LIVRE BLANC

DECARBONER LE TRANSPORT EN FRANCE : LA VOIX DU FERROVIAIRE

2023

Table des matières

Introduction.....6

I - Contexte.....9
A. Stratégie Nationale Bas-Carbone.....9
B. Loi d'Orientation des Mobilités (LOM).....9
C. Des enjeux au niveau européen.....9
D. Instauration d'une taxe carbone aux frontières.....10

II - Ambitions de la filière ferroviaire.....10
A. Valoriser l'intérêt économique et territorial de la filière ferroviaire.....10
B. Incarner la politique du report modal.....11
B1. Un mode ferroviaire économe en émissions de Gaz à Effet de Serre (GES).....11
B2. Un mode ferroviaire économe en énergie.....15
B3. Le ferroviaire : un investissement pour l'avenir.....15
C. Partager un programme porteur d'ambitions.....16

III - Le périmètre des actions de décarbonation de la filière ferroviaire.....17
A. Les principaux gisements de décarbonation sous l'angle de l'opérateur.....18
A1. Emissions de GES sur le scope 1.....18
A2. Emissions de GES sur le scope 2.....20
A3. Emissions de GES sur le scope 3.....20
B. Les sources majeures d'émissions de carbone pour les industriels de la filière.....21
C. Les actions enclenchées par la filière ferroviaire.....23
C1. Méthodologie de classification envisageable pour les actions.....23
C2. Présentation des actions de la filière ferroviaire.....24

IV - Les leviers d'accélération.....29
A. Les prérequis fondamentaux.....30
B. Établir les Bilans des Emissions de Gaz à Effet de Serre (BEGES).....30
C. Confirmer l'engagement de chacun sur un plan d'actions de décarbonation.....31
D. Mettre en mouvement et fédérer les acteurs, promouvoir des outils communs.....31
E. Organiser une gouvernance sur le sujet de la décarbonation.....32

V - Les engagements de la filière ferroviaire.....32
A. Constitution d'une gouvernance de la filière en matière de décarbonation.....32
B. Etablissement d'une feuille de route décarbonation de la filière ferroviaire.....33

VI - Conclusion.....33

VII - Classement des fiches.....34

VIII - Bibliographie.....83

Annexe :
dispositifs d'accompagnement pour les entreprises (non exhaustif).....85

Introduction

Jean-Pierre FARANDOU, Président de SNCF, et Louis NEGRE, Président de la Fédération des Industries Ferroviaires (FIF), nous expliquent pourquoi un livre blanc sur la décarbonation de la filière ferroviaire.

Comment est née l'idée de ce livre blanc ?

Louis NEGRE : Ce livre blanc sur la décarbonation de la filière est né d'une volonté partagée et commune avec Jean-Pierre Farandou. Le groupe SNCF, opérateur mondial de premier plan, et la FIF qui rassemble les principaux acteurs industriels de la filière ferroviaire française au troisième rang mondial, ont décidé de travailler ensemble sur la thématique du changement climatique et plus particulièrement de la décarbonation. Ce livre a pour objectif de dresser un bilan, de rassembler les analyses et les visions de chacun, de mettre en commun nos expériences et diffuser de l'information. Le but est d'établir à terme une feuille de route, bien qu'elle ne soit pas demandée par l'Etat. La filière souhaite aller au-devant, témoignant en cela de sa très forte ambition, de sa volonté et de sa vision sur le sujet de la décarbonation.

Jean-Pierre FARANDOU : Ce sujet est majeur pour SNCF et la filière ; nous sommes convaincus d'être une partie de la solution, mais pas seuls chacun dans son coin. Ensemble, dans une démarche collective, de coopération, nous sommes convaincus que nous pouvons accélérer, aller plus loin et créer une dynamique communicative. Il a été décidé de rédiger ce livre blanc pour s'inscrire dans une démarche commune vertueuse, communiquer sur les actions déjà lancées, les bonnes pratiques et les expériences réussies, mobiliser l'ensemble de la filière sur le sujet, et accompagner les industriels dans la mise en œuvre de plans d'actions de décarbonation. Il s'agit aussi de démontrer l'étendue des possibles et d'être force de propositions, certaines solutions étant déclinables dans d'autres secteurs.

Qu'attendez-vous de ce livre blanc ?

Jean-Pierre FARANDOU : Ce livre blanc exprime la volonté commune avec la FIF d'aller plus loin sur le plan de la décarbonation, de coopérer, partager, montrer, inspirer et embarquer tous les acteurs. Notre ambition est d'être la filière de référence. Le but de ce livre est aussi de communiquer sur nos atouts et nos vertus : le train est peu émetteur de Gaz à Effet de Serre (GES). On ne le dira jamais assez !
Ce livre s'adresse à toutes les parties prenantes, l'Etat, les Conseils régionaux, nos fournisseurs, nos clients pour crédibiliser et factualiser cette dynamique mais aussi inspirer et stimuler avec toutes les actions déjà mises en place. Des engagements sont pris et des suites actées comme la structuration d'une gouvernance et l'établissement d'une feuille de route.

Louis NEGRE : Ce livre blanc est un outil de « combat » destiné à rassembler l'ensemble de la filière, de focaliser l'attention des acteurs, des médias, mais aussi du grand public, pour montrer notre engagement à développer les idées vertueuses du ferroviaire. Afin d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050, voire bien avant, nous avons besoin de rassembler, de fédérer et de montrer à la fois les efforts déjà entrepris, mais en même temps, de fixer des objectifs à l'ensemble des industriels du ferroviaire. Ce livre blanc doit être porté devant l'opinion publique pour valoriser la filière, et doit permettre d'associer tous les acteurs à ces objectifs de décarbonation.

Pourquoi cette démarche est-elle importante pour la filière ?

Louis NEGRE : Cette démarche est importante car c'est une première de collaborer, sur un sujet aussi fondamental, de mettre l'ensemble de la filière au même niveau d'information et d'aller de l'avant collectivement, avec deux locomotives, la SNCF et la FIF ! Nous espérons entraîner l'ensemble du secteur ferroviaire pour asseoir notre position de secteur vertueux et nous avons l'ambition de contribuer à la réalisation des objectifs de décarbonation nationaux et européens. Ce livre blanc traduit notre volonté de faire bloc pour tirer vers le haut cette filière et lui donner toute la place qu'elle mérite dans notre pays.

Jean-Pierre FARANDOU : Tous les éléments confortent le train en termes de mode de transport extrêmement vertueux : mode roulant principalement à l'électricité décarbonée, durée de vie de son matériel roulant de près de 40 ans avec un taux de recyclabilité de 95%. Son intérêt économique est indéniable. La crise énergétique va accentuer cet intérêt. Mais nous ne nous reposons pas sur nos lauriers. Nous comptons bien aller plus loin et, ensemble, avec les acteurs de la filière, incarner cette dynamique : d'abord avec ce livre blanc, œuvre collective de la filière, ensuite au quotidien, dans nos interactions et relations avec nos fournisseurs, et nos fournisseurs avec leurs propres fournisseurs.

Cela passe évidemment par du contractuel, la définition de règles, mais aussi, par de l'accompagnement, de la pédagogie et du partage de bonnes pratiques. Le livre blanc est un outil important dans cette étape pour communiquer et accompagner les acteurs avec le concours de la FIF.

Jean-Pierre FARANDOU

Louis NEGRE

Le mot de l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME)

Le transport ferroviaire a un rôle capital à jouer dans l'atteinte des objectifs de neutralité carbone en France et en Europe à horizon 2050. Il est, avec la mobilité active, le mode de transport le plus écologique. Une empreinte carbone relativement faible qui tient à deux choses : l'efficacité énergétique du train qui le place parmi les modes massifiés d'une part, et le démarrage anticipé de sa transition énergétique réalisée grâce à l'électrification d'une grande partie du réseau ferroviaire, d'autre part. L'augmentation de sa part modale revêt donc une importance majeure pour diminuer les émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports.

L'ADEME salue la publication de ce livre blanc qui donne à voir des actions de décarbonation pour les entreprises industrielles et de services, montre l'ambition de la filière ferroviaire et encourage les pouvoirs publics à soutenir la décarbonation de l'industrie ferroviaire, de l'infrastructure, et des matériels roulants.

Boris RAVIGNON
Président-directeur général
de l'ADEME

I - Contexte

La lutte contre le réchauffement climatique constitue une priorité majeure de ce 21ème siècle au niveau mondial. Le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) a pu démontrer le lien entre le changement climatique et l'augmentation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES). Le gaz à effet de serre d'origine anthropique[1] le plus abondant (deux tiers) est le dioxyde de carbone (C02), largement produit lors de la combustion d'énergies fossiles. Le secteur des transports représentait, à lui seul, 31% des gaz à effet de serre émis par la France en 2019[2]. Pour toutes ces raisons, l'ensemble de la filière ferroviaire a décidé d'engager de façon volontariste et coordonnée des actions de décarbonation et de contribuer en la matière pleinement à la réalisation des objectifs des politiques nationales et européennes.

A. Stratégie Nationale Bas-Carbone

Depuis 2015, la France s'est dotée d'une stratégie nationale bas-carbone. Actualisée en 2020, cette stratégie réaffirme l'enjeu du report modal pour diminuer rapidement et efficacement les émissions de GES. L'orientation n°5 rappelle l'ambition de l'État : « Encourager au report modal en soutenant les mobilités actives et les transports massifiés et collectifs (fret et voyageurs) et en développant l'intermodalité ».

B. Loi d'Orientation des Mobilités (LOM)

En complément de cette stratégie nationale bas-carbone, la filière ferroviaire s'inscrit dans la trajectoire de la Loi d'Orientation des Mobilités, dite LOM (loi n° 2019-1428 du 24 décembre 2019). Pour rappel, ce texte vise à définir une politique publique des mobilités en France pour atteindre quatre objectifs concrets :

- apporter à tous et sur 100% du territoire des solutions alternatives à la dépendance à l'usage individuel de la voiture,
- développer l'innovation et les nouvelles solutions de mobilité,
- réduire l'empreinte environnementale des transports,
- investir davantage dans les infrastructures qui améliorent les transports du quotidien (hausse de 40% des investissements), notamment, pour renforcer l'offre de transports en commun moins émetteurs de GES.

La filière ferroviaire, par son caractère collectif, son ancrage territorial et son impact environnemental, apporte des solutions concrètes sur ces quatre enjeux pour contribuer pleinement à atteindre les objectifs. Ainsi, le report modal en faveur du ferroviaire représente un axe majeur de la transition écologique.

C. Des enjeux au niveau européen

Le mode ferroviaire est un mode de transport vertueux en termes d'environnement : tant en matière d'efficacité énergétique intrinsèque qu'en matière d'émissions de gaz à effet de serre. Ce constat n'a pas échappé à l'Union Européenne, qui avait fait de 2021 « l'année européenne du rail » afin de promouvoir ce moyen de locomotion destiné à jouer un rôle clé dans la transition écologique. De nombreux débats (interopérabilité, intermodalité, financement, recherche et in-

1 Les émissions de CO2 dans l'atmosphère peuvent être d'origine naturelle (décomposition, rejet océanique et respiration) ou d'origine anthropique, c'est-à-dire issues des activités humaines. En raison des activités humaines, depuis 1850, la concentration atmosphérique de dioxyde de carbone a considérablement augmenté passant de 280 ppmv (seuil depuis 6000 ans) à plus de 400 aujourd'hui.

2 Répartition des émissions de Co2 par secteur en France métropolitaine et Outre-Mer en 2019, hors UTCATF (CITEPA, 2021) - Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie.

novation...), prémices de nouvelles directives, ont été engagés pour donner les moyens d'offrir au mode de transport ferroviaire, un réel développement compte tenu de sa faible part dans les émissions de gaz à effet de serre.

D. Instauration d'une taxe carbone aux frontières

Le 13 décembre 2022, la Commission européenne, le Parlement européen et le Conseil de l'Union européenne se sont engagés sur la mise en place d'un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF)[3]. Ce mécanisme est destiné à fixer un prix carbone pour les importations de certains produits dans l'Union européenne (UE) : acier, aluminium, ciment, engrais, électricité et hydrogène, afin de ne pas pénaliser les industries européennes qui doivent respecter les règles liées à la décarbonation et restreindre les délocalisations. Si le dispositif n'entrera en vigueur qu'à partir de 2026 ou 2027, les importateurs devront, dès octobre 2023, déclarer la quantité d'émissions contenues dans les biens reçus. Des études devraient pouvoir à court terme mesurer et anticiper les impacts et éventuels bénéfices attendus pour la filière ferroviaire.

II - Ambitions de la filière ferroviaire

A. Valoriser l'intérêt économique et territorial de la filière ferroviaire

97% des achats du principal opérateur ferroviaire, la SNCF, sont réalisés auprès d'entreprises françaises irriguant l'ensemble des territoires. En 2021, elles ont bénéficié d'un volant de commandes de plus de 12 Mds€ d'achats contribuant tout au long de la chaîne de valeur à dynamiser l'économie des territoires et, par effet de propagation (fournisseurs de rang 1, 2, etc.), à participer au soutien d'emplois et à la croissance économique. En 2021, plus de 18 000 entreprises tricolores ont fourni la SNCF.

L'implantation sur le territoire des principaux partenaires et leaders de la filière ferroviaire ne peut que faciliter la réussite des politiques affichées de décarbonation impliquant d'intégrer la localisation des entités industrielles en France, ou a minima en Europe. La proximité des industriels permet de mieux profiter de l'avantage des circuits courts :

- réduction de l'empreinte carbone grâce à la réduction des temps de transport de la chaîne d'approvisionnement et à l'usage de modes de transport plus vertueux (ferroviaire etc.),
- réduction des aléas géopolitiques, sanitaires, voire climatiques,
- conservation et renforcement des compétences et du savoir-faire,
- retombées économiques en termes d'emplois,
- création d'écosystèmes industriels.

Plus de 247 000 emplois indirects (hors effectifs SNCF) en France, soit 0,9% des emplois en France, ont ainsi été soutenus dont près de 80 000 chez les fournisseurs de rang 1.

SNCF SOUTIENT LE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE ET L'EMPLOI DANS DES SECTEURS TRÈS VARIÉS.

Au total, 247 314 emplois soutenus.

3 MACF ou European Union Emissions Trading System (ETS). Les surcoûts prévus par le MACF sont calqués sur les cours du Système d'Échange des Quotas d'Émissions Carbone (ETS ou SEQE) qui concerne aujourd'hui les seules entreprises implantées en Europe. Les recettes générées permettent de contribuer au financement de la transition énergétique.

Un recensement effectué en 2020 pour le compte de l'Observatoire de la Métallurgie en liaison avec la FIF précisait par grand corps de métier les effectifs du secteur industriel ferroviaire pour un total de 45 000 personnes :

Activité	Effectifs*	Part
Constructeurs	12 000	27%
Equipementiers	6 700	15%
Infrastructure	17 000	38%
Signalisation	3 600	8%
Service	2 700	6%
Maintenance	1 800	4%
Location wagon	1 200	3%
Total	45 000	100%
**Effectifs de la filière ferroviaire (hors opérateurs et BTP)*		

A ces effectifs, il faut rajouter, notamment, les agents de l'opérateur ferroviaire SNCF travaillant à la conception et la maintenance des trains (environ 22 000 personnes), ceux chargés de la maintenance du réseau chez SNCF (environ 54 000 personnes), et les effectifs des autres opérateurs.

L'industrie manufacturière ferroviaire française occupe le troisième rang mondial avec 4,5 Mds d'euros de chiffre d'affaires annuel dont 35% à l'export.[4] A ce titre, la filière est exportatrice nette et contribue ainsi à réduire le déséquilibre de la balance commerciale française. La part de la filière ferroviaire dans la richesse du pays est de 0,6% du PIB (15 Mds € en 2021).

B. Incarner la politique du report modal

B1. Un mode ferroviaire économe en émissions de Gaz à Effet de Serre (GES).

En France, le secteur des transports est passé de 23% des émissions de GES en 1990, à 31 % en 2019.

L'industrie manufacturière française a réalisé de 1970 à 2014 des gains de productivité deux fois plus rapides que l'ensemble de l'économie française[5]. L'industrie de l'énergie a aussi fourni des efforts significatifs de productivité. Conjuguées à la désindustrialisation française[6], ces émissions industrielles représentent un pourcentage plus faible dans le bilan national. La part des émissions du transport dans le bilan national, par effet de balancier, est désormais plus importante. En comparaison avec d'autres pays plus industrialisés que la France, le transport représente donc en France, en relatif, un des axes de progrès majeurs de décarbonation de la France.

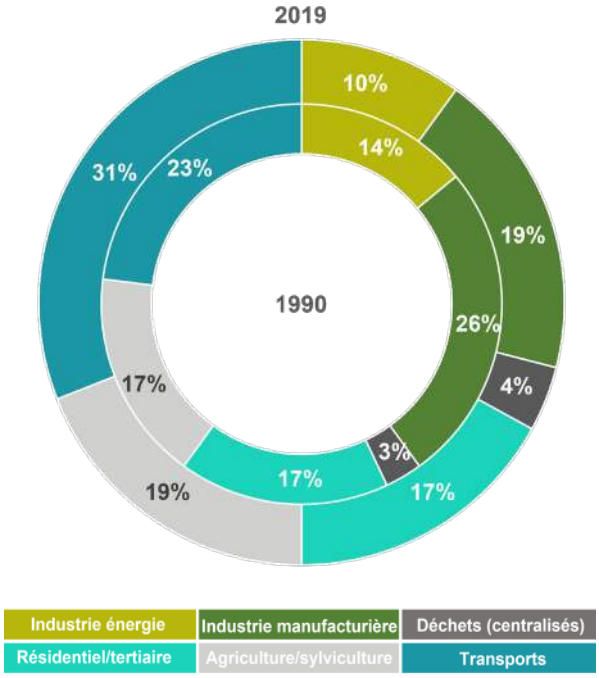
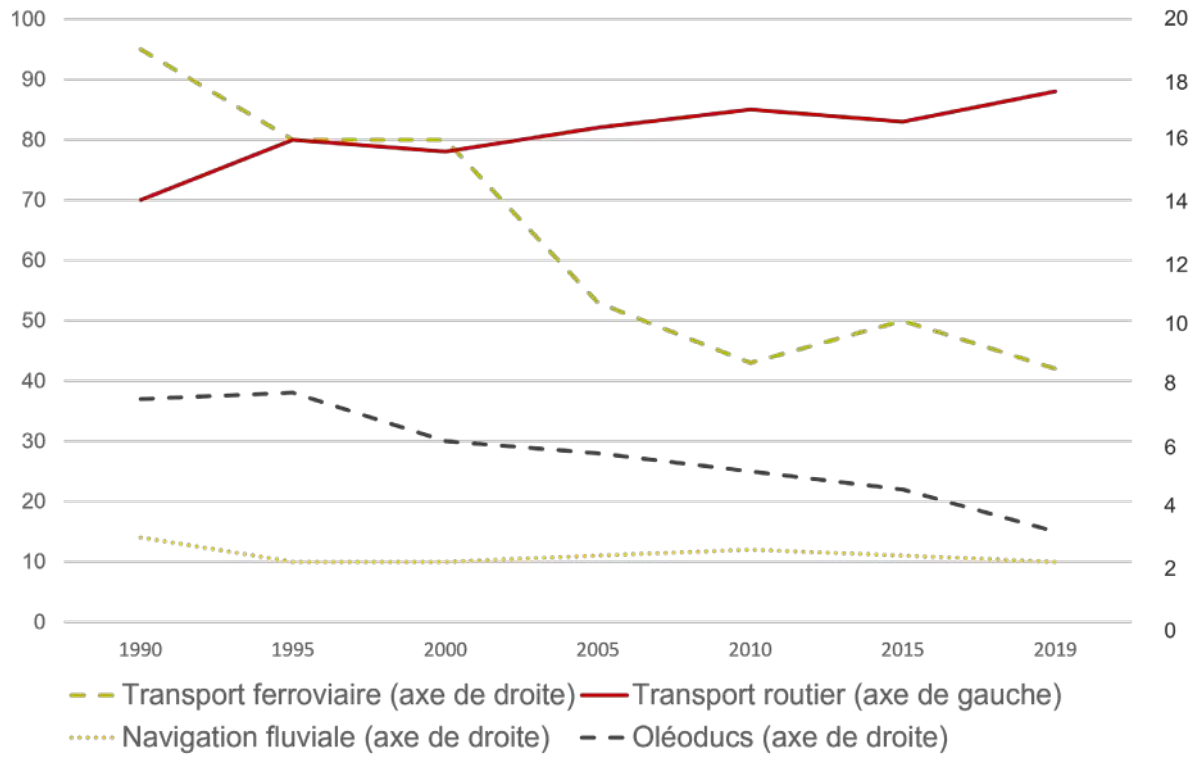


Figure 1 : *Répartition des émissions de CO2 par secteur en France métropolitaine et Outre-Mer en 2019, hors UTCATF (CITEPA, 2021)*

4 Source FIF
5 INSEE - L'Industrie manufacturière de 1970 à 2014 - https://www.insee.fr/fr/statistiques/2121532#titre-bloc-1
6 Entre 1995 et 2015, le pays s'est vidé de près de la moitié de ses usines et du tiers de son emploi industriel – Cf. Nicolas DUFOURCQ – « La désindustrialisation de la France -1995 – 2015 ».

Concernant le transport Fret, on constate depuis 1990 une baisse significative de la part modale du fret ferroviaire en France en comparaison d'une augmentation constante de celle du fret routier.



Source : direction générale des infrastructures, des transports et de la mer

Figure 2 : *Évolution des parts modales du transport de marchandises, en % du transport intérieur terrestre de marchandises (Rapport député Damien PICHEREAU, 2021).*

La demande de déplacement est globalement en augmentation. Concernant le domaine du transport de voyageurs, sur le périmètre de l'Union Européenne, la voiture et l'aérien captent davantage cette croissance que le ferroviaire.

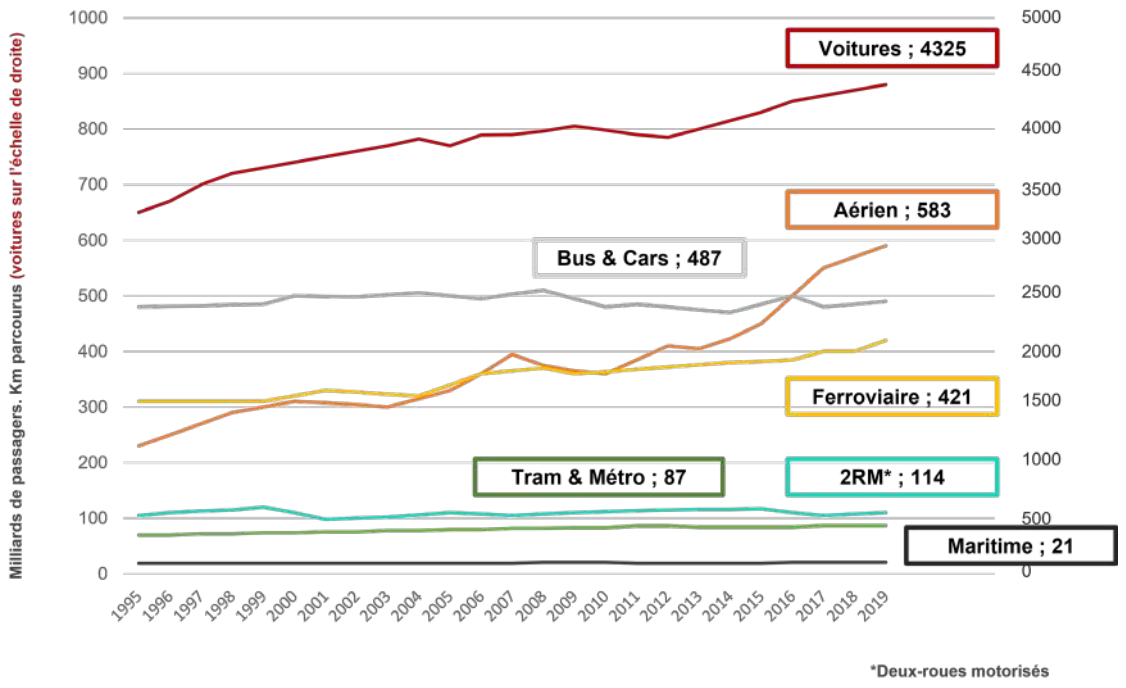
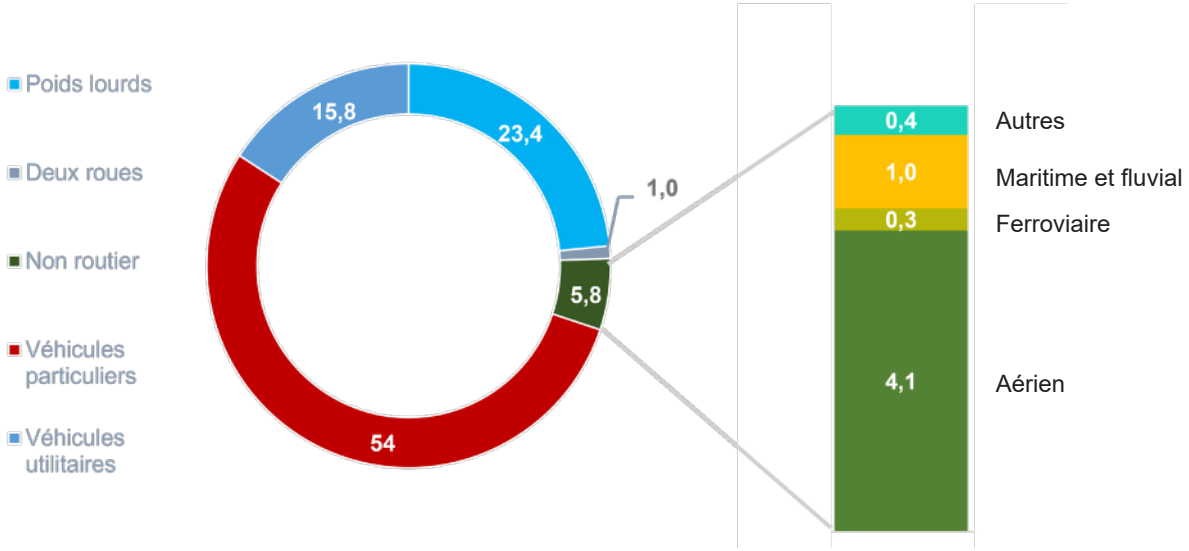


Figure 3 : *Issues des données du Statistical Pocketbook 2021 de la Commission Européenne*

Les émissions de carbone du transport proviennent pour plus de 94%[7] de la route.

