelles aux particuliers.

L'évolution ne concerne pas que le volume des livraisons effectuées. Elle touche aussi le concept même de livraison instantanée comme le montre la tendance émergente de livraisons de courses alimentaires en moins de quinze minutes.

La livraison instantanée concerne essentiellement des achats quotidiens qui répondent à une envie ou un besoin immédiat. Dans ce schéma, le coût réel de la livraison est transparent pour le consommateur et les vendeurs doivent l'intégrer dans le prix du produit. Un des effets collatéraux de son développement est de donner au client final l'illusion que le transport a un coût nul pour lui ou pour l'environnement.

4.2.3 Les leçons de la crise COVID

La crise sanitaire de COVID-19 a conduit à la mise en place de mesures de restriction des déplacements pouvant aller jusqu'au confinement total et à la fermeture des magasins non essentiels. Les professionnels et les consommateurs ont dû s'adapter rapidement à ce contexte nouveau. Les pratiques d'achat des ménages ont été modifiées et, parallèlement, les commerçants ont été obligés de s'adapter pour continuer leur activité. Il semble que les consommateurs aient repris, dans une certaine mesure, après les confinements leurs habitudes de consommation d'avant, mais le commerce en ligne a montré sa force en temps de crise et semble avoir durablement gagné des parts de marché et la confiance des consommateurs.

La figure 28 illustre la convergence des évolutions dans le domaine alimentaire et non-alimentaire, en dépit de trajectoires initialement contrastées.

[71] « *The Rise of On-Demand 'Instant Deliveries' in European Cities* » – L Dablanc et al, 2017.

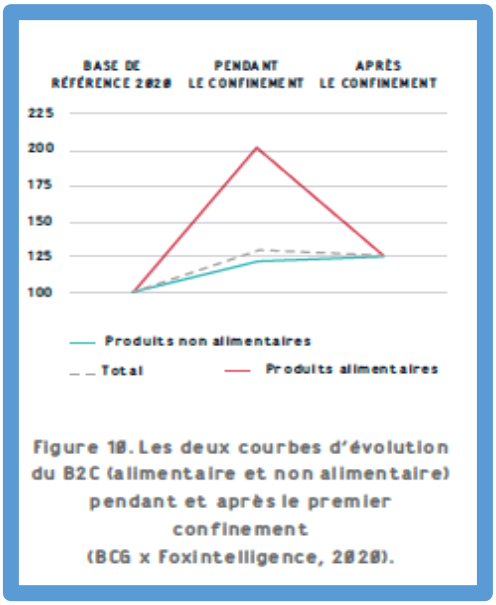


Figure 27 - « Les mobilités du e-commerce – Quels impacts sur la ville ? - Welcome to logistics city n° 1•2020-2021

De 2019 à 2020, la consommation de produits en ligne a augmenté de plus de 30 %[72] en France. Les ventes en ligne des enseignes physiques ainsi que le commerce en ligne alimentaire ont connu des évolutions comparables. Au global, le rythme annuel de progression a doublé par rapport à 2019.

La crise sanitaire semble avoir servi d'accélérateur à des changements de mode de consommation déjà présents. Une enquête menée en octobre 2020 par le LAET auprès de l'ensemble des habitants de la Métropole de Lyon le confirme :

- une tendance à la hausse pour le petit commerce alimentaire de proximité, la consommation proche de chez soi mais aussi la praticité et le gain de temps : drive et livraison ;
- le développement d'un mode de consommation plus vertueux pour l'environnement.

La crise a également servi de révélateur de forces et faiblesses du système de logistique urbaine comme le montre l'analyse de Laetitia Dablanc[73]. Les prestataires de services logistiques et les expéditeurs ont su s'adapter rapidement pour répondre à cette nouvelle donne. De même, les acteurs publics locaux ont très vite pris une part très active pour proposer des solutions et faciliter les opérations de logistique urbaine (adaptation des horaires de livraison, sites web recensant les producteurs agricoles en circuits courts, services de livraison pour les marchés de producteurs…).

Mais si des municipalités se sont engagées dans une réorganisation de leur espace de voirie après le premier confinement, dans de nombreux cas, la circulation des VUL et des camions n'a pas été prise en compte en l'absence d'une forte pression de la part des organisations de transport de marchandises. Enfin, les municipalités ont donné aux restaurants et aux bars le droit d'étendre leurs terrasses, souvent au détriment des zones de livraison.

[72] Source FEVAD.

[73] Logistique urbaine et pandémie de Covid-19 - Laetitia Dablanc 2021.

4.3 Les scénarios prospectifs

Il n'a pas été possible d'isoler le domaine de la logistique urbaine au sein des séries statistiques disponibles pour le secteur des transports et de la mobilité. Aussi, il a fallu renoncer à établir une trajectoire d'évolution des émissions de CO_2 pour les différents scénarios étudiés. On trouvera toutefois en annexe 7 au présent rapport, un essai de quantification de la part que représente la logistique urbaine au sein du transport de fret.

On estime ainsi que la logistique urbaine représenterait en 2017, plus du cinquième des distances parcourues et de 15 à 20 % des émissions de CO_2 du transport routier de marchandises. Cette estimation est à prendre avec prudence car elle repose sur de nombreuses hypothèses, sources d'importantes incertitudes (notamment l'usage de ratios résultant de l'enquête de 2011 pour les VUL ou les distances parcourues par les PL en logistique urbaine).

Sur la base des enquêtes nationales transport de marchandises en ville (ETMV) menées à Bordeaux, Dijon et Marseille dans la deuxième moitié des années 90, le LAET a conçu et développé un outil logiciel, FRETURB, qui permet de simuler le transport de marchandises dans une agglomération. Il intègre désormais les résultats de la vague d'ETMV, conduite en 2011/2012. Considérant qu'en ville la rareté de l'espace est la contrainte principale, FRETURB simule l'occupation de la voirie par les véhicules de livraison. Il s'agit là d'un outil très intéressant pour réfléchir aux stratégies d'aménagement et d'organisation d'une zone urbaine. En revanche, il n'a pas été développé pour évaluer les émissions de CO_2 à l'échelle nationale.

Dans les narratifs qui suivent, seules les grandes lignes des scénarios ont été déclinées. Bien que la logistique urbaine soit un domaine qui recouvre des filières très différentes, du BTP au commerce de détail, au point qu'il serait possible de parler de logistiques urbaines au pluriel, les scénarios ne comportent pas de déclinaisons spécifiques pour chacune d'entre elles. Ils ne se différencient pas non plus suivant la taille des agglomérations.

De multiples facteurs sont susceptibles d'influencer les modes d'organisation de la logistique urbaine et, en conséquence, de ses impacts :

- technologiques : numérique, nouveaux véhicules, nouvelles motorisations Celles-ci étant favorisées par la mise en place des zones à faibles émissions (ZFE) dont le développement des motorisations électriques, robotisation (véhicules et entrepôts) ;
- organisationnels : augmentation de la part de livraison pour compte d'autrui, augmentation de la part de e-commerce, plateformes de livraison à la demande ;
- institutionnels : la distribution des compétences entre les différents échelons administratifs (voir par exemple l'action des métropoles) ;
- les politiques de mobilité : les normes d'émission des véhicules, le déploiement de réseaux d'avitaillement pour les nouvelles motorisations, la réglementation des professions (plateformes de livraison…) ;
- les politiques urbaines : l'organisation de l'espace, les restrictions d'accès à l'espace public (zones à faibles émissions, stationnement…), la planification urbaine en matière d'espaces logistiques et de réservation foncière… ;
- les autres politiques publiques : changement climatique, déchets, construction, artificialisation des sols… ;
- le comportement des individus : comportement des consommateurs, choix de lieu de vie (attraction vers les métropoles, préférence pour la vie à la campagne, rééquilibrage

vers les villes moyenne et évolution de la taille des agglomérations)… ;

- les effets de la crise sanitaire sur les politiques publiques ou sur les comportements, le développement du e-commerce ou du *click and collect*, le repli vers des circuits de proximité.

Les scénarios ont été construits autour de deux axes réputés indépendants, « technologies » et « politiques publiques » (voir chapitre 1.2 ci-dessus). L'intensité d'évolution des principaux paramètres est adaptée selon les scénarios : motorisation des véhicules, robotisation ou numérisation des processus, modes constructifs (premier axe), gouvernance, organisation de l'espace (voirie, urbanisme), fiscalité, comportement des acteurs et acceptabilité des contraintes (deuxième axe).

En l'absence de données chiffrées permettant de simuler et d'objectiver des trajectoires, ces narratifs ont été établis à dire d'experts[74].

4.3.1 Scénario hyper-contraint

Ce scénario explore une hypothèse où les gains de décarbonation seraient obtenus par les changements d'organisation, sans s'appuyer sur le progrès technologique (ambiance technologique basse). Les autorités sont conduites à prendre des mesures très contraignantes sans que les acteurs ne disposent de réponses efficaces. Il peut s'agir, par exemple, d'interdire l'accès au cœur de ville aux véhicules de transport de marchandises utilisant des combustibles fossiles ou de réduire fortement l'usage du béton en matière de construction.

Ainsi l'usage des PL motorisés au gaz est interdit, mais, dans le même temps, les PL électriques à batterie et à hydrogène ne se développent pas. Cela oblige à recourir à des VUL, en plus grand nombre, mais dont les prix restent élevés et/ou généraliser le recours aux modes alternatifs en dehors de leur périmètre de pertinence économique pour le transport de marchandises. Ou l'usage du bois s'impose en matière de construction mais sans organisation préalable de l'approvisionnement en cœur de ville. Le développement de services numériques permettant l'optimisation des tournées, la mutualisation des entrepôts ou autres services marque le pas.

Dans ce scénario, la volonté des autorités locales d'imposer des mesures très contraignantes peut conduire à des barrières pour les flux longues distances et un risque de repli par zone urbaine.

Les simulations dont les résultats sont présentés au chapitre 2.3.5 montrent que si les efforts de sobriété parviennent à contenir les distances parcourues, ils ne parviennent qu'à infléchir la courbe des émissions et que le résultat reste loin de l'objectif.

4.3.2 Scénario du pire climatique

Ce scénario explore une hypothèse où il n'y a pas de dynamique de décarbonation collective organisée (ambiance technologique basse / dynamique de développement de la mobilité individuelle dans toutes ses dimensions, professionnelle, de loisir…).

Il est caractérisé par :

- une faible pénétration de l'usage de véhicules non émissifs en GES ou innovants en termes d'optimisation des véhicules de livraisons ;

[74] Voir en annexe 9 la liste des personnes ayant contribué à l'atelier.

- un développement limité de l'usage des véhicules autonomes et autres robots, qui, de plus, circulent souvent à vide par défaut d'optimisation ;
- l'optimisation des processus à l'échelle de chaque entreprise, chaque collectivité conduisant à une mauvaise appréciation / prise en compte des besoins, des ressources ou des externalités ;
- l'éviction des fonctions de logistique au-delà des frontières des zones urbaines conduisant à une augmentation des trajets de livraison ;
- le développement non régulé du e-commerce sur tous les segments, accompagné d'une pression très importante sur les délais de livraison ainsi que de la précarisation des livreurs, d'un usage mal contrôlé de l'espace public, , et une baisse des ressources des collectivités liées au commerce local tandis que les sollicitations à leur égard augmentent pour préserver le cadre de vie (qualité des espaces publics, sécurité et qualité des espaces désertés (centres-villes ou friches commerciales...)) ;
- la non-amélioration des émissions des entrepôts logistiques.

Le tableau ci-dessous récapitule les évolutions des principaux indicateurs dans ce scénario telles qu'elles ont pu être appréciées au sein de l'atelier. Les simulations dont les résultats sont présentés au chapitre 2.3.1 conduisent à des trajectoires analogues, en particulier pour les VUL.

	Veh.km	T.km	CO_2	Livraisons instantanées	Surface entrepôts
2040	+	+	+	+	+
2060	+	+	+	+	+

Tableau 25 : Évolution des indicateurs du scénario du pire climatique

L'éviction des fonctions de logistique au-delà des zones urbaines denses et le peu d'optimisation des processus de transport de marchandises de façon générale entraînent un allongement des distances, et donc des véhicules-km. Le manque de coordination des acteurs conduit à un défaut de régulation de la part des collectivités et ne permet pas l'optimisation des processus au sein de structures ou mécanismes transverses aux entreprises, et conduit à un manque d'optimisation des tournées de livraisons, ce qui a également comme conséquence un accroissement du nombre de véhicules. Le volume transporté par véhicule diminue sans doute du fait du manque d'optimisation des processus ainsi que d'une hausse des retours à vide. Les distances augmentant, les tonnes-kilomètres continuent à augmenter également. La faible pénétration des véhicules peu émissifs ne permet pas d'infléchir la hausse des émissions de CO_2.

4.3.3 Scénario ambition de base

Ce scénario se caractérise par le caractère moyen tant du progrès technologique que des efforts politiques pour la sobriété des transports. Il tend à prolonger les tendances actuelles.

Ce scénario est caractérisé par :

- la persistance de l'usage de véhicules classiques sur certains segments de la logistique

urbaine (véhicules lourds spécialisés, livraison pour compte propre…) ;

- le développement de l'usage des véhicules autonomes et autres robots dans des logiques d'optimisation à l'échelle de l'entreprise ce qui conduit à un taux de voyages à vide encore significatif ;
- le développement spontané de pratiques collaboratives (entreprises et collectivités locales) dans certaines limites (concurrence avec des pratiques *low cost*, périmètres de regroupement sous-optimaux, connaissance partielle des besoins, des ressources ou des externalités…), y compris en logistique retour ;
- la mise en place de chartes de logistique durable en ville au niveau intercommunal ;
- l'encouragement de l'innovation organisationnelle et technologique par la puissance publique ;
- le développement imparfaitement régulé du e-commerce et la persistance d'une partie des externalités négatives ;
- le développement imparfaitement régulé du télétravail ;
- le développement spontané de pratiques sobres encouragées par la puissance publique chez une partie des consommateurs (exemple du *click and collect* de proximité…) ;
- une évolution favorable des émissions des entrepôts logistiques pour atteindre la neutralité carbone.

Le tableau ci-dessous récapitule les évolutions des principaux indicateurs dans ce scénario telles qu'elles ont pu être appréciées au sein de l'atelier.

	Veh.km	T.km	CO_2	Livraisons instantanées	Surface entrepôts
2040	+	+	+/=	+/=	
2060	+/=	+	= /-	+/ =	

Tableau 26 : Évolution des indicateurs du scénario ambition de base

Les simulations dont les résultats sont présentés au chapitre 2.3.2 font apparaître des trajectoires divergentes sur quelques points. Les distances parcourues, notamment par les VUL, continuent à évoluer de façon dynamique au-delà de 2040 là où l'atelier attend un tassement. En ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre, l'atelier a notamment montré une plus grande prudence sur le rythme d'évolution de la motorisation des véhicules de logistique urbaine.

Le développement spontané de pratiques collaboratives entre acteurs permet une amélioration des processus, mais ces pratiques sont encore loin d'être optimisées et ne suffisent pas à annuler la tendance à l'augmentation des véhicules.km. Même si le télétravail et les pratiques sobres des consommateurs sont encouragés par la puissance publique, les pratiques n'évoluent pas encore suffisamment. Le e-commerce est imparfaitement régulé et les véhicules classiques persistent sur certains segments de la logistique urbaine ; une partie des externalités négatives persiste et les émissions de CO_2 augmentent probablement dans ce scénario.

4.3.4 Scénario de neutralité carbone

Le scénario de neutralité en carbone est un scénario normatif, de « *backcasting* », où l'on fixe *a priori* la situation finale où aboutira la trajectoire du système de transport et où il s'agit, en mobilisant les progrès technologiques et les politiques de régulation, d'imaginer un chemin susceptible d'y conduire.

Ce scénario est caractérisé par :

- la généralisation de l'usage de véhicules non émissifs en GES ou polluants, et silencieux sur toute la gamme de la logistique urbaine (livraison de colis, approvisionnement magasins et entreprises, chantiers ou collecte déchets…) ;
- la généralisation de pratiques collaboratives appuyées sur la numérisation (partage d'entrepôts, optimisation des circuits de livraison, mutualisation des points de livraison…) et encouragées par la régulation et la généralisation de chartes de logistique durable en ville au niveau intercommunal, y compris en logistique retour ;
- une gouvernance à l'échelle des zones urbaines facilitée par la mise en place d'autorités organisatrices de la logistique urbaine dotées de moyens de régulation et d'action adaptés ;
- le développement d'un usage raisonné de drones pour les livraisons et de robots sur les espaces régulés (campus, parcs technologiques, certains centres-villes) ainsi que de dispositifs numériques d'information aux transporteurs ;
- l'optimisation de l'usage de l'espace public (déploiement de réseau d'infrastructures d'avitaillement, facturation des trajets et des arrêts, incitation à l'usage de la multi-modalité, voire à l'usage des transports publics pour la logistique urbaine, incitation aux livraisons en horaires décalés…) ;
- l'organisation/ planification de l'espace intégrant les besoins de la logistique aux différentes échelles (réservation ou construction d'espaces dédiés à proximité des cœurs de ville (halles et hôtels logistiques), équilibre des usages à proximité des fleuves ou autour des voies ferrées, organisation de zones de transbordement, réservation d'espaces de collecte des déchets, de recyclage et de réparation etc.) ;
- la facturation explicite du « vrai » coût de livraison (voire taxation des livraisons instantanées et des retours), une information systématique du consommateur sur son coût CO_2, et renforcement des contrôles sur la bonne application des législations sociales pour les livreurs ;
- une modération de la demande, un usage raisonné du e-commerce et un équilibre avec les commerces de proximité ;
- le développement de l'impression 3D dans une logique de proximité avec le consommateur;
- le télétravail bien développé avec une volonté collective d'en réduire les impacts supplémentaires, notamment de CO_2, (par exemple, le cas de repas livrés plutôt que repas à la cantine) ;
- l'émergence d'entrepôts logistiques à énergie positive.

Le tableau ci-dessous récapitule les évolutions des principaux indicateurs dans ce scénario telles qu'elles ont pu être imaginées au sein de l'atelier. Les simulations dont les résultats sont présentés au chapitre 0 présentent des trajectoires analogues.

