

# #Thématique

3

## Trains zéro carbone

Faire du secteur ferroviaire la colonne vertébrale d'une mobilité interconnectée, durable, décarbonée, résiliente et sobre



**CORIFER**  
RECHERCHE ET INNOVATION  
FERROVIAIRE

# 3 Trains zéro carbone

## Enjeux identifiés

L'impact du changement climatique tend à se faire de plus en plus ressentir à l'image des épisodes de sécheresse de l'été 2022 - hiver 2023. L'encadrement des émissions de gaz à effet de serre, la protection de la biodiversité et des ressources deviennent des paramètres majeurs pour l'évaluation des nouveaux projets industriels, d'infrastructure et de mobilité.

Pourtant, depuis 1990 et contrairement aux autres secteurs<sup>[12]</sup>, les émissions de gaz à effet de serre liées au secteur du transport en France n'ont cessé d'augmenter (+9%) en faisant le premier contributeur au réchauffement climatique.

La raison de cette augmentation continue est liée d'une part à l'augmentation de la demande de transport et de l'autre à la prédominance de la voiture comme principal mode de déplacement du quotidien dont les effets négatifs sur le climat ne sont aujourd'hui pas effacés par le progrès technologique.

Dans ce contexte, le matériel roulant ferré est identifié aujourd'hui comme un moyen incontournable

pour assurer le report du transport des personnes et des marchandises vers une solution de mobilité plus propre et ce dès aujourd'hui, quand les acteurs du transport routier et aérien visent des objectifs de décarbonation à horizon 2035.

La considération de l'impact environnemental est de plus en plus important dans la sélection d'un mode de transport, mais il est cependant rarement le premier critère<sup>[13]</sup>. Afin d'atteindre les objectifs ambitieux fixés en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre sans réduire l'offre de transport, des investissements importants sont à réaliser pour renforcer la proposition de la valeur du train sur les critères chers aux yeux des voyageurs, comme le prix ou la disponibilité.

[12] [Panorama des émissions françaises de gaz à effet de serre - notre-environnement](#)

[13] <https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/how-to-entice-travelers-to-change-tack-to-track>

## 3 Trains zéro carbone

**La promotion de l'intermodalité est également clé pour tendre vers une mobilité plus durable. En associant des solutions de transport décarbonées et en offrant une mobilité point à point nativement interconnectée, il est possible de favoriser l'utilisation de modes de transport plus respectueux de l'environnement.** La définition des normes pour l'interopérabilité et les systèmes intermodaux est nécessaire pour une intégration fluide des différents modes de transport dans une chaîne de mobilité cohérente et simple d'usage.

Le train doit également assurer sa propre transition en sortant définitivement du diesel : aujourd'hui environ 30% des lignes du réseau ne sont pas électrifiées et doivent être parcourues en traction thermique<sup>[14]</sup>. La conversion des engins moteurs fret vers des énergies plus propres et l'hybridation sont d'ailleurs une priorité de la stratégie nationale pour le développement du fret ferroviaire de 2021. Des investissements importants doivent être réalisés pour atteindre à terme le zéro émission sur le cycle de vie du train comme des infrastructures. Cela passera entre autres par la mise en œuvre de nouvelles pratiques d'ingénierie, de conduite de travaux et de revalorisation des matériaux.

Enfin, il faut noter que le train représente aujourd'hui 2% de la consommation française d'électricité.

Grâce au mix énergétique français, il est un mode de transport vertueux mais cela le rend aussi particulièrement sensible aux tensions sur les marchés de l'énergie. La conjoncture de l'hiver 2023 souligne la criticité de cette contrainte :

- Les risques de délestage dus aux difficultés sur le parc nucléaire ont engendré une menace de blocage partiel des circulations ;
- La hausse des prix de l'énergie sur le marché spot liée en partie au contexte géopolitique a conduit à un surcoût de plus d'1,5 milliards d'euros pour la SNCF <sup>[15]</sup>.