En %



Note : les émissions des transports internationaux aériens et maritimes sont exclues de cette répartition. Elles représentent respectivement 14,3 % et 4,2% du total considéré ici. Les émissions des activités de construction des véhicules et des infrastructures ne sont pas comptabilisées dans cette catégorie.

Source : AEE, 2021

Figure 4 : *Répartition des émissions des GES des transports en France en 2019 (Ministère de la transition écologique, 2022).*

Le ferroviaire est à l'origine de seulement 0,3% des émissions de gaz à effet de serre des transports en France (0,1% des émissions nationales totales) pour environ 10% de la part modale.

Développer et renforcer le transfert modal vers le ferroviaire offre ainsi pour le transport un potentiel sans équivalent en termes de GES. Dans sa contribution au Plan de Transformation de l'Économie Française (PTEF), le Shift Project indique qu'afin de réduire l'empreinte écologique du secteur et d'augmenter sa résilience, il doit être envisagé tout d'abord de réduire le nombre de kilomètres parcourus. Ensuite, la transformation du secteur doit aussi passer par un report modal de la voiture et de l'avion vers le train. Ce dernier, déjà largement plus performant que les autres modes devrait, de surcroît, bénéficier d'améliorations techniques. Ainsi, le TGV M promet de réduire de 20% la consommation d'énergie et d'améliorer le bilan carbone de 37% par rapport aux rames actuelles.

On peut noter que les préconisations du PTEF conduisent à des ambitions élevées en donnant une place plus forte au train (multiplication par 3), tout en réduisant celle de l'avion (-35%) et de la voiture (-20 %)[8].

Par ailleurs, il convient de rappeler que le développement du ferroviaire aide à l'amélioration de la qualité de l'air et de la santé et contribue aux objectifs de la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) d'août 2015 qui fixe des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030[9].

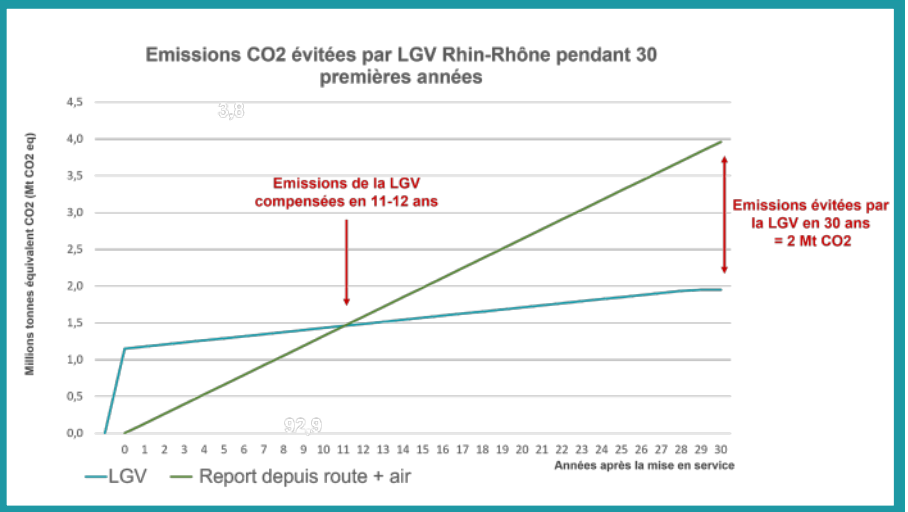
7 Ministère de la transition écologique - https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-transports-2022/19-emissions-de-gaz-a-effet
8 Voyager Bas Carbone – The Shift Project - avril 2022
9 Ministère de la transition écologique - https://www.ecologie.gouv.fr/loi-transition-energetique-croissance-verte

Le report modal vers le ferroviaire impliquera un report et un besoin de ressources qu'il conviendra d'anticiper. Les premières estimations établies pour la mise en place du PTEF prévoyaient, pour la seule longue distance, une multiplication par deux du besoin en emplois dans le secteur ferroviaire (+ 37 000 ETP)[10]. Les premières projections opérées par l'opérateur ferroviaire SNCF pour doubler la part modale (fret et voyageurs) de la route vers le ferroviaire en France toutes distances confondues aboutiraient à la création de 100 000 emplois.

En sus de ses faibles émissions en tant que mode de transport, le bilan des émissions liées à la construction des trains et de l'infrastructure est faible en regard de la longévité des trains (plus de quarante ans), de leur recyclage à plus de 95% en moyenne[11], de la durée de vie de l'infrastructure et de l'économie circulaire associée aujourd'hui pour minimiser encore ce bilan. Ce constat peut avantageusement être mis en avant lorsqu'il s'agit de comparer les émissions du ferroviaire aux émissions de la route et de l'aviation réunies[12]. Les données de l'ADEME[13] montrent que sur le réseau existant, le TGV ne souffre d'aucune comparaison avec l'avion.

TGV VERSUS AVION ET ROUTE

Les émissions de GES pour une ligne à grande vitesse sont amorties en seulement 12 ans (grâce au report modal de la route et de l'aérien vers le fer) par rapport à une situation sans Ligne à Grande Vitesse, et cela en tenant compte de tous les facteurs y compris les infrastructures ferroviaires.



Source : bilan carbone de la LGV

Figure 5 : *TGV versus Avion et route*

Ces données de l'ADEME, mises à jour récemment pour inclure la fabrication des véhicules, montrent que le train conserve aussi un avantage très significatif comparé aux voitures à batterie souvent présentées « zéro émission ». Un voyageur en TGV émet 39 fois moins de CO2e qu'une voiture électrique moyenne. En 2019, si une voiture particulière - cœur de gamme compact - électrique émettait 103 grammes de CO2e par passager au kilomètre, le TGV n'en émettait que 2,63 grammes. En 2018, un avion exploité pour des distances inférieures à 500 km émettait 305 grammes par passager.

La réussite du report modal vers le ferroviaire nécessitera une approche élargie impliquant à la fois le transport, l'économie et les territoires. Des partenariats devront s'imposer et devront embarquer l'Etat, les institutions, les collectivités territoriales et le secteur privé[14]. La coopération sera d'autant plus nécessaire que les obstacles politiques et économiques sont potentiellement plus grands que les obstacles technologiques et physiques.

10 Voyager Bas Carbone – The Shift Project - avril 2022
11 Le taux de recyclage est de 98% pour les locomotives, 92% pour les voitures Corail, 95% pour les autres remorques TGV ou voitures de 2 niveaux.
12 https://bonpote.com/train-vs-avion-match-retour/ - le bilan carbone de la LGV Rhin-Rhône abouti au bout de 30 ans à une émission de l'ordre de 1,8 MTCo2e.
13 ADEME - https://bilans-ges.ademe.fr/
14 Un exemple pour illustrer la nécessité d'impliquer toutes les parties prenantes : en France, 1 trajet en voiture sur 4 fait moins de 3 km. Source https://www.utp.fr

Mobilités : les cinq leviers d'action[15]

CO2 = Demande de transport x Report modal x Taux de remplissage x Efficacité énergétique des véhicules x Intensité carbone de l'énergie.

B2. Un mode ferroviaire économe en énergie

En France, pour le secteur du transport, les besoins d'énergie des différents modes sont disparates (données 2019)[16] :

- La part du mode routier représente 93% des besoins du transport.
- La part du transport aérien domestique représente 3,8 %.
- La part du ferroviaire représente 1,9%.[17]
- La part des autres modes (transport maritime et fluvial national) est inférieure à 1,4%.

La part du secteur ferroviaire de 1,9% dans la consommation finale du transport est bien inférieure à sa part modale de 10%, contrairement au routier. Une tonne transportée par le fret ferroviaire consomme 6 fois moins d'énergie que par la route ; un passager transporté par voie ferroviaire consomme 10 fois moins que par la route.

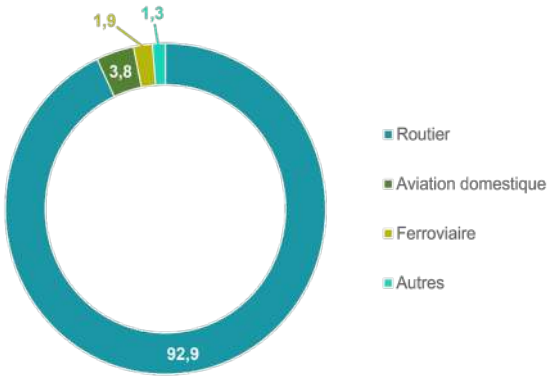


Figure 6 : *part de chaque mode dans la consommation finale énergétique des transports en 2019 en %.*

Au vu de l'actuelle crise énergétique, le ferroviaire grâce à son efficience énergétique et sa sobriété, apparaît d'autant plus comme une solution incontournable.

B3. Le ferroviaire : un investissement pour l'avenir

En matière d'environnement, de décarbonation du secteur des transports, et de consommation d'énergie, les investissements favorisant le report modal en faveur du ferroviaire s'avèrent les plus bénéfiques. En ce sens, avant d'envisager l'investissement de tout euro pour décarboner chacun des modes de transport (voiture, aérien, maritime, ferroviaire), la filière ferroviaire préconise de mettre sur pied une approche globale (tenant compte des coûts, gains, externalités, et créations de richesse) et comparative par rapport au retour d'investissement calculé dans les mêmes conditions pour les autres modes. En sus, la filière ferroviaire souhaite que les investissements financés par l'État au bénéfice de chacune des autres filières (aérienne, automobile, maritime) ne puissent être envisagés avant que les solutions favorisant le report modal et plus rentables ne soient épuisées. Une gouvernance à ce sujet au sommet de l'État serait souhaitable.

15 Équation de Kaya appliquée aux transports et issue de la thèse d'Aurélien BIGO 2020 : « Les transports face au défi de la transition énergétique. Explorations entre passé et avenir, technologie et sobriété, accélération et ralentissement » http://www.chair-energy-prosperity.org/publications/travail-de-these-decarboner-transports-dici-2050/

16 Ministère de la transition écologique - Bilan énergétique de la France pour 2019 - https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/bilan-energetique-2019/28-55-transports--stabilite-de (2022).

17 La faible part de la SNCF en besoin d'énergie est représentée majoritairement par son besoin en électricité qui se traduit par sa position de premier consommateur d'électricité en France, en tant qu'entreprise.

C. Partager un programme porteur d'ambitions

Fort de son avantage concurrentiel indéniable sur le plan de l'environnement, la filière ferroviaire souhaite s'appuyer sur cette dynamique pour aller plus loin, pour s'affirmer comme l'élément

moteur de la décarbonation des transports, mais aussi pour le démontrer, pour valoriser ses atouts dans la durée ; elle compte profiter de cet élan pour mobiliser :

- tous les opérateurs de la mobilité contribuant au report modal, toutes les parties prenantes de l'écosystème, les décideurs, les influenceurs, les lobbyings, les citoyens,
- les acteurs de la transition énergétique, les politiques, les organismes indépendants,
- tous les acteurs de la filière ferroviaire en tant qu'industriels et fournisseurs pour partager toutes les bonnes pratiques entre les entreprises, quelle que soit leur taille, et créer ainsi un collectif et même un « actif » de la filière sur le sujet de la décarbonation.

Afin de contribuer à concrétiser une transition écologique au quotidien, les actions de la filière ferroviaire se déclinent autour des valeurs environnementales[18]. La démarche de décarbonation incarne ces valeurs, s'inscrit dans le temps et s'enrichira progressivement ; cette démarche va contribuer également à attirer de nouveaux collaborateurs partageant ces valeurs, de plus en plus importantes chez les jeunes diplômés.

Être force de proposition sur le sujet de la décarbonation, c'est se mobiliser pour renforcer la position de la filière ferroviaire dans le paysage économique industriel et politique français, et contribuer à éclairer les décisions des pouvoirs publics pour œuvrer vers un report plus massif vers le mode ferroviaire, condition sine qua non à la réalisation des objectifs nationaux de décarbonation.

Bien que son taux d'émission de GES soit extrêmement bas, l'opérateur SNCF s'est engagé, début 2021, volontairement dans une trajectoire de réduction massive de son empreinte carbone : -30 % sur ses activités ferroviaire[19] et -50 % sur l'immobilier, en 2030 par rapport à 2015. Ces engagements répondent aux objectifs de la Stratégie Nationale Bas Carbone, sont portés par les objectifs que les Régions se sont elles-mêmes fixés, et sont accélérés par l'actuelle crise énergétique.

Aux côtés de SNCF, les industriels du ferroviaire sont mobilisés, eux aussi, pour réduire leurs émissions de CO2 et atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050. Nombre de ces industriels affichent des ambitions encore plus fortes et visent cette neutralité carbone dès 2030.

Dans cette optique, portés et soutenus en cela par leurs présidents respectifs Louis NEGRE et Jean-Pierre FARANDOU, la Fédération des Industries Ferroviaires (FIF) et la SNCF ont décidé de conjuguer leurs efforts pour diminuer encore, leurs propres émissions et donc celles de toute la filière. Cette thématique s'inscrit dans un programme de coopération plus large entre la FIF et la SNCF intégrant aussi la RSE, la gestion des ressources humaines (y compris le recrutement et la formation) et le digital.

La SNCF et les industriels de la filière ont la volonté de partager leurs approches de manière pragmatique et constructive, matérialisée en premier lieu par le présent livre blanc qui en constitue la première étape. La filière ferroviaire est déterminée à poursuivre sa trajectoire pour faire en sorte d'occuper la juste place qui lui revient dans le monde du transport. C'est une responsabilité que la filière ferroviaire souhaite assumer pleinement.

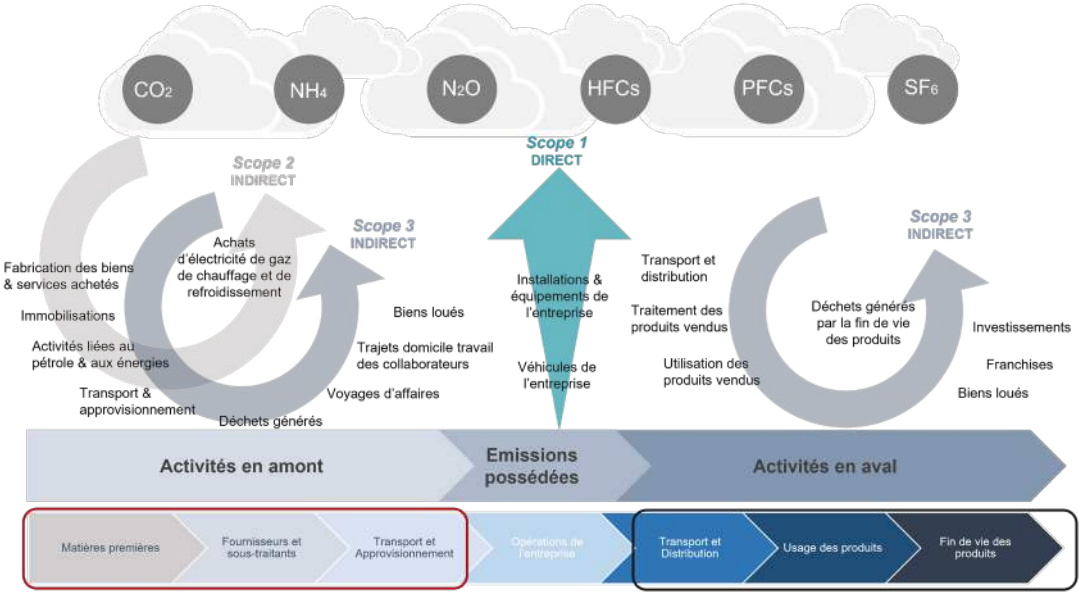
18 Les valeurs environnementales font référence au comportement des personnes à l'égard de l'environnement. Elles se déterminent grâce aux actions positives qui visent à utiliser les ressources naturelles de manière responsable ainsi qu'à conserver, entretenir et protéger l'environnement naturel et les êtres vivants.

19 Cf. Rapport financier annuel Groupe SNCF du 31 décembre 2021 – page 8.

III - Le périmètre des actions de décarbonation de la filière ferroviaire

Les émissions de GES sont classées en trois catégories : scope 1 (émissions directes), scope 2 (émissions indirectes liées à la consommation de l'électricité, de la chaleur ou de la vapeur nécessaire à la fabrication de produits) et scope 3 (autres émissions indirectes relatives à l'extraction de matériaux achetés par l'entreprise pour la réalisation de produits ou les émissions liées au transport des salariés, etc.). La majorité des émissions relève souvent du scope 3.

Le « Bilan d'Émissions de Gaz à Effet de Serre » (BEGES), recense les émissions de GES dans les scopes 1, 2 et 3.



Une partie des GES d'un opérateur ferroviaire est localisée dans ses achats de fournitures et de prestations. Ces émissions indirectes pour l'opérateur ferroviaire sont également intégrées dans les GES de ses fournisseurs. A leur tour, une partie des GES de ces fournisseurs est localisée dans leurs achats de fournitures et prestations auprès de leurs propres sous-traitants. C'est une chaîne d'approvisionnement. Cela démontre l'intérêt commun de travailler ensemble entre la SNCF et tous les fournisseurs sur le sujet de la décarbonation.

Une présentation simplifiée de cette chaîne serait la suivante :

<table>
<tr><th></th><th>Opérateur ferroviaire</th><th>Fournisseur rang 1</th><th>Fournisseur rang 2</th><th>Etc ...</th></tr>
<tr><td>GES dus à l'activité de l'entreprise (utilisation énergie) - 12% du bilan SNCF</td><td>Scope 1</td><td>Impacte le Scope 3 des fournisseurs d'énergie.</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>GES dus à la production de l'énergie (par les fournisseurs d'énergie) - 6% du bilan SNCF</td><td>Scope 2</td><td>Impacte les Scopes 1, 2 et 3 des fournisseurs d'énergie</td><td>Impacte les Scopes 1, 2 et 3 des fournisseurs de rang 2.</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="5">Tous les autres GES (82% du bilan SNCF) dont ceux liés à la production des fournitures industrielles et de prestations (45% du bilan SNCF)</td><td rowspan="5">Scope 3</td><td>Impacte le Scope 1 des industriels (utilisation énergie)</td><td>Impacte le Scope 3 des fournisseurs d'énergie.</td><td>...</td></tr>
<tr><td>Impacte le Scope 2 des industriels (GES dus à la production d'énergie)</td><td>Impacte les Scopes 1, 2 et 3 des fournisseurs d'énergie</td><td>...</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Impacte le Scope 3 des industriels pour l'achat de composants nécessaires pour confectionner les fournitures livrées à l'opérateur.</td><td>Impacte le Scope 1 de l'entreprise (utilisation énergie)</td><td>...</td></tr>
<tr><td>Impacte le Scope 2 de l'activité de l'entreprise.</td><td>...</td></tr>
<tr><td>Impacte le Scope 3 pour l'achat de composants nécessaires pour confectionner les fournitures livrées à son donneur d'ordre.</td><td>...</td></tr>
</table>

Dans ce qui suit, les émissions du monde ferroviaire seront souvent présentées sous l'angle de l'opérateur SNCF. Lorsqu'on parle des émissions de l'opérateur, on évoque implicitement les émissions de l'ensemble de sa chaîne d'approvisionement.

A. Les principaux gisements de décarbonation sous l'angle de l'opérateur

Pour rappel, le train représente 10 % de l'ensemble des transports (contre 85 % pour la route), mais ne pèse que pour 0,3 % des émissions totales[20] du transport. Le mode ferroviaire est vertueux (moins de 0,1% des émissions totales de la France). Vu sous l'angle de l'opérateur ferroviaire SNCF, le recensement des gisements de décarbonation est le suivant :

A1. Emissions de GES sur le scope 1

Le scope 1 recense les GES directement dus à la circulation des trains donc à leur traction, et les GES dus à la circulation des véhicules de service. Le ferroviaire étant vertueux, les GES liés

20 Cf. « Fer contre Carbone » de Jean-Pierre FARANDOU - Edition Jean JAURES - février 2022

à l'usage des énergies restent très circonscrits (environ 563 000 tCO2e pour la SNCF soit **12% de son bilan carbone**). Une grande partie de ces émissions est imputable à la nécessité de faire circuler des engins thermiques sur la partie non électrifiée du réseau (40%). Pour la traction des trains voyageurs SNCF, les engins thermiques assurent seulement 13% des trains.km mais représente 50% des émissions de GES.

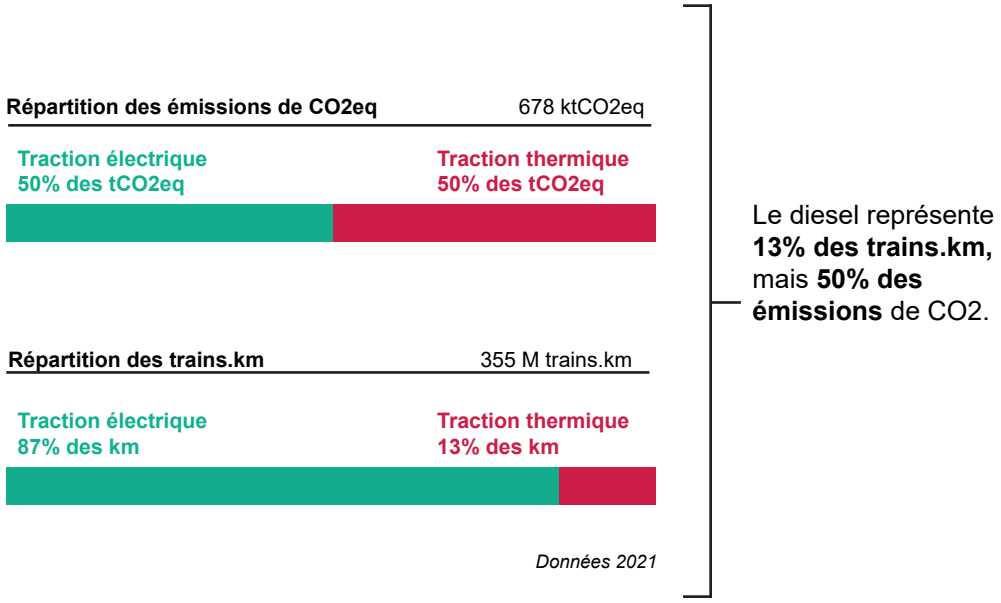


Figure 7 : *Pour les trains SNCF voyageurs[21], les émissions de CO2e sont majoritairement issues de la traction Diesel qui représente pourtant une part modérée du trafic[22].*

Pour Fret SNCF, les engins thermiques assurent seulement 10% des tonnes.km, 90% des tonnes.km étant réalisées avec des locomotives électriques.