	Veh.km	T.km	CO_2	Livraisons instantanées	Surface entrepôts
2040	=/-	=/+	-	+/- voire -	+/-
2060	=/-	=/+	-	+/- voire -	+/-

Tableau 27 : Évolution des indicateurs du scénario de neutralité carbone

La généralisation de pratiques collaboratives entre acteurs et l'optimisation de l'usage de l'espace public entraînent une optimisation des tournées et des processus de livraison, et permettent donc une réduction (ou stagnation si la demande était en forte hausse) des véhicules-km. Les processus étant optimisés, le tonnage transporté par véhicule pourrait augmenter. Les entrepôts logistiques à énergie positive, la généralisation de l'usage de véhicules non émissifs en GES et l'optimisation des processus entraînent une réduction des émissions de CO_2.

La diminution des livraisons instantanées témoigne d'une certaine sobriété dans les comportements. On peut même imaginer que dans un monde technologiquement idéal toutes les livraisons puissent se faire avec un temps d'attente optimal pour les consommateurs.

4.4 Vers la neutralité carbone ?

4.4.1 Un risque d'inefficacité

La logistique est une fonction essentielle pour la compétitivité des entreprises. Au sein de la chaîne logistique, le dernier kilomètre concentre une bonne part des enjeux économiques et environnementaux. La logistique urbaine implique, dans des interrelations complexes, de très nombreux acteurs de tailles très variables, privés mais également publics, et concerne des filières très différentes comme le BTP ou le commerce de détail.

Si les processus d'approvisionnement ou de livraison sont rationalisés par les plus grandes entreprises, il n'en va pas nécessairement de même en ce qui concerne les plus petits acteurs (artisans…). Les comportements d'achat des ménages, quant à eux, évoluent rapidement dans le sens d'une plus grande dispersion et tendent à accentuer la fragmentation des envois, pénalisant ainsi les possibilités d'optimisation et augmentant leur impact sur l'environnement. La logistique urbaine est en évolution rapide sous l'effet, en particulier, de la numérisation et des modifications des modes de consommation.

Les acteurs publics, Union Européenne, État et collectivités locales, disposent d'outils dans les registres réglementaires et financiers, ou ceux de la facilitation, de l'éducation et de l'information de façon à réduire les émissions de gaz à effet de serre ainsi que les pollutions et nuisances locales dues à la logistique urbaine.

En matière d'émissions de CO_2, les normes d'émission des véhicules et les restrictions d'accès imposées par les ZFE permettront de faire le plus gros du chemin. Le rapport thématique sur les motorisations estime ainsi que les émissions des VUL neufs, mesurées en analyse du cycle de vie (ACV) peuvent être réduites d'un facteur 4,6 à l'horizon 2040 et 8 à l'horizon 2060.

Toutefois, outre que ces deux leviers ne suffisent pas à atteindre la neutralité carbone, ils ne feront pas disparaître l'encombrement ou la congestion de l'espace public générée par la logistique urbaine, et n'éviteront pas les effets rebonds dus notamment au comportement des consommateurs. Le rapport s'intéresse, dans ce qui suit, aux mesures complémentaires de sobriété nécessaires pour les accompagner ou les compléter.

Or, le foisonnement des acteurs tant publics que privés ne facilite ni la définition ni la mise en œuvre des politiques dans ce domaine. Les chartes de logistique urbaine sont une première réponse à cette difficulté et permettent aux collectivités de s'engager conjointement avec les opérateurs économiques présents sur leur territoire [75]. Le programme InTerLUD [76] (Innovations Territoriales et Logistique Urbaine Durable) est destiné à déployer ce dispositif sur le territoire national, accompagner les collectivités et les opérateurs économiques et faciliter leur dialogue dans leurs engagements dans le cadre de ces chartes.

Comme le montre l'exemple de la métropole de Rennes [77], ces chartes ne peuvent cependant être efficaces que si elles sont mises en place sur un périmètre suffisamment large, et si leur déclinaison bénéficie d'une « gouvernance forte et partagée », en l'occurrence d'un « comité de suivi pluridisciplinaire » chargé de «garantir que les actions décidées sont menées [78]».

De plus, demeure un risque majeur pour les années à venir, celui d'une sous-optimisation génératrice d'inefficacités, de surcoûts ou d'atteintes à l'environnement. Ce risque concerne toutes les filières et tous les acteurs et peut prendre différentes formes :

- le *squeeze* ou une appréciation erronée des besoins en matière d'approvisionnement des zones urbaines (par méconnaissance ou par défaut de coordination…) conduisant à un sous-dimensionnement des infrastructures (accès au centre-ville, places de livraison…),
- le foisonnement (par exemple : e-consommateurs cumulant livraisons à domicile, multiples retours de marchandises et déplacements en magasin, dispersion des comportements des consommateurs …).

4.4.2 Quelques pistes d'action à privilégier

L'analyse des évolutions récentes montre que les progrès techniques, numériques ou organisationnels sont appropriés au bénéfice des entreprises ou des consommateurs. Or s'inscrire sur la trajectoire recherchée de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le cadre de la lutte contre le réchauffement climatique supposerait qu'une partie de ces progrès soit également utilisée par la puissance publique pour amener les comportements vers davantage de sobriété.

Par son action, surtout si elle est comprise et acceptée et si contrôle et réglementation vont de pair, - ce qui suppose que la réglementation soit effectivement contrôlable et qu'un contrôle soit effectivement mis en œuvre -, la puissance publique peut créer les conditions pour rendre possibles les innovations technologiques et organisationnelles, les comportements recherchés (optimisation des tournées, mutualisation, report modal…) et

[75] Voir notamment *la Charte en faveur d'une logistique urbaine durable* de la Mairie de Paris.

[76] https://www.ademe.fr/expertises/mobilite-transports/passer-a-laction/dossier/programme-interlud/descriptif-programme

[77] https://www.bretagne-supplychain.fr/voy_content/uploads/2021/06/20210601-Charte-LU-RM-rev10.pdf

[78] Cf. fiche action 18

écarter ou marginaliser les comportements inappropriés.

Il est sans doute illusoire de vouloir établir un palmarès des pistes d'action pour les années à venir. La diversité des situations locales appelle des réponses adaptées au contexte et de nouvelles solutions technologiques ou numériques viendront « rebattre les cartes ». Les participants à l'atelier ont dégagé quatre pistes d'actions qui leur semblent devoir être privilégiées pour renforcer l'efficacité de l'action publique.

4.4.2.1 Créer les conditions de l'acceptabilité

Selon une étude de France Stratégie[79], le poids des dépenses « pré-engagées » (loyers, remboursements d'emprunts, abonnements, assurances…) dans la dépense totale des ménages a augmenté de cinq points entre 2001 et 2017, passant de 27 % à 32 %. Cette réduction des marges de manœuvre des ménages, notamment des ménages modestes, rend plus délicat le recours à des mesures financières (taxes par exemple) ou contraignantes sur un sujet qui touche au quotidien des consommateurs (approvisionnement…) et obligera à se pencher préalablement sur les conditions de leur acceptabilité (information, mécanisme de redistribution…).

D'autant que les consommateurs n'ont pas suffisamment conscience de l'impact de leurs choix (livraison lente plutôt qu'instantanée, limitation des retours…) sur le bilan des émissions de CO_2 du secteur. Or, leur participation active aux stratégies qui devront être mises en place pour réduire les émissions est pleinement nécessaire et nécessite de les convaincre et de les mobiliser.

Informer le consommateur sur le bilan environnemental du service de la livraison, éviter de faire de la livraison express l'option par défaut, s'agissant des délais livraison, ou interdire la mention « livraison gratuite » sont autant de pistes suggérées pour infléchir les comportements. C'est d'ailleurs le sens des premières recommandations de la Charte d'engagements environnementaux des acteurs du commerce en ligne signée sous l'égide de France Logistique et de France Stratégie en juillet 2021[80].

4.4.2.2 Faire payer l'impact environnemental de la livraison

Faire payer la livraison, et en particulier la livraison express, à un tarif incluant son impact environnemental, notamment en matière d'émissions de CO_2, serait un moyen efficace de réguler le comportement des consommateurs et de l'amener vers davantage de sobriété, pour autant que ce coût lui soit explicitement répercuté. Cette proposition recouvre plusieurs notions différentes consistant à combattre la notion de livraison gratuite : obliger l'expéditeur à indiquer dans la facture le coût de livraison, et faire payer au client final le coût de livraison réel auquel on ajoute le paiement des externalités, ce dernier devant être reversé à la collectivité.

Deux rapports récents[81] proposent de taxer la livraison des colis. Dans les deux cas, cette proposition répond à un besoin de financement des infrastructures et repose sur l'assertion que le commerce en ligne a des effets négatifs sur la circulation, la congestion

[79] Note d'analyse n°102 – France stratégie – Août 2021.

[80] https://www.strategie.gouv.fr/publications/filieres-de-commerce-ligne-de-logistique-responsables-premieres-signatures-chartes

[81] « L'avenir des mobilités : plan d'urgence pour la grande couronne » - François Durovray et al – février 2021 ;

« Rapport sur le modèle économique des transports collectifs » - sous la présidence de Philippe Duron – juillet 2021.

et la pollution. Ils montrent que les objectifs d'une telle mesure peuvent être doubles : intégrer dans le coût du colis une partie des externalités négatives qu'il génère, ou soutenir le commerce traditionnel et l'attractivité des centres villes. Les acteurs du commerce en ligne sont, plus que les consommateurs, visés dans le deuxième cas.

Si elle est répercutée sur le consommateur, une mesure de taxation des colis, assortie d'une surtaxe des livraisons instantanées, paraît répondre à l'objectif de guider le comportement du consommateur vers une plus grande sobriété en matière d'émissions de CO_2. Une mise en œuvre permettant de s'assurer des résultats, peut cependant se révéler particulièrement complexe pour de multiples raisons : il n'existe pas (encore) de méthodologie pour attribuer le coût des externalités à chaque livraison, une part des colis arrivant directement de l'étranger…

Une étude d'impact permettrait de préciser le périmètre de la mesure et notamment la notion de colis. Considère-t-on comme colis tout ce qui peut être livré suite à un achat en ligne, repas, courses du quotidien, meubles, produits électroménagers… ? Cette question de périmètre oblige également à approfondir la question du traitement à apporter aux livraisons suite à un achat en magasin ainsi qu'aux livraisons aux magasins eux-mêmes. La proposition du Sénat de 2018 de taxation au kilomètre[82] ne portait que sur les livraisons de marchandises achetées en ligne : mais la livraison d'un même produit a-t-elle moins d'impact suite à un achat en magasin plutôt qu'en ligne ? La livraison d'un colis à un magasin a-t-elle moins d'impact qu'une livraison du même colis à un particulier ?

Il serait possible de tester des paramètres complémentaires destinés à discriminer les comportements de façon moins grossière (le nombre de présentation du colis en cas d'échec de livraison, les retours, la livraison à domicile plutôt qu'en relais colis). Mais aussi de tester la faisabilité ou la plus ou moins grande conformité à l'objectif de différents schémas de taxation des livraisons instantanées (par exemple, uniformément ou en distinguant des produits dits essentiels pour lesquels elle est réputée davantage acceptable).

Dans tous les cas, la question de l'efficacité de la mesure au regard de son périmètre (français ou européen) devra être posée.

La tarification de la circulation ou du stationnement, est une voie alternative pour faire payer l'impact environnemental des livraisons ainsi qu'un outil de régulation de l'usage de l'espace public, et une incitation à l'optimisation des tournées. S'il existe un arsenal assez complet en matière de stationnement, cette voie se heurte à de sérieux obstacles en termes d'acceptabilité de tarification de la circulation qu'il serait nécessaire de mettre en place.

Un article du projet de loi sur les mobilités (LOM) prévoyait de donner aux grandes agglomérations intéressées la possibilité d'instaurer un « tarif de congestion » ou péage urbain – « pour limiter la circulation automobile et lutter contre la pollution et les nuisances environnementales ». Cet article a été écarté.

L'écotaxe est une mesure qui avait vu le jour à la suite du Grenelle de l'environnement pour inciter les entreprises à se tourner vers des solutions de transport de marchandises moins émettrices de gaz à effet de serre que le camion. Elle a été abandonnée en 2014 sous la pression du mouvement dit des « Bonnets rouges ». La loi « Climat et Résilience », inspiré des travaux de la Convention Citoyenne pour le Climat, habilite le gouvernement à

[82] Voir notamment https://antsroute.com/blog/bientot-une-taxe-au-kilometre-sur-les-livraisons-de-biens-achetes-en-ligne/

prendre par voie d'ordonnance, des mesures permettant aux régions volontaires d'introduire cette taxe à compter du 1er janvier 2024.

Favoriser les stratégies collaboratives

La littérature semble s'accorder sur la valeur des stratégies collaboratives, le fait pour un acteur de travailler avec d'autres acteurs en amont, en aval ou autour de lui-même, pour progresser vers une meilleure efficacité et une meilleure régulation de la logistique urbaine. La puissance publique est interpellée à plusieurs niveaux par ce besoin de stratégies collaboratives. Il lui revient de les encourager et de décourager les stratégies adverses, mais elle doit également adapter son organisation et sa propre action en conséquence.

Les stratégies collaboratives peuvent s'appuyer sur le développement d'outils numériques et un dialogue régulier et la concertation entre les parties prenantes, que ce soit au sein de la chaîne elle-même, qu'entre acteurs privés et publics, ou avec les riverains et ONG, grâce, notamment, à la mise en place des chartes de logistiques urbaine. Mais la diversité des acteurs impliqués et la complexité des modèles économiques associés demandera beaucoup d'agilité de la part des acteurs publics pour adapter les mesures à leurs circonstances.

Il conviendrait, en premier lieu, de créer les conditions d'une régulation efficace, lisible et propre à encourager les collaborations et mutualisations. À cet égard, l'émiettement, au sein d'une même zone urbaine, des décisions de régulation dans certains domaines (typiquement la circulation ou le stationnement) constitue sans nul doute un frein. La présence d'une autorité organisatrice sur le périmètre pertinent et dotée des moyens d'action appropriés serait un facteur de lisibilité et de cohérence de l'action publique.

La diminution des mouvements opérés en compte propre est également l'un des leviers à même de réduire l'impact environnemental de la logistique urbaine. La généralisation des plateformes de mutualisation[83] est un moyen d'y inciter.

4.4.2.3 Évaluer leur impact pour discriminer les mesures les plus efficaces

Enfin, il paraît aller de soi que l'urgence climatique impose de se concentrer sur les mesures qui ont le plus gros impact ou à tout le moins, d'écarter celles qui n'en ont pas ou vont à l'encontre du résultat escompté. Cette capacité d'évaluation repose sur la disponibilité de données suffisantes.

De plus, les éléments de comparaison entre l'impact du commerce traditionnel et celui du e-commerce présentés au 4.1.3 ci-dessus montrent qu'il faut prendre en compte un périmètre d'observation suffisamment large pour pouvoir déceler les effets rebonds qui conduiraient à un effet « édredon » (comme lorsque les ménages qui ont recours au commerce en ligne remplacent leurs déplacements pour motif « achats » par d'autres déplacements) et ne pas hésiter à créer un véritable observatoire de la logistique urbaine, comme le montre l'exemple de la métropole de Rennes[84] déjà cité et à s'appuyer sur de nouvelles méthodes de collecte.

[83] Voir par exemple URBY ou, dans le domaine du BTP, la plateforme Noé à Bordeaux.

[84] Fiche action n°16, https://www.bretagne-supplychain.fr/voy_content/uploads/2021/06/20210601-Charte-LU-RM-rev10.pdf

Illustration 4 : Coursier à vélo, place de Catalogne à Paris - Source : Arnaud Bouissou/Terra

Annexes

1 La démarche générale de prospective 2040-2060

1.1 Objectifs de la démarche

Les travaux répondent à une commande de la ministre, présidente du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD), incluse dans son programme de travail. Le CGEDD et France Stratégie se sont associés pour mener à bien cette nouvelle démarche qui a démarré en 2019.

La mobilité s'entend dans cet exercice comme un déplacement de biens ou de personnes, quels que soient les modes utilisés, les motorisations et les distances parcourues, en France ou en origine ou à destination de celle-ci, ou en transit (tous modes y compris air, mer et fluvial).

Cette prospective des mobilités 2040-2060 a pour objectif principal d'examiner comment la France pourrait atteindre, pour la part qui revient aux transports et à la mobilité, la neutralité carbone qu'elle ambitionne pour 2050 et, plus généralement, d'envisager le futur de nos déplacements. Cet exercice s'intéresse donc aux différents facteurs explicatifs du niveau des émissions, en particulier aux motorisations ainsi qu'aux comportements de mobilité des ménages et aux marchandises qui dépendent eux-mêmes de leur consommation de biens et services mais aussi des conséquences de l'urbanisation sur la mobilité. Elle a pour ambition de donner des clefs de réflexion et des indications :

- sur les outils d'aide à la décision publique dans un monde que la transition énergétique induite par le dérèglement climatique, voire par la pandémie rend plus incertain ;
- sur les inscriptions sociales et territoriales des évolutions de la mobilité ;
- et sur les articulations entre mobilité, planification urbaine et aménagement du territoire.

L'aide à la décision publique que peut apporter un exercice de prospective, dans ce contexte, est de faire apparaître les efforts d'anticipation rendus nécessaires par les délais, souvent importants, d'obtention des effets attendus (pour éviter l'effet de mur), et inversement les risques de « fausses manœuvres » (dépenses ou actions sur des pistes qui ont de forts risques d'être rapidement ou à moyen terme obsolètes, voire qui vont à l'encontre des objectifs poursuivis). Elle peut enfin aider à discerner les leviers dont l'effet sera prépondérant et ceux qui restent mineurs et à estimer le niveau de satisfaction d'objectifs individuels et collectifs (niveau de vie, qualité de vie, efficacité économique et sociale, préservation de l'environnement) dans différents cas.

Le présent exercice cherche ainsi à faire émerger une vision partagée des conséquences d'un certain nombre de choix possibles de politique publique aux différents niveaux, des possibilités de les décentraliser, mais aussi de la gravité des conséquences et des risques associés si certains choix n'étaient pas effectués, à moyen comme à long terme.

1.2 Organisation des travaux

Cette démarche de prospective s'est construite en collaboration avec de nombreux acteurs, notamment des industriels et entreprises des transports, des administrations, des ONG et associations : qu'ils en soient ici remerciés.

