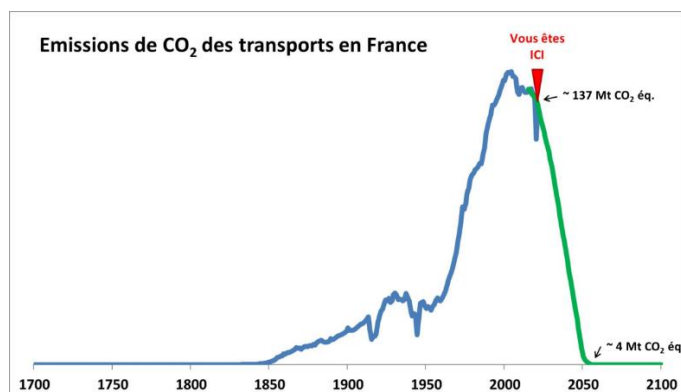


DECARBONONS LE TRAIN



Rédacteurs : Rodolphe GARABETIAN | Arnaud SOUMET | Guillaume LAFARE

L'Accord de Paris vise à limiter l'augmentation de la température moyenne à 2°C, et si possible 1,5°C. Dans ce cadre, la France s'est engagée, avec sa Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC), à atteindre la neutralité carbone en 2050 : il s'agit de réduire drastiquement nos émissions de gaz à effet de serre (GES) jusqu'à ce qu'elles se limitent à ce que peuvent absorber les puits de carbone que nous créons. **Le secteur des transports est particulièrement mis à contribution : ses émissions doivent passer de 137 millions de tonnes équivalent CO₂ en 2015 à 4 millions de tonnes en 2050¹. Cela représente une réduction de 97 % des émissions de GES des transports : on parle de "décarbonation complète"**. Le train, grâce à ses faibles émissions est un levier de cette décarbonation. Le secteur ferroviaire n'en reste pas moins concerné par sa propre décarbonation. Trains, voies ferrées, infrastructures support : voici une revue des différentes transformations à mener en France.



Émissions de CO₂ des transports en France : estimations pour le passé et Stratégie Nationale Bas-Carbone pour le futur²

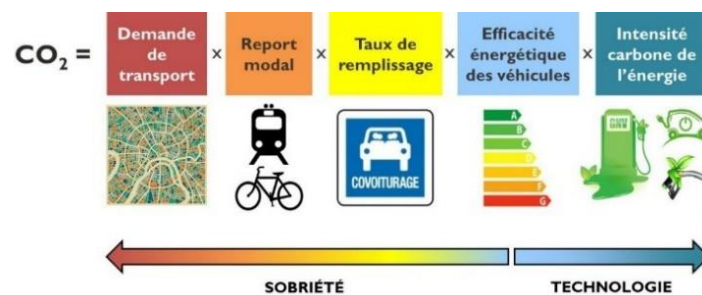
DECARBONER LE TRAIN VIA 5 LEVIERS

1. Cinq grands leviers d'action pour décarboner les transports dans leur ensemble

Afin de réduire l'empreinte carbone du secteur, la Stratégie Nationale Bas-Carbone définit 5 leviers : la modération de la demande de transport (de personnes ou de marchandises), le report modal vers des moyens de transport moins carbonés, l'augmentation du taux de remplissage, l'amélioration de

l'efficacité énergétique des véhicules ainsi que la décarbonation de l'énergie utilisée.

Ces 5 leviers reposent à la fois sur une stratégie de sobriété dans les usages, sur le développement technologique et sur l'innovation afin de réduire l'empreinte



Leviers d'actions³ de réduction des émissions de CO₂

2. Augmenter la part modale du train tout en modérant la demande globale de transport

Pour atteindre la neutralité carbone, il faudra doubler la part modale du ferroviaire, d'ici 2030 pour le fret et d'ici 2040 pour les voyageurs⁴ : c'est-à-dire qu'une partie des transports réalisés aujourd'hui par la route ou les airs doit demain se faire via le train, qui est moins émetteur de CO₂. **Ainsi d'ici à 2050, le nombre de voyageurs.km en train devrait passer de 70 à 200 milliards⁵, dans un cadre global de modération de la demande de transport tous modes confondus.**

Pour concrétiser ce transfert, le train doit devenir plus attractif. Il doit notamment être fortement encouragé par les politiques publiques. Les voyageurs sont particulièrement sensibles au prix des billets ou abonnements, à mettre en cohérence avec la stratégie nationale de report modal. N'oublions pas qu'il s'agit de créer et d'ancrer dans la durée de nouvelles habitudes de déplacement.