En Europe, 56 % du réseau ferroviaire est désormais électrifié – Ce taux a augmenté de deux points entre 2016 et 2020, constate IRG-Rail, réseau européen de 31 régulateurs ferroviaires indépendants, dans son rapport, publié le 11 avril 2022. De fortes disparités sont toutefois à noter, puisque le taux d'électrification est nul au Kosovo et de 100 % en Suisse. En France, il atteint 60 %, contre 53 % en Allemagne, 70 % en Italie et seulement 38 % en Grande-Bretagne, 3 % en Irlande. Les pays baltes et d'Europe du Sud-Est affichent également des taux parmi les plus faibles (cf. source Contexte –IRG Rail).

Les programmes pour s'affranchir du moteur thermique ou remplacer le gazole par du biocarburant, le nouveau TGV « M », ou les actions de sobriété, sont les solutions emblématiques pour réduire ces émissions de carbone avec leurs polluants afférents ; pour les trains TER, la sortie du gazole s'impose, du moins dans les Zones à Faibles Emissions (ZFE), pour contribuer au respect des objectifs en matière de santé publique sur la pollution de l'air.

21 SNCF Voyageurs comprend trois activités transporteur :
- TGV-INTERCITÉS, pour les trains longue distance en France et en Europe (TGV INOUI, OUIGO, INTERCITÉS, Eurostar, Thalys, TGV Lyria…)
- TER, opérateur de trains régionaux pour les onze régions métropolitaines, autorités organisatrices de transport, hors Île-de-France et Corse
- Transilien, opérateur de 15 lignes de train et RER en Île-de-France pour Île-de-France Mobilités

22 SNCF - Direction Technologies, Innovation et projets Groupe – Ferrocampus – 5 avril 2022

A2. Emissions de GES sur le scope 2

Le scope 2 recense les GES liées à la production de l'énergie nécessaire à l'activité ferroviaire. Ces GES correspondent pour les opérateurs ferroviaires à la cokéfaction et au raffinage des produits pétroliers nécessaires à la circulation des engins thermiques. Ce scope 2 comptabilise aussi les GES générés par la production de l'électricité à partir des énergies fossiles. Ces GES, liés indirectement aux consommations énergétiques, sont encore plus circonscrits (environ 280 000 tCO2e pour la SNCF en 2021 soit **6% de son bilan carbone**).

Les programmes pour s'affranchir du moteur thermique ou le verdissement de l'électricité (consistant à acheter de l'électricité renouvelable) apportent des solutions pour réduire ces émissions de carbone avec leurs polluants afférents. Ces émissions de GES impactent les scopes 1, 2 et 3 du BEGES de ses fournisseurs d'énergie.

A3. Emissions de GES sur le scope 3

Le scope 3 est le plus important. Il constitue 70% à 90% des bilans carbone dans les grands groupes[23] ; les émissions de ce scope 3 sont d'environ 3 700 000 tCO2e pour SNCF en 2021 soit **82% de son bilan carbone**). S'agissant de SNCF, dans **ce scope 3, les GES émis par la production des fournitures et prestations achetées auprès des industriels pour l'activité ferroviaire (hors énergie) représentent une large part (environ 2 000 000 tCO2e pour la SNCF en 2021 soit 45% de son bilan carbone) ; ces émissions de GES font partie des scopes 1, 2, et 3 de ses fournisseurs industriels. Les émissions des fournitures nécessaires à l'activité ferroviaire, principalement industrielles, constituent donc le principal enjeu et champ d'investigation pour réduire encore l'empreinte carbone du ferroviaire[24].**

Parmi les émissions liées à la production de biens industriels nécessaires à l'activité ferroviaire, la construction et la maintenance des engins moteur et de l'infrastructure représentent les principaux foyers possibles d'émissions de GES[25].

Concernant la construction et la maintenance des trains, le bilan des GES est avantageux, favorisé en cela par la longue durée de vie des engins, proche de quarante ans. Mieux :

- pour la construction et la maintenance de rames électriques, les GES émis pour l'extraction des matériaux nécessaires représentent environ 20% de l'ensemble des GES émis lors du cycle de vie ; le principal poste en termes de GES reste la consommation d'énergie[26],
- pour les engins thermiques, les émissions de GES dues à l'énergie consommée prévalent sur les émissions liées à l'extraction des matériaux nécessaires à la construction et à la maintenance des engins ; ces émissions (recensées dans les scopes 1 et 2) restent malgré tout circonscrites par rapport à d'autres modes de transport.

Le principal gisement industriel de décarbonation pour le ferroviaire est logiquement représenté par l'Infrastructure[27]. Les achats de produits et services hors énergie pour SNCF Réseau représentent environ 1 100 000 tCO2e soit 24% du bilan carbone pour la SNCF. Les leviers identifiés pour réduire ces émissions sont principalement ceux de l'économie circulaire[28].

---

23 80% des émissions de l'industrie pétrolière ou 75% dans l'automobile Magazine Challenge du 1er mars 2021 – fiscalité.

24 Le Contexte Réglementaire, prévoit que les personnes morales de droit privé employant plus de 500 personnes sont tenues d'établir un Bilan d'Émissions de Gaz à Effet de Serre dit « BEGES » (art. L.229-25 du code de l'Environnement). Le calcul des émissions indirectes du scope 3 (dont les Achats) ne sera plus optionnel à partir de janvier 2023 pour ces entreprises de plus de 500 personnes (Cf. décret n° 2022-982 du 1er juillet 2022).

25 Ils représentent pour la SNCF les deux principaux postes d'achat (hors énergie).

26 Source Groupe de travail ADEME-SNCF – Nota : la production de l'électricité n'est pas décarbonée en totalité.

27 Corrobore les propos de Federico ANTONIAZZI (Directeur du Mastère Spécialisé Systèmes de transports ferroviaires et urbains · Ecole des Ponts Paris Tech) lors du FERROCAMPUS du 5 avril 2022.

28 Cf. Contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau 2021-2030.

Trois niveaux d'action constituant les premières pistes sont mobilisés sur les matériaux dimensionnants de la voie (rails, traverses, ballast) :

- réemploi des composants sur le réseau, qui trouvent une seconde vie en accord avec les besoins (rails de Lignes à Grande Vitesse ou Lignes de Desserte Fine du Territoire (LDFT[29]), etc),
- recyclage des matières dans la fabrication de nouveaux matériaux en circuit court (nouveaux rails à partir de l'acier d'anciens rails),
- valorisation des produits de dépose hors réemplois ferroviaires (ballast en granulat pour génie civil, cogénération énergétique des traverses en bois).

D'autres actions favorisant la décarbonation sont bien sûr envisagées ou mises en œuvre.

B. Les sources majeures d'émissions de carbone pour les industriels de la filière

Pour l'opérateur SNCF, les émissions liées aux achats auprès des fournisseurs hors énergie faisant partie de son scope 3 et représentant une source d'émissions de GES importante, il semble opportun dans un premier temps de prendre des dispositions pour mesurer, en sus de l'empreinte carbone de l'infrastructure déjà estimée dans le Contrat de performance SNCF Réseau/État, l'empreinte carbone de toute la chaîne de production et d'exploitation des trains afin d'agir pour mieux la réduire ; la connaissance des principales sources des émissions du monde industriel en général peut aider, par corrélation, à mesurer et circonscrire les gisements de décarbonation liés aux processus industriels des industriels de la filière ferroviaire.

En France, l'industrie représente en 2021 près de 19% des émissions de gaz à effet de serre (pour près de 78 MtCO2e[30]), soit bien plus que son poids économique (entre 10 et 12% du PIB et de l'emploi direct[31]).

Pour l'industrie hors énergie, en France, quatre grands secteurs contribuent à hauteur de 63 % aux émissions des GES. Il s'agit de la chimie (21%), de la sidérurgie (14%), de la cokéfaction et du raffinage (14%), du ciment, chaux, plâtre (14%). Les industriels de la filière ferroviaire qui s'approvisionnent auprès des fournisseurs de ces quatre secteurs sont la clé de voûte dans le processus global de décarbonation de la filière.

L'approche par les seuls matériaux permet de recenser neuf secteurs industriels représentant plus de 50% de la consommation énergétique de toute l'industrie française. Il s'agit de l'acier, l'aluminium, le verre, le ciment, l'éthylène, le chlore, l'ammoniac (élément de base des engrais), le papier / carton et le sucre. Ces produits ont vocation à être transformés dans le processus de production pour fabriquer des biens de consommation.

Pour illustrer cette approche, on peut citer les analyses de cycle de vie (ACV) des trains. Le train est découpé en sous-ensembles dont on estime le poids ; quel que soit son usage (TGV ou autres), un train est toujours sensiblement construit avec la même quantité de différents matériaux (aluminium, cuivre, tissu, verre, acier, …) ; on peut ainsi déterminer plus aisément les orientations à prendre dans les études ou achats pour réduire l'impact carbone[32]. L'approche est bien sûr la même pour les différents composants de l'infrastructure.

---

29 Cf. « Quel avenir pour les petites lignes ferroviaires ? - CEREMA - Rapport complet – 24 juillet 2020» et « Quelles solutions pour les lignes de desserte fine du territoire ? – Rapport final – Fédération des Industries Ferroviaires »

30 HAUT CONSEIL pour le CLIMAT – Dépasser les constats – Mettre en œuvre les solutions – Juin 2022

31 Cf. Décarboner l'industrie sans la saborder – The Shift Project - Janvier 2022

32 C'est ce type d'approche qui a permis d'envisager un objectif de recyclabilité de 97% pour le futur TGV « M ».

L'ADEME ET NEGAWATT

L'ADEME et NégaWatt ont développé un outil « Pepit0 » pour modéliser des trajectoires de production et de consommation des matériaux les plus émetteurs de GES en conformité avec l'objectif de neutralité carbone visé par la SNBC (Stratégie Nationale Bas-Carbone).

L'outil « Pepit0 » s'appuie sur plus de 200 paramètres regroupés en sept grandes familles : sobriété et mode de consommation ; substitution de matériaux et de produits ; efficacité énergétique des bâtiments ; déploiement des énergies renouvelables ; recyclage des matériaux ; démographie ; localisation de la production des matériaux et des biens d'équipements et localisation de la consommation. Pepit0 est basé sur une cartographie des flux pour identifier quel secteur consomme tel matériau. Différents scénarios peuvent être établis selon les paramètres. Pepit0 permet de calculer l'empreinte matière et la quantité de matière consommée à travers les produits importés en France. Une version 2 de Pepit0 a permis une généralisation de cette méthodologie à l'ensemble des matériaux et des biens de consommation et d'équipement (céramique, bois, …) avec un module spécifique à l'économie circulaire. Une version 3 de cet outil est en cours d'élaboration, pour analyser plus finement les neuf principaux secteurs concernés par les plans de transition sectoriels. L'enjeu est de co-construire des trajectoires de décarbonation adaptées aux spécificités de chaque secteur ; le ciment qui représente 1/8 des émissions de l'industrie française, a été le premier à faire l'objet d'un plan de transition avec un rapport sur la transformation de la filière Ciment, comme il en existe aussi sur la transformation de la filière Chimie.

Dans un marché fortement mondialisé, voire complètement (chimie, acier), la filière ferroviaire est en première ligne pour impliquer dans ce processus ses partenaires commerciaux extérieurs à l'international via l'influence des sphères françaises (99 % des minerais métalliques, 100 % du minerai de fer et 53 % de l'acier consommé en France en 2017 ont été importés[33] et, de manière globale, les émissions importées en 2020 représentent près de la moitié (49%) de l'empreinte carbone de la France[34]).

La FIF, représentante des principaux industriels ferroviaires, constructeurs de matériel roulant, d'infrastructure, et les équipementiers, joue un rôle essentiel pour relayer la politique de décarbonation. Cela donne tout son sens à la coopération entre la SNCF et la FIF pour la rédaction de ce livre blanc.

LA FIF EN QUELQUES MOTS

La FIF rassemble plus de 300 entreprises et représente l'ensemble des activités de l'industrie ferroviaire. La stratégie de la FIF vise principalement à contribuer à la mise en œuvre d'une amélioration concernant d'une part l'environnement règlementaire et technique, d'autre part, les conditions d'activité de la Profession. Cette stratégie s'articule autour de trois axes complémentaires :

- performance de la filière industrielle en France,
- promotion du mode ferroviaire,
- performance du système ferroviaire en France.

33 Cf. Décarboner l'industrie sans la saborder – The Shift Project - Janvier 2022

34 Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires - Estimation de l'empreinte carbone de 1995 à 2020. - https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/estimation-de-lempreinte-carbone-de-1995-2020 (2022).

C. Les actions enclenchées par la filière ferroviaire

La mobilisation de la filière sur le sujet de la décarbonation s'est tout d'abord illustrée par une première enquête lancée début 2022 par la FIF auprès de ses adhérents pour mesurer leur implication actuelle sur le sujet et la concrétisation de leurs ambitions.

Des démarches sont, d'ores et déjà, engagées dans les entreprises. On peut citer pour exemples le programme PlaneTER[35] de l'opérateur SNCF pour l'activité TER qui vise un objectif de réduction de GES de 100 000 tCO2, plus largement le programme CapEnergies pour l'ensemble de l'activité Voyageurs SNCF, et les programmes de certains industriels comme COLAS.

Les actions engagées, à date, par la filière et ses acteurs sont multiples. Un certain nombre d'entre elles a été synthétisé dans le cadre de fiches projet ; elles développent les initiatives des acteurs et apportent des compléments pour favoriser un meilleur partage de bonnes pratiques.

C1. Méthodologie de classification envisageable pour les actions

Les actions peuvent être appréhendées suivant plusieurs axes (non exhaustif) :

a) L'approche du Shift Project

Elle consiste à classer les actions suivant la typologie suivante :

- les leviers de progrès continu (exemple : mix énergétique…),
- la mobilisation des leviers de rupture technologique (exemple : moteur électrique ou pile à combustible),
- les leviers de sobriété (exemple : sobriété numérique…).

b) L'approche monétarisée

Les approches financières reposent sur le Coût d'Abattement Carbone exprimé en €/tCO2e évitée[36] qui peut se définir comme le surcoût de l'action par rapport à la situation de référence sur le volume d'émissions évitées. Cette approche permet d'alimenter la méthodologie suivante qui offre l'intérêt de classer les différentes technologies d'abattement disponibles en fonction de leur coût et de leur potentiel.

35 « Plus de TER, moins de CO2. »

36 Rapport France Stratégie de la commission présidée par Patrick CRIQUI (2021) - Les coûts d'abattement Partie 1 - https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2021-rapport-les_couts_dabattement-partie_1_methologie-juin_0.pdf

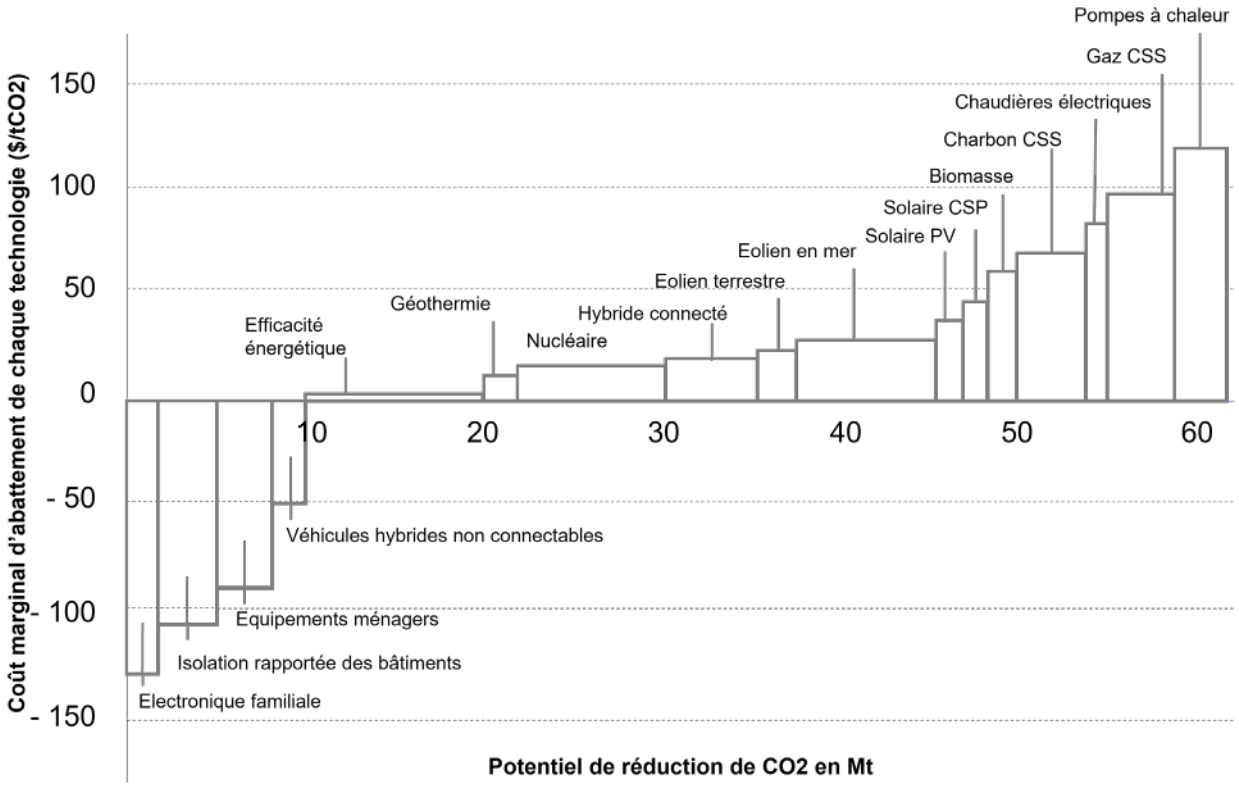


Figure 7 : *le graphique ci-avant est fictif, et donné à titre d'illustration de la méthode développée par McKinsey. En abscisse est porté le potentiel d'abattement de chaque technologie, et en ordonnée le coût marginal d'abattement. Certaines technologies ont un coût négatif, puisque leur mise en œuvre permet de réduire le coût total actualisé (somme de l'investissement et des dépenses futures). L'optimum économique devrait conduire à mettre en œuvre ces technologies dans l'ordre croissant des coûts, et jusqu'à l'atteinte de l'objectif d'abattement* [37].

Chaque entreprise peut fixer un prix interne du carbone (PIC) pour intégrer le coût des GES dans ses décisions d'investissement ; c'est d'ailleurs par exemple le cas de SNCF.

c) Présentation retenue par la filière ferroviaire

Les actions de décarbonation peuvent aussi être classées selon les objectifs recherchés à savoir :

- faciliter la démarche,
- minimiser l'impact des processus industriels,
- améliorer l'efficacité énergétique des produits,
- adopter des solutions alternatives,
- engager des actions de sobriété,
- prolonger la durée de vie des produits :
  - améliorer la qualité,
  - réemployer les produits,
  - recycler les matières,
  - valoriser les déchets.

C2. Présentation des actions de la filière ferroviaire

La classification retenue se base sur les objectifs recensés ci-dessus, sachant que certaines actions peuvent répondre à plusieurs objectifs. Parmi toutes ces actions, quarante-sept sont développées dans le cadre de fiches projet (voir infra, chapitre VII).

37 Cf. Avis et rapport de l'académie des technologies de janvier 2017.

a) Faciliter la démarche

- La structuration et le déploiement d'une politique de décarbonation (cf. fiche projet **n°1**).
- L'utilisation d'outils pour sensibiliser les collaborateurs aux enjeux climatiques au travers d'ateliers de l'outil « Fresque du Climat » (Cf. fiche projet **n°2**).
- Le développement de méthodes d'évaluation de l'empreinte carbone des produits (Cf. fiche projet **n°3**)
- La mise en place de « Fonds » pour accompagner financièrement des projets réduisant les consommations énergétiques et/ou les émissions carbone (Cf. fiche projet **n°4** et fiche projet **n°5**).
- Les montages financiers pour s'adosser financièrement à un prestataire spécialisé dans les économies d'énergie afin de réaliser ces économies sans sortir de trésorerie (Cf. fiche projet **n°6**).

b) Minimiser l'impact des processus industriels

- L'utilisation d'un four électrique au lieu d'un four traditionnel pour la production de rails dits verts (Cf. fiche projet **n°7**).
- La réalisation par le groupe Saint-Gobain d'une première production zéro carbone de verre plat au monde. Cette prouesse technologique a pu être réalisée grâce à l'utilisation de 100% de verre recyclé (calcin) et 100% d'énergie verte, produite à partir de biogaz et d'électricité décarbonée.
- Enclenchement de démarches de performances industrielles (exemples : Lean Management, programme CARE).

c) Améliorer l'efficacité énergétique des produits

- Le développement conjoint SNCF Alstom du TGV du futur dit « TGV M ». Recyclable à 97%, plus aérodynamique[38], avec une capacité améliorée, le « TGV M » devrait réduire de 20% la consommation d'énergie et améliorer le bilan carbone de 37%. La mise en circulation de cet éco TGV est prévue en 2024 (Cf. fiche projet **n°8**).
- L'analyse de cycle de vie, outil d'écoconception pour les trains (Cf. fiche projet **n°9**).
- Optimisation de la consommation énergétique des trains (Cf. fiche projet **n°10**).
- Système d'affichage intelligent d'optimisation de la consommation nécessaire (Cf. fiche projet **n°11**).
- L'adaptation d'une technologie de climatisation «cycle à air» issue de l'aéronautique au ferroviaire. (Cf. fiche projet **n°12**).
- L'optimisation de la consommation des systèmes de climatisation (Cf. fiche projet **n°13**).
- L'utilisation de réfrigérants naturels pour les systèmes de climatisation (Cf. fiche projet **n°14**).
- Le rétrofit de TER Diesel par des TER hybrides diesel/batteries : l'arrivée des TER hybrides est prévue à l'horizon 2023 avec un objectif d'économie d'énergie de 20% grâce à un système de récupération d'énergie du freinage, qui alimentera des batteries embarquées. L'expérimentation démarre en 2022 (Cf. fiche projet **n°15**).
- Système d'hybridation pour les engins roulants (Cf. fiche projet **n°16**).
- Le rétrofit de TER bi-mode électrique et thermique d'ALSTOM (cinq rames AGC) transfor-

38 Les études menées, notamment, sur les carénages bénéficieront aux TGV actuels, aux TER et aux engins FRET ; les solutions à base par exemple de composite et qui n'avaient pas été développées faute du coût dissuasif sont réétudiées à l'aune de l'augmentation du coût de l'énergie.

mées en rames bi-mode caténaire/batterie ; apportant une autonomie électrique de 80 kilomètres, ces trains seront déployés sur des itinéraires non électrifiés (Cf. fiche projet **n°17**).