Cinq groupes de travail thématiques ont été constitués pour mener à bien cette nouvelle prospective :

- le groupe motorisation a réalisé une revue détaillée des technologies disponibles ou envisageables et quantifié pour chacun des modes de transport les réductions possibles des émissions de gaz à effet de serre ;
- le groupe voyageurs a étudié et quantifié les différents scénarios retenus pour le transport de voyageurs ;
- le groupe marchandises scindé en deux a cherché à éclairer les évolutions possibles d'une part des trafics routiers, ferroviaires, fluviaux et de la logistique urbaine ; d'autre part, dans un rapport séparé, celles du transport maritime et des ports ;
- le groupe aménagement a évalué la contribution d'une politique d'aménagement sur les émissions de CO_2 dues aux transports et à la mobilité ;
- le groupe risques et incertitudes a travaillé à « préciser ce que nous ne savons pas ».

1.3 Méthodologie

Jusqu'à présent, réaliser un exercice de prospective des transports, ou des mobilités, consistait généralement à prendre en compte divers scénarios de grands cadrages internationaux (évolution des échanges économiques) et macroéconomiques nationaux (évolutions de PIB) plus ou moins raffinés pour en déduire les besoins de déplacements des biens et de personnes qui en résultaient, et à analyser les mesures susceptibles de les accompagner (internalisation des externalités) et de là décrire les conséquences qui en résultaient (notamment les besoins de services et d'infrastructures).

Dans le contexte actuel, le CGEDD a fait le choix de procéder autrement.

La méthodologie mise en œuvre relève du compromis entre deux approches :

- une approche exploratoire qui consiste classiquement à partir du contexte économique et de variables exogènes, à envisager des mesures de politique publique, à modéliser la demande qui en résulte et les parts modales, et à en analyser les conséquences ; la construction de ces scénarios repose sur les paramètres technologiques et comportementaux ;
- une approche normative rétrospective, dite de *backcasting,* qui commence par la définition d'un avenir souhaitable, puis fonctionne à rebours pour identifier les politiques et les programmes qui relieront cet avenir spécifié au présent.
- deux horizons principaux de temps sont proposés, mais les échéances intermédiaires 2030 et 2050 sont également regardées :
- 2040 : horizon à 20 ans, correspondant à un horizon vraisemblable de « prévisibilité » de la montée en puissance des évolutions technologiques et des comportements connus ou envisagés aujourd'hui et associée à des réseaux d'infrastructures existants ou décidés ;
- 2060 : horizon de long terme (ambition de profondeur prospective analogue à celle de l'exercice de 2006) où les scénarios sont beaucoup plus ouverts, mais encore reliés à des décisions prises aujourd'hui (infrastructures de transport, organisation des territoires, recherche et technologies…).

Afin de mener à bien cet exercice, au sein de chaque groupe, le travail a été structuré autour de scénarios, chacun étant décliné en un narratif et une simulation.

Dans leur principe, les réflexions proposées concernent l'ensemble de la France. Toutefois, certains territoires présentent des spécificités marquées et ont donc pu faire l'objet de travaux complémentaires pour les prendre en compte, par exemple la métropole francilienne, au vu de problématiques incluant selon les cas des enjeux de continuité territoriale, ou bien de contextes juridiques, économiques et sociaux ainsi que des situations de vulnérabilités particulières vis-à-vis du dérèglement climatique.

2 Quelques éléments de cadrage communs aux différents groupes

Les simulations de la présente prospective s'appuient sur quelques éléments communs de cadrage.

2.1 La démographie

Au premier janvier 2021, la population française s'élevait à 67,4 millions d'habitants. Dans son scénario central (novembre 2021), l'Insee prévoit 69,2 millions d'habitants en 2040 et 68,7 en 2060 (y compris Mayotte). Les principales hypothèses de ce scénario sont plus basses que les 1,95 enfants par femme du précédent scénario central de l'Insee en début de période, un solde migratoire positif de 70 000 habitants par an et une fécondité et un risque de décès évoluant comme lors des dernières années. Plusieurs scénarios alternatifs sont présentés, avec une fourchette d'incertitude de l'ordre de la dizaine de millions en plus ou en moins à l'horizon 2060 semble toutefois assez faible du fait des incertitudes sur le solde migratoire notamment dans un contexte de forte croissance démographique du continent africain, dont la population pourrait, selon les prévisions de l'ONU, augmenter de près de 90 % d'ici à 2050. En outre, la population de l'espace francophone devrait connaître une croissance très forte et pourrait atteindre 700 millions d'habitants vers 2050 : sous les effets du changement climatique, une partie d'entre elle pourrait être attirée par les emplois et le niveau de vie existant en France.

Des crises économiques ou climatiques dans les pays d'origine pourraient accroître les flux migratoires, même si les pays de destination sont souvent proches des pays origine pour les trois quarts des migrants : l'Allemagne a cependant accueilli plus d'un million de réfugiés à la suite de la crise syrienne de 2015. Selon la Banque mondiale, plus de 140 millions de personnes pourraient ainsi devenir des réfugiés climatiques d'ici 2050. D'un autre côté, les populations très pauvres migrent peu, si bien que la résorption de la très grande pauvreté dans le monde pourrait aussi être un facteur de croissance des migrations. Inversement, il peut aussi y avoir des surprises à la baisse (crise sanitaire (pouvant être amplifiée dans un contexte d'inefficacité des antibiotiques), développement d'une émigration ...) amenant à s'interroger sur une fourchette d'incertitude plus forte que celle prise en compte par l'Insee.

Dans tous les cas, l'âge moyen de la population devrait être plus élevé (avec un rajeunissement possible toutefois en cas de forte immigration). En 2050, une personne sur six (contre une sur neuf aujourd'hui) devrait avoir plus de 65 ans. Les questions d'adaptation aux handicaps en tenant compte du vieillissement de la population sont aussi à considérer pour repenser les transports et la mobilité. Ces facteurs créent une incertitude supplémentaire sur le degré de vieillissement et la dynamique économique.

2.2 Le contexte macroéconomique

Comme l'écrivait France stratégie avant la crise de la COVID-19, le contexte économique et institutionnel européen reste incertain. La période 2007-2016 demeurera dans les mémoires parce que la crise financière aura été l'occasion d'un basculement historique : au cours de ces dix ans, les six septièmes de la croissance mondiale sont venus des pays émergents. Pour les années à venir, dans un contexte d'incertitude élevée marqué par la faiblesse des gains de productivité et la faiblesse des taux d'intérêt réels à long terme, il paraissait raisonnable de tabler, au niveau mondial, sur une croissance voisine des 3,5 %

enregistrés au cours de la dernière décennie. Cependant, fin 2019, l'OCDE constatait que le rythme de l'économie mondiale se situait plutôt autour de 3 % en raison notamment des évolutions de l'économie chinoise qui se tourne désormais plus fortement vers son marché intérieur. Le présent exercice conservera cette vision de la croissance, même si, comme le souligne le paragraphe ci-dessous, la crise de la COVID-19 a profondément affecté l'économie mondiale et pourrait probablement accentuer les inégalités entre les pays, compte tenu de leur accès différencié à la vaccination.

En France, la hausse de la dette publique et une croissance plutôt faible réduisent les marges de manœuvre et imposent davantage d'efficience dans la dépense publique. On ne peut pas exclure, surtout dans un contexte de croissance faible et potentiellement ralentie, que cela réduise assez durablement les possibilités de l'investissement public, qui soutient une partie des investissements de transports, ou du financement de l'exploitation de services collectifs de transport.

Sur le plan économique, la transition énergétique pour atteindre la neutralité carbone va demander des investissements massifs, des subventions publiques importantes pour favoriser la R&D et le développement des technologies bas carbone, une évolution extrêmement rapide du secteur industriel qui peut conduire à des coûts échoués et des dépenses d'accompagnement non seulement à l'égard des industries concernées, de leurs employés, des territoires associés, mais aussi à l'égard des Français qui seront amenés à payer, de manière directe à travers des taxes ou indirecte à travers des normes, les émissions de CO_2 liées à leurs consommations. Ainsi que Jean Pisani-Ferry le souligne, en prenant l'exemple du secteur automobile dont les investissements, les brevets et le savoir-faire dans la fabrication des véhicules thermiques seront en partie perdus dès 2035, si le paquet *Fit for 55* de la Commission européenne, qui prévoit la fin de la vente des véhicules neufs émetteurs de gaz à effet de serre à cette date, est adopté, les conséquences macroéconomiques d'une transition énergétique devenue urgente, seront notables pour la croissance et pour l'emploi. Il est de plus probable que ces investissements publics massifs et que la hausse des coûts privés (fiscalité, redevances, prix de l'énergie, coûts supérieurs des énergies décarbonées…) que cette transition entraîne ne seront acceptables que dans un scénario de croissance soutenue permettant une dynamique positive des revenus des particuliers.

Une étude de sensibilité a été conduite, pour chacun des scénarios, selon des hypothèses haute et basse d'évolution du PIB. Elle montre que ce paramètre n'est pas le facteur d'incertitude le plus déterminant dans cet exercice prospectif. Le PIB devient le déterminant non plus tant du volume des échanges (les tests de sensibilité montrent que cela ne joue que sur 10 % à 30 % *in fine* des résultats des projections), que de la capacité à faire face aux mutations nécessaires :

- acquérir les outils de déplacements compatibles avec les objectifs mondiaux ;
- adapter les outils industriels ;
- disposer des moyens d'organiser les transferts financiers nécessaires pour assurer la faisabilité sociale).

Si notre pays ne parvenait pas à dégager les ressources financières cela signifierait au mieux, si la communauté internationale et les pays leaders relevaient effectivement le défi, une relégation progressive au plan international, et au pire, si la communauté internationale elle-même ne le relevait pas, des effets environnementaux délétères. Faire partie du petit peloton des pays qui maîtriseront et produiront ces technologies et qui donneront le *tempo* des efforts de sobriété est essentiel pour l'économie.

2.3 Les mutations du travail

Les technologies numériques, mais aussi les transformations de l'entreprise et l'évolution des attentes des actifs se conjuguent pour mettre en cause la prédominance de l'emploi salarié stable, à plein temps et entièrement en présentiel. Intermittence, nouvelles formes de travail indépendant, poly-activité, et bien entendu télétravail, se développent. Les mêmes personnes pourront ainsi, pour certaines d'entre elles, effectuer une partie de leur travail depuis leur domicile, voire passer d'un statut à l'autre, ou cumuler plusieurs statuts. La vitesse et l'étendue de cette transformation demeurent incertaines. Dans cette vision d'un travail éclaté entre plusieurs lieux, voire plusieurs activités, la notion même des liaisons quotidiennes entre le domicile et le travail, effectuées durant les périodes de pointe du matin et du soir, pourrait s'estomper pour laisser la place à plusieurs déplacements dans la journée permettant de passer d'un lieu à un autre en fonction des horaires de chacun, voire à un habitat plus éloigné du travail et à quelques déplacements hebdomadaires.

2.4 Les tendances révélées par la crise sanitaire éclairent la prospective

À première vue, on pourrait penser qu'il n'y aurait pas beaucoup de liens entre l'analyse de la présente crise économique et sanitaire d'une part et une démarche de prospective des mobilités de long terme à vingt et quarante ans d'autre part, les horizons de temps des deux démarches étant a priori très différents. Ce serait pourtant une erreur : la crise de la COVID-19 au-delà de ses impacts sanitaires et économiques a modifié, de façon plus ou moins durable, le comportement de ceux qui y ont été confrontés et a servi de révélateur à certaines tendances de la société qui peuvent se prolonger dans le temps, en particulier le recours accru au télétravail.

Sur le plan économique, les prévisions de l'OCDE publiées en septembre 2021 font état d'une reprise nettement plus rapide que ce qui était anticipé un an auparavant, comme le montrent les diagrammes ci-dessous. Non seulement les économies avancées du G20 retrouveraient en 2022, grâce à la manière dont ils ont géré la crise, un rythme de croissance comparable à celui d'avant crise, mais ils effaceraient de plus la perte de croissance liée à la COVID-19.

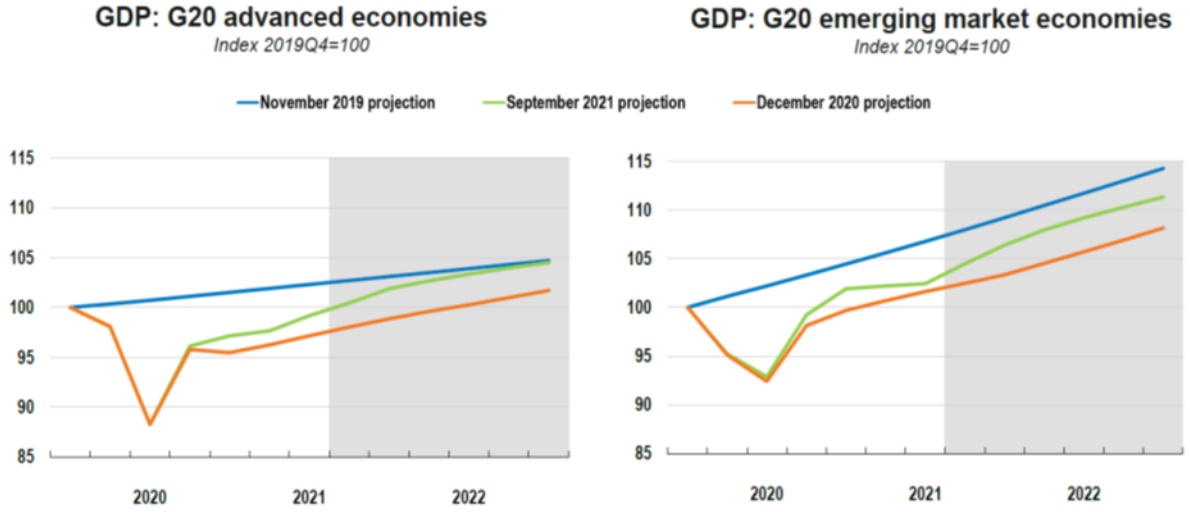


Figure 28 : Les prévisions économiques des différents pays du G20 en septembre 2021. Source : OCDE

Selon les estimations de la Banque de France datées de septembre 2021, la France devait retrouver fin 2021 son niveau de PIB de 2019, et connaître en 2022 une année de forte croissance (qui pourrait être voisine de 4 %), avant de revenir vers un rythme d'évolution plus proche rythme de croissance d'avant la crise sanitaire.

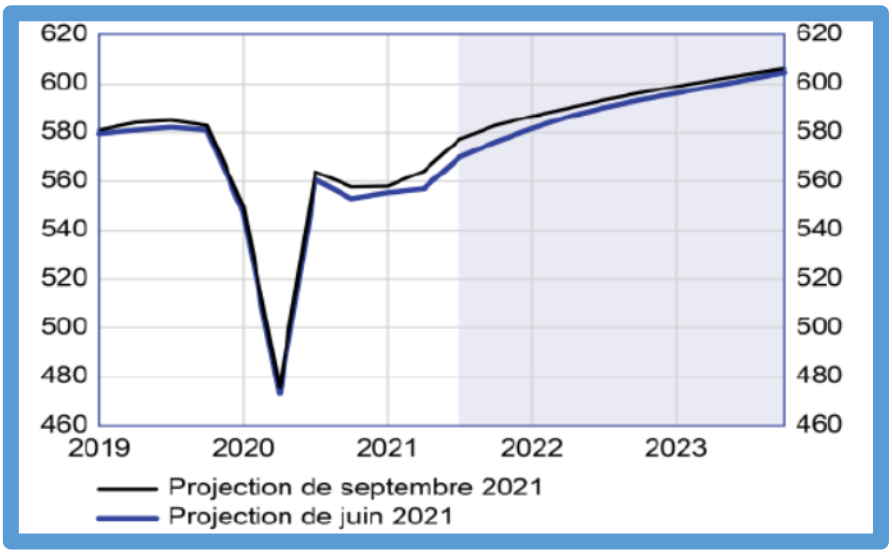


Figure 29 : Niveau du PIB français réel (en volume prix chaînés en milliards d'euros 2014) - Source : Insee jusqu'au 2ème semestre 2021, prévisions Banque de France au-delà

À l'inverse, les pays émergents du G20 n'arriveraient pas à compenser la croissance perdue durant la crise de la COVID-19. De plus, le taux de vaccination inégal suivant les pays, les tendances inflationnistes, les dettes élevées d'un certain nombre de pays sont susceptibles de compromettre cette reprise. L'économie mondiale post-crise risque donc d'accentuer encore plus fortement qu'auparavant les écarts entre les pays riches, notamment entre les États-Unis dopés par leur plan de relance, et d'autres, moins fortunés, d'Amérique du sud et d'Afrique subsaharienne notamment, qui n'auront pas retrouvé en 2022 leur niveau de PIB/habitant de 2019. Dans ce contexte, il paraît donc raisonnable de prendre pour cet exercice, une croissance économique de notre pays quasi-équivalent à celle qui prévalait avant la crise.

Cette tendance macroéconomique favorable pour les économies avancées ne doit cependant pas occulter les difficultés propres à certains secteurs : pour ne citer que deux exemples du domaine des transports, le trafic aérien a subi de lourdes pertes et n'a pas encore retrouvé, à l'automne 2021, son niveau de trafic de 2019. De même, le secteur automobile connaît une reprise difficile en raison d'une baisse de la demande, de la pénurie mondiale de composants – en particulier des semi-conducteurs – ainsi que de la hausse générale des coûts des matières. Plus généralement, le niveau d'emploi au deuxième trimestre 2021 est encore inférieur dans beaucoup de pays du G20 à ses valeurs du quatrième trimestre 2019, sauf en Australie et en France.

Dans un contexte de fragmentation du monde par blocs régionaux et de rivalité économique exacerbée entre ceux-ci, le débat public autour de ces difficultés d'approvisionnement se tient sur le terrain de l'indépendance stratégique pour les États ou de l'efficacité des stratégies de localisation des sous-traitants pour les entreprises. Il peut conduire à des évolutions plus ou moins importantes dans les flux de marchandises. Dans un rapport de 2018[85], le forum international des transports envisage ainsi un retour à

[85] https://www.itf-oecd.org/decarbonising-road-freight-transport-workshop

une régionalisation plus marquée de la production, grâce notamment au déploiement de l'intelligence artificielle et de l'automatisation des usines, ce qui conduit à une augmentation du commerce intra-régional et à une diminution du trafic international d'environ 20 %.