Le niveau et la qualité de service du train doivent être élevés, ce qui implique notamment l'enrichissement de l'offre ferroviaire, et une politique d'entretien du réseau et du matériel roulant à la hauteur. Une partie de l'attractivité du train repose aussi sur la facilité de l'intermodalité pour parcourir les derniers kilomètres en vélo, transports en commun ou voiture électrique partagée.

Si la demande de transport ferroviaire doit croître, il est nécessaire qu'elle soit pilotée et maîtrisée. Le cap général reste une forme de sobriété dans l'usage des transports et cela s'applique au train. Ce sont les choix d'urbanisme, d'organisation du travail et de consommation locale qui doivent permettre de réduire les distances parcourues, y compris en train, et non pas le train qui doit conduire à l'étalement urbain. La marche, le vélo et les transports en commun légers sont à privilégier partout là où c'est possible.

L'offre de transport ferrée doit ainsi être minutieusement planifiée au regard de l'ensemble de l'offre de transport.

3. Optimiser le taux de remplissage des trains

L'optimisation du taux de remplissage des trains est un levier important pour réduire leur bilan carbone rapporté au nombre de passagers ou de tonnes de marchandises transportées. **L'objectif est de maximiser le remplissage. Pour cela, il faut définir l'offre de transport la plus pertinente sur la base d'études et de scénarios de fréquentation.** Des interactions complexes entrent en ligne de compte : par exemple, un renforcement de l'offre

entraîne une augmentation de la demande. De plus, ces interactions dépendent des types de lieux desservis (ex : pôle économique, résidentiel), et de la densité urbaine. D'autres facteurs interviennent dans le dimensionnement de l'offre comme la géographie des territoires ou les infrastructures existantes. Par conséquent, l'offre doit être étudiée finement, pour chaque territoire, au cas par cas.

4. Améliorer l'efficacité énergétique des véhicules

Certaines optimisations sur les rames de train en elles-mêmes, c'est-à-dire le matériel roulant, peuvent aider à gagner quelques pourcents d'efficacité énergétique. C'est le cas par exemple des futures rames TGV M, dont le déploiement sur le réseau ferré français doit démarrer en 2024, qui consomment 20% d'énergie en moins comparativement aux rames TGV actuellement en service⁶.

La conception des trains peut améliorer davantage leur aérodynamisme, leur motorisation et leur refroidissement. Des trains dits légers et très légers, moins consommateurs, sont envisagés pour les lignes de desserte fine du territoire⁷.



"DraisY" est un projet de train très léger de la SNCF

Comme dans les bâtiments, la consommation du chauffage et de la climatisation des rames peut être réduite en ajustant les températures de consigne, avec des systèmes de fermeture automatique des portes et des vitrages à contrôle solaire. L'éclairage peut également être optimisé. Au-delà des performances du matériel roulant en service, l'analyse du cycle de vie doit chercher à minimiser son empreinte écologique en tenant compte de sa construction, de sa maintenance et de sa revalorisation ou recyclage en fin de vie.

Si la conception et la fabrication du matériel roulant ont un rôle à jouer, d'autres leviers existent. **L'écoconduite permet par exemple d'économiser environ 10 % d'énergie.**⁸ **De plus, des marges significatives seraient encore possibles selon la SNCF.**⁹ **L'éco-stationnement, qui consiste à mettre à l'arrêt les rames durant leur temps d'attente**

entre deux voyages, permet aussi des gains majeurs.¹⁰ Enfin, la réduction de la vitesse maximale apporte non seulement des gains en termes de consommation, mais aussi de durée de vie de l'infrastructure et du matériel roulant qui sont sollicités moins intensément, avec des conséquences minimales sur le temps de trajet des voyageurs.

D'autres solutions sont également en réflexion comme, la valorisation en électricité de l'énergie cinétique récupérée lors du freinage, ou encore l'optimisation des voyages à vide.

5. Energie utilisée : sortir du train diesel et développer les énergies bas-carbone

Bien que le réseau ferroviaire français soit majoritairement électrifié, l'utilisation de combustibles fossiles reste significative. SNCF Réseau possède la 7^{ème} flotte de véhicules routiers en France, dont 90% étaient encore des véhicules diesel en 2020¹¹. 40 % des trains, pour la majorité des TER roulent eux aussi au diesel. L'utilisation du B100 (agrocultures issu du colza) comme substitut au diesel est un moyen efficace de réduire les émissions de ces véhicules jusqu'à 60 % sans générer de coûts annexes pour adapter la motorisation.¹² Mais cette solution utilise des surfaces agricoles, qui sont une ressource rare à l'échelle mondiale.