- Les trains dits « à hydrogène » (investissement de 231 M€ pour le TER à l'hydrogène concrétisé par l'achat de 14 rames Régiolis). Les premières circulations commerciales sont prévues pour 2025. Au même titre que les trains à batterie, cette solution présente l'avantage de n'émettre aucun polluant atmosphérique local lié à la consommation d'énergie (Cf. fiche projet **n°18**).
- L'amélioration des revêtements de surface et des carénages des trains pour améliorer l'aérodynamisme (baisse de la consommation des trains de 2% d'ici 2025).
- Le verdissement de l'électricité qui consiste à passer des contrats d'achat d'électricité long terme (25 ans) directement auprès de producteurs de l'électricité renouvelable. L'objectif est d'acheter et couvrir 20% des besoins de l'opérateur SNCF en électricité renouvelable (panneaux solaires) en 2026.
- L'utilisation de « béton et acier bas carbone » pour les bâtiments, ouvrages d'art, et voirie et réseau divers (Cf. fiche projet **n°19** et **n°20** et **n°21**)
- L'électrification des engins de travaux.
- L'installation de câbles supraconducteurs (expérimentation à la gare Paris-Montparnasse) constitue une première mondiale dans le ferroviaire. Plus efficaces que les câbles en cuivre et recyclables à 100%, ils transportent des courants très élevés sans aucune perte d'énergie.
- Les rénovations importantes de bâtiments industriels (Cf. fiche projet **n°22**), voire rénovations lourdes pour qu'ils soient à énergie positive (Label Bâtiment à Energie POSitive (BEPOS)) (Cf. fiche projet **n°23**). Ces dernières sont le fruit d'une stratégie (SNCF) volontariste et d'une politique consistant à privilégier les investissements massifiés de modernisation du patrimoine, des bâtiments et de l'outillage plutôt que de maintenir en condition opérationnelle un patrimoine vétuste à fonds perdus.
- La rénovation des enveloppes thermiques des bâtiments (vitrage, parois, toiture, calorifugeage).
- Le changement des chaudières fioul et gaz.
- La solarisation des espaces via l'installation de panneaux photovoltaïques (Cf. fiches projet **n°24** et **n°25**).
- Le réglage optimum des chaudières à gaz (« loi d'eau[39] »).
- L'écoconception pour les bâtiments ou VRD (Cf. fiche projet **n°26** et **n°27** et **n°28**).

d) Adopter des solutions alternatives

- Le développement de solutions alternatives afin d'éviter des travaux de génie civil gros émetteurs de Gaz à Effet de Serre (GES) - (Cf. fiche projet **n°29**).
- Le report modal du transport par camion sur le ferroviaire (Cf. fiche projet **n°30**).
- Développer la mobilité pour tous dans les territoires grâce aux trains légers (Cf. fiche projet **n°31**)
- La substitution du gasoil par du biocarburant pour les trains (Cf. fiche projet **n°32**).
- La substitution au biogaz pour les véhicules légers.
- Le déploiement des stationnements vélo conformément à la loi LOM (incitation à utiliser le vélo).

39 La loi d'eau est un principe de régulation de la température de l'eau du chauffage en fonction de la température extérieure. Elle permet d'équilibrer l'énergie thermique d'un logement grâce à une thermopompe.

- L'acquisition de véhicules légers électriques, l'acquisition de véhicules électriques «porteurs» (12-19t) destinés essentiellement à la livraison urbaine), l'achat de véhicules hydrogènes.
- Le déploiement des bornes de recharges sur les sites des entreprises (devenant obligatoires à partir de 2025).
- La promotion des constructions modulaires : 9% d'économie Co2e par rapport à une construction classique - (Cf. fiche projet **n°33**).
- Le raccordement au chauffage urbain.
- Le « Relamping » : opération qui consiste à renouveler le parc d'éclairage intérieur et extérieur des parties communes des bâtiments résidentiels (mais aussi industriels ou tertiaires), pour réaliser des économies d'énergie. Il s'agit d'un processus de modernisation du système d'éclairage (Cf. fiche projet **n°34**).
- Le Relamping pour le materiel roulant et les infrastructures ferroviaires. (Cf. fiche projet **n°35**).

e) Engager des actions de sobriété

- L'Ecostop pour les locomotives ou engins de travaux ferroviaires (Cf. fiche projet **n°36**) ou le « start and stop » développé pour les lignes à faible trafic, système d'arrêt et de redémarrage automatique comme pour les voitures qui déconnecte les sous-stations électriques lors des périodes sans trafic.
- L'Éco-stationnement (24 heures d'arrêt des moteurs Diesel des trains génère l'économie de 900 litres de carburants et 2,2 tCo2e) – 7% d'économie sur l'énergie de traction (Cf. fiche projet **n°37**).
- L'opti-conduite initiée chez Voyages et Fret SNCF (exploite les données GPS, les profils des lignes, les zones de travaux pour baisser la consommation (4% d'économie d'ici 2025 sur l'énergie de traction) – (Cf. fiche projet **n°38**).
- La mise en place de compteurs électriques sur les engins pour mesurer la consommation et favoriser les actions de décarbonation
- L'optimisation de l'utilisation des moyens de transport et de travaux pour les chantiers (plan de mobilité) (Cf. fiche projet **n°39**).
- L'optimisation de la régularité (rattraper les retards nécessite plus d'énergie).
- L'amélioration de la gestion capacitaire des convois chez Fret SNCF et de gestion de priorité entre les trains voyageurs et Fret SNCF (limitation des arrêts).
- La Gestion Technique Centralisée (GTC) ou Gestion Technique des Bâtiments (GTB) en application du décret BACS - (Cf fiche projet **n°40**).
- La sobriété numérique en général.
- Le développement d'une application numérique « mon e.carbone » à destination des collaborateurs du Groupe SNCF ; elle calcule par exemple l'empreinte carbone liée au numérique et permet de réduire le volume individuel de données des messageries grâce à la suppression des mails volumineux, obsolètes ou en doublon.

LA SOBRIETE NUMERIQUE : DE QUOI PARLE-T-ON ?

Le numérique représente 4% des émissions dans le monde (l'avion 2%[40]).
Combien d'appareils numériques possèdent les Français de plus de 15 ans : 10
Quelle est la durée de vie moyenne d'un smartphone en France ? : 23 mois
% des fonctionnalités non utilisées ? : 50%
Que représentent les Data Centers en France ? : la consommation d'une ville de 50000 habitants.
Quelques écogestes simples de sobriété :

- Chaque jour je supprime a minima autant de mails que j'en reçois (30 mails c'est une ampoule allumée toute la journée).
- Je privilégie la messagerie de « teams » au lieu des mails.
- Je prolonge la durée de vie des équipements.
- Je veux en faire plus : https://loptimisme.pro/comment-reduire-la-pollution-numerique-en-pratiquant-lecologie-digitale-a-son-niveau/

- Les écogestes (éteindre sa lumière, éteindre son ordinateur en fin de journée, fermer les portes et fenêtres des zones chauffées et/ou climatisées, éviter les mails avec pièces jointes volumineuses…) - (Cf. fiche projet **n°41**).
- La gestion des locaux vides : rationalisation des surfaces occupées (démolition, cessions ou reconfigurations), mise en qualité de la connaissance du patrimoine : « carnet de santé » des bâtiments, projets d'urbanisme transitoires…

f) Prolonger la durée de vie des produits

(1) Améliorer la qualité

- Le maîtrise du cycle de vie des équipements caténaires (Cf. fiche projet **n°42**).
- Le développement d'un processus de maintien en condition opérationnelle des pédales de voie (Cf. fiche projet **n°43**).

(2) Réemployer les produits

- Donner au matériel informatique une seconde vie à l'extérieur de l'Entreprise en favorisant un impact environnemental et humain, sans engager de surcoût financier (dans le domaine de l'informatique, 2/3 des GES sont dus à la fabrication du matériel (Cf. fiche projet **n°44**).
- Pour le réseau ferré, le réemploi des matériaux permettant de réduire l'achat de matériaux neufs et donc une partie des émissions de GES :

 Le réemploi du rail : SNCF Réseau reconditionne le rail déposé des LGV pour le réemployer sur des lignes classiques, en particulier sur des lignes de desserte fine du territoire. C'est un levier de performance identifié pour SNCF Réseau pour les années à venir (cf. fiche projet **n°45**).

 Le réemploi du ballast : le réemploi permet de réduire le volume de ballast extrait des carrières. SNCF Réseau réemploi une partie du ballast déposé du réseau structurant vers des lignes de desserte fine du territoire ou les voies de service ou sur le réseau structurant lui-même (Cf. fiche projet **n°46**).

 Le réemploi de traverses en béton : actuellement, les traverses béton sont peu réemployées. Cependant, le potentiel de réemploi sur voies de services ou sur des lignes de desserte fine du territoire des traverses déposées de LGV est à l'étude.

40 Pour la part due au kérozène.

 Le réemploi de traverses en bois : les traverses réemployées sont principalement dédiées aux lignes de desserte fine du territoire et aux voies de service.

(3) Recycler les matières

- Le recyclage des butées de traverses Nabla (Cf. fiche projet **n°47**).
- Pour le réseau ferré, l'augmentation de la part de matières recyclées dans la fabrication de nouveaux matériaux. Concernant les rails et les traverses :

 Rail : possibilité de fabriquer des rails neufs à partir de blooms d'acier recyclé. Une boucle courte pour fabriquer du rail avec un acier issu de rails déposés est déjà mise en œuvre.

 Traverses : possibilité d'incorporer du béton recyclé dans la fabrication des traverses neuves, acier recyclé pour les entretoises bi-blocs, recyclage des granulats.

(4) Valoriser les « déchets »

- Pour le réseau ferré, la valorisation des produits déposés hors réemploi ferroviaire. Au regard des quantités renouvelées annuellement, SNCF Réseau valorise ses produits de dépose et cherche à diminuer le poids CO2e de leur fin de vie. L'impact CO2e de la valorisation est un impact indirect, qui ne se limite pas aux bornes de l'entreprise :

 Rail : il est recyclé en ferraille pour la production d'acier.

 Ballast : il est recyclé pour des activités de génie civil, en interne ou avec des partenaires externes : sous-couches routières, enrobé, etc.

 Traverses en béton : leur valorisation se fait principalement par concassage puis intégration à la fabrication de béton technique. Des axes de recherche sont en cours pour développer de nouveaux usages des traverses en béton.

 Traverses en bois : elles sont valorisées énergétiquement en cogénération industrielle. Ce procédé permet une production de vapeur destinée à un process industriel et génère une revente d'électricité sur le réseau électrique. Une filière 100 % française est en cours d'industrialisation.

IV - Les leviers d'accélération

La volonté de la filière ferroviaire de mieux faire et d'aller plus loin s'exprime par le pilotage de ses projets sous l'angle de la décarbonation. Ces projets sont portés par la capacité technique, d'innovation et de recherche de toute la filière française ferroviaire, reconnue sur le plan mondial. Ces mutations techniques devront être épaulées par la mise en place de filières adaptées énergétiques comme, entre autres, la production et la distribution du carburant alternatif innovant de transition ou la production et distribution d'hydrogène vert.

Au-delà des ambitions d'ordre technique de la filière ferroviaire, **d'autres requis sont toujours indispensables, considérés comme fondamentaux,** pour que la filière ferroviaire puisse contribuer à la hauteur de ses atouts, de ses possibilités et de ses ressources pour la décarbonation du transport en France.

En parallèle, la filière ferroviaire œuvre dès à présent pour recenser et déterminer ces prérequis indispensables pour assurer et mettre en place sa gouvernance sur la décarbonation : établissement des BEGES, pilotage des plans d'actions, mise en commun des moyens d'actions.

A. Les prérequis fondamentaux

Développer l'usage du train comme mode de transport privilégié constitue un premier enjeu évident. Les défis ou prérequis sont de deux ordres afin de rendre le mode ferroviaire plus attractif, pour les voyageurs comme pour les chargeurs.

- **Augmenter la capacité et la productivité du réseau**

Pour disposer d'un réseau ferroviaire capable d'accepter le doublement de la part modale visé, il est impératif de sanctuariser un niveau d'investissement compatible avec cette ambition modale (par exemple : traitement des « nœuds » ferroviaires, modernisation permettant une augmentation de capacité, développement de la desserte des ports, etc…) et donc d'augmenter l'enveloppe consacrée aujourd'hui au réseau ferroviaire national.

- **Améliorer l'attractivité du chemin de fer (confort, services à bord, compétitivité des prix, fréquence, cadencement et ponctualité des trains).**

Le transfert modal ne se décrète pas mais ne pourra devenir effectif que si l'offre ferroviaire devient encore plus attractive, tant pour les voyageurs que pour les chargeurs, en constituant une alternative fiable à la route : cela passe donc par un développement et une amélioration de l'offre ; par exemple :

- développer une offre ferroviaire adaptée aux Lignes de Desserte Fine du Territoire (LDFT) grâce à des trains légers ou ultra légers,
- développer le cadencement pour des horaires encore plus adaptés et offrant une visibilité accrue (RER métropolitains…),
- améliorer la ponctualité grâce, notamment, à une meilleure robustesse et modernisation du réseau et de sa signalisation,
- améliorer la disponibilité et la fiabilité des sillons attribués au Fret,
- concevoir, pour le Fret ferroviaire, une solution en rupture pour couvrir le dernier km en zone non électrifiée.

Ces deux prérequis doivent permettre de :

- doubler le nombre de voyageurs transportés,
- doubler la part modale du Fret.

B. Établir les Bilans des Emissions de Gaz à Effet de Serre (BEGES)

Concernant les BEGES, la filière ferroviaire souhaite aller plus loin que la contrainte réglementaire et veut œuvrer à élargir l'établissement de BEGES intégrant le scope 3 aux entreprises non assujetties aux obligations règlementaires d'ici la fin 2025 ou a minima leur demander de mesurer l'empreinte carbone des produits livrés sur leur durée de vie. Une attention particulière sera portée au soutien technique et financier des nombreuses PMI françaises et aux acteurs qui n'ont pas encore amorcé les travaux pour fournir et communiquer leurs BEGES.

Ces bilans constitueront une base importante pour élaborer une feuille de route de décarbonation des différents acteurs de la filière.

Pour illustrer cet impératif, le donneur d'ordre SNCF demande désormais à ses fournisseurs de mettre en œuvre une politique de décarbonation par un engagement contractuel et intègre progressivement dans ses appels d'offres, et de manière différenciée en fonction des enjeux, des critères de notation liés à l'empreinte carbone.

C. Confirmer l'engagement de chacun sur un plan d'actions de décarbonation

L'action en parallèle sera d'aider chacun des acteurs afin qu'ils établissent un « plan de décarbonation » en conformité avec les obligations du BEGES pour faciliter le suivi d'une feuille de route construite sur un véritable plan d'actions et être en phase avec les engagements de baisse d'émissions. Ces plans devront tenir compte des capacités humaines et financières des entreprises.

D. Mettre en mouvement et fédérer les acteurs, promouvoir des outils communs

D'autres leviers peuvent être partagés et faciliter la démarche de décarbonation. On peut citer :

- L'appui des organismes support : ADEME, FERROCAMPUS, BPIFRANCE …. Concernant l'ADEME, on peut trouver sur leur site un arsenal de dispositifs d'accompagnement, de formation, d'aides au financement[41], de partages d'expertises ou de prospectives, ainsi que des actualités (Cf. Annexe I).
- Les plans de formation : la RSE couvre désormais un champ toujours plus large. Concernant le sujet de la décarbonation, il s'avère souvent nécessaire de nommer au sein des organisations des responsables dédiés. En effet, le contexte d'ordre technique, législatif, et stratégique amène à une nécessaire spécialisation dans le domaine. Le déploiement, la sensibilisation des équipes et l'accompagnement de la démarche de décarbonation nécessitent aussi des moyens appropriés.
- Le recensement des aides financières ; à ce titre, il parait aussi important d'associer le plus tôt possible en amont les équipes financières pour discuter des moyens financiers nécessaires pour atteindre la trajectoire de décarbonation (Cf. Annexe I).
- Le partage de l'actualité, des évènements : les salons et évènements représentent une excellente source pour s'informer ; rendez-vous d'experts, d'entreprises leaders sur le sujet, de différents organismes publics et privés ou associations à la disposition des entreprises, les salons se présentent avant tout comme un lieu de partage entre tous les acteurs économiques et professionnels.
- Les démarches reconnues comme Bilan Carbone[42] ou le SBTI (Science Based Target initiative) ; lancée par les Nations Unies, l'initiative Science Based Target guide les entreprises qui veulent être en phase avec le scénario 2° C des accords de Paris. Ce dernier projette de contenir l'augmentation de la température mondiale en dessous de 2°. Le SBTi évalue et valide ou non la stratégie ainsi que les moyens mis en œuvre par les entreprises, via un collège de scientifiques (Cf. Annexe I). D'autres certificateurs peuvent être sollicités.
- Les critères appropriés RSE à intégrer dans les appels d'offres et, notamment, la prise en compte de l'empreinte carbone des offres proposées.
- L'organisation de manifestations et de rencontres dans les territoires sur la base du livre blanc.
- Le partage des bonnes pratiques avec la mise en avant des plus performantes (challenge, trophée…).

À cet effet, en sus de la diffusion du présent livre blanc recensant les bonnes pratiques, des temps forts seront organisés dès 2023 sur la décarbonation (forum, lieux de partage…) pour renforcer les liens.

41 https://librairie.ademe.fr/institutionnel/4681-recueil-des-dispositifs-d-aide-et-d-accompagnement-pour-les-entreprises.html#/44-type_de_produit-format_electronique

42 La méthode Bilan Carbone ® a été initiée par l'ADEME (en France).

L'opérateur historique SNCF, au cœur de processus d'attribution de marchés et d'animations de filières, a inscrit la transition écologique au cœur de sa stratégie RSE ; l'attribution des marchés repose donc actuellement sur, notamment, une pondération d'au moins 20% dédiés à des critères RSE ; la composition de ces critères s'adapte aux différentes spécificités des marchés (travaux, fournitures industrielles, prestations de services,…) et aux évolutions des enjeux. Ainsi, la SNCF accélèrant fortement son programme de réduction de GES de ses Achats, l'empreinte carbone devient un critère de notation des offres fournisseurs.

E. Organiser une gouvernance sur le sujet de la décarbonation

La transition écologique est au cœur du contrat de la filière ferroviaire préparé par le comité stratégique de la filière ferroviaire (CS2F) et signé en avril 2019 et son avenant en juillet 2021.

Au-delà du report modal en faveur du ferroviaire et des innovations tels le train à batterie, le train à hydrogène ou les trains très légers et leurs infrastructures réseau, il est aussi prévu dans ce contrat de développer la décarbonation des procédés industriels.

La modernisation des procédés industriels de la filière permettrait, elle aussi, de réduire encore l'empreinte du secteur. À ce titre, il conviendrait de réaliser le bilan des émissions liées à la fabrication du matériel ferroviaire et des infrastructures, et d'élaborer une « feuille de route » décarbonation dès 2023, à l'image d'autres filières. Les achats de matières premières constituent souvent des sources d'émissions significatives. Le recours à des matériaux moins carbonés (ex : acier décarboné, béton bas carbone, matières plastiques recyclées) ou la conception d'infrastructures plus frugales peuvent permettre de les réduire.

V - Les engagements de la filière ferroviaire

La filière ferroviaire veut concrétiser sa volonté d'accorder toute la priorité et toute la place nécessaire à la démarche de décarbonation pour renforcer la place du ferroviaire dans la transition écologique et la décarbonation du transport.

A. Constitution d'une gouvernance de la filière en matière de décarbonation

La filière ferroviaire mettra en place en 2023 un comité de pilotage spécifique sur les actions de décarbonation, coanimé par la FIF et la SNCF, intégrant les grands industriels du secteur ferroviaire ainsi que les grands opérateurs (SNCF, RATP…). Ce Comité de pilotage, qui s'inscrira dans le cadre du Comité stratégique de la filière ferroviaire, aura pour mission d'aider et de favoriser la réalisation des Bilans d'Émissions des Gaz à Effet de Serre par tous les acteurs de la filière, de soutenir et promouvoir la mise en œuvre de plans d'actions de décarbonation, d'assurer un suivi des progrès des actions et, enfin, de donner de la visibilité aux pouvoirs publics sur les efforts entrepris.

B. Etablissement d'une feuille de route décarbonation de la filière ferroviaire

Pour incarner une filière engagée et mobilisée qui agit pour assumer son rôle d'acteur de la transition écologique, la filière ferroviaire, sous le parrainage de la FIF, s'engage à œuvrer pour élaborer, via ses instances de pilotage et de concert avec les principaux acteurs de la filière, une feuille de route décarbonation de la filière ferroviaire dès 2023. Les objectifs seront les suivants :

- Définir la trajectoire de décarbonation et les objectifs de réduction de GES qui devront, a minima, s'adosser, dans un premier temps et dans la mesure du possible, aux engagements de décarbonation de l'opérateur SNCF pris lors de la contractualisation du « contrat de performance Etat/SNCF Réseau », gage de soutien financier des pouvoirs publics, soit -30 % sur ses activités ferroviaires et -50 % sur l'immobilier en 2030 par rapport à 2015.
- Élargir l'établissement de BEGES à la plus grande majorité des entreprises de la filière d'ici la fin 2025 ou mesurer a minima l'empreinte carbone des produits fournis.
- Structurer l'animation et l'accompagnement des acteurs de la filière (outils, moyens…).
- Concrétiser les objectifs et mettre en place des plans d'actions adaptés aux spécificités, à la taille et aux capacités des différents acteurs.
- Faciliter l'établissement et le suivi de la réalisation des engagements de chacun.
- Cadencer et financer les actions.

VI - Conclusion

L'impératif de décarbonation entrainera sans nul doute des mutations sociétales pour de nombreux secteurs. Il est impératif d'anticiper ces changements pour saisir les opportunités qui s'offrent et s'assurer de leur acceptabilité sociale et économique, pour le secteur ferroviaire comme pour d'autres.

Même si le ferroviaire peut être considéré comme un mode de transport « intrinsèquement vertueux», du point de vue de l'efficacité énergétique et des émissions de GES, nous considérons que la filière ferroviaire doit être exemplaire et afficher de fortes ambitions : rien ne serait plus dommageable que de se « reposer sur ses lauriers » dans ce domaine. Le ferroviaire compte assumer pleinement son rôle d'acteur majeur de la solution à la transition écologique.

Les actions décrites dans ce livre blanc visent tout autant à améliorer le bilan carbone lié à la mise en circulation des trains, avec quelques ruptures technologiques significatives à la clef (batteries, hydrogène...) qu'à optimiser les processus industriels qui concourent à la création de l'offre de transport : de la fabrication au démantèlement en passant par la maintenance, matériel roulant comme infrastructures et bâtiments.

L'ambition de la filière ferroviaire est d'être une filière de référence non réduite aux déclarations de bonnes intentions mais avec une ambition incarnée par des actions et une feuille de route.

Nous souhaitons que ce livre blanc constitue une première étape tangible de cette dynamique vers la décarbonation et qu'il incite tous les acteurs à s'y engager résolument et dès à présent.

VII - Classement des fiches

Faciliter la démarche

- **N°1** Structuration et déploiement d'une politique de décarbonation **36**
- **N°2** La Fresque du Climat **37**
- **N°3** EPD : Méthode d'évaluation des émissions CO2 des produits **38**
- **N°4** Fond Innovant pour la Transition Energétique Voyageurs (FITEV) **39**
- **N°5** Appel à projet pour atteindre les ambitions - carbone de SNCF Gares & Connexions **40**
- **N°6** Expérimentation d'un contrat de performance économique énergétique et environnemental **41**

Minimiser l'impact des processus industriels

- **N°7** Utilisation de fours électriques pour les «Rails verts» **42**

Améliorer l'efficacité énergétique des produits

- **N°8** TGV M **43**
- **N°9** L'analyse de cycle de vie, outil d'écoconception pour les trains **44**
- **N°10** Optimisation de la consommation énergétique des trains **45**
- **N°11** Modernisation des écrans **46**
- **N°12** CONditionNement d'air ECologique pour Train par cycle à AIR (CONNECT'AIR) **47**
- **N°13** Optimisation de la consommation des systèmes de climatisation **48**
- **N°14** Utilisation de réfrigérants naturels pour les systèmes de climatisation **49**
- **N°15** Décarboner le TER via des TER hybrides **50**
- **N°16** Système d'hybridation pour les engins roulants **51**
- **N°17** Train à batterie **52**
- **N°18** Train à hydrogène **53**
- **N°19** Application bas carbone sur le projet parisien T3 Ouest **54**
- **N°20** Voie verte **55**
- **N°21** Réduction de l'empreinte carbone d'un bâtiment grâce à l'utilisation de béton bas carbone **56**
- **N°22** Réhabilitation d'un site industriel **57**
- **N°23** Réhabilitation énergétique lourde - construction d'un bâtiment à énergie positive **58**

- **N°24** Solarisation du foncier disponible grâce à un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) **59**
- **N°25** Ferme solaire du Mans **60**
- **N°26** Construire une gare en écoconception **61**
- **N°27** Une ambition développement durable au coeur des projets et des équipes **62**
- **N°28** Démarche HQE Infrastructure Durable **63**

Adopter des solutions alternatives

- **N°29** Développement de solutions alternatives afin d'éviter des travaux de Génie Civil **64**
- **N°30** Report modal du transport routier vers le fret ferroviaire **65**
- **N°31** Mobilité pour tous dans les territoires (trains légers) **66**
- **N°32** Expérimentation du biocarburant **67**
- **N°33** Constructions modulaires **68**
- **N°34** Relamping au Technicentre du Landy **69**
- **N°35** Le rétrofit à LED dans les trains et infrastructures ferroviaires **70**

Engager des actions de sobriété

- **N°36** Ecostop **71**
- **N°37** Eco-Stationnement **72**
- **N°38** Opti-conduite **73**
- **N°39** Optimisation de l'utilisation des moyens de transport et de travaux pour les chantiers (plan de mobilité) **74**
- **N°40** Déploiement d'une gestion Technique Centralisée (GTC) ou Gestion Technique des Bâtiments (GTB) **75**
- **N°41** Ecogestes **76**

Prolonger la durée de vie des produits

- **N°42** Maîtrise du cycle de vie des équipements caténaires **77**
- **N°43** Développement d'un processus de maintien en condition opérationnelle des pédales détecteur de trains CAUTOR et FORFEX **78**
- **N°44** Sobriété numérique - allongement du cycle de vie des terminaux **79**
- **N°45** Réemploi de rail **80**
- **N°46** Retraitement du Ballast **81**
- **N°47** Recyclage des butées Nabla **82**

Structuration et déploiement d'une politique de décarbonation

« Dans le secteur industriel, la Stratégie Nationale Bas Carbone fixe un objectif de diminution des émissions de CO2 de 35% à l'horizon 2030. »

Le chiffre :

Colas Rail gère plus de 4000 chantiers par an.