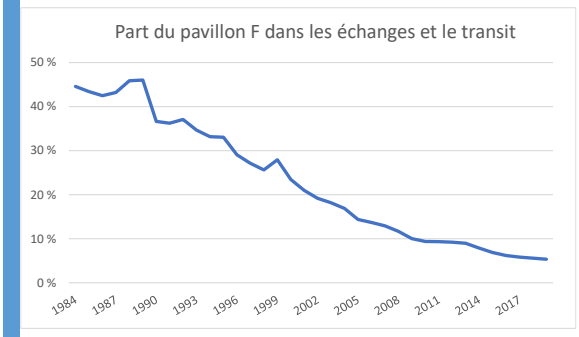
3 Éléments sur le fret routier

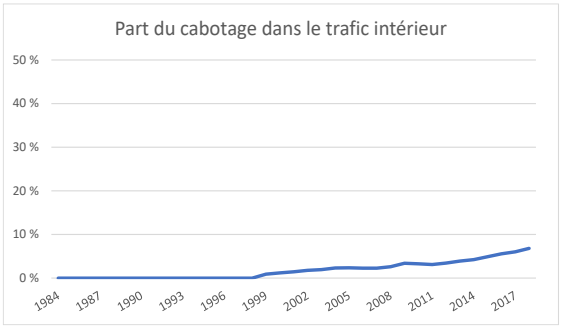
Le fret routier au long parcours est assuré par des PL (ensembles articulés) de 40 à 44 tonnes consommant (en moyenne) **31,4 l/ 100km** (CNR 2018).

La plus grande partie du transport est réalisée par des ensembles articulés composés d'un tracteur et d'une remorque (ensemble dit savoyard) ou d'un PL et d'une remorque

- L'âge moyen des tracteurs des ensembles articulés utilisés pour la longue distance est de 3,7 ans : la flotte est renouvelée en 7 ans contre plus de 15 ans pour les VL et 40 ans dans le ferroviaire, ce qui assure une pénétration très rapide du progrès technique ;
- le parcours annuel est de 115 000 km/an ; la capacité des réservoirs est de 1000 litres ce qui leur confère une autonomie d'un peu plus 3000 km

Par ailleurs, le ***pavillon français*** n'assure que **60%** des transports de marchandises sur le territoire français ; les PL étrangers qui traversent la France n'y achètent que moins de 10 % de leurs carburant : nos émissions de CO_2 sont donc sous estimées et celles de nos voisins surestimées du fait du rattachement des émissions de CO_2 au pays d'achat du carburant.
Les graphiques ci-dessous illustrent la perte de compétitivité du pavillon français depuis 1985.





- La profession est peu attractive et **manque régulièrement de chauffeurs.**

D'ici 2030, plusieurs transformations sont attendues :

- des véhicules seront plus aérodynamiques, ce qui diminuera la consommation jusqu'à 15 % ;
- pour les longs parcours, les moteurs thermiques resteront la norme, mais leurs rendements continueront à progresser jusqu'à dépasser 50 % (contre 40 à 45 % actuellement) ;
- le gaz (liquéfié) pourrait avoir une place limitée à côté du diesel qui resterait prépondérant.

Au final, les consommations de carburant devraient diminuer de **30 % de 2019 à 2030.**

La possibilité de **conduite autonome** (au moins sur le parcours autoroutier) devrait se **généraliser**.

La France a intérêt à favoriser une telle évolution, en raison :

- du manque de chauffeurs ;
- du manque de compétitivité du pavillon français.

La conduite autonome permettra une accélération du transport de marchandises et une baisse des coûts pouvant aller jusqu'à 20 %.

Illustration 5 : Train de marchandises en gare de Paris-Est - Source : Arnaud Bouissou/Terra

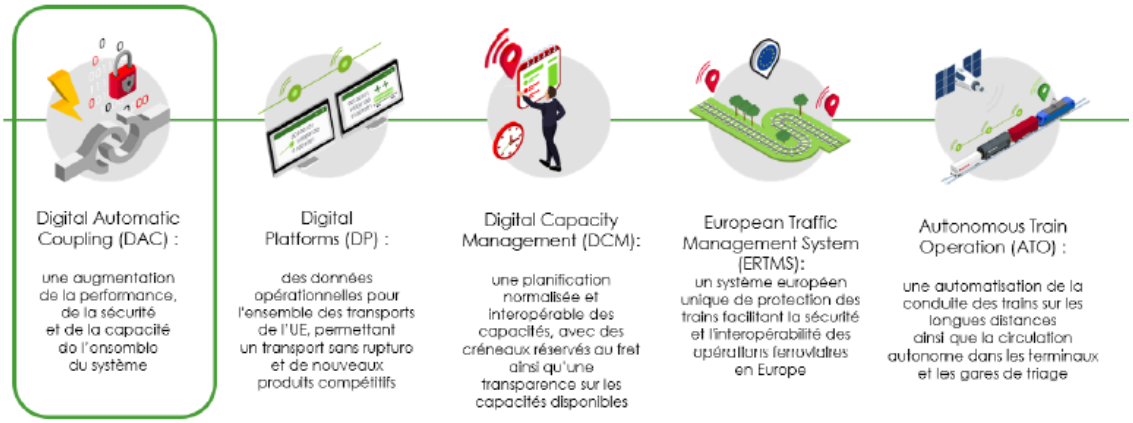
4 Éléments sur le transport ferroviaire de fret

Plusieurs évolutions contrastées sont envisageables :

La poursuite des évolutions des dernières années :

- la baisse du trafic ferroviaire ;
- l'âge important du matériel roulant que les transporteurs ne parviennent pas à renouveler et qui fait obstacle au progrès technique ;
- les très mauvaises conditions de circulation (pour le fret) sur le réseau ferré ;
- la concurrence toujours plus vive de la route ;
- on peut imaginer que le trafic ferroviaire résiduel de 10 à 20 Gtkm se ferait de jour, comme c'est le cas au Japon, libérant la totalité de la nuit pour l'entretien du réseau ce qui en augmenterait la productivité et ferait baisser les coûts d'un facteur 2 à 3.

À l'opposé, le consortium 4F qui regroupe les différents acteurs entant identifier les causes du déclin passer et s'inscrire dans la modernisation de l'activité, ce qui sera facilité par la nécessité de renouveler prochainement tout le parc de wagons.



Leurs propositions sortiront renforcées si, comme certains l'envisagent, l'électrification du transport de PL en zone longue restait très difficile et coûteuse ou encore conduisait à une empreinte matière (liée à la taille des batteries nécessaires) qui ferait rejeter cette évolution.

Une condition indispensable à la réussite de ces objectifs est l'amélioration de la circulation des trains de fret, notamment au droit des métropoles ce qui conduit à modérer voire à freiner tout projet de RER dans les métropoles sur le réseau ferré existant et à limiter les circulations de fret en heures creuses ainsi que les écarts de vitesse avec les trains de fret (ce qui est indispensable à la circulation de trains longs car il ne serait plus possible de les garer pour que les trains de voyageurs puissent les doubler).

Ces hypothèses ne conduiraient pas à des investissements massifs dans les infrastructures ferroviaires (hors projets TGV) mais marqueraient une forte rupture avec le passé où a toujours prévalu l'idée que le développement du trafic de voyageurs demeurait incompatible avec le développement simultané du fret ferroviaire et qu'il requérait même sa décroissance.

5 Le transport fluvial

5.1 Les chemins de la décarbonation et de la réduction des émissions atmosphériques du transport fluvial

Avant d'aborder le sujet de la décarbonation et de la réduction des émissions, il n'est pas inutile d'examiner le chemin parcouru, comme la Commission Centrale pour la navigation sur le Rhin (CCNR) l'a montré lors de sa présentation du 3 juillet 2020 au groupe d'accompagnement mis en place à la mi-juin avec les administrations centrales (DAM et PTF).

5.1.1 La réduction des polluants

La dernière étape est formalisée dans le règlement sur les limites d'émission des moteurs des engins mobiles non routiers (règlement EMNR – 2016/1628 UE) qui s'applique aux moteurs mis sur le marché à partir du 1er janvier 2019, lorsque leur puissance est inférieure à 300 kW, et à ceux de plus de 300 kW, comme l'illustre la figure 30, à partir du 1er janvier 2020.

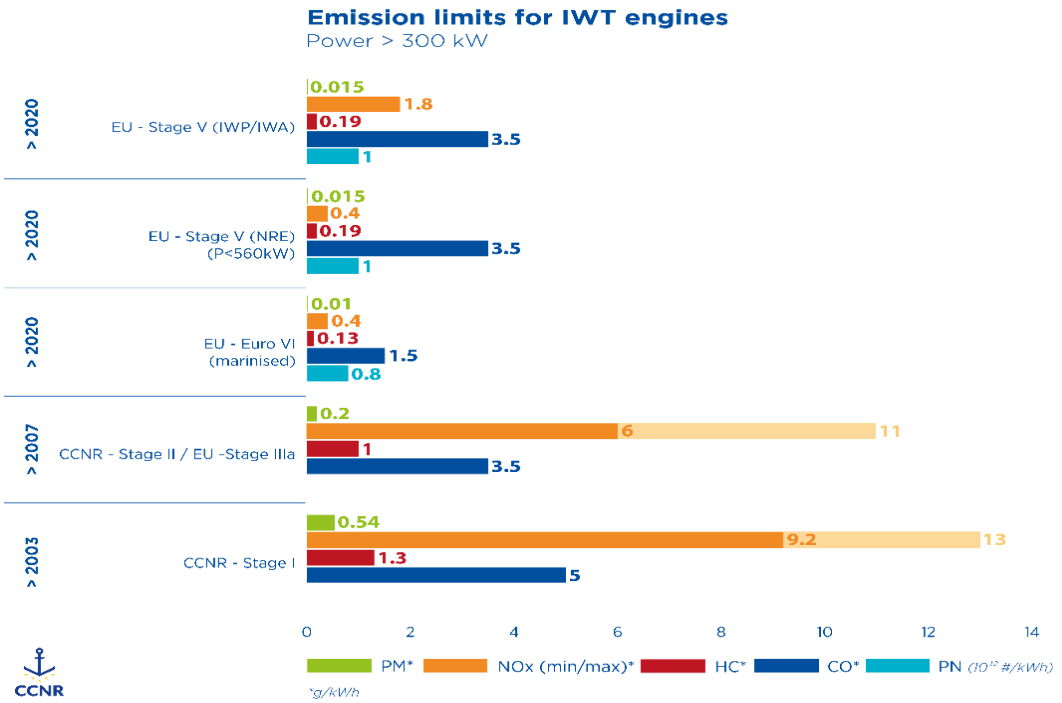


Figure 30 : récapitulatif CCNR des évolutions depuis 2003 des limites autorisées des émissions des moteurs de navigation intérieure

L'effort a donc porté sur la réduction des NOx et sur les particules fines dont les normes d'émissions ont été réduites, de 2003 à aujourd'hui, de 3,5 pour les NOx et d'un facteur supérieur à dix pour les particules fines sans que jusqu'ici un objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre n'ait été déterminé.

Les chemins postérieurs envisagés ont été débattus par la mission avec les transporteurs fluviaux et avec les gestionnaires d'infrastructures que sont VNF et CNR grâce au groupe d'accompagnement mis en place à la mi-juin avec la DAM et PTF (DGITM).

5.1.2 La réduction des émissions de gaz à effet de serre

Comme dans le maritime, la réduction des émissions de gaz à effet de serre va passer par des gains en efficacité énergétique à la conception et en exploitation : ce seront ces gains qui représenteront l'essentiel des réductions d'émissions dans une phase de transition vers la neutralité carbone. Cependant, à terme, le fluvial, comme le maritime, devra recourir à des carburants neutres en carbone. La difficulté aujourd'hui réside dans le fait qu'il n'y a pas de solution qui s'impose naturellement à terme.

On peut simplement dire que le recours à l'électricité pour les bateaux et navires effectuant des courts trajets, comme le *short sea shipping* ou les *ferries* pour le maritime, ou ceux pouvant effectuer des arrêts réguliers pour se recharger, paraît la meilleure solution en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Comme le souligne l'Ademe[86], il est en effet possible d'estimer le rendement de la chaîne hydrogène, de sa production par électrolyseur à son usage en pile à combustible, à 25 % environ, valeur qui peut varier selon la nécessité ou non de le comprimer pour son usage. Dès lors, « l'efficacité du stockage par batterie, qui présente un rendement de conversion de l'ordre de 70 %[87], doit ainsi conduire à privilégier ce type de stockage, lorsque cela est techniquement et économiquement envisageable, c'est-à-dire ajusté aux conditions d'usage souhaité (durée de stockage, dimensionnement, temps de recharge…) ».

Cette technique n'est cependant pas encore rentrée dans une phase de déploiement industriel pour le fluvial : les standards de recharge dans l'électrique (plus d'un MWe) pour des engins de forte puissance sont en cours de développement (principalement pour les poids lourds), même si certains fournisseurs proposent déjà des solutions. Le chargement de conteneurs à bord de navires de petite taille contenant le carburant (électricité ou hydrogène) peut également être une solution pour des trajets courts. En outre, le poids et le coût des batteries diminuent très rapidement année après année, ce qui rend difficile la comparaison entre les différentes technologies.

Le déploiement de l'électricité dans la propulsion des bateaux

Si l'électricité a été jusqu'à présent essentiellement considérée comme une énergie permettant l'approvisionnement à quai des bateaux, les progrès techniques permettent désormais de l'envisager également comme système de propulsion. 70 bateaux électriques de passagers et de marchandises, existent déjà en France pour la navigation fluviale, côtière ainsi que sur des lacs[88]. La CCNR[89] et le port de Rotterdam[90] évoquent ainsi la mise en service de porte-conteneurs électriques à batteries :

---

[86] https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rendement-chaine-h2_fiche-technique-02-2020.pdf

[87] L'utilisation de charges lentes et des batteries lithium-ion permet d'atteindre des rendements plus élevés (85 %).

[88] Voir notamment https://www.bateau-electrique.com/catalogue/type/realisations-bateaux-electriques-hybrides/

[89] *Assessment of technologies in view of zero-emission IWT*, page 43 ; DST – Development Centre for Ship Technology and Transport Systems,
https://www.ccr-zkr.org/files/documents/EtudesTransEner/Deliverable_RQ_C_Edition_1_Oct2020.pdf

[90] https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/electric-container-ships-for-tilburg-rotterdam-route

a) de la part de la société Portliner[91] dans les ports de Rotterdam et d'Anvers : d'une longueur de 110 mètres et d'une largeur de 11,45 mètres, ils peuvent emporter 280 conteneurs. Ils utilisent à cet effet des batteries de 7,2 MWh ce qui leur donne une autonomie de 35 heures : leur recharge pourrait s'effectuer soit directement en quatre heures ou par le remplacement du conteneur dans lequel elles seront placées ;

b) de la part de la société ZES[92] avec la mise en place d'un système d'échange de conteneurs contenant les batteries : Heineken et le transport de la bière devraient en être le premier client.

La vitesse va constituer un élément important du dimensionnement de la batterie : ainsi une réduction d'un tiers de la vitesse (qui augmente d'autant la durée d'un trajet) permet à un automoteur de réduire sa consommation d'énergie journalière d'un facteur 3. La vitesse des automoteurs de petit gabarit (type Freycinet) varie ainsi de 6 à 20 km/h en fonction de la voie d'eau empruntée, mais est limitée à 6 km/h sur les petits canaux.

Les biocarburants peuvent également constituer de très bonnes solutions, sous réserve toutefois de leur disponibilité.

5.1.3 Le positionnement des acteurs

Pour la profession fluviale, le constat est le suivant :

- la nécessité de participer à l'effort global de réduction de l'empreinte CO_2 et donc du transport fluvial ;
- la pression de plus en plus forte des collectivités pour aller en zone urbaine dense vers des motorisations zéro émissions (polluants locaux) ;
- l'alimentation en énergie électrique des bateaux durant les stationnements à quai peut participer, à échéance très rapprochée et à moindre coût, à la transition énergétique du secteur (70 % du temps pour certains segments d'activités comme les paquebots). Ainsi que VNF le souligne, chaque paquebot branché à quai (hivernage et escales confondus) permet d'économiser 750 tonnes de CO_2, ce qui a conduit VNF à mettre en place un plan de développement des paquebots fluviaux comme le montre la figure 31 :

[91] https://www.portliner.nl/ships/ec110

[92] https://www.electrive.com/2020/06/04/battery-swapping-for-dutch-container-ships/

Figure 31 : plan de développement de VNF des bornes électriques pour paquebots fluviaux le long de l'axe Rhône-Saône[93]

En conséquence la stratégie se décline en trois axes :

- **1) éviter** : le passage en 2011 du fioul domestique à 1000 ppm de soufre a entraîné la nécessité de passer au gazole non routier désoufré ; le passage des moteurs fluviaux au règlement EMNR à partir de 2019-2020 (CO : -30 %, HC (imbrûlés) & NOx -72 %, -97 % pour les particules (en masse) pour les plus gros moteurs) ;des mesures complémentaires passent par le branchement à quai des unités fluviales, par l'extension des unités fluviales multi-lots, par le recours à l'éco-conduite pour améliorer l'efficacité énergétique, laquelle suppose aussi le développement plus complet des services d'information fluviaux (SIF), qui permettent aussi une gestion optimisée du trafic. Concernant les pollutions non gazeuses (huiles, déchets de cargaison), en 2009, une convention internationale relative à la collecte, au dépôt des déchets et à la réception sur l'obligation de la collecte de déchets et d'eaux usées survenant en navigation rhénane et intérieure (CDNI) a été ratifiée. Elle s'applique, aujourd'hui, pour la France sur le Rhin et la Moselle internationale et sur une partie du réseau du Nord Pas-de-Calais, avec une extension à l'ensemble du territoire mise à l'étude ;

2) réduire : la déclaration de Mannheim de 2018 signée des cinq États Rhénans

[93] Source : VNF

(République fédérale d'Allemagne, Royaume de Belgique, République française, Pays-Bas et Confédération suisse), à l'occasion du 150ème anniversaire de la Convention de Mannheim réglementant la navigation sur le Rhin est un acte important : cette déclaration fixe pour la première fois des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le transport fluvial : elle demande ainsi à la Commission centrale pour la navigation du Rhin (CCNR) de mettre au point une feuille de route visant :

- une réduction des GES et des émissions polluantes de 35 % en 2035 ;
- une réduction quasi-totale des émissions en 2050.