Pour les trains, la solution la plus prometteuse est déjà là : généraliser l'électrification des lignes. Pour réduire les travaux nécessaires, certaines lignes peuvent se contenter d'une électrification partielle, dite frugale, limitée à certains tronçons. Il faut alors des trains à batteries qui se rechargent sur les portions électrifiées pour pouvoir ensuite couvrir les portions non-électrifiées.



Travaux d'électrification

Première consommatrice industrielle d'électricité en France (1 à 2% de la consommation annuelle française), la SNCF fait également face à un enjeu d'approvisionnement énergétique. De plus, dans le contexte actuel de hausse des prix de l'énergie et la nécessité d'augmenter sa part d'énergie bas carbone, le développement de nouvelles sources d'énergies, à travers la mise en œuvre d'autoconsommation photovoltaïque pour les gares et l'utilisation d'hydrogène bas-carbone dans les trains sont des solutions à envisager.

La modélisation numérique détaillée du réseau est également un levier pour allonger la durée de vie des infrastructures réseaux en optimisant les interventions de maintenance et de remplacement. Malgré cette amélioration, le défi de la régénération du réseau français reste immense, faute d'avoir investi suffisamment par le passé. Encore aujourd'hui, il manque chaque année 500 millions € aux quelques 3 milliards € prévus à cet effet.¹⁴ Cela impacte notamment la qualité de service avec presque 10 % du réseau qui subit des ralentissements ou des arrêts de circulation pour cause de mauvais état du réseau. L'État a réagi début 2023 avec un plan de financement pour atteindre en 2027 le rythme de travaux nécessaires et le maintenir jusqu'en 2040.

Il existe d'autres leviers pour réduire la consommation d'énergie pour les infrastructures ferroviaires. Sur les lignes avec un faible trafic, il est possible d'économiser de l'énergie en

déconnectant temporairement les sous-stations d'alimentation électrique dans les périodes sans trafic ou sans besoin énergétique. Pour limiter les pertes d'énergie le long des caténaires et réduire

l'usage du cuivre, des câbles supraconducteurs pourraient être utilisés : les premiers seront mis en service à la Gare Montparnasse en 2023.⁸

DECARBONER LES INFRASTRUCTURES FERROVIAIRES ET LES AUTRES ACTIVITES SUPPORT

1. Décarboner les voies ferrées de la construction à l'exploitation

Chaque année, le réseau ferré nécessite plus de 2,6 millions de tonnes de matières pour participer à l'entretien, au renouvellement et à la construction du réseau. Ainsi, réemployer et recycler les matériaux issus des rails, traverses et ballast usés permet d'éviter les émissions

induites par une nouvelle production de matériaux neufs. Par exemple, le déploiement de rails faits en acier recyclé permet une baisse d'environ 90 % des émissions par rapport à l'utilisation de rails en acier neuf.¹³

2. Décarboner les gares et les bâtiments ferroviaires

Les Gares et bâtiments dans leur ensemble doivent également opérer des transformations. La certification Haute Qualité Environnementale (HQE) pour les nouvelles gares SNCF mieux isolées et produisant leur propre énergie montrent la tendance à suivre.

rénovation énergétique des bâtiments, avec l'installation de chaudières à faible émissions, mener des travaux d'isolation thermique, utiliser des solutions à faible consommation dans les centres de maintenance et utiliser notamment le parc de toiture pour développer leur propre capacité de production d'énergie renouvelable.

Il est nécessaire pour l'ensemble du parc immobilier ferroviaire de mener la

3. Appliquer la sobriété dans les déplacements, l'utilisation de bâtiments, le numérique et les achats

Une entreprise ferroviaire, comme toute entreprise, possède des bureaux, des usages numériques, des déplacements domicile-travail des collaborateurs, etc. qui sont à optimiser. Il est nécessaire de les mesurer, d'identifier les sources d'émissions de gaz à effet de serre et d'appliquer des bonnes pratiques au sein des organisations. Cela peut passer par l'allongement de la durée de vie du matériel informatique ou des adaptations organisationnelles pour réduire les déplacements des salariés et les consommations énergétiques des bâtiments.

l'ensemble des autres parties prenantes internes et externes.