Constat :

Tout grand groupe quel qu'il soit se doit de décliner aujourd'hui une politique spécifique sur le sujet de la décarbonation.

Projet :

Structuration et déploiement d'une démarche de décarbonation sous le nom de «Carbon Fighter» en France par Colas Rail.

Principe :

Mobiliser toutes les parties prenantes pour contribuer à réduire les émissions de GES en amont et en aval. Le processus d'intelligence collective « Carbon Fighter » se décline en plusieurs étapes :

- identification des parties prenantes stratégiques (fournisseurs, clients, partenaires),
- rencontre avec celles-ci : présentation des objectifs et sensibilisation sur le sujet climatique,
- évaluation de la maturité sur la stratégie de réduction et la mesure de l'empreinte carbone,
- organisation d'un forum pour partager avec les parties prenantes,
- mobilisation à plus long terme des acteurs engagés via des groupes de travail thématiques sur des sujets identifiés lors du forum.

Cette démarche a vocation à être déployée au sein du Groupe Colas et par ses partenaires.

Périmètre :

Démarche mobilisant l'ensemble des équipes des 23 pays où intervient le Groupe (6000 salariés).

Planification :

Démarche initiée en 2021. Sa mise en place a nécessité 6 mois.

Facteurs de réussite :

Engagement de toutes les parties prenantes (internes et externes).
Mobilisation du top-management (de l'organisateur et des parties prenantes).
Sensibilisation des organisateurs avec entre autres la « Fresque du Climat » (outil de référence pour permettre de s'approprier le défi du changement climatique).

Interlocuteurs :

jean.delachapelle@colasrail.com
marianne.vernet@colasrail.com

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★☆☆☆	Effort d'investissement
★★★☆	Retour sur investissement
★★★★	Réduction de GES
★★★☆	Rapidité de mise en œuvre

La Fresque du Climat

« Pour agir face au changement climatique, il faut d'abord le comprendre. »

Le chiffre :

L'adhésion à la Fresque du Climat permet de doubler le nombre de personnes sensibilisées tous les 5 mois.

Constat :

Il est préférable d'obtenir l'adhésion de tous les salariés pour réussir une politique de décarbonation.

Projet / Principe :

L'adhésion à la Fresque du Climat permet d'augmenter le nombre de personnes sensibilisées de manière constante. Ces vagues de formation permettent de démultiplier le nombre d'animateurs-collaborateurs dans le cadre professionnel.

La Fresque du Climat est un jeu ludique, collaboratif et pédagogique permettant de comprendre les causes et les conséquences du changement climatique, basé sur les données issues des rapports du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat).
Son objectif est de sensibiliser 100% des collaborateurs (hors chantier).

Le pôle d'animateurs est composé de collaborateurs volontaires et engagés, tous métiers confondus, qui ont été formés pour animer la Fresque du Climat en seulement 3 heures.

C'est un moment privilégié d'échanges pour comprendre l'engagement et la stratégie de l'entreprise, et faire le lien avec les objectifs en matière de réduction d'empreinte carbone.

Cette animation est aussi parfois proposée en externe aux partenaires stratégiques souhaitant être associés à la stratégie climat déployée.

Périmètre :

Démarche mobilisant l'ensemble des équipes des 23 pays où intervient le Groupe Colas (6000 salariés).

Facteurs de réussite :

- motivation des personnes sur le sujet,
- mobilisation du management pour proposer la Fresque aux équipes,
- engouement rapide des personnes formées pour passer à l'animation.

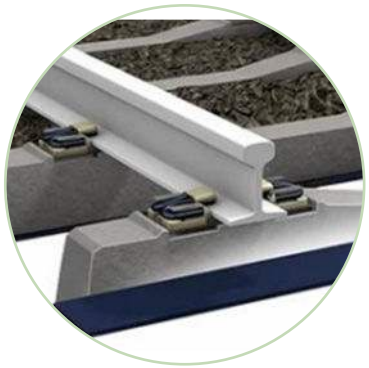
Retour sur investissement :

Adhésion rapide des salariés formés.

Interlocuteur :

amelie.nauleau@colasrail.com

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★☆☆☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★☆☆	Réduction de GES
★★★★	Rapidité de mise en œuvre



EPD : Méthode d'évaluation des émissions CO2 des produits

« Les EPD (Environmental Product Declaration) permettent de standardiser l'évaluation environnementale des produits et de faciliter les phases d'audit le cas échéant. »

Le chiffre :

La mesure des émissions carbone pour les réduire sera un critère d'attribution de contrat. On constate d'ores et déjà une demande dans ce sens de l'ordre de 30%.

Constat :

L'EPD (Environmental Product Declaration) est une déclaration d'émissions de CO2 pour un produit donné dans les conditions réelles de production, de la matière première au produit livré chez le client.
Dans le contexte international de lutte contre l'émission des GES, de plus en plus de donneurs d'ordres demandent la fournitures d'EPD des produits lors des phases d'appels d'offre.

Projet / Principe :

En 2017, un gestionnaire d'infrastructure (GI) scandinave a attribué un accord-cadre d'une durée de 20 ans à un fournisseur de traverses. Ce contrat comprenait la livraison de systèmes de fixation Pandrol. Au-delà de l'évaluation de la qualité technique et du coût des équipements, ce GI a pu en évaluer de manière équitable les performances environnementales. En effet, en imposant l'établissement d'EPD (Environmental Product Declaration) dans la réponse à appel d'offre, il a pu définir des principes d'analyse explicites et rigoureux. En France, SNCF a récemment mis en œuvre le même type d'exigence, notamment, dans le cadre d'un appel d'offres compteurs d'essieux.

La réalisation de certification ou d'étude sur les impacts environnementaux des équipements représente un investissement financier et humain. Toutefois, dès lors que les règles sont clairement établies et partagées (par les clients), ce travail permet de valoriser la qualité des produits et les choix techniques visant à réduire la consommation de matières premières et d'énergie de process. Ainsi, cela permet de chiffrer les émissions de CO2 des solutions, véritable atout pour obtenir de futurs contrats.

Périmètre :

L'ensemble des appels d'offres.

Planification :

100% des projets seront éco-conçus à l'horizon 2030.

Facteur de réussite :

Demande du client.

Interlocuteur :

guy.talbourdet@delachaux.com

★★☆☆	Facilité de mise en œuvre
★★★☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★★☆	Réduction de GES
★★★☆	Rapidité de mise en œuvre

Fond Innovant pour la Transition Energétique Voyageurs (FITEV)

« Faire vivre la transition énergétique au plus près du terrain. »

Le chiffre :

Depuis 2022, le cap des 50 projets financés a été dépassé.

Constat :

Les avancées concernant la RSE de la SNCF nécessitent un concept plutôt « bottom-up » qui permet d'aider et d'encourager les initiatives reposant sur l'implication des agents au plus près du terrain.

Projet :

Création d'un Fond Innovant pour la Transition Energétique Voyageurs (FITEV) afin d'accélérer la mise en œuvre de projets ayant pour objet la réduction d'énergie et/ou de GES.

Principe :

Le Fonds Innovant pour la Transition énergétique Voyageurs permet de financer des projets de transition énergétique au sein d'entités de SNCF Voyageurs. Les projets doivent avoir pour objectifs de :

- mieux mesurer les consommations d'énergie,
- et/ou diminuer les consommations d'énergie,
- et/ou diminuer les émissions de Gaz à Effet de Serre,
- et/ou développer les énergies renouvelables.

Périmètre :

Toute l'activité de SNCF Voyageurs.

Facteurs de réussite :

Dotation significative.
Partage des succès.

Facilité de mise en œuvre :

Aisée car le concept repose sur des agents qui se sentent très concernés par la transition écologique.

Planification :

Fonds créé en janvier 2021.

Financement :

Dotation annuelle de 5M€ (CAPEX / OPEX), en 2021 et 2022, portée à 10M€ en 2023, du fait de l'explosion des coûts de l'énergie. Prise en charge totale ou partielle de chaque projet jusqu'à 700K€ en 2023.

Retour de l'opération :

La cinquantaine de projets financés concerne le renouvellement de l'éclairage, essentiellement dans les technicentres tant en intérieur (ateliers, voies en fosse, bureaux…) qu'en extérieur (chemin de ronde, station-service…), le pilotage centralisé de chaudières à gaz et le changement de compresseurs à air en technicentres, l'achat d'un locotracteur électrique sur batterie, et l'expérimentation pour faire rouler les TER Régiolis et AGC avec du biocarburant B100.

Interlocuteur :

cecile.liere@sncf.fr

★★★★	Facilité de mise en œuvre
★★☆☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★★★	Réduction de GES
★★★★	Rapidité de mise en œuvre

Appel à projets pour atteindre les ambitions énergie - carbone de SNCF Gares & Connexions

« Plan France 2030 : près de la moitié des financements doit servir à décarboner l'économie. » Le Monde du 12 octobre 2021

Le chiffre :

Pour SNCF Gares & Connexions, 89 projets sur 2022 et 2023. 10 M€ d'investissements autour de la performance énergie & carbone en 2022 et 2023.

Constat :

Il est nécessaire de sanctuariser des investissements dédiés à la transition énergie afin de flécher des CAPEX de façon ciblée.

Projet :

Piloter la transition énergétique et carbone avec un budget dédié.

Principe :

SNCF Gares & Connexions a dédié une première enveloppe de 65 M€ d'ici 2030 pour assurer le financement de la trajectoire énergie et carbone.

Périmètre :

Toutes les gares.

Facteurs de réussite :

- lancement de l'appel à projet région par région avec enveloppe dédiée,
- appui de la ligne managériale,
- disponibilité des équipes,
- collaboration efficiente entre pôle développement (construction/ rénovation) et pôle maintenance.

Facilité de mise en œuvre :

Il est nécessaire de mobiliser les équipes et de s'assurer de leur disponibilité pour assurer la gestion et mise en œuvre des projets.

Planification :

Novembre 2021: lancement de l'appel à projets.
Février 2022 : présentation des projets par les régions.
2022 et 2023 : mise en œuvre.

Financement :

9,2 M€ en 2022 et 8,9M€ en 2023 prévus.

Retour sur investissement :

Une partie des CAPEX a été engagée sur 2022 et 2023 sur des études afin d'affiner le besoin et le programme de travaux. Sur une enveloppe de 10 M€ investis, les économies d'énergie envisagées sont estimées à 6,7 GWh/an et les réductions d'émissions de GES à 800 tonnes de CO2eq. 60% des travaux financés ont concerné d'abord des «relamping» avec des réductions de GES relativement circonscrites. Pour les années à venir, le budget sera préférentiellement fléché sur des travaux de remplacement de chaudières fioul ou gaz ayant un fort impact en terme de réduction de GES.

Interlocuteur :

violaine.jacolin@sncf.fr

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★★★★	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★☆☆	Réduction de GES
★★★★	Rapidité de mise en œuvre

Expérimentation d'un contrat de performance économique, énergétique et environnemental

« Financer un projet de décarbonation sans engager de cash. »

Le chiffre :

S'entourer d'un prestataire spécialisé dans les économies d'énergie pour simplifier la décarbonation (objectif de -13%).

Constat :

Dans les établissements SNCF, de nombreux équipements sont énergivores. Les capacités d'investissement et les moyens humains sont limités. L'évolution des prix de l'énergie oblige à agir vite. Il est nécessaire d'être accompagné par des experts externes pour gérer une feuille de route « économies d'énergie ».

Projet :

Décarbonation des bâtiments du Technicentre de maintenance SNCF TGV du Landy.

Principe :

Le prestataire s'engage contractuellement sur la partie TGV du Technicentre du Landy à diminuer la consommation d'électricité de 26%, de chauffage de 12%, d'eau de 4%, et l'empreinte carbone de 13%.
Un montage financier innovant :

- gain de trésorerie via cession d'actifs,
- investissement dans des équipements neufs sans impact budgétaire,
- pilotage par le prestataire de l'ensemble des actifs et de leur consommation,
- captation exhaustive des dispositifs financiers d'accompagnement (C2E, …).

Facteurs de réussite :

Etablissement d'une situation de référence.
Co-construction d'un plan d'actions SNCF / prestataire.
Définition et mesure objective des économies attendues (utilisation du protocole IPMVP).
Solidité financière et expertise du prestataire.

Facilité de mise en œuvre :

Coopération de toutes les parties prenantes (achats, immobilier, finances, Techncentre du Landy, prestataire...).

Planification :

En avril 2022, signature du contrat.
2022-2023 études et travaux.
Déploiement envisagé sur les autres sites industriels S2 2022-2023.
A date, l'expérimentation est toujours en cours.

Financement :

Financement porté par le prestataire via une structure juridique dédiée (SPV) et remboursement effectué via une redevance.

Périmètre :

Site localisé à Saint-Denis.

Retour sur investissement :

Projet bénéficiaire dès la première année.

Interlocuteur :

jean-michel.gauvrit@sncf.fr

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★☆☆☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★☆☆	Réduction de GES
★★★☆	Rapidité de mise en œuvre

Utilisation de fours électriques pour les « Rails Verts »

« SNCF Réseau est résolument engagé vers la création d'une filière de « rails verts » inscrite dans une logique d'économie circulaire.»

Le chiffre :

Par rapport à 2020, objectif de réduction de moins 60% à 70% de GES par rapport à un rail classique.

Constat :

La production d'acier fait partie des postes les plus émetteurs de GES, surtout lors de l'utilisation de la filière haut fourneau (fonte et réduction du minerai par la combustion de coke…).
La méthode de fabrication des rails verts utilise la filière à arcs électriques (fonte d'acier de récupération dans un four électrique). Cette méthode émet 938 kg de CO2e (source Ademe) par tonne de rails produite contre 2,6 tCO2e par tonne de rails en utilisant la méthode traditionelle (sources : deux analyses de cycle de vie effectuées par des fournisseurs de cette filière).

Projet :

Mise en place d'une filière française de « rails verts » afin de développer et renforcer la dynamique d'économie circulaire, avec l'utilisation de fours électriques moins émetteurs de GES.

Principe :

Le site de Saarstahl Ascoval fait fondre de la ferraille d'acier recyclée, y compris des rails de récupération provenant des clients du site d'Hayange dans son four électrique (au lieu de fours traditionnels) pour produire des grandes barres d'aciers (« blooms ») rectangulaires de «rails verts» qui peuvent être laminées sur le site d'Hayange.

Périmètre :

Site localisé à Saint-Saulve pour une application sur tout le réseau ferroviaire.

Facteur de réussite :

Volonté conjointe du donneur d'ordre SNCF Réseau et du fournisseur Saarstahl de décarboner la filière du rail.

Facilité de mise en œuvre :

A nécessité un investissement pour adapter et conforter le site industriel.

Planification :

Septembre 2020 : premières coulées
Décembre 2020 : homologation SNCF
2022 : sécurisation de l'approvisionnement du rail vert.

Financement :

Investissement de 17 M€ pour Saarstahl Ascoval.

Retour sur investissement en GES :

En 2022, SNCF a acheté 165 000 tonnes de rails. L'économie annuelle directe est estimée à 215 000 tCO2. Cette économie sera consolidée à réception des données d'analyse de cycle de vie de Saarstahl Ascoval. En 2022, 76% des rails approvisionnés étaient issus de blooms de la filière électrique. Les rails de dépose représentent 30 à 40% du mix ferraille de la fabrication des blooms.

Interlocuteurs :

vincent.auriat@reseau.sncf.fr
francois.cristofari@saarstahl-rail.fr

★★☆☆	Facilité de mise en œuvre
★★★☆	Effort d'investissement
★★★☆	Retour sur investissement
★★★★	Réduction de GES
★★★☆	Rapidité de mise en œuvre

TGV M

«TGV M : M comme modularité. »

Le chiffre :

Grâce à son aérodynamisme et à une chaine de traction plus performante, la nouvelle génération de TGV consommera 20 % d'énergie en moins.

Constat :

Nécessité pour la SNCF, de renforcer la compétitivité du TGV au moment où la concurrence se développe, grâce à un train plus confortable, plus modulable, plus accessible et plus connecté.

Projet :

Acquérir une rame TGV répondant aux ambitions de production du service Grands Voyageurs et aux ambitions de conquête des marchés en France et en Europe.

Principe :

Le TGV M est la 4ème génération de TGV. Ses atouts : conception standardisée, large capacité d'accueil et fiabilité accrue. Il transportera jusqu'à 740 passagers au lieu de 634. Le nombre de voitures (7, 8 ou 9 selon les marchés), le nombre de sièges, les espaces vélos et bagages pourront être modulés. La baisse attendue de la consommation d'énergie repose sur plusieurs facteurs dont un nez plus aérodynamique et la conduite économe. Le matériel est recyclable à 97 % et 25% de la masse du train environ est issue de l'économie circulaire.

Périmètre :

Le TGV de 4ème génération sera dédié dans un premier temps au Sud-Est de la France, la façade atlantique continuant d'être équipée de rames « Océane » (3ème génération de TGV).

Facteur de réussite :

Pour ce projet innovant, SNCF et Alstom ont eu recours à un Partenariat d'Innovation.

Facilité de mise en œuvre :

Le personnel d'exploitation et de maintenance, les agents de conduite, les chefs de bord, et les équipes de mainteneurs ont été associés dès le début de la conception.

Planification :

2016 : engagement des études.
2018 : commande de 100 rames.
2024 : exploitation commerciale grâce à la livraison échelonnée des 100 premières rames.

Financement :

Sur fonds propres de 2,7 Md€ pour les 100 premières rames, et 0,59 Md€ pour 15 rames inter-réseaux (quadricourants).

Retour sur investissement :

La baisse envisagée pour les GES est de l'ordre de 32 à 37 %. Le coût d'acquisition est en baisse de 20 % par rapport aux rames classiques. Le coût de maintenance sera inférieur de 30 % au coût actuel d'une rame deux niveaux.

Interlocuteurs :

florence.rousseau-deltheil@sncf.fr
melanie.bordignon@alstomgroup.com

★★☆☆	Facilité de mise en œuvre
★★★★	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★★★	Réduction de GES
★★☆☆	Rapidité de mise en œuvre

L'analyse de cycle de vie, outil d'écoconception pour les trains

« Optimiser la consommation d'énergie dès la phase de conception. »

Le chiffre :

L'empreinte environnementale varie pour la phase de fabrication d'un train entre 10% et 30%, et pour son usage entre 50% et 80%.

Constat :

Le rail est souvent la solution la plus vertueuse pour les déplacements urbains, péri-urbains ou de grande distance. Pour autant, des optimisations environnementales sont toujours possibles.

Projet / Principe :

Alstom, acteur majeur de la mobilité verte, a intégré l'écoconception de façon systématique dans le développement de ses solutions. L'amélioration de la performance environnementale est dans l'ADN de l'entreprise depuis plus de 15 ans. L'analyse du cycle de vie est utilisée comme outil de détermination des Aspects Environnementaux Significatifs (AES). Sur cette base, des objectifs environnementaux sont ensuite établis et déployés dans les programmes de R&D, avec par exemple :

- pour la phase de fabrication, l'utilisation de matières recyclées ou renouvelables, l'allègement des matières, et la substitution par des matériaux à plus faible impact,
- pour la phase d'usage, l'efficacité de la chaine de traction, l'optimisation du freinage, le pilotage automatique pour métro (éco-conduite).

Des gains significatifs ont été obtenus, comme par exemple, pour la grande vitesse :

- fabrication : Intégration de 25 % de matériaux recyclés,
- usage : - 20 % de consommation d'énergie grâce à l'aérodynamisme et à l'efficacité de la chaîne de traction.

Pour la signalisation urbaine :

- fabrication : utilisation de balises contenant des matériaux biosourcés,
- usage : -21,9 % de consommation d'énergie grâce à la conduite automatique.

Périmètre :

La démarche concerne toutes les solutions ferroviaires d'Alstom couvertes par un programme R&D.

Planification :

La méthodologie est appliquée sur l'ensemble des solutions du portefeuille Alstom en cohérence avec le plan stratégique AiM (Alstom in Motion) 2020-2025.

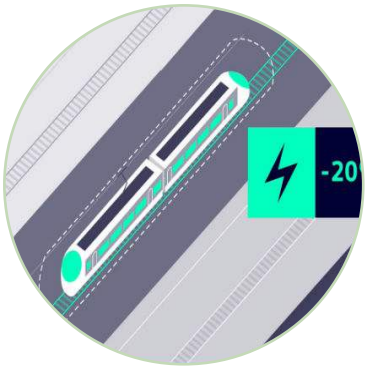
Facteur de réussite :

Le succès de la démarche d'écoconception passe par l'intégration systématique d'objectifs environnementaux sur les programmes R&D, leur application dans les processus de développement, l'implication du management et des parties prenantes (design, achats, qualité, offres et projets).

Interlocuteur :

melanie.bordignon@alstomgroup.com

★★☆☆	Facilité de mise en œuvre
★★★☆	Effort d'investissement
★★☆☆	Retour sur investissement
★★★★	Réduction de GES
★★☆☆	Rapidité de mise en œuvre



Optimisation de la consommation énergétique des trains

« L'actuelle crise énergétique justifie d'autant plus les anticipations pour diminuer la consommation des équipements et les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES). »

Le chiffre :

Objectif de plus de 20% d'économie d'énergie d'un train sur un réseau de métro.

Constat :

Le déploiement de systèmes supervisés a ouvert la voie à l'analyse des données d'exploitation. Leur analyse permet :

- de contrôler le bon fonctionnement de l'ensemble,
- d'anticiper des actions de maintenance,
- d'optimiser le système lui-même,
- diminuer la consommation électrique des trains.

Projet / Principe :

Siemens Mobility a travaillé à la diminution de la consommation électrique des trains. A une époque où certains établissements ferroviaires doivent réduire le nombre de circulations pour économiser leurs dépenses énergétiques, cette démarche développée en 2010 sur la ligne 14 du métro parisien reste d'actualité.

Un algorithme a été développé pour calculer en temps réel, une trajectoire économe en énergie, et ainsi diminuer les coûts de traction d'un train. Concrètement ces optimisations permettent :

- à Paris, des économies de 22% aux heures creuses et 13,4% aux heures de pointes,
- à Turin, des équipements de récupération de l'énergie de freinage ont été rajoutés aux trains pour atteindre une économie de 25%.

Dans le futur, en collaboration avec la Société du Grand Paris, Siemens Mobility équipera les lignes 15, 16 et 17 de ses systèmes d'automatismes de nouvelle génération. Il est à noter que ces automatismes permettent aussi une réduction de l'immobilisation sur site lors des phases d'essais par des stratégies et moyens d'essais en usine innovants (telle la virtualisation), des économies d'énergie supplémentaires en exploitation par l'optimisation des techniques de récupération électrique entre un train arrivant en station concomitant avec le départ d'un autre.

Périmètre :

Plus de 30 réseaux dans le monde.