Elle rejoint en cela les objectifs de la SNBC qui prévoient également la neutralité carbone du secteur à 2050, mais elle va plus loin puisque la SNBC ne retient cet objectif que pour le fluvial domestique, alors que la déclaration de Mannheim l'envisage sur l'ensemble du bassin rhénan et donc pour le fluvial international, ce qui conduit à envisager la neutralité carbone à cet horizon de tous les bateaux, y compris des plus puissants.

La réduction est aussi favorisée par l'augmentation de la capacité d'emport des unités fluviales :

3) supprimer : La recherche des solutions hydrogène et électricité est privilégiée, sachant que le BV a réalisé pour le groupe d'accompagnement un bilan comparatif des avantages et des inconvénients des différentes solutions technologiques, présenté ci-dessous :

Combustible	Technologie	Avantage principal	Inconvénient principal	Projets
GNL		Disponible en quantité	Emission CH4	oui
Hydrogène	Injection / pile à combustible	Zéro Carbone	Coût	oui
Batteries				oui
Méthanol		Coût		oui
Autres:				
NH3	Injection / pile à combustible	Zéro Carbone		non
FC LNG				non
CNG				non

Décarbonation– 12.Leviers technologiques pour le fluvial – 03.07.2020

Tableau 28 : présentation du Bureau Veritas au groupe d'accompagnement de la mission décarbonation du 3 juillet 2020

Ce tableau est à mettre en regard avec celui établi pour les batteries (tableau 29) :

4.1. Système de batteries

► Les batteries Marine sont disponibles en 4 types différents:

Type de batterie	Avantages	Inconvénients
Ouverte (Flooded)	Bas prix Robuste, fiable Courant élevé Recyclé	Entretien Lourd et encombrant Surchauffe pendant charge Pas de charge rapide Produits chimiques toxiques
Sèche au gel (Gelled electrolyte)	Pas de pertes	Pas de charge rapide Charge à basse tension
Sèche AGM (Absorbed Glass Mat)	Pas de fuite Non dangereux Pas les dommages de gel Aucune limite de courant de charge / décharge Aucun entretien	Coût (environ deux fois plus)
Lithium	Poids léger Haute densité d'énergie Faible taux d'autodécharge Faible entretien	Besoin de protection Vieillissement Coût Analyse de risque

Tableau 29 : présentation du Bureau Veritas au groupe d'accompagnement de la mission décarbonation du 3 juillet 2020

La feuille de route de la transition écologique et de la décarbonation du transport fluvial destinée à réduire l'empreinte environnementale de la navigation intérieure, s'articule autour de deux axes :

- la réduction des émissions polluantes, grâce notamment au déploiement de solutions énergétiques bas carbone et au développement des branchements électriques à quai ;
- une meilleure gestion des déchets et des eaux usées de la navigation intérieure.

Les solutions de transition étudiées sont nombreuses. VNF recense avec la CNR les suivantes :

- l'hybridation pour le secteur fluvial (diesel électrique) ;
- la location de bateaux habitables électriques ;

  l'expérimentation d'un moteur routier EMNR sur un bateau de travail de VNF, sachant que la liste des moteurs[94] stage V disponibles en Europe est accessible sur le site https://listes.cesni.eu/ ;
- le test du GTL sur la vedette « Le Rhône », adapté aux moteurs lents, et adopté actuellement par plusieurs opérateurs de paquebots fluviaux et de promenade de courte durée ;
- un projet ORC[95] de récupération de chaleur ;

[94] Huit fabricants sont capables de fournir 19 types différents de moteurs homologués jusqu'à une puissance de 530 KW.

[95] Une machine à cycle organique de Rankine aussi appelée ORC (pour *Organic Rankine Cycle* en anglais) est une machine thermodynamique produisant de l'électricité à partir de chaleur.
https://fr.wikipedia.org/wiki/Machine_%C3%A0_cycle_organique_de_Rankine

- des expérimentations en cours par la Compagnie fluviale de transport (CFT) qui utilise sur la Seine un biocarburant entièrement composé de colza : l'Oleo 100. Celui-ci n'était pour le moment proposé qu'aux transporteurs routiers ;
- des projets de pousseurs hydrogène (CFT, CEMEX) ;
- un projet expérimental de propulsion au gaz appelé Fluidis.

5.2 Les initiatives déjà prises ou en cours pour engager la transition énergétique et la décarbonation progressive du secteur fluvial

Une fois rappelé le volet mobilité propre de la PPE (5-2-1), les leviers destinés à faire évoluer le transport fluvial dans le sens de la décarbonation et de la réduction des émissions atmosphériques polluantes peuvent être regroupés en quatre types au niveau national :

- l'ECV du fluvial publié en juillet 2021 (5-2-2) ;
- les mesures d'incitation économiques (5-2-3) ;
- les mesures fiscales (5-2-4) ;
- les certificats d'économie d'énergie (5-2-5).

Après avoir présenté quelques éléments relatifs au cumul des aides, de leur efficacité et de leur intensité (5-2-6), sont aussi abordées les mesures réglementaires (européennes ou nationales) qui représentent le cinquième levier mobilisable (5-2-7).

5.2.1 Le volet mobilité propre de la PPE

Le volet mobilité propre de la PPE[96] rappelle que « les orientations stratégiques pour le développement des mobilités propres découlent de l'objectif de neutralité carbone qui implique une très forte ambition pour réduire la demande énergétique du secteur, nécessitant des efforts accrus d'efficacité énergétique. Il nécessite une décarbonation quasi-complète du secteur des transports terrestres, fluviaux et maritimes domestiques, soit par passage à des motorisations électriques, soit par passage aux carburants alternatifs décarbonés (en analyse du cycle de vie) ».

« *Pour le segment fluvial, la France se fixe le même objectif de tendre vers une flotte neutre en carbone à horizon 2050 (loi d'orientation des mobilités). Au regard des contraintes spécifiques au transport fluvial, notamment de la durée de vie importante des unités, un enclenchement de la transition énergétique de la flotte dès 2020 sera nécessaire pour assurer la décarbonation du transport fluvial à l'horizon 2050, avec des solutions adaptées à chaque segment de flotte (transport de marchandises, transport de passagers en distinguant croisière avec hébergement et excursion journalière, pêche professionnelle en eaux intérieures, bateaux de services effectuant des opérations régaliennes – entretien, police, secours – sur les voies de navigation intérieure)* ».

[96] https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf

5.2.2 Engagement pour la croissance verte (ECV) du fluvial

L'engagement pour la croissance verte (ECV) du transport fluvial qui est fortement appuyé par les acteurs économiques du transport fluvial est organisé pour une durée de quatre ans de 2021 à 2024 et articulé autour de cinq sujets :

- 1-**définir les objectifs de la « transition écologique du secteur fluvial »** : un travail préalable est nécessaire pour rassembler les connaissances et outils nécessaires pour préparer la transition écologique du secteur fluvial qui passe par deux étapes : un état des lieux préalable (état des flottes, des motorisations, émissions polluantes, dispositifs de financement…) ainsi que l'élaboration d'une feuille de route de la transition énergétique du secteur fluvial (trajectoires d'évolution des émissions, meilleure intégration du fluvial dans les programmes globaux de transition énergétique…) ;

- 2-**réduire les émissions polluantes du transport fluvial pour les motorisations existantes** : il s'agit d'engagements permettant de réduire les émissions polluantes de la navigation intérieure à court terme, dans l'état actuel des flottes, grâce à l'évolution des pratiques et l'utilisation de carburants de substitution. À cet égard, on peut mentionner les kits de dépollution qui pourraient être installés sur les moteurs CCNR2 les plus récents[97], car ces moteurs peuvent encore être déployés de nombreuses années ;

- 3-**déployer l'alimentation électrique à quai** : il s'agit d'inciter les gestionnaires d'infrastructures linéaires ou les ports fluviaux à mettre en place un raccordement électrique à quai des unités fluviales, en remplacement du fonctionnement de groupes électrogènes de bord : des dispositions spécifiques ont été prises à ce sujet dans la LOM et en loi de finances 2020. L'objectif consiste à obtenir une forte réduction des émissions polluantes et des nuisances au stationnement, notamment en zone urbaine. En effet, les grandes agglomérations bien desservies par la voie fluviale comme Paris ou Lyon se dotent de zones à faible niveau d'émissions réglementant les émissions des véhicules routiers, si bien qu'il est difficile de penser que ces restrictions ne seront pas étendues ultérieurement aux autres modes de transport, dont le transport fluvial. Il convient de rappeler à cet égard la fiche d'opération standardisée pour les certificats d'économie d'énergie qui inclut désormais dans le dispositif des CEE la mise en place d'une infrastructure d'alimentation électrique dans les ports fluviaux[98] ;

- 4-**préparer le déploiement des solutions énergétiques bas carbone en navigation intérieure**. Il s'agit d'engagements de plus long terme visant à préparer la navigation intérieure à l'atteinte de l'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050, par l'expérimentation de solutions énergétiques innovantes et des travaux prospectifs ;

[97] Ces kits de pollution peuvent être installés si et seulement s'ils ne modifient pas le fonctionnement du moteur et donc son agrément. Par ailleurs, il n'existe pas de méthode reconnue pour valider le bon fonctionnement (i.e. Réduction des émissions) de tels systèmes. Enfin, le coût d'investissement est important (y compris modification en salle des machines) par rapport au prix d'un moteur neuf. Si le moteur existant casse, alors le système de *rétrofit* est aussi perdu (et les investissements privés / subventions publiques associés).

[98] L'arrêté du 24 juillet 2020 a créé la fiche d'opération standardisée TRA-EQ-124 "Branchement électrique des navires et bateaux à quai" dans le secteur du transport concernant la mise en place d'une infrastructure d'alimentation électrique permettant l'approvisionnement en électricité d'un bateau ou navire fluvial en escale dans un port.

- 5-**maitriser l'empreinte environnementale de la navigation intérieure**. De façon plus large, ce volet de l'ECV couvre les engagements visant à réduire l'impact environnemental de la navigation intérieure au-delà des émissions des moteurs, notamment concernant la collecte et le traitement des déchets, le cycle de vie des bateaux, etc…

5.2.3 Les mesures d'incitation économique

Le modèle économique du secteur fluvial, qui correspond à un marché étroit et à des durées de vie des bateaux dépassant fréquemment la cinquantaine d'années, ne favorise pas l'innovation et tend à retarder la mise en œuvre de la transition énergétique dans le secteur fluvial. Le changement de motorisation (EMNR) ou l'expérimentation de nouvelles solutions (motorisation électrique alimentée par piles à combustible, etc…) entraîne un surcoût d'investissements de maintenance non évaluable et non maîtrisé, pour les projets pilotes, à ce stade. D'où la nécessité d'accompagner davantage, dans une phase de démonstration, les acteurs par des dispositifs d'aides directes ou fiscales.

Même avec des technologies matures et éprouvées, la transition énergétique de la flotte se fera à des coûts supérieurs en investissement et en maintenance / exploitation par rapport aux technologies actuelles et pourra nécessiter un accompagnement financier et fiscal de la filière. Un renforcement progressif des contraintes sur le niveau d'émission des bateaux en exploitation (à l'exemple de ce que fait l'OMI) ou la mise en place d'un signal prix carbone explicite permettrait de diminuer ce différentiel de coût.

Le Plan d'aide à la modernisation et à l'innovation (PAMI) du secteur fluvial couvre la période 2018-2022. D'un montant maximal de 18,5 M€ pour cette période de cinq ans, il comporte quatre volets principalement orientés vers les transporteurs fluviaux dont deux d'entre eux les volets A et D concernent le renouvellement et la modernisation de la flotte :

- **volet A** : améliorer la performance environnementale de la flotte (8M€) avec notamment l'objectif de réduire les consommations énergétiques et les émissions polluantes, soit grâce à des remotorisations, soit en améliorant l'hydrodynamique de la coque, soit en optimisant la consommation d'énergie (éco-conduite) ;

- **volet D** : il s'agit de favoriser l'émergence des solutions technologiques innovantes mais les plafonnements introduits la rendent peu attractive au regard des investissements à réaliser, notamment pour des démonstrateurs performants encore que ces plafonds se situent en-deçà des plafonds autorisés par le règlement d'exemption par catégorie pour les petites entreprises, à savoir 60 % du projet.

En outre le PAMI est également cofinancé par l'ADEME (4,2 M€ sur 2019-2021) et les régions. D'autres financements peuvent être obtenus via les appels à projets du PIA pour soutenir l'innovation (ADEIP, CI), et les AAP ADEME pour améliorer les connaissances ou expérimenter (CORTEA, AQACIA).

Le bilan du plan fournit les données suivantes (tableau 30) :

	2008 - 2012	2013 - 2017	2018	2019	2020 - 2022
Plafond de l'aide VNF	60 k€	70 k€	100 k€	100 k€	150 k€
Plafond de l'aide PAMI tous financeurs publics confondus				200k€	300 k€
Intensité de l'aide VNF	30 %	30 %	40 %	40 %	40 %
Intensité de l'aide PAMI tous financeurs publics confondus				50%	50 % voire 60 % (sur certains secteurs)

Tableau 30 : Financements mis en place dans le cadre du PAMI. Source : VNF

Le PAMI a évolué au 1er juillet 2020 avec l'ouverture des volets A et D aux opérateurs de transport de passagers et l'introduction d'une progressivité de l'intensité de l'aide en faveur des plus petites entreprises. Le budget a été également réévalué grâce à la participation de l'ADEME, des régions IDF, PACA et Normandie et de celle à venir de la CNR.

Par ailleurs, la CCNR a publié en octobre 2020[99] des études qui représentent des résultats intermédiaires sur le financement de la transition énergétique du secteur européen de la navigation intérieure, dont une évaluation des technologies disponibles. Ces travaux s'inscrivent dans les engagements de la Déclaration ministérielle de Mannheim (2018) signée par la France. À titre illustratif, l'une des trois études[100] a examiné les modalités de financement d'un *rétrofit* des bateaux de capacité variée pour leur permettre de passer à des motorisations électriques. Ce tableau ne comprend donc pas les coûts de la batterie ou de la pile à combustible, ni ceux de la motorisation. Cette étude a obtenu les résultats suivants :

Table 2: Capability of vessels to invest in technologies that work towards zero emission.

Tonnes	Own capital	Bank financing	Amount needed	Gap	% Grant needed
250 – 400	€ 23,070	€ 119,884	**€ 373,713**	€ 230,759	61.7%
400 – 650	€ 47,369	€ 97,244	**€ 390,045**	€ 245,432	62.9%
650 -1000	€ 43,593	€ 122,237	**€ 404,772**	€ 238,942	59.0%
1000 – 1600	€ 100,492	€ 150,885	**€ 434,040**	€ 182,663	42.1%
1600 – 2500	€ 138,976	€ 147,539	**€ 481,051**	€ 194,536	40.4%
> 2500	€ 85,055	€ 264,484	**€ 573,118**	€ 223,579	39.0%

Source: Panteia (2020), based upon Stichting Abri database and Research Question C inputs

Tableau 31 : Niveaux de financement requis pour faire évoluer les bateaux selon leur taille vers zéro émissions[101]

Un autre résultat peut aussi être mentionné. Le coût total opérationnel de pousseurs de moins de 500 kW selon différents types de propulsion illustre à quel point les solutions de batterie pour ces gammes de puissance restent beaucoup plus coûteuses que les solutions traditionnelles. Ces résultats traduisent également le fait que les batteries utilisées pour le

[99] https://www.ccr-zkr.org/12080000-fr.html

[100] *Study on financing the energy transition towards a zero-emission European IWT sector* - Deliverable Research question A: "What are the possible triggers and financial drivers to enable a positive investment decision by shipowners to invest in technologies contributing to zero-emission performance?"- Leader Panteia-21-07-2020, https://www.ccr-zkr.org/files/documents/EtudesTransEner/CCNR_RQ_A_Oct2020.pdf

[101] Ibidem

fluvial correspondent, pour le moment, à un marché de niche et n'ont pas encore bénéficié de la chute drastique des coûts observés dans le secteur automobile.

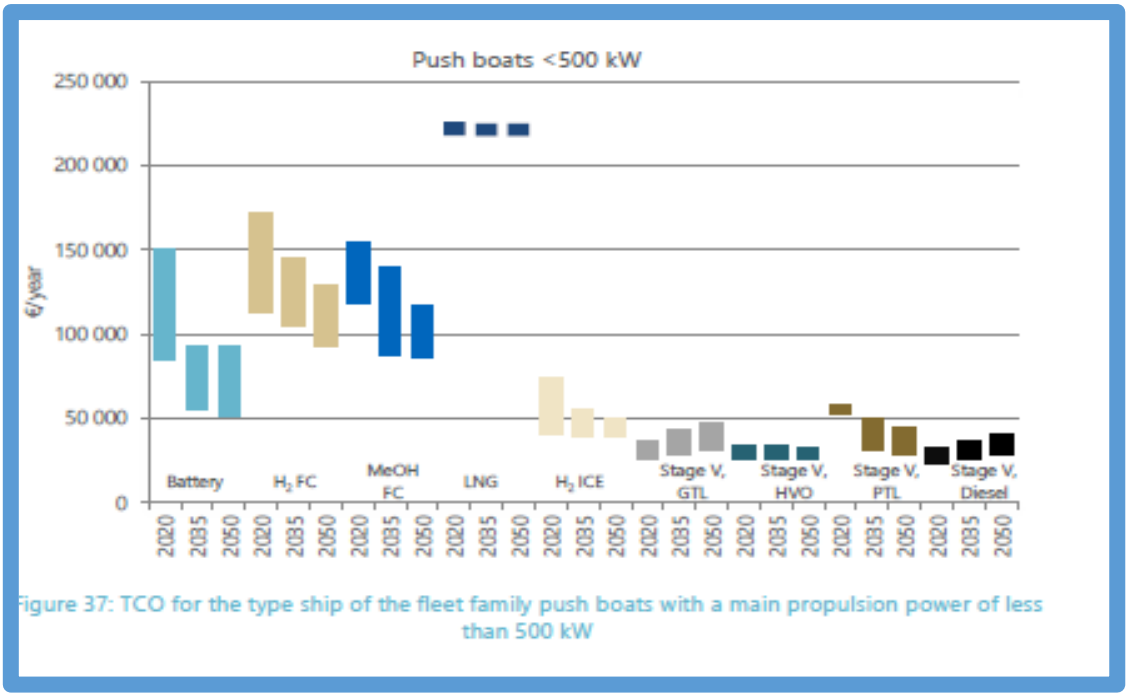


Figure 37: TCO for the type ship of the fleet family push boats with a main propulsion power of less than 500 kW

Figure 32 : Coût complet de possession de pousseurs d'une puissance motrice de moins de 500 kW en fonction de différentes sources d'énergie[102]. Source CCNR Panteia

5.2.4 Les mesures fiscales

Deux mesures fiscales ont été adoptées.