**Il est donc nécessaire pour la filière de poursuivre ses efforts pour une utilisation optimale de l'énergie ainsi que pour l'augmentation de la résilience énergétique du système.**

[14] Autorité de régulation des transports - Le marché Français du Transport Ferroviaire en 2020 - 2020

[15] France Info - Crise de l'énergie : la SNCF anticipe une augmentation de sa facture d'électricité d'au moins 1,6 milliard d'euros en 2023 - 2022

# 3 Trains zéro carbone

## Ambitions de la filière

Au regard de ces enjeux, la filière ferroviaire se fixe trois ambitions d'ici à 2030 :

- 1 Accélérer le verdissement de l'ensemble du ferroviaire et déployer de nouveaux trains voyageurs et fret propres**  
à batterie et/ou hydrogène, sûrs et efficaces pour une empreinte minimale sur le réseau et l'environnement (ressources eau et matières, biodiversité, bruit, qualité de l'air et des sols...)
- 2 Développer l'intermodalité**  
en s'appuyant sur le ferroviaire comme pilier des nouvelles mobilités décarbonées et partagées
- 3 Renforcer la résilience énergétique en valorisant l'emprise ferroviaire**  
pour produire, stocker et gérer l'énergie de manière intelligente et systémique (infrastructure et matériel) ; réduire l'exposition aux prix de marché par l'effacement ponctuel de la consommation des trains et des systèmes

# 3 Trains zéro carbone

## Annexes

**Programmes et projets pressentis résultat des groupes de travail CORIFER (ne constitue pas une feuille de route exhaustive et finalisée, les projets définitifs étant proposés en réponse à un AMI) :**

**Développer et industrialiser des trains voyageurs et fret propres et efficaces**, tirant parti de l'usage de batteries et de l'hydrogène

Mettre en œuvre les technologies permettant de décarboner les trains de voyageurs, de fret et les engins de chantier :

- Développer les trains à batterie (*développement des batteries ferroviaires : voir le thème Industrie et Infrastructures du futur*) ainsi que les systèmes de recharge rapide
- Améliorer l'efficacité des matériels grâce à la récupération d'énergie au freinage
- Développer les matériaux légers et les composants électriques innovants pour un train plus sobre
- Accélérer la mise sur rails de trains à hydrogène, en développant une pile à combustible à haut rendement énergétique ainsi qu'en investiguant le potentiel des technologies de combustion interne
- Décarboner les véhicules de fret, les engins de chantier et de travaux : retrofit des engins moteurs, véhicules bimodes hybrides / à hydrogène

**Favoriser l'autonomie et la résilience du réseau ferroviaire** en développant ses capacités de production, de stockage et de gestion intelligente de l'énergie

Développer des Hubs énergétiques et intermodaux, par lesquels la gestion et la distribution de l'énergie s'opère de façon entrelacée entre les différentes sources énergétiques et les consommateurs :

- Déployer les solutions de production (électrolyseurs), de stockage (liquide, gazeux, cavités salines) et de restitution de l'énergie hydrogène (ex : par piles à combustibles), pour réduire l'exposition à la volatilité des prix de marché. S'appuyer sur le fret pour la distribution de l'hydrogène vert
- Développer les systèmes de gestion de l'énergie intelligents / les smartgrids, qui permettront : d'optimiser les recharges et mises en veille des trains, de prédire et contrôler le stockage et la distribution de l'énergie au sein des hubs énergétiques ainsi que l'effacement d'une flotte de trains
- Favoriser l'effacement de consommation électrique en utilisant l'emprise ferroviaire pour la production d'énergies décarbonées, comme le photovoltaïque

# 3 Trains zéro carbone

## Annexes

**Engager la filière pour rendre l'ensemble du cycle de vie du train et du réseau durable**

- S'appuyer sur les futurs systèmes de stockage à bord des trains opérant sous caténaire pour limiter l'exposition au marché, venir en appui du réseau de distribution en cas de pénurie ou de tension faible

### Exemples de projets déjà lancés :

- *SuperRail* : déployer les matériaux supraconducteurs sur le réseau ferré pour répondre aux besoins d'alimentation des infrastructures dans les zones hyper denses (financé par Bpifrance via France 2030).
- *Smartgrid EALE (Équipements d'Alimentation des Lignes Électriques)* : gérer localement et en temps réel la consommation des matériels roulants

Développer une filière écoresponsable visant le zéro carbone dans une logique cycle de vie complet : depuis la conception et la fabrication des assets, jusqu'à leur usage, leur démantèlement et réutilisation potentielle

- Intégrer l'écoconception dans les pratiques de chaque acteur : ex - utilisation de matériaux recyclés / biosourcés, recyclage / réutilisation des batteries
- Développer les technologies réduisant les nuisances vis-à-vis de l'environnement : système de réduction du bruit, des émissions de particules fines, en particulier en tunnel
- Promouvoir les chantiers verts et améliorer l'efficacité énergétique des infrastructures à l'aide des technologies numériques
- Développer des voies ferrées écoénergétiques
- Améliorer la modularité et la durée de vie des matériels roulants

### Exemple de projet déjà lancé :

- *Additive 4 Rail* : Fabrication additive appliquée au ferroviaire pour développer une production locale et réparer plutôt que remplacer (financé par Bpifrance via France 2030)