Planification :

Disponible.

Facteurs de réusite :

Adhésion du client.

Interlocuteur :

sophie.espie@siemens.com

★★☆☆	Facilité de mise en œuvre
★★☆☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★★☆	Réduction de GES
★★★★	Rapidité de mise en œuvre

Modernisation des écrans

« Le déploiement d'écrans optimisés diminue l'impact environnemental. »

Le chiffre :

Au-delà des gains en poids et en consommation énergétique, les nouveaux types d'écrans permettent de doubler leur durée de vie.

Constat :

Aujourd'hui, on observe une multiplication de l'électronique embarquée dans les trains, notamment, pour améliorer le confort passager et pour répondre à une demande toujours plus grande de connectivité. Cela pose naturellement des problèmes d'empreinte carbone qui est accrue par l'obsolescence toujours plus rapide de ces équipements.

Projet :

Face à la demande croissante du nombre de supports d'informations visuels dans les trains et les gares, WABTEC a souhaité optimiser l'impact environnemental de ce type d'équipements.

Principe :

Pour atteindre les objectifs d'optimisation, Wabtec a conçu la gamme iSmart Display, des écrans personnalisables et légers grâce à sa propre technologie de découpe de panneaux TFT et à son système unique de gestion intelligente du rétroéclairage. Ces avancées ont permis de réaliser, en autres, des écrans doubles faces très fins et d'obtenir des performances remarquables :

- une durée de vie supérieure à 15 ans,
- une économie d'énergie allant jusqu'à 30%,
- un allègement de la masse pouvant atteindre 75%.

Périmètre :

Tous types d'écrans déployés dans les trains.

Planification :

Technologie disponible.

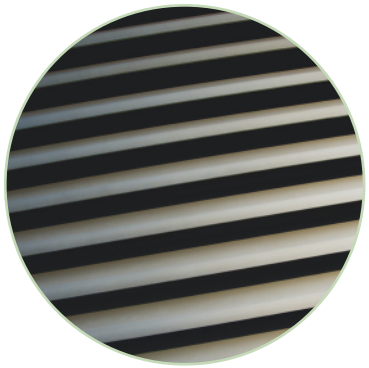
Facteurs de réusite :

Adhésion du client

Interlocuteur :

info.cctvpis@wabtec.com

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★★☆☆	Effort d'investissement
★★★☆	Retour sur investissement
★★☆☆	Réduction de GES
★★★☆	Rapidité de mise en œuvre



CONditionNement d'air EColo-gique pour Train par cycle à AIR (CONNECT'AIR)

« Les HFC augmentent actuellement à un rythme de 10 à 15% . »

Le chiffre :

0 est la valeur de GWP pour l'air.

Constat :

Les groupes de climatisation pour trains utilisent, en circuit fermé, des fluides frigorigènes (de type hydrofluorocarbone - HFC) qui ont un fort potentiel de réchauffement global (PRG). C'est pourquoi l'utilisation de ces réfrigérants est couverte par le nouveau règlement F-Gas adopté en avril 2014 (UE 517/2014) qui fixe un objectif de réduction des émissions des deux-tiers en 2030 par rapport à 1990. Il existe toutefois des alternatives à ces fluides nocifs pour l'environnement : à l'instar des systèmes de conditionnement d'air pour les cabines d'avion, avec pour principale différence que la source d'énergie est électrique et non pneumatique.

Projet :

Le projet a commencé par une analyse du besoin et de la faisabilité pour un train à grande vitesse (installation dans le volume alloué, puissance froide à délivrer, consommation électrique maximale). Il a fallu ensuite procéder à la conception détaillée et à la fabrication des équipements clés à partir des spécifications techniques (turbocompresseur, convertisseur de puissance, échangeurs de chaleur et extracteur d'eau). Après la validation et la caractérisation par essais de ces équipements (individuellement ou sur le groupe complet), la réalisation d'un modèle de performance et de recalage a été effectuée pour permettre une analyse comparative des impacts environnementaux entre les technologies « cycle à air » et « fluide frigorigène ». Ce projet CONNECT'AIR, soutenu par l'ADEME est le fruit d'une collaboration entre CENTUM T&S et LIEBHERR.

Principe :

Le principe du projet réside dans le fait d'adapter une technologie de climatisation «cycle à air» issue de l'aéronautique au ferroviaire. Cette innovation permet d'éviter le recours au HFC ou HFO dans les groupes de climatisation. Les premiers retours d'une expérimentation sur un TER ont démontré l'intérêt de la technologie « cycle à air ».

Périmètre :

Tous les engins ou voitures ferroviaires.

Facteur de réussite :

Création d'emplois : le projet CONNECT'AIR présente l'intérêt économique de pouvoir créer entre 2020 et 2030, 230 emplois en interne et dans les sociétés sous-traitantes (dont 180 en France).
A l'export, de nombreux appels d'offres démontrent la vitalité du marché, ouvrant des perspectives sérieuses.

Interlocuteur :

xbenoit@centumtns.com

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★★★★	Effort d'investissement
★★☆☆	Retour sur investissement
★★★★	Réduction de GES
★★☆☆	Rapidité de mise en œuvre

Optimisation de la consommation des systèmes de climatisation

« L'amélioration de l'efficacité énergétique des équipements constitue une des actions de base pour la décarbonation. »

Le chiffre :

L'objectif est de réduire la consommation électrique des systèmes de climatisation de 25%.

Constat :

Aujourd'hui, les systèmes de climatisation représentent le second poste de consommation d'électricité dans un train après la traction.

Projet :

Wabtec a développé un ensemble de solutions d'efficacité énergétique afin de pouvoir réduire la consommation électrique des systèmes de climatisation de 20% à 30%.

Principe :

Pour atteindre ces performances, il a fallu envisager de réduire la consommation des systèmes :

- En modulant le chauffage et la climatisation selon la charge des passagers embarqués; la puissance thermique libérée par un corps humain au repos est de l'ordre de 100W.
- En limitant la puissance du chauffage ou de la climatisation lors du stationnement des rames.

En complément, des solutions de récupération de l'énergie au freinage ont été mises en œuvre sur les trains pour les besoins de consommation (chauffage et climatisation). Ces solutions ont, notamment, été retenues dans différentes villes françaises (Brest, Tours, Bordeaux) avec des résultats probants.

Facteurs de réussite :

Adhésion du client.

Planification :

Opération déployée dans 3 villes françaises.

Périmètre :

Equipements des trains.

Retour sur investissement :

Permet de préserver les ressources naturelles.
Sur Brest, 16 tonnes Co2e d'économisées par Tram et par an.
Sur Bordeaux, 71 tonnes Co2e d'économisées par Tram et par an.

Interlocuteur :

david.houflin@wabtec.com

★★★★	Facilité de mise en œuvre
★★☆☆	Effort d'investissement
★★★☆	Retour sur investissement
★★★☆	Réduction de GES
★★★☆	Rapidité de mise en œuvre

Utilisation de réfrigérants naturels pour les systèmes de climatisation

« Le remplacement des gaz artificiels par des gaz naturels diminue sensiblement l'impact des climatisations en termes de réchauffement global équivalent (GWP : Global Warming Potential). »

Le chiffre :

Les réfrigérants couramment utilisés ont un impact sur le réchauffement climatique (GWP) élevé (entre 150 et 1800) alors que les réfrigérants naturels ont un indice faible, 3 pour le R290 (propane).

Constat :

Les systèmes de climatisation sont présents sur l'ensemble des matériels roulants voyageurs, émettent d'importants gaz à effet de serre, et seront assujettis prochainement à de nouvelles normes plus coercitives.

Projet :

Les groupes Knorr Bremse et Wabtec ont développé des solutions innovantes qui permettent de diminuer l'impact des systèmes de climatisation actuellement déployés sur les parcs des opérateurs ferroviaires et, bien entendu, sur les nouveaux matériels.

La consommation énergétique de ces nouvelles solutions est équivalente aux technologies actuelles, et ne restreint pas l'installation sur les flottes existantes.

Principe :

L'utilisation du R290 ou d'autres gaz naturels permet de limiter l'impact du réchauffement à 3 GWP. A capacité de refroidissement équivalente, la masse de gaz réfrigérant est de 30 à 50% moindre que celle des réfrigérants synthétiques. La solution a déjà été testée et adoptée pour de nombreux projets.

Périmètre :

Tout le parc matériel roulant voyageur est susceptible de bénéficier de ces solutions innovantes. Suivant les cas, il est possible de ne remplacer que le réfrigérant et quelques composants de la boucle frigorifique ; cela permet d'atteindre les objectifs de réduction du réchauffement sans avoir à remplacer tout le système.

Facteur de réussite :

La mise en place de ces solutions est techniquement bien maitrisée et ne représente pas de saut technologique. Elle dépend essentiellement des budgets, de la volonté d'investir dans ces réfrigérants, et sera imposée par une obligation législative en 2027.

Interlocuteurs :

marc.poujol@knorr-bremse.com
jean.du-merle@wabtec.com

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★★★☆	Effort d'investissement
★★☆☆	Retour sur investissement
★★★★	Réduction de GES
★★☆☆	Rapidité de mise en œuvre

Décarboner le TER via des TER hybrides

« Pour les rames REGIOLIS, il s'agit de récupérer l'énergie de freinage et de la réutiliser en traction. »

Le chiffre :

Objectif de réduction de la consommation d'énergie et des gaz à effet de serre (GES) de 20%, et diminution des émissions polluantes.

Constat :

Aujourd'hui 30% de l'énergie de traction est perdue sous forme de chaleur lors des freinages.

Projet :

Le TER Hybride de la SNCF consiste à développer la technologie hybride sur une rame Régiolis pilote du TER Occitanie pour en définir les zones de pertinence, avec la collaboration du groupement Alstom-CAF, et avec le soutien des Régions partenaires.

Principe :

Remplacer deux moteurs sur quatre par des batteries afin de récupérer, stocker et réutiliser l'énergie de freinage. Si l'objectif principal était d'améliorer l'efficience énergétique, l'utilisation couplée avec le biocarburant pourra constituer une autre opportunité pour améliorer la performance environnementale.

Périmètre :

Régions Occitanie, Nouvelle-Aquitaine, Grand-Est, Centre Val de Loire.

Facteurs de réussite :

Atteinte des objectifs d'économies d'énergies sur les circulations pilotes.

Facilité de mise en œuvre :

Technologie nécessitant une modification significative des rames.

Planification :

Déploiement en série prévu à l'horizon 2024.

Financement :

Régions partenaires :	9,25 M€
SNCF :	3,80 M€
Groupement industriel :	3,80 M€

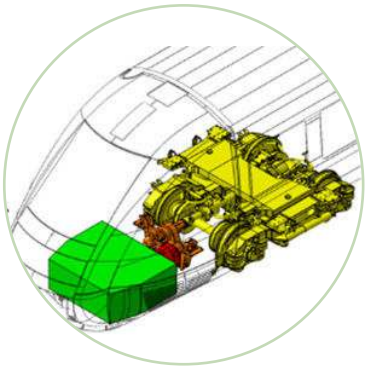
Retour sur investissement :

Il sera consolidé à la fin de l'expérimentation.

Interlocuteurs :

francois.agoyer@sncf.fr
stephane.chwalik@sncf.fr
melanie.bordignon@alstomgroup.com

★★☆☆	Facilité de mise en œuvre
★★★☆	Effort d'investissement
☆☆☆☆	Retour sur investissement
★★☆☆	Réduction de GES
★★☆☆	Rapidité de mise en œuvre



Système d'hybridation pour les engins roulants

« Des solutions de verdissement ''Plug & Play'' pour les trains Diesel-mécanique »

Le chiffre :

Réduction des émissions polluantes jusqu'à 100%.

Constat :

Des flottes de petits matériels roulants efficaces mais vieillissants et polluants.

Projet :

Proposer des solutions de verdissement d'un matériel à propulsion diesel par une évolution a minima, sans remise en cause des performances du produit existant.

Principe :

Ce type de train dispose généralement sous chaque cabine d'un groupe de propulsion diesel-hydromécanique. La solution de verdissement proposée consiste :

- d'une part, à remplacer l'un des deux moteurs Diesel existants par un moteur de dernière génération (Stage V) plus performant, plus économe, et qui permet l'usage de biocarburants,
- et d'autre part, à remplacer l'autre groupe de propulsion Diesel complet par une chaîne de traction électrique alimentée par batterie, à interface mécanique, à masse et performance identiques, et sans impact sur la stucture existante (système de rechargement embarqué breveté).

Le principe peut être poussé jusqu'au remplacement des deux groupes Diesel par le système électrique proposé avec cependant une contrainte sur l'autonomie (100 à 150 km) et la nécessité de disposer de bornes de rechargement en bout de ligne (concept à faible coût).

Périmètre :

Cette transformation n'impacte que les parties propulsion, TCMS (Train Control and Monitoring System) et auxiliaire (gain de rendement et de bruit). Le concept breveté proposé n'impacte ni le bogie, ni la caisse, ni la dynamique du train (rapidité et facilité de réhomologation).

Planification :

L'opération nécessite environ douze mois d'études, six mois d'essais et d'homologation pour la reprise d'un parc existant.

Facteur de réussite :

Pouvoir continuer à utiliser les trains Diesel en mode autonome comme ils le sont actuellement (sans caténaire).
Mobiliser sur le projet suffisamment d'opérateurs pour atteindre le seuil permettant d'envisager l'opération (flotte minimale de cent trains).

Interlocuteur :

christophe.creunet@caf-france.net

★★★★	Facilité de mise en œuvre
★★☆☆	Effort d'investissement
★★★☆	Retour sur investissement
★★★★	Réduction de GES
★★★★	Rapidité de mise en œuvre

Train à batterie

« TER à batterie : un pas de plus dans la «décarbonation» des trains régionaux. »

Le chiffre :

Objectif d'économie d'énergie de 20%.

Constat :

Les engins thermiques au Diesel de la SNCF sont responsables de 77% des émissions de CO2 des trains régionaux sur les parties non électrifiées du réseau ferré.

Projet :

Remplacer les moteurs Diesel par des batteries au lithium. L'expérimentation du TER à batteries s'inscrit dans le vaste plan de baisse d'émissions de CO2 des trains régionaux SNCF (Plan baptisé «PlaneTER »), alors que le gazole représente encore 26% de l'énergie consommée par les TER.

Principe :

Transformer cinq rames autorail à grande capacité (AGC) de TER bi-mode électriques (caténaire) et thermique d'ALSTOM en rames bi-mode entièrement électriques (caténaire/batterie) en remplaçant deux moteurs Diesel par des batteries au lithium ; les batteries au lithium des futures rames chargent principalement sous caténaire ou dans les gares électrifiées ; l'énergie générée par le freinage du train est également récupérée et stockée dans les batteries ; celles-ci peuvent assurer seules la traction du train sur des tronçons de 80 km non électrifiés. L'objectif à terme est de porter l'autonomie à 200 km, de charger plus rapidement les batteries, d'améliorer la capacité des batteries et leur modularité pour pouvoir changer de génération technologique. Cette idée de placer des batteries sur un train s'inscrit dans la recherche de solutions pour réduire l'empreinte carbone des trains en limitant le rejet de certains polluants dans l'atmosphère. La durée de vie escomptée des batteries est de 10 ans ; leur recyclabilité est prévue à hauteur de 50% voire 75%.

Facteurs de réussite :

Atteinte des objectifs d'économies d'énergies sur les lignes concernées par les circulations pilotes.

Périmètre :

Cinq régions sont associées : Régions Auvergne-Rhône-Alpes, Hauts-de-France, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie et Provence-Alpes-Côte-d'Azur.

Planification :

2022-2023 : modification des rames
2023 : expérimentation
2024 : mise en service
La circulation des rames est envisagée dans chacune des Régions associées.

Financement :

38 M€ investis par les cinq régions précitées, SNCF Voyageurs et Alstom Transport.

Retour sur investissement :

Baisse de la consommation de 20% et baisse des GES afférents.

Interlocuteurs :

francois.agoyer@sncf.fr
melanie.bordignon@alstomgroup.com

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★★☆☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★★★	Réduction de GES
★★★☆	Rapidité de mise en œuvre

Train à hydrogène

« Un projet ambitieux au cœur des territoires. »

Le chiffre :

40% du réseau ferré français n'est pas électrifié.

Constat :

Pour la SNCF, le diesel représente encore 26% de l'énergie consommée par TER, et est responsable de 77% de leurs émissions de CO2. (le diesel représente 50% des émissions pour l'ensemble des trains voyageurs dont fait partie TER).

Projet :

Investir dès à présent dans la technologie de l'hydrogène.

Principe :

L'un des intérêts principaux du train à hydrogène est son autonomie permettant de l'exploiter sur les lignes non électrifiées. Cette solution n'émet pas de polluant atmosphérique local lié à la consommation d'énergie. Il s'agit de remplacer les moteurs Diesel par des piles à combustible, des réservoirs d'hydrogène, et des batteries pour une traction sans émission directe de gaz à effet de serre. L'hydrogène stocké dans les réservoirs est mélangé à l'oxygène de l'air ambiant dans la pile à combustible, située en toiture du train. L'électricité produite peut être stockée dans les batteries. La réaction chimique produit uniquement de l'eau. Le train à hydrogène dispose d'une autonomie allant jusqu'à 600 kilomètres, en transportant 220 passagers à 160 km/h. A terme, il est prévu d'envisager une autonomie de 860 km au lieu de 600 km pour le transport de voyageurs, une autonomie supérieure à 1000 km pour le Fret, une autonomie de 6h pour Réseau, et de disposer de plus de puissance de traction pour les besoins de Fret et de Réseau.

Périmètre :

Quatre régions ont commandé des rames bimode, alimentées par de l'électricité ou de l'hydrogène : Auvergne Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Grand Est et Occitanie.

Facteur de réussite :

Atteinte des objectifs d'économies d'énergies sur les lignes concernées par les circulations pilotes.

Planification :

Fin 2025 : mise en circulation commerciale. La circulation des engins est envisagée dans chacune des Régions associées.

Financement :

278 M€ investis concrétisés par l'achat ferme de douze rames Régiolis H2 à Hydrogène (plus de deux en option) :

- 215M€ investis par les Régions,
- 8M€ investis par la SNCF,
- 8M€ investis par Alstom,
- 47M€ d'aides de l'Etat aux Régions.

Retour sur investissement :

Il sera consolidé à la fin de l'investissement.

Interlocuteurs :

francois.agoyer@sncf.fr
melanie.bordignon@alstomgroup.com

★★☆☆	Facilité de mise en œuvre
★★★★	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★★★	Réduction de GES
★★☆☆	Rapidité de mise en œuvre

Application bas carbone sur le projet parisien T3 Ouest

« Le secteur du ciment, de la chaux, du plâtre contribue à hauteur de 14% des émissions de l'industrie hors énergie en France. »

Le chiffre :
L'objectif est de diviser par deux l'impact environnemental du béton.

Constat :
Le béton traditionnel serait responsable de 7% des émissions mondiales de gaz à effet de serre.

Projet :

Réalisation par Colas Rail de l'extension du tramway parisien T3 sur une longueur de 3,2 km entre le terminus actuel de la porte d'Asnières et la porte Dauphine, tout en réduisant l'empreinte carbone du projet.

Principe :

A la suite du FORUM CARBON FIGHTER#1 de décembre 2021, les équipes du Client, de Colas Rail et de ses fournisseurs ont cherché des solutions « bas carbone » à mettre en place sur ce projet. Le choix a porté sur l'utilisation de béton de fondation CEM III BC3 (sous traverses) et béton de voie BC5 (entre traverses). Ces deux types de béton ont une empreinte carbone inférieure à des bétons CEMI ou CEMII et répondent à la même classe de résistance suite aux essais de convenance.

Périmètre :

Chantier réalisé en région parisienne.

Facteurs de réussite :

Engagement de toutes les parties prenantes et cahier des charges ouvert aux ciments bas carbone.
Disponibilité du béton bas carbone.

Interlocuteur :

lemercier@colasrail.com

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★☆☆☆	Effort d'investissement
★★★☆	Retour sur investissement
★★★☆	Réduction de GES
★★★☆	Rapidité de mise en œuvre

Voie verte

« La voie verte, une infrastructure allégée en carbone. »

Le chiffre :

Réduction de 40,4t CO2e (30% de réduction volume béton) pour une plateforme continue de voie double de tramway de 500 mètres linéaires.

Constat :

Les infrastructures ferroviaires constituent le principal poste d'émissions de GES pour la filière.

Projet / Principe :

Compte tenu de l'importance des revêtements engazonnés dans l'ensemble des projets de transports urbains par tramway, Colas Rail a conçu la Voie Verte sur augets, concept breveté et développé en 2010 qui utilise des composants préfabriqués pour la pose de voies.

Ce type de pose de voie utilise un principe de coffrage perdu et limite l'utilisation de béton aux seules zones où il est nécessaire, c'est-à-dire sous chacun des rails. Les espaces restants sont comblés par de la terre et permet un contact terre/terre des zones engazonnées. Les augets étant directement posés sur le fond de forme, ils permettent de réduire le terrassement nécessaire à la mise en œuvre de la plateforme et de ne pas avoir besoin de béton de fondation.

Ce procédé garantit une réduction de volume de béton et de fait réduit l'empreinte carbone des fournitures principales de la structure de la voie de 40.4 tCO2e* et des besoins en arrosage (-30%) en exploitation.

Cette utilisation de terre à la place du béton permet aussi de diminuer les coûts de matériaux ainsi que les coûts d'entretien du revêtement engazonné.

* Inclus uniquement l'achat de produits, pour une plateforme continue de voie double de tramway de 500 mètres linéaires.

Périmètre :

Déploiement de voies de tramway (limité aux courbes dont le rayon est supérieur à 100m et hors zone minérale).

Planification :

Déployé en fonction des projets depuis 2010.

Interlocuteur :

luc.heini@colasrail.com

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★☆☆☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★★☆	Réduction de GES
★★★★	Rapidité de mise en œuvre

Réduction de l'empreinte carbone d'un bâtiment grâce à l'utilisation de béton bas carbone

« La seule production de ciment, ingrédient clé du béton, génère 7% des émissions mondiales de CO2. » GCCA - Syndicat mondial des producteurs de ciment et de béton

Le chiffre :

L'objectif était de réduire l'empreinte carbone des 6500 m3 de béton nécessaires à la construction du campus SNCF.

Constat :

La construction de nouveaux bâtiments est l'occasion d'expérimenter dès à présent des solutions bas carbone.

Projet :

A proximité de la gare de triage de Saint-Priest, SNCF Réseau a fait construire l'un de ses futurs campus dédiés aux métiers de la maintenance, des travaux et des circulations ferroviaires. Dès la phase de conception, SNCF Réseau a placé la performance environnementale au cœur du projet, visant pour les bâtiments la certification HQE.

Principe :

Eiffage Construction, en charge des travaux, a fait appel à CEMEX pour la fourniture d'un béton Vertua, éprouvé depuis plusieurs années, pour les fondations, voiles et planchers des bâtiments du complexe SNCF. La formulation du béton conçu à partir de matières premières locales et de co-produits issus de processus industriels a été validée par le bureau d'études Inddigo spécialisé dans l'accompagnement des collectivités et des entreprises dans leurs stratégies de développement durable.

Périmètre :

Complexe situé à Saint-Priest.

Facteurs de réussite :

Volonté du donneur d'ordre pour diminuer l'empreinte carbone.
Souplesse accordée par la réglementation RE2020 qui repose sur une transformation progressive des techniques de construction, des filières industrielles et des solutions énergétiques.
Proximité des unités de production CEMEX : Lyon Herriot, Mions et Saint-Pierre-de-Chandieu.

Planification :

Le schéma directeur a été initié en 2015.
Les premiers coulages ont démarré en septembre 2020 pour se terminer au printemps 2021.
Le complexe a été livré le 4 février 2022.

Financement :

Par SNCF Réseau à hauteur de 42,5M€.

Retour sur investissement :

Diminution de l'empreinte carbone du béton de 25% de l'ordre de 10 à 15%, soit environ 260 tCO2 économisées.

Interlocuteur :

frederique.tabary@reseau.sncf.fr

★★★★	Facilité de mise en œuvre
★★☆☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★☆☆	Réduction de GES
★★☆☆	Rapidité de mise en œuvre

Réhabilitation d'un site industriel

« Le secteur de la construction est l'un des premiers responsables des émissions de GES. »

Le chiffre :

Le secteur du bâtiment représente encore entre 20% et 25% des émissions en France.