5.2.4.1 Un dispositif de sur-amortissement (article 39 decies C du code général des impôts)

L'article 48 de la LFI 2020 a instauré, au profit des entreprises soumises à l'impôt sur les sociétés ou à l'impôt sur le revenu, une déduction exceptionnelle en faveur des équipements qui permettent aux bateaux de transport de marchandises et de passagers d'utiliser des énergies propres :

- les équipements qui permettent l'utilisation de l'hydrogène, de l'électricité, de la propulsion vélique ou du gaz naturel liquéfié (GNL) comme mode de propulsion principale ou pour la production d'énergie électrique destinée à la propulsion principale ;
- les biens destinés au traitement des oxydes de soufre, oxydes d'azote et particules fines contenus dans les gaz d'échappement ;
- les biens destinés à l'alimentation électrique durant les escales par le réseau terrestre ou au moyen de moteurs auxiliaires utilisant le GNL ou une énergie décarbonée ;

[102] Source : *Assessment of technologies in view of zero-emissions IWT*, Part of the overarching study : "Financing the energy transition towards a zero-emission European IWT sector", CCNR /Swiss delegation study, Edition 1 of deliverable C on the greening techniques which fit into zero-emission development of IWT, https://www.ccr-zkr.org/12080000-en.html

- les biens destinés à compléter la propulsion principale par une propulsion décarbonée.

Pour les biens faisant l'objet d'un contrat de crédit-bail ou d'un contrat de location avec option d'achat, la déduction exceptionnelle peut être pratiquée par l'entreprise crédit-preneuse ou locataire, le taux de la déduction exceptionnelle est de :

- 125 % pour les équipements destinés à la propulsion principale des navires et des bateaux éligibles (hydrogène, électrique, solution décarbonée) ;
- 105 % pour les équipements destinés à la propulsion principale des navires et des bateaux éligibles (GNL) ;
- 85 % pour les biens destinés au traitement des émissions polluantes ;
- 20 % pour les biens destinés à l'alimentation électrique durant les escales.

Cette disposition est applicable pour les contrats conclus à compter du 1er janvier 2020 et jusqu'au 31 décembre 2022.

5.2.4.2 L'application d'un taux réduit de Taxe intérieure sur la consommation finale d'électricité (TICFE) pour l'alimentation électrique à quai

L'article 66 de la LFI 2020 a modifié l'article 266 quinquies C du code des douanes. Cette mesure fiscale vise à appliquer un tarif réduit de taxation de l'électricité directement fournie aux bateaux de navigation intérieure et aux navires maritimes se trouvant à quai via l'utilisation de borne électrique. Ainsi le taux de TICFE passera de 22,5 € le mégawattheure à 0,5 €. Elle vise à rendre plus attractif économiquement l'utilisation des bornes électriques par les transporteurs fluviaux.

Cette disposition nécessite une décision d'autorisation du Conseil de l'UE. Une demande a été formulée en 2019 par la France. La proposition de décision correspondante a été adoptée par la Commission européenne le 14 septembre 2020 (COM (2020) 498 final 2020/0255) et le Conseil a pris la décision le 29 octobre 2020. Cette autorisation est valable pour une période de six ans commençant en 2021 et allant jusque 2026 inclus[103]. Le décret d'application n°2020-1730 du 28 décembre 2020 fixe l'entrée en vigueur des dispositions du I de l'article 66 de la loi n°2019-1479 du 28 décembre 2019 de finances pour 2020 au 1er janvier 2021.

5.2.5 Les certificats d'économie d'énergie (CEE)

Ce système de financement, qui n'est pas considéré comme une aide d'État, fonctionne sur la base d'obligés (fournisseurs d'électricité, de gaz, de fioul domestique, distributeurs de carburants…) qui sont les acteurs soumis à une obligation d'économies d'énergie à prouver par l'obtention de CEE via notamment les fiches d'opération standardisée et le financement de projet d'économie d'énergie dans d'autres secteurs.

Plusieurs fiches d'opération standardisée existent actuellement dans le domaine du transport fluvial :

- acquisition d'une unité de transport intermodal (UTI) fleuve-route neuve (TRA-EQ-107) ;
- acquisition d'une barge neuve pour le transport de marchandises (TRA-EQ-109);

[103] Décision d'exécution (UE) 2020/1629 du Conseil du 29 octobre 2020, pour la période 2021 à 2026 inclus. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32020D1629&from=FR

- acquisition d'un automoteur fluvial neuf (TRA-EQ-110) ;
- acquisition de matériel de mesure des consommations de carburants pour une unité fluviale (TRA-SE-106) ;
- opérations de carénage sur une unité de transport fluvial (TRA-SE-107) ;
- installation d'une hélice avec tuyère sur une unité fluviale (TRA-EQ-120) ;
- remotorisation d'une unité de transport fluvial (TRA-EQ-116) ;
- branchement électrique des navires et bateaux à quai (TRA-EQ-124).

Des initiatives visant à mettre à jour certaines de ces fiches pour les rendre plus efficientes et adaptées aux entreprises de transport fluvial sont en cours, en lien avec VNF.

Le critère de l'économie d'énergie ne permettait pas toujours de financer le remplacement d'énergies fossiles par des énergies décarbonées. Le décret n° 2020-655 du 29 mai 2020[104], relatif aux certificats d'économies d'énergie et aux modalités de contrôle de la délivrance de ces certificats, répond à cette difficulté en permettant de bonifier l'attribution des CEE par la prise en compte des GES évités. Il ajoute en effet les émissions de gaz à effet de serre évitées comme facteur de pondération du volume de certificats délivrés, en cohérence avec la loi Énergie-Climat. En effet, le volume des certificats peut être pondéré en fonction de la nature des bénéficiaires des économies d'énergie, de celle des actions d'économies d'énergie, **des émissions de gaz à effet de serre évitées** et de la situation énergétique de la zone géographique où les économies sont réalisées, dans des conditions arrêtées par le ministre chargé de l'énergie, si bien que le dispositif s'applique aussi au transport fluvial.

5.2.6 Les questions du cumul des aides, de leur efficacité et de leur intensité

L'un des principaux enjeux en matière de dispositifs d'incitation économique est la capacité de cumul des aides permettant de se rapprocher d'une neutralité économique de la transition énergétique pour les entreprises du secteur.

Les aides d'État, notamment les volets A et B du PAMI, ainsi que le dispositif du suramortissement ou les programmes d'aide européens sont soumis aux plafonds définis par le règlement d'exemption par catégorie (RGEC) n° 651/2014 du 17 juin 2014 qui fixe notamment les règles de cumul d'aides.

Le règlement précise que les aides aux coûts admissibles identifiables exemptées de notification peuvent être cumulées avec n'importe quelle autre aide d'État, **dès lors qu'elle porte sur des coûts admissibles identifiables différents**.

Elles peuvent également être cumulées avec toute autre aide d'État portant sur les mêmes coûts admissibles, se chevauchant en partie ou totalement, uniquement dans les cas où ce cumul ne conduit pas à un dépassement de l'intensité ou du montant d'aide les plus élevés applicables à ces aides en vertu du RGEC.

Afin de permettre le financement au-delà des plafonds d'intensité prévu, il convient donc de ne pas financer les mêmes coûts par les différentes aides. La question est donc de savoir si un même projet d'investissement peut être décliné en plusieurs parties identifiables à des « coûts inadmissibles différents » permettant de cumuler plusieurs aides.

[104] https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000041938743

5.2.7 Les mesures réglementaires nationales ou européennes

5.2.7.1 Les réglementations européenne et rhénane

La directive européenne 2016/1629 UE et le Règlement de visite des bateaux du Rhin harmonisent les référentiels techniques européens et rhénans, relatifs aux bateaux de navigation intérieure en instaurant un référentiel commun ES TRIN.

Pour la conformité des moteurs à combustion interne, le référentiel technique renvoie par son chapitre 9 à l'application du règlement EMNR (règlement 2016/1628 UE).

Les combustibles à faible point éclair sont traités par le chapitre 30 du référentiel ES TRIN, qui renvoie à une annexe ne traitant que du GNL. Aussi bien le BV que PTF ont fait remarquer que le développement des carburants autres que le GNL, dès lors qu'ils sont à faible point éclair, requerrait des dérogations au cadre réglementaire européen, via des actes délégués de la Commission européenne ou par le biais de recommandations dans le cadre de la CCNR, d'où des délais de mise en place allongés. Des travaux sont en cours au CESNI pour amender le référentiel ES-TRIN et permettre l'usage des piles à combustibles (hydrogène et méthanol). PTF et le Cerema participent activement aux travaux.

5.2.7.2 La réglementation nationale relative à l'innovation technologique

La directive européenne 2016/1629 UE permet aux États-membres de déroger aux prescriptions techniques du référentiel ES TRIN pour des zones de navigation retreintes à l'intérieur de l'État membre.

L'arrêté du 20 août 2019 relatif à la délivrance de titres de navigation sur une zone de navigation restreinte utilise cette possibilité pour traiter les innovations technologiques. Il permet de mettre en place pour chaque projet un comité technique *ad hoc* comprenant porteur de projet, experts, collectivités et administrations chargés d'émettre un avis sur le projet afin de faciliter la délivrance d'un titre restreint ; il est possible de porter aussi le projet au niveau international en parallèle. La procédure reste bien évidemment encore lourde et contraignante et à la portée seulement de gros opérateurs.

5.2.7.3 La taxonomie européenne adaptée aux activités « durables »

Des travaux importants sont en cours actuellement au sein de l'Union européenne concernant la finance durable (*sustainable finance*) et le développement d'un système de classification, ou « taxonomie ». Cette taxonomie a pour objectif de permettre aux entreprises, aux établissements financiers et aux investisseurs de déterminer, sur la base de critères transparents communs de l'UE, les activités économiques considérées comme durables sur le plan environnemental. Ainsi, la taxonomie pourrait permettre d'orienter les capitaux vers des investissements identifiés comme durables.

Le système de classification est encadré dans le Règlement « Taxonomie » (UE) 2020/852 adopté en juin 2020. Il est attendu que ce dispositif soit utilisé comme un outil pilier du *Green Deal*. Les critères de sélection visant à déterminer les activités économiques durables feront l'objet d'un premier acte délégué du Règlement « Taxonomie » soumis à consultation publique du 20 novembre au 18 décembre 2020[105] (adopté par la Commission européenne le 19 décembre 2020).

[105] Disponible via le lien suivant : https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12302-Climate-change-mitigation-and-adaptation-taxonomy
et adoption https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_19_6793

Le dispositif s'adresse aux acteurs privés, mais doit aussi faire l'objet d'attention des autorités françaises. En effet, les travaux préliminaires menés au niveau européen visant à définir les critères de sélection d'activités économiques liées à la navigation intérieure qui pourraient être classées comme durables et donc « taxonomie-éligibles » ont sans doute besoin d'approfondissements, de façon à s'assurer que les critères applicables au transport fluvial soient à la fois ambitieux et soutenables.

Sur la méthode, il est souhaitable de rechercher, notamment une cohérence entre les travaux de la Commission européenne et ceux de la Commission Centrale de la Navigation du Rhin, en vue de la construction d'un label de transition écologique de la navigation intérieure, alors que commencera une nouvelle période du programme NAIADES qui jouera un rôle important de coordination des politiques européennes dans le cadre du *Green Deal*.

En effet, s'il faut se féliciter de l'insertion du transport fluvial dans la taxonomie, il convient de veiller à ce que les financements ne se détournent pas d'un secteur au moment où il en a le plus besoin pour sa transition énergétique et écologique, en raison d'une grille de critères qui serait inadaptée au transport fluvial.

5.2.7.4 La stratégie de mobilité durable et intelligente de la Commission européenne

La Commission a publié début décembre 2020 sa stratégie de mobilité durable et intelligente[106]. Elle souligne, en tant que premier pilier de son approche, la nécessité d'encourager sans plus tarder l'utilisation de bateaux à émissions faibles ou à zéro émission ainsi que de carburants renouvelables et à faible teneur en carbone pour le transport fluvial. Elle rappelle que le pacte vert pour l'Europe demande qu'une part substantielle des 75 % du fret intérieur qui est actuellement acheminé par la route, soit transférée vers le rail et les voies navigables intérieures. Elle se donne dès lors pour ambition d'augmenter le transport par voies navigables intérieures et le transport maritime à courte distance de 25 % d'ici à 2030 et de 50 % d'ici à 2050.

5.3 Une proposition de stratégie de décarbonation du secteur fluvial

L'avenir du transport fluvial dépend en partie de l'attention qu'il portera à la concurrence avec les autres modes dans leur rythme de décarbonation, concurrence, qui, pour le mode de transport routier sera d'autant plus rude que la décarbonation du transport routier, commençant à court terme par les véhicules légers, puis gagnant progressivement l'ensemble du secteur, va conférer à la route un nouvel avantage compétitif : la décarbonation du mode fluvial doit donc être menée sans prendre de retard par rapport à cette dynamique.

Le groupe d'accompagnement a convergé sur plusieurs éléments utiles à la réflexion sur la transition énergétique et sur la décarbonation du transport fluvial.

5.3.1 La déclaration de Mannheim

Le point de départ pourrait être donné par la feuille de route demandée à la CCNR par les

[106] *Stratégie de mobilité durable et intelligente : mettre les transports européens sur les voies de l'avenir* COM (2020)-789 du 9 décembre 2020, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5e601657-3b06-11eb-b27b-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF

cinq États-membres lors de la déclaration de Mannheim adoptée en 2018 qui fixe deux horizons de temps :

- une réduction des GES et des émissions polluantes de 35 % en 2035 ;
- une réduction quasi-totale en 2050.

5.3.2 La déclinaison française

La déclinaison française de la feuille de route de la CCNR, pilotée par le bureau du transport fluvial (DGITM) dans le respect des engagements internationaux de la France, est en cours de réalisation avec deux scénarios (un optimiste et un pessimiste) de transition pour la flotte européenne différenciés selon les dates de pénétration des nouvelles technologies sur le marché et pourrait largement s'appuyer aussi sur les travaux prospectifs menés actuellement par VNF avec la profession et avec l'IFPEN qui ne sont pas encore achevés à cette date, mais qui construisent à la fois plusieurs scénarios contrastés en termes énergétiques (hybride - hydrogène - 100 % électrique - 100 % thermique, etc..) destinés à explorer le champ des possibles, compte tenu des fortes incertitudes qui entourent la réelle maturité des solutions technologiques compatibles avec les objectifs de décarbonation.

Ainsi la figure 33 montre une croissance des émissions en 2030 liée à la mise en service du canal Seine-Nord-Europe et qui, de ce fait, compte tenu du report modal de la route, ne peut être considérée séparément des émissions du transport routier ; ce qui semble permettre de déterminer un ordre possible des secteurs d'activité dans la décarbonation progressive selon la nature des navigations opérées :

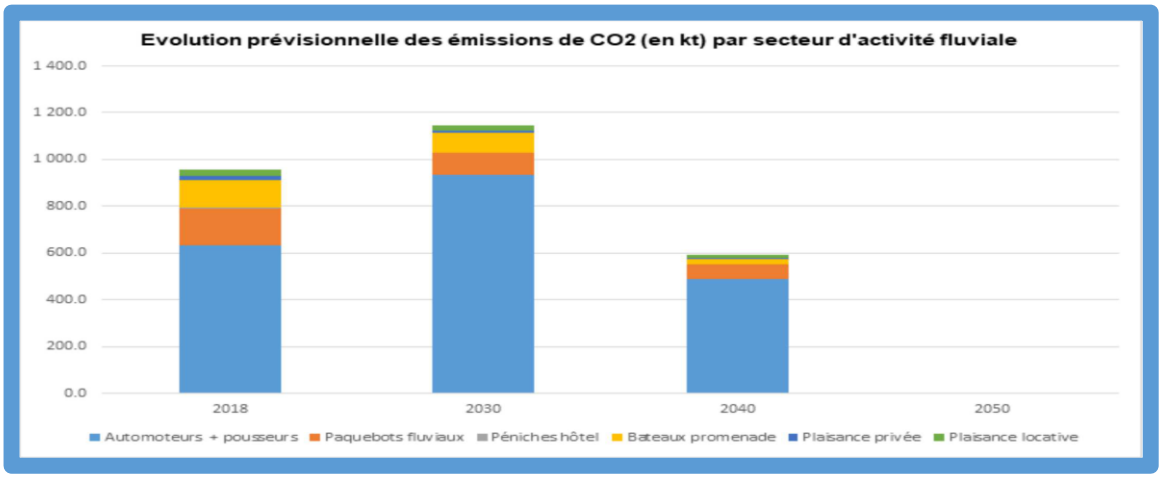


Figure 33 : Évolution prévisionnelle des émissions de CO_2 selon une étude interne de VNF communiquée à la mission

- I - Plaisance privée
- II - Plaisance locative (coches nolisés) : bateaux promenade et grands loueurs
- III- Croisière promenade de courte durée
- IV- Flotte fluviale de fret moyenne
- V- Gros bateaux (automoteurs du grand gabarit et pousseurs)

Cette décarbonation progressive par nature d'activité, dans le transport de fret et dans le transport de passagers, pourrait être débattue avec les professionnels et l'ensemble des parties prenantes, ce qui permettra sans doute de décliner une stratégie complète de verdissement de la flotte fluviale française compatible avec la feuille de route de la CCNR, qu'il faudra aussi sans doute accompagner par un déploiement de bornes électriques à quai, tant sur les itinéraires fluviaux que sur les ports fluviaux proprement dits.