Les transformations de type sobriété sont notamment incontournables¹⁵ : sobriété dans la demande de transport, la vitesse, les moyens matériels mis en œuvre ; en maintenant toutefois une forte attractivité du train par rapport aux modes de transport plus polluants, via une qualité de service importante, un prix attractif et une offre à la hauteur de la demande.

Son empreinte carbone ne dépend donc pas uniquement des activités sous sa responsabilité opérationnelle, financière ou juridique mais également de

Ce défi mobilise toutes les parties prenantes : l'État et les autorités organisatrices des mobilités qui décident des politiques publiques, les entreprises du secteur ferroviaire, les voyageurs et les

chargeurs. Ils doivent agir en coopération dans le cadre d'une planification écologique sur plusieurs décennies, aux différentes échelles : locale, régionale, nationale et européenne selon les enjeux. Le contexte d'ouverture à la concurrence complexifie cette coordination : il favorise l'éclatement des acteurs qui peuvent

privilégier des intérêts à plus court terme, notamment financiers. Un service public ferroviaire unifié et pérenne serait un facteur de succès pour la décarbonation. À défaut, une autorité de régulation doit définir des directives assurant la cohérence globale et la mobilisation de tous les acteurs

CONCLUSION : UNE TRANSFORMATION SYSTEMIQUE A ACCELERER SANS ATTENDRE

Parmi ces différents leviers, lesquels activer ? Il est utile d'évaluer le potentiel de réduction d'émissions de gaz à effet de serre de chacun, puis de mesurer les réductions effectivement réalisées. Cependant ce type d'études préalables ne doivent pas être un frein à l'action. **Les réductions d'émissions nécessaires sont telles que tous les leviers accessibles doivent en fait être activés sans attendre. Des estimations rapides suffisent pour commencer à agir.** Il faut de toute façon des années et plusieurs itérations pour aboutir à un bilan complet et précis d'émissions de gaz à effet de serre ainsi qu'un pilotage fin des efforts de réduction : se lancer directement dans la réduction aide aussi à y arriver plus rapidement.

Les actions à mener concernent l'outil de production dans sa construction jusqu'à sa fin de vie, en passant par l'usage et l'entretien, les infrastructures autour, ainsi que les organisations concernées.

Sources :

- [1] Stratégie Nationale Bas-Carbone révisée complète, Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2020
- [2] Voilà les émissions des transports en France entre 1700 et 2100 !..., Aurélien Bigo, 2022
- [3] Thèse – Les transports face au défi de la transition énergétique, Aurélien Bigo, 2020
- [4] Le fer contre le carbone, Jean-Pierre Farandou, Fondation Jean Jaurès Édition, 2022
- [5] Voyager bas carbone, Plan de Transformation de l’Economie Française, The Shift Project, 2022
- [6] Modulable, recyclable et 100% connecté : découvrez le TGV M, SNCF, 2021
- [7] Mobilité pour tous dans les territoires, SNCF, 2023
- [8] Notre engagement au service de la sobriété énergétique, SNCF, 2022
- [9] A la SNCF, les conducteurs de trains outillés pour l'éco-conduite pour limiter les factures d'électricité, L'usine nouvelle, 2022
- [10] « Planète voyages » : pour une mobilité plus écologique, SNCF, 2021
- [11] Note stratégique « environnement 2030 » : SNCF Réseau et l'impératif écologique, SNCF Réseau, 2020
- [12] 11 000 tonnes de CO₂ évitées depuis avril 2021 grâce à l'utilisation du biocarburant B100 sur la ligne Paris-Granville, Région Normandie, Saipol et SNCF, 2023
- [13] SNCF Réseau homologue les rails GREENSTEEL, champion du bilan carbone, SNCF Réseau, 2020
- [14] Le Réseau Ferroviaire Français : des évolutions significatives mais des choix nécessaires à venir, Cour des Comptes, 2021
- [15] Mobilités : ne plus négliger les leviers de la sobriété, Carbone 4, 2022

Contacts

Rodolphe GARABETIAN

rodolphe.garabetian@talan.com

Consultant confirmé Transport et Mobilité

Arnaud SOUMET

arnaud.soumet@talan.com

Manager Transport et Mobilité

Guillaume LAFARE

guillaume.lafare@talan.com

Directeur Consulting et Innovation Transport et Mobilité