Constat :

Tout déménagement offre l'opportunité de réduire l'empreinte carbone de l'immobilier.

Projet / Principe :

Lors d'un déménagement effectué en 2016, l'entreprise a réhabilité le nouveau bâtiment avec une approche de dévelopement durable: renforcement de l'isolation, création d'une grande verrière et puits de lumière traversants pour profiter au mieux de la lumière naturelle, éclairage 100% LED avec détection automatique, robinets à détection infrarouge, bornes d'alimentation pour véhicules électriques gratuites pour les salariés, …

Depuis, l'entreprise a poursuivi la démarche de diminution de l'empreinte carbone du bâtiment : optimisation des émissions des consommations de la chaudière, mise en place de films thermiques aux fenêtres, formation écoconduite des salariés, contrat électricité verte, ...

En 2023, une ombrière photovoltaïque viendra couvrir une partie du parking et permettra de satisfaire 15% de la consommation totale d'électricité du site.

Périmètre :

Site localisé à Tinqueux.

Facteur de réussite :

Efforts de l'architecte afin de rendre un bâtiment existant compatible avec les besoins et standards du groupe.

Planification :

Début des travaux Janvier 2015 pour une inauguration en Juillet 2016.

Financement :

Environ 5 M€ de coût de réhabilitation, entièrement financés par Knorr-Bremse.

Retour sur investissement :

Réduction de 25% au m2 de la consommation de gaz par rapport à l'ancien site.

Interlocuteur :

fabien.engrand@knorr-bremse.com

★★☆☆	Facilité de mise en œuvre
★★☆☆	Effort d'investissement
★★★☆	Retour sur investissement
★★★☆	Réduction de GES
★★☆☆	Rapidité de mise en œuvre

Réhabilitation énergétique lourde - construction d'un bâtiment à énergie positive

« Technicentre industriel de Hellemmes : une usine du futur. »

Le chiffre :

Le bâtiment de la SNCF est certifié Bâtiment à Energie POSitive (BEPOS) – gain de 72 000 tCO2.

Constat :

Certains bâtiments industriels avaient plus de 70 ans. Ils n'étaient plus adaptés aux modes de production actuels. Il vaut mieux privilégier les investissements massifs de modernisation des bâtiments et outillages, plutôt que maintenir en condition opérationnelle un patrimoine vétuste.

Projet :

Réalisation par la SNCF d'un nouvel atelier ferroviaire comme démonstrateur de l'usine du futur. Le projet rompt avec les standards de ce type de bâtiment : sans rail, ni fosse, ni pont roulant. C'est un bâtiment dit « réversible».

Principe :

Le bâtiment modulaire est à énergie positive, c'est-à-dire qu'il produit plus d'énergie qu'il n'en consomme. En effet, il intègre une centrale photovoltaïque de 8 000 m² (1,6 MWc) en toiture, bénéficie également d'une forte isolation thermique de son enveloppe, d'un éclairage naturel des bureaux comme de l'atelier, ainsi que d'un chauffage par bandes radiantes. En outre, il est réversible, ce qui prolonge son cycle de vie (possibilité de modification future de la destination du bâtiment).

Périmètre :

Technicentre industriel situé à Hellemmes (Lille).

Facteurs de réussite :

La réalisation de ce nouvel atelier a été rendue possible par une co-construction itérative, assemblant les besoins industriels et immobiliers formulés par de multiples acteurs internes et externes à la SNCF : Direction du Matériel, Maîtrise d'œuvre, fournisseurs, constructeurs... La compréhension des attentes et des contraintes de chaque partenaire a été un élément clef pour piloter, agir et faire agir, tout en veillant en permanence à la sécurité des intervenants sur le site. Le personnel du technicentre a également été impliqué dès le début du projet.

Facilité de mise en œuvre :

Durée circonscrite du chantier (4 à 5 ans).

Planification :

Travaux en site exploité engagés en septembre 2018. Livraison en décembre 2019.

Financement :

43,4 M€ (investissements immobiliers) dont :

- 2 M€ pour la centrale photovoltaïque.
- 2,6 M€ pour les déconstructions.
- 3,5 M€ (travaux dépollution et réseaux).
- 35,3 M€ consacrés au bâtiment.

20 M€ pour les processus industriels.

Interlocuteur :

lionel.lafferrerie@sncf.fr

★☆☆☆	Facilité de mise en œuvre
★★★★	Effort d'investissement
★★☆☆	Retour sur investissement
★★★★	Réduction de GES
★☆☆☆	Rapidité de mise en œuvre

Solarisation du foncier disponible grâce à un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI)

« Exploiter le potentiel du foncier disponible pour décarboner. »

Le chiffre :

A l'horizon 2030, installer une capacité production solaire photovoltaïque sur les 3000 gares françaises équivalente à leurs consommations électriques (soit environ 150 à 200 MWc d'énergie solaire fournis par 1 million de m² de panneaux photovoltaïques) pour un gain estimé de 75 000 à 100 000 tCO2.

Constat :

SNCF Gares & Connexions dispose d'un foncier étendu et un potentiel solaire varié (parkings – 70%, bâtiments voyageurs – 10%, grandes halles voyageurs – 10% - et abris de quai – 10%) qui peut être avantageusement exploité en installant des centrales photovoltaïques dans le cadre de rénovation ou de nouveaux projets.

Projet :

Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) portant sur l'installation de panneaux solaires sur une partie du foncier des gares SNCF pour la mise en place d'une Convention d'Occupation Temporaire (COT).

Principe :

Préparer la première phase d'industrialisation de ce programme, via une consultation nationale et rechercher un partenaire industriel capable de solariser un premier portefeuille d'environ 20 à 30 MWc principalement sur les aires de parking (ombrières) et les grandes halles voyageurs. Le partenaire retenu sera chargé, outre l'investissement, de la conception, réalisation, exploitation, et maintenance des installations. L'électricité sera vendue par le futur partenaire au réseau public de distribution d'électricité.

Périmètre :

156 gares concernées sur le territoire ainsi que 3 grandes halles de gare.

Facteur de réussite :

Un déploiement industriel optimisé, une intégration dans le domaine et le paysage des gares de qualité et une ambition de l'État d'accélérer la solarisation des emprises foncières et d'augmenter la part de l'électricité photovoltaïque sur le réseau électrique français.

Facilité de mise en œuvre :

Des zones déjà urbanisées permettant de ne pas artificialiser les sols.

Planification :

Février 2022 : lancement de la consultation.
Octobre 2022 : signature du contrat.
2023 : démarches administratives / études.
Fin 2023 / début 2024 : réalisation.
2024 : mise en service (environ 20 à 30 MWc).

Financement :

Réalisé par le partenaire titulaire de la Convention.

Retour sur investissement :

Temps de retour estimé de 10 à 15 ans.

Interlocuteur :

laurent.mahuteau@sncf.fr

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★★☆☆	Effort d'investissement
★★☆☆	Retour sur investissement
★★★☆	Réduction de GES
★★☆☆	Rapidité de mise en œuvre

Ferme solaire du Mans

« Il s'agit de tirer profit d'un espace sous-utilisé de 17 hectares pour décarboner.»

Le chiffre :

5 000 tonnes de Gaz à Effet de Serre (GES) évitées.

Constat :

SNCF disposait d'une surface inexploitée de 17000 m2 dans l'ancienne gare d'Arnage.

Projet :

Installer une centrale solaire au sein de l'ancienne gare de triage SNCF.

Principe :

Installer 572 tables de panneaux solaires à une hauteur de 3 mètres sur des structures aluminium et inclinées à 25 degrés en direction du Sud. La centrale est raccordée au Réseau ERDF. La production annuelle est de 11 400MWh, ce qui correspond à la consommation annuelle de 4500 foyers.

Périmètre :

Ferme située à la Gare de Triage du Mans.

Facteurs de réussite :

Centrale peu visible de l'extérieur, éloignée des habitations. Prise en compte de la biodiversité (passage à faune sous le grillage), zone d'évitement pour sauvegarder une espèce protégée (hélianthème faux alysson).

Facilité de mise en œuvre :

Projet porté par un partenariat avec SNCF. Volonté territoriale de développement de la filière renouvelable.

Planification :

28 août 2017 : enquête publique
Eté 2021 : mise en service

Financement :

4,8M€ par le partenaire retenu.

Retour sur investissement :

5 000 tCO2 évitées.

Interlocuteur :

charlotte.girerd@sncf.fr

★★★☆ Facilité de mise en œuvre
★★☆☆ Effort d'investissement
★★☆☆ Retour sur investissement
★★★☆ Réduction de GES
★★☆☆ Rapidité de mise en œuvre

Construire une gare en écoconception

«Sur l'enjeu carbone, les transports et le bâtiment sont responsables de la moitié des émissions mondiales de gaz à effet de serre : nous ne pouvons plus nous déplacer, ni construire ou aménager comme avant. »

Le chiffre :

Contribuer à la neutralité carbone pour SNCF Gares & Connexions en réduisant ses émissions de carbone de 50% en 2030 par rapport à 2015.

Constat :

Avec 6 milliards d'investissements pour 2020-2025, SNCF Gares & Connexions porte une responsabilité environnementale significative du fait de l'impact des projets et aménagements, et possède donc un gisement d'actions important.

Projet :

Construction de la Gare de Nîmes-Pont du Gard en écoconception : récupération des eaux pluviales, réutilisation sur site des remblais de terrassement, conservation d'arbres, protection solaire extérieure des halls, ventilation naturelle, ombrières photovoltaïques sur les parkings, poteaux en bois massif…
Labellisation « Bâtiment Durable Occitanie » niveau Argent, confirmée en exploitation.

Principe :

L'écoconception consiste à intégrer la protection de l'environnement dès la conception de la nouvelle Gare.

Périmètre :

Communes de Manduel et de Redessan.

Facteurs de réussite :

Projet collaboratif avec le soutien des équipes spécialisées de SNCF.

Facilité de mise en œuvre :

Suivi de la « démarche EMC2B » (Energie, Matériaux, Carbone, Climat et Biodiversité) qui propose une analyse des enjeux et de la performance du projet, par une série d'indicateurs, dont le poids carbone des projets, appuyée par la démarche BIM (Building Information Modeling) ou SIG (Système d'Informations Géographiques).

Planification :

Décembre 2017 : début des travaux.
Décembre 2019 : inauguration.

Financement :

Pour un total de 95 M€ dont :

- l'Etat : 31,7 M€.
- SNCF Réseau : 31,7 M€.
- La Région Occitanie : 22,6 M€.
- Nîmes Métropole : 8,03 M€.
- Montpellier Méditerranée Métropole : 1 M€.

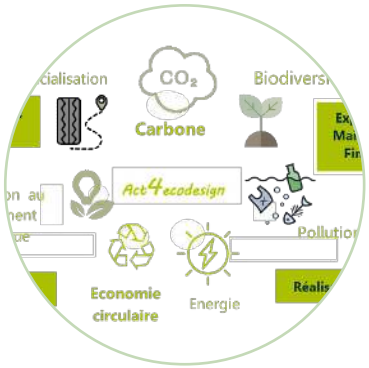
Retour sur investissement :

Emissions de GES en exploitation de 600 tCO2 eq sur 50 ans soit 3 kg CO2eq / m² ; sobriété énergétique atteinte par une stratégie bioclimatique, l'efficacité énergétique des surfaces contrôlées vecteur d'énergie décarbonée.

Interlocuteur :

emilie.hergott@arep.fr

★★☆☆	Facilité de mise en œuvre
★★☆☆	Effort d'investissement
★★★☆	Retour sur investissement
★☆☆☆	Réduction de GES
★★☆☆	Rapidité de mise en œuvre



Une ambition développement durable au cœur des projets et des équipes

« Les transports ferroviaires sont un enjeu majeur dans la lutte contre le changement climatique. Qualité, coût, délais, climat/biodiversité : donnons du sens à nos projets! »

Le chiffre :

100% des projets seront éco-conçus à l'horizon 2030.

Constat :

Le développement durable est un défi majeur pour la société. Via cette approche sur l'ensemble du cycle de vie, la société s'engage pour le climat et la biodiversité.

Projet / Principe :

5 engagements clés sont au cœur du dispositif : réduire les émissions de GES d'Egis, réduire les émissions des projets des clients et limiter leurs impacts sur la biodiversité, renforcer la séquestration du carbone, renforcer la résilience des territoires et des infrastructures face aux risques climatiques, développer le portefeuille d'activités d'Egis en cohérence avec l'Accord de Paris. La démarche éco-conception est basée sur des méthodes et outils pour caractériser, évaluer et suivre l'impact environnemental sur 7 critères clés. Cette approche dite « ERC » s'appuie sur le respect d'un Système de Management Opérationnel nécessitant l'intégration de toutes les parties prenantes (collectivités, riverains, etc.) impliquées ou impactées par le projet. La transversalité et l'exhaustivité de la démarche lui confèrent une reconnaissance de la part des acteurs impliqués et permet l'amélioration de l'acceptabilité du projet par le territoire grâce à ses performances environnementales. Quelques exemples concrets :

- vivre ensemble : Jardin participatif, renaturation citoyenne, participation scolaire,
- mobilité et accessibilité : partage et restitution de l'espace, modération de la circulation,
- énergie : efficacité thermique des postes, récupération d'énergie «SIMALIM»,
- eau : chaussées semi-perméables, pavés à joints fertiles, arrosage économique, récupération des eaux de pluie.

Périmètre :

Cette démarche mobilise l'ensemble des équipes sur les territoires où la société intervient.

Planification :

100% des projets seront éco-conçus à l'horizon 2030.

Facteurs de réussite :

Un engagement individuel et collectif favorisant et encourageant l'engagement social, économique et environnemental. Des actions R&D, déclinées par métier tout en gardant une approche englobante ACV au service du meilleur projet environnemental. Citons par exemple, la démarche idéathon ouverte à toutes les équipes en approche « décomplexée» inter-métiers/filiales, et se concrétisant par la création de start up pour solutions innovantes (Cycle up, Soil Is, landboost) déployées ensuite au cœur des projets en études et en travaux.
Un accompagnement personnalisé pour un partage des enjeux et ambitions des clients.

Interlocuteur :

virginie.willaert@egis-group.com

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★★★☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★★☆	Réduction de GES
★★☆☆	Rapidité de mise en œuvre

Démarche HQE Infrastructure Durable

« Cette démarche HQE-ID est engagée par Île-de-France Mobilités sur ses projets pour traduire ses engagements environnementaux et de management responsable. »

Le chiffre :

Plus de 100 km de lignes de tramway et 200 km de lignes de Métro et RER à construire en Île-de-France.

Constat :

Un large territoire avec des besoins de transport répondant aux enjeux clés de la qualité de vie, de la performance énergétique et du respect de l'environnement.

Projet / Principe :

La réduction des émissions carbone, la désimperméabilisation des sols, et le développement de la biodiversité sont des thématiques fortes engagées par Île-de-France Mobilités. Ces objectifs sont partagés avec les 3 principales collectivités (Saint-Denis, Aubervilliers et Paris) et le département 93 concernés par le projet du tramway T8 (Extension du Site de Maintenance et de Remisage +5,5 km de ligne supplémentaire avec 10 stations).
Définir le périmètre géographique et fonctionnel du projet. Hiérarchiser les 19 thématiques de développement durable.
Définir des objectifs rationnels à respecter tout au long du projet (250 à 300 objectifs définis).
Les objectifs établis peuvent apparaître parfois trop abstraits ; ils sont précisés et mis en œuvre au fil de la conception et des travaux.
Cette démarche s'appuie sur le respect d'un Système de Management Opérationnel et nécessite l'intégration de toutes les parties prenantes (collectivités, riverains, etc.) impliquées ou impactées par le projet.

Périmètre :

Application au projet d'extension du tramway T8 au Sud à Rosa Park pendant la phase d'études préliminaires.

Planification :

Déploiement progressif depuis les études préliminaires.

Facteurs de réusite :

Les ambitions de la démarche doivent être définies au plus tôt avec le client et partagées avec toutes les parties prenantes.
La démarche, menée en parallèle des études préliminaires du projet, doit s'intégrer le plus possible à la production des livrables habituels.
Sa transversalité et son exhaustivité, lui confèrent une reconnaissance de la part des acteurs impliqués dans celle-ci mais permet également d'améliorer l'acceptabilité du projet par le territoire grâce à ses performances environnementales.

Interlocuteur :

florent.grenu@egis-group.fr

★★☆☆	Facilité de mise en œuvre
★★☆☆	Effort d'investissement
★★★☆	Retour sur investissement
★★★☆	Réduction de GES
★★★☆	Rapidité de mise en œuvre

Développement de solutions alternatives afin d'éviter des travaux de Génie Civil

« De plus en plus, l'approche GES impliquera une vision multi-dimensionnelle des solutions.»

Le chiffre :

Le secteur du bâtiment émet environ 25% des GES en France.

Constat :

A la suite des opérations de maintenance et en l'absence de contrôle humain à bord, les rames de métros automatiques nécessitent des essais systématiques poussés et rigoureux sur piste d'essai avant remise en service commercial. Ces pistes d'essai occupent plusieurs dizaines de milliers de m2 en zone urbaine et représentent des coûts d'infrastructure, de maintenance et fonciers considérables.

Projet / Principe :

Afin d'absorber l'augmentation de la fréquentation de ses lignes, l'exploitant du métro de Lille va prochainement doubler la longueur des rames. Cet accroissement du nombre de rames a des répercussions sur les opérations de maintenance et la voie d'essai actuelle ne permettra pas de réaliser l'ensemble des essais. De plus, la surface foncière disponible ne permet pas de construire une deuxième voie.

SPHEREA a développé et intégré une solution clé en main dans l'atelier de maintenance de la Métropole Européenne de Lille permettant à l'exploitant de dérouler des programmes de test complets de diagnostic ou de contrôle à la suite et à proximité des opérations de maintenance en garantissant le maintien du niveau de sécurité et de disponibilité des rames.

Cette solution a permis :

- l'économie de plusieurs centaines de mètres de voie d'essais,
- l'allègement des travaux d'infrastructure et de génie civil,
- des cycles de maintenance optimisés, centralisés et digitalisé.

Périmètre :

Projet nécessitant des voies d'essais (exemple Métropole Européenne de Lille).

Planification :

Finalisé.

Facteurs de réusite :

Adhésion du client.

Interlocuteur :

romain.barras@spherea.com

★★☆☆	Facilité de mise en œuvre
★★★☆	Effort d'investissement
★★★☆	Retour sur investissement
★★☆☆	Réduction de GES
★★☆☆	Rapidité de mise en œuvre

Report modal du transport routier vers le fret ferroviaire

« Grâce à ce report modal, 3600 camions de moins sur les routes chaque année pour le transport de longue distance entre la France et l'Espagne et 5000 tonnes de CO2 qui ne seront pas rejetées. »

Le chiffre :

5000 tCO2 évitées par an.

Constat :

Le report modal vers le ferroviaire est le principal gisement de gain de Gaz à Effet de Serre (GES) du transport.

Auparavant, CRISTALCO faisait rouler 3600 camions sur environ 1500 km pour ses besoins annuels de transport pour acheminer sa marchandise entre la France et l'Espagne.

Projet :

Trouver une solution de transport bas carbone.

Principe :

Effectuer un report modal du transport routier vers le transport ferroviaire grâce à un partenariat entre opérateurs ferroviaires pour proposer une prestation de bout en bout. CRISTALCO (marché du sucre) met en avant dans sa communication l'ancrage territorial et les pratiques respectueuses de l'environnement. Le transport avec une locomotive électrique permet de réduire jusqu'à 95% les émissions de gaz à effet de serre, par rapport au mode routier.

Périmètre :

Transport assuré entre la région Champagne-Ardennes et l'Espagne.

Facteurs de réussite :

Volonté de l'industriel de décarboner et capacité de FRET SNCF et de Captrain Espana d'offrir une solution bas carbone (pour FRET SNCF 90% des tonnes.km sont réalisées par ses locomotives électriques).

Facilité de mise en œuvre :

Transport sur longue distance (1500km).

Planification :

Trafic lancé début 2021, par FRET SNCF, en partenariat avec Captrain Espana.

Retour sur investissement :

Economie de 3600 camions longue distance par an entre la France et l'Espagne.
Gains sociétaux sur la santé (accidentalité, pollution atmosphérique), le climat (émissions de gaz à effet de serre), la biodiversité (habitat naturel) et la qualité de vie (bruit et congestion).
5000 tCO2 évitées.

Interlocuteur :

marie.cavoit@sncf.fr

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★☆☆☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★★★	Réduction de GES
★★★☆	Rapidité de mise en œuvre

Mobilité pour tous dans les territoires (trains légers)

«La mobilité, enjeu de service public, est l'une des réponses aux défis sociaux et économiques actuels.»

Le chiffre :

Seulement 9 % de la population rurale utilise les transports collectifs pour effectuer les trajets du quotidien.

Constat :

Pour répondre aux besoins de mobilité tout en luttant contre le réchauffement climatique, les pouvoirs publics souhaitent faire du chemin de fer la colonne vertébrale des transports du quotidien. Ce choix implique que le ferroviaire irrigue l'ensemble du territoire.

Projet :

Porter les innovations « train léger » et « train très léger » pour proposer des solutions adaptées afin de faire vivre les lignes les moins exploitées et à faible potentiel (environ 9000km). Cette ambition se concrétise déjà, entre autres, par les projets :

- « Train léger innovant » : plus adapté aux besoins de certaines petites lignes avec ses 60 places assises et disposant d'une motorisation électrique et d'un stockage d'énergie embarqué par batterie pour réduire les émissions de CO2,
- Draisy : petit train modulaire de 80 voyageurs dont 30 places assises destiné aux lignes ou aux segments de lignes de moins de 100 kilomètres à faible trafic et qui offrira une souplesse d'usage (arrêts « à la carte»),
- Flexy : capable de rouler à la fois sur rail et sur route, la navette (14 places) ultra légère s'adressera en priorité aux petites lignes ferroviaires fermées, dont la longueur varie entre 10 et 30 km et qui offre un potentiel de trafic trop faible pour justifier une desserte purement ferroviaire.

Principe :

La capacité actuelle des TER est souvent «sous utilisée », générant des surcoûts d'exploitation et de maintenance. Le principe est de développer des solutions de train avec une exploitation et des capacités de transport pouvant s'adaptér au juste besoin de chacun des territoires. Plus léger qu'un TER actuel, les trains légers solliciteront moins la voie, réduiront les frais de maintenance, et seront plus économiques. Le projet est piloté par un consortium de onze entreprises : SNCF, Thales, Texelis, CAF, Wabtec, Alstom, Railenium, Ferrocampus, Capgemini, Cerema et Ektacom.

Facilité de mise en œuvre :

Atteinte des objectifs d'économies d'énergies et d'exploitation pour les circulations pilotes.

Planification et périmètre :

2025 – 2026 : premières expérimentations.
2029 : objectif de mise en circulation des premiers trains.

Financement :

90 M€.

Retour sur investissement :

Sera établi après les expérimentations. Projet qui doit favoriser le report modal et éviter les GES afférents.

Interlocuteur :

francois.agoyer@sncf.fr

★☆☆☆	Facilité de mise en œuvre
★★★★	Effort d'investissement
★★★☆	Retour sur investissement
★★★★	Réduction de GES
★★☆☆	Rapidité de mise en œuvre

Expérimentation du biocarburant

« Dépendant des énergies fossiles, les transports sont responsables du quart des émissions de CO2 de la planète.»

Le chiffre :

En remplaçant le gazoil dans les trains, le biocarburant B100 permet d'envisager un objectif de réduction de 60% des émissions de GES.

Constat :

Nécessité de trouver une alternative aux énergies fossiles pouvant être rapidement mise en oeuvre, afin d'améliorer la performance environementale du matériel thermique.

Projet :

Utilisation par la SNCF du Biocarburant B100, énergie renouvelable et 100% d'origine végétale. Ce biocarburant est un co-produit de la filière colza et n'est pas issu de cultures dédiées.

Principe :

Après des tests sur banc moteur, le Biocarburant B100 a été expérimenté en service commercial. Certifié durable, il a été choisi à partir de trois critères : maturité technologique, disponibilité, et provenance (en termes de durabilité qui portent sur des critères quantitatifs, (réduction des gaz à effet de serre) et sur des critères qualitatifs (origine de la matière).