Elle pourrait être croisée avec une approche prévoyant la mise à l'eau de nouveaux bateaux neutres en carbone progressivement dans le temps suivant leur taille, en commençant par les plus petits. Cette approche pourrait bénéficier du fait que jusqu'à des longueurs de 85 mètres, la puissance des moteurs des bateaux est sensiblement équivalente à celle des poids lourds.

5.4 Le développement des bornes de recharge électrique et GNV dans les ports fluviaux

Dans le cadre du volet mobilité propre de la PPE[107], l'État s'est engagé à soutenir le développement de ces bornes. Ce développement doit pouvoir concerner plus généralement l'ensemble des carburants alternatifs. L'approvisionnement correspondant doit se faire en considérant les chaînes logistiques des carburants alternatifs qu'il s'agisse d'hydrogène, de biogaz, d'XTL[108] ou d'électricité, ce qui suppose :

- que le secteur fluvial soit bien intégré au sein des projets et des développements prévus par le plan hydrogène ;
- que la distribution du combustible se situe dans une chaîne plus globale liée à l'environnement du transport fluvial, par exemple pour la filière hydrogène en y intégrant les besoins d'autres modes de transports (bus, camion) dans des scénarios de développement optimistes et pessimistes, voire que cette distribution de combustibles décarbonés puisse se faire à l'aide de stations-services mutualisées entre divers modes de transport.

5.4.1 L'évolution de la réglementation

L'évolution de la réglementation doit permettre de faciliter les expérimentations, ce qui passe par exemple :

- **par la simplification de la procédure de recommandation relative aux innovations technologiques au sein de la CCNR, du CESNI, autorisations *a priori*.** La procédure d'examen des dérogations relatives aux innovations technologiques au sein de la CCNR et du CESNI, telle que prévue par les articles 25 et 26 de la directive 2016/1629, pourrait être révisée pour permettre aux États-Membres de délivrer des autorisations et d'en informer les instances internationales : actuellement, les dérogations sont examinées par la CCNR ou le CESNI au cas par cas sur proposition des États-Membres ;

[107] https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf

[108] Ainsi que le définit l'arrêté du 28 février 2017, le « gazole XTL » est un gazole paraffinique de synthèse ou obtenu par hydrotraitement pouvant être composé partiellement d'esters méthyliques d'acides gras destinés à l'alimentation de moteurs thermiques à allumage par compression.
https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000034159898/

- par l'opportunité d'une implication active des acteurs français (publics et privés) dans les travaux du CESNI pour assurer que **les règles européennes** soient pleinement compatibles avec les bateaux innovants français ;
- par la poursuite active des travaux en cours au sein du CESNI/PT sur les projets de **réglementation pile à combustible** (H_2 et méthanol) : cela est nécessaire afin de corréler l'avancée de projets innovants avec l'évolution/renforcement des prescriptions techniques pour garantir la sécurité de la navigation autant que la bonne mise en œuvre technique des projets.

5.4.2 Le financement

Le financement de l'innovation technologique, en matière de motorisation et de transition énergétique de la flotte, auquel VNF, l'Ademe ainsi que les régions contribuent fortement, est une des clefs de réussite de la transition, et doit pouvoir trouver sa place aussi bien au niveau des mécanismes de financement nationaux et européens.

Bien entendu, comme le retour sur investissement est de long, voire de très long terme, les mécanismes de financement mis en place doivent être ajustés à cette réalité. De plus toute disposition parallèle visant à une meilleure intégration des coûts externes des divers modes de transport devrait faciliter ces rentabilités.

5.4.3 Le signal-prix carbone

Les objectifs de la déclaration de Mannheim adoptée en 2018 (réduction des GES et des émissions polluantes de 35 % en 2035 et quasi-totale en 2050) donnent des valeurs implicites du prix du carbone appliqué au domaine fluvial. Il convient, dans un premier temps, de les évaluer et de les partager entre tous les acteurs, et, dans un deuxième temps, de trouver les mesures à mettre en œuvre pour que puisse s'exercer une concurrence équitable entre les bateaux neufs partiellement ou totalement décarbonés et les bateaux plus anciens.

5.4.4 Les politiques de report modal

Le groupe d'accompagnement a insisté à plusieurs reprises sur le fait que les politiques de report modal, menées tant au niveau européen qu'au niveau national, peuvent contribuer à une amélioration du bilan environnemental et du bilan des GES du secteur du transport de marchandises. Bien entendu dans la durée, leur effet ne se fera sentir que si le mode fluvial est en mesure de suivre la trajectoire de décarbonation du transport routier.

6 Les Véhicules utilitaires légers (VUL)

Le parc des VUL a connu une hausse très importante de plus de 45 %, de 4,2 millions de véhicules en 1990 à plus de 6,1 millions en 2017[109]. L'accroissement des distances parcourues a été encore plus dynamique à plus de 65 %, de 61,8 Gveh.km à 102,1Gveh.km.

Les VUL ne constituent pas une catégorie homogène et leur usage est varié, bien au-delà du transport de marchandises. Ainsi, les VUL professionnels ne représentaient début 2011[110], que 60 % du parc estimé à 5,8 millions de véhicules et 73 % des distances parcourues (sur la base d'une distance moyenne annuelle parcourue de 18 200 Km pour les VUL professionnels et de 10 000 km pour les VUL particuliers[111]).

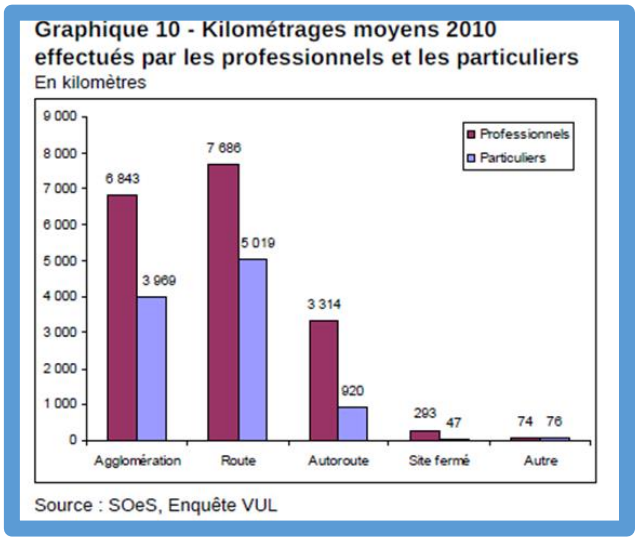


Figure 34 - « Chiffres et statistiques » n°310 - CGDD - avril 2012

En 2010, les déplacements intra-urbains représentaient 41 % de l'ensemble des déplacements effectués par les VUL.

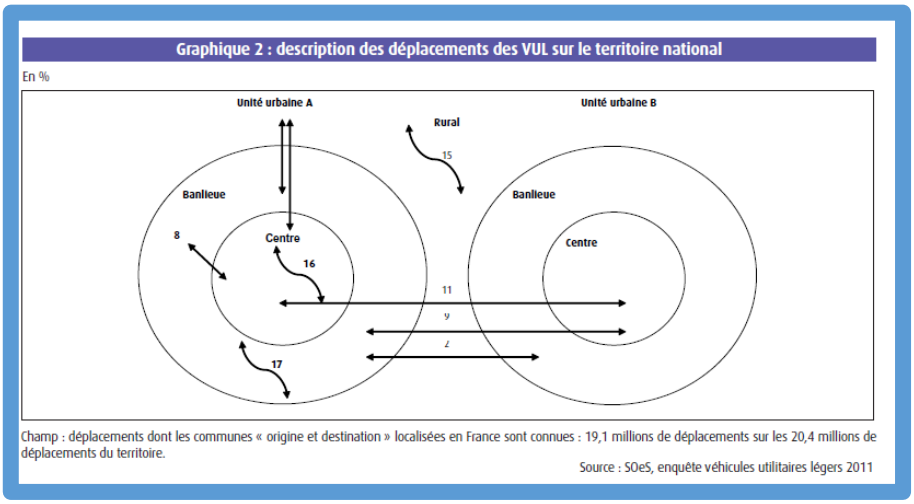


Figure 35 – « Point sur » n°190 – CGDD – juin 2014

[109] Données séries longues – 2018 -comptes-transports-g-bilan-circulation.

[110] « Chiffres et statistiques » n°310 - CGDD - avril 2012.

[111] « Chiffres et statistiques » n°310 - CGDD - avril 2012.

Dans ses différentes publications[112], le CGDD distingue trois catégories d'usage pour les VUL professionnels: les services, les biens et les marchandises. Le schéma ci-dessous illustre cette variété d'usage.

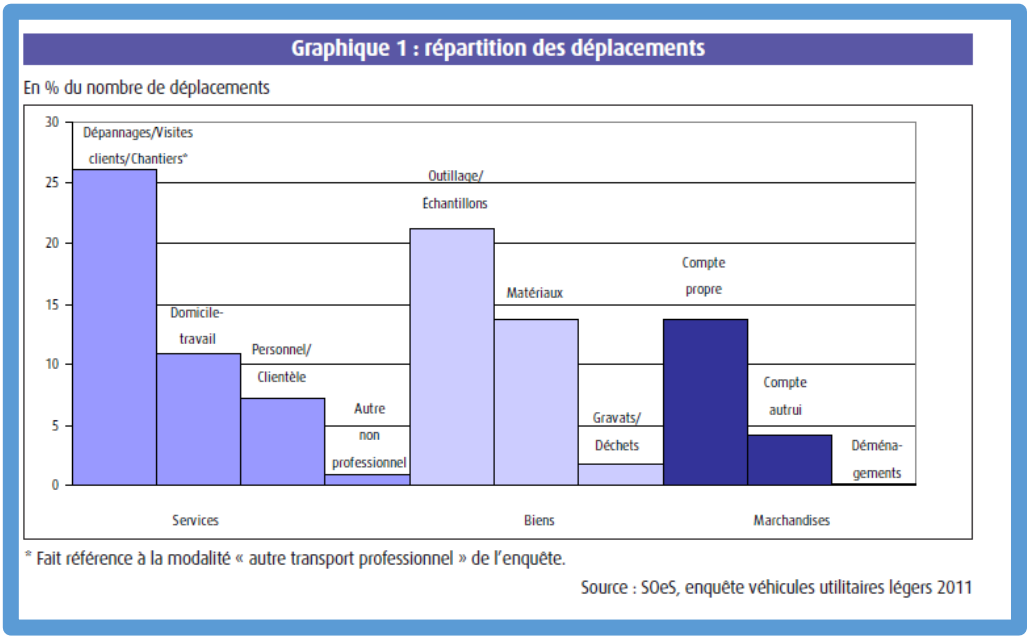


Figure 36–« Point sur » n°190 – CGDD – juin 2014

Cette variété des usages se traduit par des différences significatives entre les distances moyennes parcourues dans chaque catégorie. Ainsi le transport de marchandises représente 27,1 % des distances parcourues pour moins de 20 % des déplacements.

Tableau 10 - L'utilisation des véhicules à usage professionnel en 2010

	Transports de biens	Transports de marchandises	Déménagements	Autres déplacements professionnels	Déplacements non professionnels	Ensemble des usages professionnels
% des km parcourus	31,5	27,1	0,3	34,1	7	100
Kilométrage moyen	6 500	5 589	69	7 034	1 456	20 647
Milliards de km réalisés	21,2	18,2	0,2	22,9	4,7	67,3

Source : SOeS, Enquête VUL

Tableau 32- « Chiffres et statistiques » n°310 - CGDD - avril 2012

S'agissant des volumes de fret transportés (exprimés en Tonnes. Kilomètres), deux approches figurent dans le présent rapport :

- au chapitre 2, n'ont été pris en compte que les VUL effectuant du transport de marchandises dont on estime le volume de fret transporté à 6 GT.km en 2017 ;

[112] « Chiffres et statistiques » n°310 d'avril 2012 et « Point sur » n°190 de juin 2014 – CGDD.

- dans l'annexe 7, ont été pris en compte les VUL effectuant tant du transport de biens que de marchandises auxquels ont été affectés l'ensemble du fret transporté, 24,5 GT.km en 2017.

7 Une estimation de la part des émissions professionnelles de la logistique urbaine au sein du transport routier de marchandises

7.1 Les chiffres du transport routier de marchandises

	Gveh.km[113] *(1990)*	Gveh.km[114] *(2017)*	Évolution	GT.km[115] *(1990)*	GT.km[116] *(2017)*	Évolution
VUL	61,8	102,1	+65 %	14,5	24,5	+69 %
Transport routier marchandises hors VUL (tous pavillons)	22,4	28,2	+26 %	181,2	283,8	+57 %
Total transport routier marchandises	84,2	130,3	+55 %	195,7	308,3	+58 %

Tableau 33

7.2 Les VUL

En se basant sur les catégories définies par le CGDD (voir annexe 6), la logistique urbaine peut être assimilée au transport de marchandises et au transport de biens effectués en zone urbaine.

En 2010, ces trajets représentaient 58,6 % des distances parcourues par les VUL professionnels, dont 37,6 % en agglomération (voir annexe 6). En se basant sur ces ratios, la logistique urbaine représenterait ainsi 22 % des distances parcourues par les VUL professionnels ou 16 % des distances parcourues par les VUL dans leur ensemble.

On peut raisonnablement faire l'hypothèse que les VUL professionnels affectés au transport de marchandises et au transport de biens réalisent la totalité des T.km. En revanche, il n'existe aucune donnée permettant de les répartir entre urbain et non urbain autrement qu'en faisant l'hypothèse que la charge moyenne par véhicule est identique dans les deux cas ; cela revient à appliquer le ratio de 37,6 % aux t.km. Le tableau ci-dessous rassemble les chiffres de circulation (t.km et veh.km) concernant le transport de marchandises pour les années 1990 et 2017.

	Gveh.km *(1990)*	Gveh.km *(2017)*	Évolution	GT.km (1990)	GT.km *(2017)*	Évolution
Total VUL	61,8	102,1	+65 %	14,5	24,5	+69 %
VUL professionnels	45,1	74,5	+65 %	14,5	24,5	+69 %
VUL LU	9,9	16,4	+65 %	5,4	9,2	+69 %

Tableau 34

[113] Données séries longues – 2018-comptes-transports-g-bilan-circulation.

[114] Données séries longues – 2018-comptes-transports-g-bilan-circulation.

[115] Données séries longues - 2018-comptes-transports-e-transport-marchandises.

[116] Données séries longues - 2018-comptes-transports-e-transport-marchandises.

7.3 La logistique urbaine

De nombreux approvisionnements en zone urbaine sont effectués par des PL ; il n'est pas possible de réduire le périmètre de la logistique urbaine aux seuls VUL. Bien que certains approvisionnements soient réalisés par d'autres modes, par exemple, l'approvisionnement par le fleuve de certaines centrales à béton en Île de France, ils ne sont pas pris en compte dans ce qui suit, faute de données. De même, les déplacements des particuliers pour effectuer leurs achats ne sont pas comptabilisés.

36 % de déplacements effectués par les poids-lourds étaient intra-urbains pour 2010[117] ; ils pourraient être assimilés à de la logistique urbaine. Toutefois, ce ratio étant apprécié en nombre de déplacements, il n'est pas aisé d'en déduire le ratio en distances parcourues. Dans le cas des VUL, le ratio entre les distances parcourues en zone urbaine et les distances parcourues totales est inférieur de 3 % au même ratio calculé en nombre de déplacements. Les poids-lourds effectuant les parcours de longue distance, l'écart entre ces deux ratios est supérieur à celui des VUL. Le tableau ci-dessous présente les résultats dans deux hypothèses d'écart entre ces deux ratios, 20 et 15 %.

	Gveh.km *(1990)*	Gveh.km *(2017)*	Évolution	GT.km *(1990)*	GT.km *(2017)*	Évolution
VUL professionnels	45,1	74,5	+65 %	14,5	24,5	+69 %
Transport routier marchandises hors VUL	22,4	28,2	+26 %	181,2	283,8	+57 %
Total transport routier marchandises[118]	67,5	102,7	+52 %	195,7	308,3	+58 %
VUL LU	9,9	16,4	+65 %	5,4	9,2	+69 %
PL LU	3,6/4,7	4,5/5,9	+26 %	29/38	45,4/59,6	+57 %
Total LU	13,5/14,6	20,9/22,3	+55 %/+53 %	34,4/43,4	54,6/68,8	+59 %/+59 %

Tableau 35

Les émissions de CO_2 ont été estimées à partir des chiffres figurant dans le tableau des émissions en ACV du chapitre 2.1.2. L'estimation des émissions des VUL sur le périmètre de la logistique urbaine a été faite au prorata des veh.km dans la catégorie. De même pour les émissions des PL. Ces deux chiffres ont été ensuite additionnés pour estimer les émissions de CO2 de la logistique urbaine. Celles-ci peuvent ainsi être estimées entre 14,7 et 17,2 MT en 2017, en augmentation de plus de 15 % depuis 1990.

Ainsi, en 2017, la logistique urbaine représenterait plus du cinquième des distances parcourues et de 15 à 20 % des émissions de CO_2 du transport routier de marchandises.

[117] « Point sur » n°190 - CGDD - juin 2014.

[118] Les distances parcourues par les VUL des particuliers ont été retirées des totaux.

8 Circuits courts -Note de travail

Les circuits courts, le *reshoring*, l'économie circulaire, l'étiquetage environnemental, et les aspects territoriaux de la taxe carbone pour la réduction des km parcourus pour limiter les émissions GES en marchandises : une première tentative d'approche d'un sujet multidimensionnel complexe

Alain Sauvant

Document de travail

18/06/2021

Le présent document de travail explore quelques éléments sur les voies et moyens concernant la réduction (ou la modération) des km parcourus par les marchandises : circuits courts, reshoring, économie circulaire, étiquetage environnemental…

a) Les circuits courts

La notion de « circuit court » d'approvisionnement renvoie à une proximité entre le consommateur et le producteur.

Toutefois, cette proximité revêt plusieurs dimensions complémentaires :

- La proximité géographique (faible distance en km entre producteur et consommateur)
- La proximité sociale, qui correspond à des relations directes entre le producteur et le consommateur, sans (ou avec éventuellement un seul) intermédiaire, impliquant un sentiment de solidarité ou d'engagement réciproque
- La proximité économique, avec des échanges plus transparents et traçables

On peut ensuite distinguer des cas de circuits courts (Renting et al):

- En contact direct (par exemple sur un marché de producteurs locaux)
- De proximité (avec une proximité en distance mais pas forcément de contact direct, par exemple dans le cas d'une vente par une coopérative de production)
- Etendus (sans proximité géographique, mais avec une proximité sociale et/ou économique, par exemple dans le cas des produits équitables pouvant provenir d'un autre continent)

Il semble donc y avoir dans les faits une grande diversité de circuits courts, comme le démontrent des études de cas diversifiés comme celles effectuées par le programme de recherche européen GLAMUR, qui tente de définir ce qu'est un produit local, et en quoi il pourrait présenter une meilleure performance en matière de soutenabilité.

À cet effet, plusieurs dimensions de la soutenabilité ont été examinées (économiques, environnementales, sociales, sanitaires, et éthiques) dans une douzaine de pays européens, dans le segment des circuits courts alimentaires, mettant en évidence une grande variété de perspectives et de points de vue.

La distinction global/local semble souvent assez floue et les dimensions autre qu'économiques semblent peu explorées. À cet effet, le programme a développé une matrice dimension/sphère croisant les cinq dimensions évoquées ci-dessus avec les sphères publiques, scientifiques, du marché, et des politiques publiques. Une base de données a été constituée à cet effet, répertoriant une grande diversité d'études de cas, et uniquement dans celui de produits alimentaires.

Le programme de recherche a mis également en évidence des choix finalement assez indépendants entre par exemple :

- Productivité du travail et création d'emplois
- Efficience et diversité
- Prix et qualité
- Biodiversité et usage des ressources
- Approches informelles basées sur la confiance et procédures formalisées

Le programme n'a donc pas pu établir de définition clair d'un circuit court dans ce contexte multi-dimensionnel, et propose plutôt un processus participatif à cet effet.

En matière de recommandations de politiques publiques, les points clés seraient de

- De pas faire de tort (en rappelant les effets nocifs de certaines politiques d'hygiène alimentaire par exemple sur les petits producteurs)
- Viser des politiques plus cohérentes (par exemple entre le soutien aux petits producteurs ruraux et la sécurité alimentaire) basées sur des points d'entrée plus nombreux et des processus davantage participatifs, impliquant tous les niveaux de gouvernance
- Se rapprocher davantage des évolutions de mentalité des consommateurs

Ces sujets ont également été explorés par d'autres programmes, comme FOODLINKS par exemple, qui prône une approche holistique s'appuyant également sur la promotion des circuits courts en utilisant le levier des achats publics, et le développement de communauté de pratiques.

Le projet SUSCHAIN examine 14 chaînes d'approvisionnement contrastées en Europe, et cherche à identifier des profils. Selon les histoires et les contextes de projets, les dimensions semblent très contrastées, entre l'enracinement territorial, le développement d'emplois de qualité, la construction de la confiance des consommateurs ou la réduction de kilomètres parcourus ou d'autres objectifs environnementaux. La solidarité entre les divers acteurs de la chaîne constitue également une méthode de réduction des risques qui n'est pas sans lien avec la création de valeur.

Enfin ces questions seront abordées dans le programme SMARTCHAIN qui comprendra l'analyse de 18 cas, mais qui ne semble pas encore avoir publié de conclusions.

On note également que si une grande majorité des circuits courts semble concerner l'alimentaire, ils peuvent exister aussi pour d'autres produits, comme certains matériaux de construction ou certains vêtements, notamment en laine de mouton, parfois en synergie avec l'alimentaire.

Les impacts énergétiques et carbone des circuits courts en terme de distance géographiques ne semblent pas toujours si évidents que cela. Schlich met par exemple en

évidence que la camionnette régionale d'un circuit court à moitié remplie peut s'avérer beaucoup moins efficiente sur le plan énergétique que certaines chaînes plus longues mais plus massifiées, par exemple les importations de bananes en cargo. Toutefois le recours à des coopératives peut aider à retrouver des rendements d'échelle favorables à l'efficience énergétique et carbone dans certains cas. Le bilan écologique doit aussi prendre en compte les émissions à la production, qui peuvent significativement différer d'un cas à l'autre aussi, notamment dans un contexte où les émissions de carbone du transport seraient souvent inférieures à celles de la production des produits (17 % contre 57 % selon une étude de cas du CGDD).

Cependant, d'après Ethicity, 56 % des français considèrent qu'un produit permettant de consommer responsable doit être fabriqué localement, témoignant d'une croyance assez largement partagée, dont on ne peut pas exclure qu'elle soit vraisemblable dans certains cas.

b) Le *reshoring*

À des échelles géographiques plus globales la question du retour vers des pays de l'OCDE comme la France de la production manufacturière ou d'autres éléments de la chaîne de valeur externalisés dans des pays à faible coût de main d'œuvre (*reshoring*) est également posée.

Le projet européen « *european reshoring monitor* » donne quelques cas concrets et des éléments de documentation divers, mais l'identification des cas ne semble pas toujours évidente dans la mesure où le lien avec la phase antérieure d'externalisation n'est pas toujours facile à effectuer. Une « *reshoring initiative* » semble effectuer des travaux analogues aux États-Unis, avec une affirmation d'un retour à terme de plus d'un million d'emplois, mais le sujet semble rester controversé[119].

Les études économétriques ne semblent pas donner de résultats très probants, des éléments plus anecdotiques comme le recensement de l'université de Cranfield semblent montrer que le *reshoring* reste à ce stade globalement assez négligeable devant l'externalisation vers des pays à bas salaires (en 2014 environ 2 000 articles de presse citant "*reshoring*", contre 250 000 citant « *outsourcing* ».

Le « *reshoring* » aurait été en hausse en 2020 du fait d'une prise de conscience de la vulnérabilité des chaînes logistiques très étendues du fait des perturbations induites par la crise sanitaire, ou de tensions sur les droits de douane ou plus généralement des risques pesant sur la coopération internationale dans des domaines stratégiques (télécoms par exemple), notamment dans le cadre des relations avec la Chine.

De manière plus générale, les avantages le plus souvent avancés (cf *allthings supplychain* par exemple) du *reshoring* incluent :

- des temps de trajet du producteur au consommateur plus courts permettant des réponses plus rapides à des évolutions de la demande
- des droits de douane réduits
- une montée possible en qualité des produits, y compris en soutenabilité sociale et environnementale

[119] Voir par exemple Reshoring, myth or reality, OECD science, technology and industry policy papers, no 27, de Backer et al

mais aussi des risques :

- de devoir recommencer à nouveau le processus de production
- de devoir supporter des coûts unitaires du travail élevés
- de devoir supporter des travailleurs peu qualifiés dans le pays de retour, du fait des pertes de qualification liées à la phase d'externalisation

In fine, la comparaison des avantages et des risques est parfois à l'avantage du *reshoring*, mais pas toujours.

Il y a par ailleurs d'autres moyens d'accroitre la résilience de la chaîne logistique face à divers risques, souvent davantage appropriés, par exemple :

- la vérification que chaque maillon de la chaîne a mis en place un plan de résilience
- la reconstitution de quelques stocks proportionnés aux enjeux
- la diversification des approvisionnements (« *multi-sourcing* »)

Ce qui limite, même suite à l'impact d'une crise sanitaire et économique majeure, les perspectives pratiques de *reshoring*, au moins à court terme.

Sur le long terme, si les facteurs de production devaient évoluer (quotités de travail et de capital, travail qualifié vs non qualifié…) ainsi que les coûts unitaires des facteurs de production (coût du travail notamment) ou leurs performances (par exemple celles de l'automatisation ou de « cobots » homme-machine, le bilan du *reshoring* pourrait évoluer.

Dans le cas d'un *reshoring* lié à une évolution liée à une hausse de la part de machines dans le processus de production, on peut s'attendre à des chaînes logistiques plus courtes, possiblement assorties de bénéfices environnementaux, mais les bénéfices en matière de relocalisation d'emplois semblent moins évidents.

Enfin on notera que le *reshoring* peut également être partiel (*nearshoring*), par exemple le retour d'une production externalisée très loin vers des localisation plus proches de la France et de l'UE, mais restant hors UE, dans ses pourtours Sud et Est notamment.

c) L'économie circulaire

Certains misent par ailleurs sur le développement du recyclage et plus généralement de l'économie circulaire pour réduire les quantités de transport. Si la réduction des transports de matériaux de base semble vraisemblable, outre la moindre consommation de ressources ou la moindre pollution des milieux du fait de la moindre production de déchets, la réduction globale des transports semble moins évidente, car il faut également transporter les matériaux à recycler vers leur lieu de tri et de transformation ; de plus si ces flux sont moins massifiés que ceux des matières premières éludées, le bilan carbone du transport peut ne pas être toujours évident, ce qui ne met d'ailleurs pas en cause les autres avantages du développement de l'économie circulaire.

La situation peut varier significativement au cas par cas ; par exemple une étude du recyclage des vêtements japonais dans les pays émergents[120] met en évidence des gains en carbone significatifs liés à la réutilisation des vêtements, même au prix du développement

[120] *Greenhouse gas emission reductions by resuing and recycling used clothings in Japan, Sakai et al, 2020, MDPI*

du transport international de ces vêtements qui auraient sinon été détruits par combustion localement au Japon avec peu de transport.

d) L'étiquetage environnemental et carbone

La voie d'un étiquetage environnemental et/ou social de la production des produits et de leur transport pourrait constituer une piste de progrès. Les coûts de production de la traçabilité le long de la chaîne sont tendanciellement orientés à la baisse du fait des progrès des NTIC, et on pourrait être tenté de constituer une sorte de jumeau numérique de la chaîne logistique pour ensuite être en mesure d'informer le consommateur final (et les acheteurs intermédiaires) sur la qualité environnementale et sociale du produit et son transport.

Si des progrès sont sûrement possibles, une telle piste reste très difficile, car les processus de transformation au cours de la chaîne logistique risquent de faire perdre la trace des ingrédients du produit acquis par le consommateur final, et en tout cas de réduire la fiabilité d'une telle information à un niveau tel qu'elle ne serait plus utile pour informer valablement le consommateur final sur les conséquences de ses choix.

Ce qui n'exclut pas que des améliorations soient possibles, ce qui éviterait une forme de « tragédie des communs », où certains consommateurs finaux pourraient intrinsèquement donner de la valeur à des éléments de qualité environnementale ou sociale, mais ne pas être en mesure de la prendre en compte dans leurs choix faute de l'information adéquate.

La réduction de cette tragédie des communs serait alors à mettre en balance avec les coûts du système d'information à mettre en place et à faire fonctionner, et il est possible qu'il y ait des cas où un développement de cet étiquetage environnemental et social des produits et de leurs transports puisse présenter une valeur nette globalement positive à côté de laquelle on serait passée.

e) L'approche de premier rang par la taxe carbone et ses aspects territoriaux et sociaux

Sinon, pour des objectifs plus facilement quantifiables comme les émissions de GES, il reste l'approche de premier rang passant par la taxe carbone qui présente le mérite de ne pas présenter d'importants coûts de transaction si on mesure les quantités d'énergie produites et leur contenu carbone.

Les risques sociaux et territoriaux semblent moins évidents que pour la mobilité des voyageurs, cependant il convient de noter les sujets de modification des compétitivités industrielles relatives de divers sites de production en cas de hausse d'une taxe carbone (ou similaire) sur les transports, notamment des territoires ultra-périphériques, insulaires, ou péninsulaires dont l'accessibilité relative pourrait être fortement dégradée, posant la question de mesures spécifiques pouvant aller jusqu'à une exonération partielle voire totale ou des montées en charge plus progressives au fur et à mesure d'une restructuration du tissu productif vers des produits ou services moins intensifs en carbone.

9 Liste des personnes ayant participé aux différents ateliers

9.1 Transport routier de marchandises

François	COMBES	Université Gustave Eiffel
Caroline	DAUDE	Ville de Paris
Zehir	KOLLI	Commissariat général au développement durable
Martin	KONING	Université Gustave Eiffel
Mina	LEOPOLD	Stagiaire CGEDD
Victor	LESAULNIER	Stagiaire CGEDD
Jean-Marc	MOULINIER	Commissariat général au développement durable
Sophie	PENG-CASAVECCHIA	Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer
Karine	ROLAS	Cerema
Alain	SAUVANT	CGEDD
Michel	SAVY	ENPC

9.2 Transports ferroviaires et fluviaux

Charles-Elie	ALLIER	Cerema
Jean-Christophe	BAUDOUIN	CGEDD
Benoît	BOUCAUD	Commissariat général au développement durable
Geoffroy	CAUDE	CGEDD
Eloi	FLIPO	VNF
Lorenzo	FOCARDI	Direction générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer
Mina	LEOPOLD	Stagiaire CGEDD
Laurent	MARSEILLE	SNCF Réseau
Simon	MARTIN	DG Trésor
Jean-Marc	MOULINIER	Commissariat général au développement durable
Patrick	NIERAT	université Gustave Eiffel
Rémi	POCHEZ	Direction générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer
Pierre	SARACINO	RDT 13
Alain	SAUVANT	CGEDD
Michel	SAVY	ENPC

9.3 Logistique urbaine

Régine	BREHIER	CGEDD
Nadine	ASCONCHILO	CGEDD
Aurélien	BIGO	ADEME
Laetitia	DABLANC	Université Gustave Eiffel
Caroline	DAUDE	Ville de Paris
Hélène	DE SOLERE	Cerema
Mathieu	GARDRAT	LAET
Martin	KONING	Université Gustave Eiffel
Patrick	LAMBERT	CGEDD
Victor	LESAULNIER	Stagiaire CGEDD
Kiarash	MOTAMEDI	CGDD
Sophie	PENG-CASAVECCHIA	DGITM
Thibault	PREVOST	CGDD
Alain	SAUVANT	CGEDD
Florence	TOILIER	LAET
Yann	TREMEAC	ADEME
Mireille	VIORA	CGEDD

Liste des personnes auditionnées par l'atelier Logistique urbaine

Laetitia DABLANC	Université Gustave Eiffel	2 juillet 2020
Mathieu GARDRAT, Florence TOILIER, Adrien BEZIAT	LAET	2 juillet 2020
Nicolas LOUVET	Bureau 6-t	16 juillet 2020
Martin KONING Yann BRIAND	Université Gustave Eiffel IDDRI	16 juillet 2020
Tariel CHAMEROIS	DB Schenker	27 juillet 2020
José HOLGUIN-VERAS	Rensselaer Polytechnic Institute de New-York	27 juillet 2020
Yann TREMEAC	ADEME	27 juillet 2020
Michèle-Angélique NICOL	Ville de Paris	7 septembre 2020
Chloé PERREAU	Montpellier Méditerranée Métropole	7 septembre 2020
Adrien BEZIAT	LAET	22 septembre 2020
Jérôme ROUGE	Smart Construction Logistics	22 septembre 2020
Raphaël MARI	Métropole Aix-Marseille-Provence	25 novembre 2020
Patricia PELLOUX	APUR	25 novembre 2020

10 Glossaire des sigles et acronymes

Acronyme	Signification
3D	Trois dimensions
AAP	Appels à projets
ACV	Analyse du cycle de vie
AOM	Autorité organisatrice de la mobilité
BTP	Bâtiment et Travaux Publics
BV	Bureau Veritas
CGDD	Commissariat Général au Développement durable
CGEDD	Conseil Général de l'Environnement et du développement durable
CGI	Confédération Française du Commerce de Gros et International
CCNR	Commission Centrale pour la Navigation sur le Rhin
CDNI	Convention relative à la collecte, au dépôt et à la réception des déchets en navigation rhénane e intérieure
CEREMA	Centre d'études et d'expertises sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
CESNI	Comité européen pour l'élaboration de standards dans le domaine de la navigation intérieure
CITEPA	Centre interprofessionnel technique d'étude de la pollution atmosphérique
CNR	Compagnie Nationale du Rhône
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique
CO_2	Gaz Carbonique
COI	Comité d'orientation des investissements
COP	Conférence des parties
COR	Conseil d'orientation des retraites
DAC	*Digital automated carriage* (attelage automatique digital)
DGITM	Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer
DMC	*Domestic material consumption*
EMS	*Express mail service :* service de courrier express
EMNR	Règlement engins mobiles non routiers
ETMV	Enquête nationale transport de marchandises en ville
ETS	*Emissions trading system*
FEVAD	Fédération de commerce et de la vente à distance
FIT	Forum international des transports
FEVAD	Fédération du e-commerce et de la vente à distance
G (Gtkm et G veh-km)	Giga : abbréviation utilisée pour la mesure des flux de transports de marchandises exprimée en tonnes kilomètres d'où Gtkm ou en véhicules kilomètres d'où G veh-km
GES	Gaz à effet de serre
GNV	Gaz naturel pour véhicules
IDF	Île-de-France
IFPEN	Institut français du pétrole et des énergies nouvelles
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
ISEMAR	Institut Supérieur d'Economie maritime
LAET	Laboratoire Aménagement Economie Transports
LOM	Loi d'orientation des mobilités
MTE	Ministère de la transition écologique
OCDE	Organisation de coopération et de développement économique

Acronyme	Signification
ONU	Organisation des nations unies
PACA	Provence-Alpes Côte d'Azur
PAMI	Plan d'aide à la modernisation et à l'innovation
PIB	Produit intérieur brut
PIA	Plan d'investissements pour l'avenir
PL	Poids-lourd
PPE	Programmation Pluriannuelle de l'Energie
PTF	Sous-direction Ports et Transport Fluvial (DGITM)
SDES	Service de la donnée et des études statistiques
SEQE	Système d'échange de quotas d'émission (en anglais ETS)
SNCF	Société nationale des chemins de fer français
SNFF	Stratégie nationale de relance du fret ferroviaire
TER	Train Express régional
UE	Union européenne
UTI	Unité de Transport intermodal
VL	Véhicule léger
VP	Véhicule particulier
VUL	Véhicule utilitaire léger
ZFE	Zone à faibles émissions

Site internet du CGEDD : « Les derniers rapports »
Site internet de France Stratégie : « Publications »