Facteurs de réussite :

Démontrer que l'utilisation du biocarburant B100 permet une sortie des énergies fossiles et atteint les objectifs de réduction de GES sur les lignes sur lesquelles l'expérience a été menée sans dégrader l'exploitation.

Facilité de mise en œuvre :

Cette innovation présente l'avantage de nécessiter aucune modification significative du matériel roulant.

Planification et périmètre :

L'expérimentation via 15 rames Régiolis de la ligne Paris-Granville en 2021 s'est déroulée avec succès et la Région de Normandie a pérennisé la solution B100 en 2022. Cette étape permet de décarboner les trains en attendant le déploiement à large échelle des nouvelles technologies que sont les trains à batteries ou les trains à hydrogènes. D'autres essais au banc moteur sont engagés pour tester d'autres biocarburants sur les engins X73500 et AGC. C'est l'occasion de tester le comportement moteur et la performance environnementale, notamment, les émissions de polluants atmosphériques qui impactent la qualité de l'air. Sur ce dernier plan, les performances environnementales d'un biocarburant différent selon la catégorie de moteur.

Financement :

Intégré dans les coûts d'exploitation.

Retour sur investissement :

Sortie des énergies fossiles et réduction des émissions de GES. En septembre 2022, les 15 rames Régiolis ont parcouru 3,2 millions de kilomètres avec du biocarburant B100 et plus de 10000 tCO2 ont été évitées.

Interlocuteurs :

c.commere@sncf.fr
stephane.chwalik@sncf.fr

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★★☆☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement*
★★★☆	Réduction de GES
★★★☆	Rapidité de mise en œuvre

* Pour le bilan GES uniquement

Constructions modulaires

« A matériaux équivalents, une étude estime que les émissions de gaz à effet de serre (GES) peuvent être réduites de 9% par mètre carré dans le cadre d'une construction industrialisée. »*

Le chiffre :

Objectif de réduction des GES de 9%.

Constat :

Le secteur de la construction est l'un des premiers responsables des émissions de GES. En effet, même si des progrès ont été accomplis, le secteur du bâtiment représente encore entre 20% et 25% des émissions en France.
La construction de bâtiments modulaires dédiée initialement au monde des chantiers, peut s'adresser désormais aux autres secteurs de la construction. Elle permet de mieux contrôler la qualité. Elle réduit les coûts de construction, les délais, notamment, grâce à la production et à l'assemblage en usine, les nuisances en phase chantier. C'est une solution de décarbonation s'appuyant sur des techniques constructives durables.

Projet :

Mise en place par SNCF d'un accord-cadre pour l'achat de bâtiments modulaires préfabriqués.

Principe :

Permettre de construire clé en main des bâtiments entiers en usine en les assemblant sur place avec un gain de temps et d'argent assuré, en sus d'une baisse des GES à la clé.

Périmètre :

Toute l'activité ferroviaire.

Facilité de mise en œuvre :

Bien identifier le besoin en amont.

Planification :

Durée de construction pouvant être divisée par deux.

Financement :

Pas d'incidence notable pour le client (même type de financement que pour les constructions «non modulaires»).

Retour sur investissement :

Les gains évités en GES sont estimés à 9%.

Interlocuteur :

stephane.lucas@sncf.fr

★★☆☆	Facilité de mise en œuvre
★☆☆☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★★☆	Réduction de GES
★★☆☆	Rapidité de mise en œuvre

* *Etude Mao, ibid*

Relamping au Technicentre du Landy

« Tous les projets doivent être duplicables et générer un effet d'entraînement et de mobilisation. »

Le chiffre :

60 tCo2 évités pour le Technicentre du Landy.

Constat :

L'éclairage actuel des établissements industriels SNCF ne correspond plus aux standards. Le relamping offre un des meilleurs retours sur investissements.

Projet :

Modernisation de l'éclairage du Technicentre du Landy de SNCF.

Principe :

Remplacer des anciens éclairages par un nouveau dispositif à LED intelligent au service de la qualité de la maintenance et de la sécurité du personnel avec un environnement mieux éclairé et un bien-être bonifié.
Permet de réaliser des gains d'énergie et de GES.

Facteurs de réussite :

- Mobilisation du management.
- Utilisation du FITEV (Fond Innovant pour la Transition Energétique Voyageurs - interne SNCF) qui accompagne financièrement les projets réduisant les consommations énergétiques et/ou les émissions carbone.

Facilité de mise en œuvre :

Ces éclairages ont été conçus et assemblés par une entreprise française, avec un savoir-faire sur les systèmes optiques de diffusion de la lumière.

Planification :

Réalisation effectuée en 2021.

Financement :

150k€ financés grâce au FITEV.

Retour sur investissement :

Rentabilité au bout d'un an avec plus de 60 tCo2 évitées et une économie d'énergie de l'ordre d'1 GWh. En mesurant les consommations à la pince ampère-métrique, on constate une consommation divisée par 6 par rapport aux anciens éclairages à lampe au sodium, et même divisée par 35 quand l'éclairage LED passe en éclairage réduit lorsqu'aucune présence n'est détectée.

Interlocuteur :

damien.ravenel@sncf.fr

★★☆☆	Facilité de mise en œuvre
★★★☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★★☆	Réduction de GES
★★☆☆	Rapidité de mise en œuvre

Le retrofit à LED dans les trains et infrastructures ferroviaires

« Le rétrofit à LED dans les trains permet l'amélioration du confort des voyageurs et du design. »

Le chiffre :

Baisse de la consommation électrique de 50% de l'éclairage des trains grâce au remplacement des équipements incandescents par un éclairage à LED.

Constat :

Un amendement de la directive ROHS 2011/65/UE, paru début 2022, annonce l'interdiction de vente, sur le sol européen, de tubes fluorescents T5 et de certaines lampes fluocompactes pour 2023.

Projet :

Remplacer dans les trains les dispositifs incandescents par des éclairages à LED pour minimiser la consommation, les coûts et les temps de maintenance.

Principe :

Pour remplacer l'éclairage existant dans les trains mais aussi au niveau des infrastructures, plusieurs solutions sont possibles :

- la solution plug & play qui consiste à remplacer de technologie de l'incandescence par celle de la LED à partir des installations et équipements existants,
- la solution éclairage LED sur mesure suivant un cahier des charges.

Toutes ces solutions à LED possèdent la certification ferroviaire. Ces solutions permettent également de pallier les problèmes d'obsolescence ou d'arrêts de fabrication afférents à la nouvelle directive ROHS 2011/65/UE.

Périmètre :

La démarche concerne le matériel ferroviaire roulant (rénovation ou matériel neuf), et les infrastructures ferroviaires.

Planification :

Concernant les équipements embarqués, les opérations s'avèrent plus pertinentes pour le matériel neuf et pour les rénovations envisagées à mi-vie.

Facteurs de réussite :

Capacité du fournisseur de pouvoir s'adapter aux exigences du client en termes de réduction énergétique.

Interlocuteur :

sthomas@minilampe.com

★★★★	Facilité de mise en œuvre
★★☆☆	Effort d'investissement
★★★☆	Retour sur investissement
★★★★	Réduction de GES
★★★★	Rapidité de mise en œuvre

Ecostop

« Envisager et mettre en oeuvre toutes les solutions de sobriété.»

Le chiffre :

Baisse de consommation envisagée de l'ordre de 6%.

Constat :

Les solutions déployées à grande échelle dans le milieu automobile peuvent aisément être étendues au secteur ferroviaire.

Projet / Principe :

L'« Ecostop » peut être comparé au système « Start Stop » connu dans le secteur automobile, mais transposé au ferroviaire. Il s'agit ainsi d'une solution intelligente et communicative, ayant un impact positif sur l'environnement :

- système logique développé par Colas Rail, qui installé sur une locomotive ou un engin de travaux ferroviaires, permet de mettre en veille et de redémarrer le moteur Diesel de la machine durant ses phases de stationnement ou d'attente,
- lorsque l'engin est à l'arrêt, moteur au ralenti et frein serré, l'« Ecostop » arrête automatiquement le moteur et utilise l'énergie disponible pour assurer un redémarrage optimal entraînant ainsi des gains de carburant, une réduction des émissions de CO2 et une réduction des coûts de maintenance de la machine,
- le système est de plus équipé d'un module de télématique qui permet de générer et d'envoyer des données (SMS ou emails) pour communiquer sur l'état de la locomotive et l'utilisation du dispositif.

Périmètre :

Démarche mobilisant l'ensemble des équipes des 23 pays où intervient le Groupe (6000 salariés).

Facteurs de réussite :

La technologie peut être déployée sur toutes les séries d'engins ferroviaires moyennant une adaptation à la spécificité de la série. L'installation d'un Ecostop permet de bénéficier d'un CEE (certificat d'économie d'énergie).

Retour sur investissement :

Immédiat.
Le taux d'économie attendu est de l'ordre de 6%.

Interlocuteur :

christophe.bellon@colasrail.com

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★☆☆☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★★★	Réduction de GES
★★★☆	Rapidité de mise en œuvre

Eco-stationnement

« Appliquer la sobriété énergétique lors des stationnements prolongés des trains. »

Le chiffre :

Economiser 7% de l'énergie consommée.

Constat :

La consommation des trains à l'arrêt représente environ 21% de toutes les énergies de traction confondues de SNCF (30% chez TER, 26% chez Transilien, 9% chez TGV-Intercités).

Projet :

L'écostationnement consiste à limiter les temps de maintien en service au strict besoin de la maintenance et de l'exploitation commerciale.

Principe :

Initiés chez SNCF TER, puis étendus dans les autres activités, une méthode et des outils permettent aux entités opérationnelles en Technicentre comme en Direction de Ligne, d'éteindre plus souvent les rames. La démarche Bottom-up repose sur trois leviers : mesurer (les temps de maintien en service ainsi que les consommations à l'arrêt), embarquer les agents sur la nécessité d'agir, et agir en améliorant les gestes métiers et l'organisation du travail.

Périmètre :

Toutes les circulations ferroviaires.

Facteurs de réussite :

Pour les établissements, atteindre rapidement le niveau de maturité permettant d'être en maîtrise du sujet (mesurer, embarquer et agir) et au final, atteindre l'objectif de réduction de la consommation d'énergie.

Facilité de mise en œuvre :

Déploiement et accompagnment de la démarche par l'ensemble de la ligne managériale avec le soutien des entités support.

Planification :

2020-2025.

Financement :

Démarche avant tout opérationnelle nécéssitant peu d'investissement et beaucoup d'engagement des équipes.

Retour sur investissement :

Rapide, du fait de l'absence d'investissement. Baisse de la consommation d'énergie de traction de 7% et des émissions de GES afférentes.

Interlocuteurs :

christophe.gueudar-delahaye@sncf.fr
stephane.chwalik@sncf.fr

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★☆☆☆	Effort d'investissement
★★★☆	Retour sur investissement
★★★★	Réduction de GES
★★★☆	Rapidité de mise en œuvre

Opti-conduite

« Proposer aux conducteurs la vitesse permettant d'optimiser la consommation d'énergie et la fiabilité des engins. »

Le chiffre :

Réduire les émissions GES de 4% d'ici 2025.

Constat :

L'écart de consommation d'énergie qui peut exister entre deux agents conduisant sur un même trajet peut atteindre parfois jusqu'à 30%. 20% des TGV roulaient en avance, entraînant ainsi des surconsommations d'énergie mais également des conflits de circulation entre trains.

Projet :

Développement par SNCF d'un outil permettant de lisser la vitesse tout en respectant la ponctualité. Outil interfacé avec la gestion des circulations.

Principe :

Grâce à un algorithme tenant compte de la vitesse, de la position du train, du profil de la voie, Opti-conduite indique la vitesse de référence dynamique aux conducteurs permettant de minimiser la consommation d'énergie, en respectant l'horaire, en rendant la conduite plus souple, et en améliorant ainsi le confort voyageurs.

Facteurs de réussite :

Implication des 11 000 conducteurs de la SNCF.
Accompagner le changement auprès des conducteurs : « le logiciel aide le conducteur mais ne le remplace pas ».

Facilité de mise en œuvre :

Prévoir les moyens nécessaires pour améliorer en continu le logiciel et l'adapter par rapport au plan de circulation.

Planification :

2016 : déploiement initial.
2022 : déploiement généralisé.

Financement :

Acquisition des licences et du SAV pour l'intégration du logiciel dans les systèmes de conduite SNCF.

Périmètre :

Toutes les circulations ferroviaires.

Retour sur investissement :

- retour instantané sur la facture d'énergie,
- retour à moyen terme sur la maintenance des engins,
- 4% d'économies attendues sur la consommation d'ici 2025.

Interlocuteurs :

christophe.gueudar-delahaye@sncf.fr
stephane.chwalik@sncf.fr

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★☆☆☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★★★	Réduction de GES
★★★☆	Rapidité de mise en œuvre

Optimisation de l'utilisation des moyens de transport et de travaux pour les chantiers (plan de mobilité)

« Les actions de sobriété mises en place pour l'automobile en général peuvent s'appliquer aisément à d'autres secteurs, dont celui du BTP. »

Le chiffre :

Sur un chantier, le temps consacré aux déplacements quels qu'ils soient prévaut sur le temps de réalisation des travaux. Les déplacements représentent un facteur important d'émissions de gaz à effet de serre.

Constat :

L'impact des voitures et des camions pour la réalisation des chantiers est non négligeable. Ainsi, les GES émis lors de travaux d'infrastructure viennent s'ajouter à la somme de tonnes CO2 émis lors de cette même activité. Dans l'attente du tout électrique, il est apparu utile de rationnaliser l'usage du parc automobile.

Projet :

Limiter l'impact environnemental des voitures et des camions lors de la réalisation des chantiers.

Principe :

- Augmenter le taux d'occupation des véhicules (ramassage et co-voiturage).
- Limiter la durée et la distance des trajets par une meilleure couverture géographique et une meilleure planification des chantiers.
- Sensibiliser les conducteurs à l'éco-conduite (moins de consommation = moins d'émission de CO2).
- Etablissement d'un diagnostic « Diag Décarbon'action » via BPIFRANCE.

En complément, le remplacement de l'outillage portatif thermique par de l'outillage portatif électrique est envisagé (réflexion en cours).

Périmètre :

Démarche couvrant l'ensemble des chantiers.

Facteur de réussite :

Adhésion de l'ensemble des salariés.

Retour sur investissement :

Immédiat.

Interlocuteur :

jacques.gargowitsch@fs-group.fr

★★★★	Facilité de mise en œuvre
★☆☆☆	Effort d'investissement
★★☆☆	Retour sur investissement
★★☆☆	Réduction de GES
★★★★	Rapidité de mise en œuvre

Déploiement d'une Gestion Technique Centralisée (GTC) ou Gestion Technique des Bâtiments (GTB)

«Optimiser l'équilibre entre les conditions environnementales, les usages des énergies et les besoins opérationnels.»

Le chiffre :

Objectif de réduction pouvant atteindre 30% des GES suivant les installations, grâce à la GTC.

Constat :

Le 21 juillet 2020 a été publié au journal officiel le décret BACS - Building Automation & Control Systems - qui prévoit d'équiper les bâtiments tertiaires de systèmes d'automatisation et de contrôle d'ici le 1er janvier 2025. La mise en œuvre de cette nouvelle obligation constitue l'un des moyens qui permettront aux bâtiments tertiaires d'atteindre les objectifs d'efficacité énergétique fixés récemment par le décret tertiaire.

Projet :

Il consiste à déployer et décliner par la SNCF les obligations du décret dans tous les bâtiments, gares, et technicentres pour pouvoir respecter les échéances.

Principe :

Il s'agit d'optimiser les consommations d'énergie liées à l'usage des bâtiments. La GTC est appliquée au chauffage, à l'éclairage, aux escalateurs, aux écrans (extinction par détection d'absence et gradation automatique de l'éclairage artificiel en fonction des apports de lumière du jour), à la détection de présence, à l'optimisation de la température pièce par pièce, à la rationalisation des espaces à chauffer, et à la gestion de la puissance installée. Il est préférable de privilégier les investissements pour les sites industriels (projet «Usine Connectée » de la Direction du Matériel SNCF) par rapport aux sites tertiaires généralement déjà plus matures.

Facteurs de réussite :

Anticiper les appels d'offres pour une bonne planification des charges de travail des entreprises sollicitées dans le cadre de l'application du décret.

Facilité de mise en œuvre :

Bon diagnostic initial. Homogénéité des équipements.

Planification :

Echelonnée jusqu'en 2025.

Financement :

Sur fonds propres.

Périmètre :

Le décret BACS s'impose seulement pour une centaine de gares, mais la régulation peut être mise en oeuvre sur toutes les gares, bâtiments et technicentres.

Retour sur investissement :

En moyenne, c'est 15% d'économies réalisées en 4 ans par SNCF Gares & Connexions; gains estimés de 409 tCO2 pour 7M€ engagés.

Interlocuteur :

violaine.jacolin@sncf.fr

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★☆☆☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★☆☆	Réduction de GES
★★★★	Rapidité de mise en œuvre

Ecogestes

« Réaliser un écogeste, c'est prendre en considération les valeurs qui fondent le développement durable : la protection de l'environnement, l'équité sociale, la solidarité, le principe de responsabilité et de précaution. »

Le chiffre :

Pour SNCF Gares & Connexions : 484 tCO2 soit 1,9% des émissions globales de Gares & Connexions.

Constat :

Les écogestes offrent le meilleur retour sur investissement concernant la décarbonation. Il nécessite une implication au niveau du Management, et permettent de sensibiliser tout le personnel sur les problèmes de décarbonation.

Projet :

Organiser une communication adaptée : Webinar, kits de communication, tutoriels, vidéos...

Principe :

Dans l'élaboration du plan de communication, veiller à mettre en perspective le rôle de chacun dans la protection de l'environnement pour pouvoir sensibiliser et engager tous les agents.

Périmètre :

Déclinaison sur l'ensemble des activités SNCF.

Facteurs de réussite :

Faire porter le message au plus haut niveau de l'entreprise. Communication dédiée.

Facilité de mise en œuvre :

Favorisée par une appropriation et déploiement à tous les niveaux.

Planification :

En continu avec des campagnes de relance adaptées.

Exemples d'actions déclinées à Gares & Connexions :

- Dispositif d'alertes pour les anomalies détectées (luminaires allumés en plein jour, températures excessives, fuites d'eau, fermeture des portes et fenêtres des zones chauffées et/ou climatisées).
- Extinction des ordinateurs en fin de journée, consigne pour éviter les mails avec pièces jointes volumineuses.
- Application des consignes de températures.
- Arrêt envisagé des périodes de chauffe dès le 15 avril.
- Proscription des braseros sur les quais.
- Installation de systèmes de brumisation dans les gares.

Interlocuteur :

violaine.jacolin@sncf.fr

★★★★	Facilité de mise en œuvre
★☆☆☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★☆☆	Réduction de GES
★★★★	Rapidité de mise en œuvre

Maîtrise du cycle de vie des équipements caténaires

« Les composants de l'infrastructure ferroviaire constituent le premier poste d'émissions de GES pour le chemin de fer. »

Le chiffre :

La prolongation de la durée de vie des équipements constitue souvent le plus fort gisement d'économie de gaz à effet de serre.

Constat :

Le travail sur le cycle de vie permet d'optimiser et de minimiser les émissions de gaz à effet de serre à chaque étape.

Projet :

Etendre la maîtrise de la totale recyclabilité à l'ensemble des références.

Principe :

Depuis plus de 75 ans, la société Galland produit des matériels de caténaire (isolateurs de section, appareils tendeurs, armements, caténaire, etc.) en maîtrisant de bout en bout leurs cycles de vie :

- La fabrication de ces produits est réalisée à partir de matières nobles.
- La durée de vie de certaines références a dépassé les 50 ans de fonctionnement sur le réseau.
- Pour la maintenance, toutes les références sont suivies pour permettre une remise à neuf, en utilisant des caisses en bois pour la livraison et les retours de maintenance des équipements.
- Certains composants tels les isolateurs composites présentent encore une durée de vie limitée de part les matériaux utilisés pour répondre à certaines fonctionnalités (poids).

Il s'agit d'étudier des solutions alternatives pour les composants qui ne présentent pas encore une parfaite recyclabilité (isolateur composite). La poursuite de ces démarches, usitées depuis 75 ans, sont en ligne avec les enjeux de sobriété nécessaire à une industrie efficiente.

Périmètre :

L'ensemble du réseau ferré électrifié.

Interlocuteur :

d.bec@galland-sas.com

★★★★	Facilité de mise en œuvre
★★☆☆	Effort d'investissement
★★☆☆	Retour sur investissement
★★☆☆	Réduction de GES
★★☆☆	Rapidité de mise en œuvre

Développement d'un processus de maintien en condition opérationnelle des pédales détecteur de trains CAUTOR et FORFEX

« Allonger la durée de vie afin de limiter le gaspillage des ressources naturelles. »

Le chiffre :

Actuellement environ 82000 pédales CAUTOR et FORFEX sont installées sur le réseau ferroviaire français

Constat :

Les pédales CAUTOR et FORFEX sont des équipements mécaniques de sécurité qui, arrivant en fin de vie, étaient mises au rebut. Les matériaux peuvent être recyclés, mais la remise à neuf de ces produits reste la meilleure option pour optimiser leur cycle de vie.

Projet / Principe :

Ces pédales électromécaniques sont utilisées dans un environnement sévère et sous contrainte de sécurité pour garantir la détection des trains. Elles sont, notamment, déployées de part et d'autre des passages à niveau. Jouant un rôle majeur en signalisation, un suivi rigoureux de cet organe de sécurité est réalisé par les gestionnaires d'infrastructure. En fin de durée de vie, ces équipements étaient automatiquement mis au rebut. Dans ce contexte et afin d'allonger la pérennité de ces pédales mécaniques, la société SNIC a proposé aux chemins de fer britanniques de réaliser une action de remise à neuf.

Ces actions de maintenance viennent en substitution d'un remplacement à neuf des pédales. Les pédales doivent être déposées et envoyées à la société SNIC. Elles sont ensuite révisées remises à neuf puis testées.

Après ces travaux, réalisés en atelier, les équipements peuvent être considérés à nouveau comme équipement neuf. Grâce à ce procédé, la durée de vie de la pédale est prolongée induisant ainsi de véritables économies en termes de matière première et d'énergie de fabrication.

Périmètre :

Toutes les pédales CAUTOR et FORFEX déployées.

Planification :

Processus opérant.

Facteur de réussite :

Adhésion au procédé par les clients.

Interlocuteur :

xavier.payet@snic-rail.fr

★★★★	Facilité de mise en œuvre
★☆☆☆	Effort d'investissement
★★☆☆	Retour sur investissement
★★☆☆	Réduction de GES
★★★★	Rapidité de mise en œuvre

Sobriété numérique - allongement du cycle de vie des terminaux

« Prolonger la durée de vie des ordinateurs, smartphones et tablettes en leur offrant une seconde vie à l'extérieur de l'entreprise. »

Le chiffre :

Pour la SNCF, 45 170 anciens PC collectés, avec 72% de réemploi et 17% de réutilisation de pièces soit 2200 tCO2 évitées.

Constat :

Dans le domaine des technologies de l'information, 2/3 des GES sont dus à la fabrication du matériel. De nombreux matériels informatiques doivent être déclassés à cause de logiciels devenus obèses déployés pour une activité donnée ou pour des questions de cybersécurité. Ils peuvent cependant souvent largement répondre à des besoins moins gourmands en ressources.

Projet :

Etendre à d'autres entreprises un projet de valorisation du parc informatique déclassé.

Principe :

L'entreprise intéressée prend contact sur le site « Pour un Numérique Engagé » afin d'être mise en relation avec un expert qui évaluera le parc informatique à reprendre et établira un devis. Une fois ce devis accepté, la société OLINN, entreprise solidaire se charge de récupérer le matériel qui sera audité et remis en état. Les équipements seront ensuite revendus à des entreprises ou des particuliers. L'entreprise s'engage à verser 30% des bénéfices du rachat de son parc à l'association de son choix ; sa participation est valorisée sur le site de l'opérateur.

Périmètre :

Tout le groupe SNCF.

Facteurs de réussite :

Banaliser l'opération.
Suivi du matériel informatique.
Déploiement d'un réseau d'ambassadeurs sur le terrain ou de relais locaux.

Facilité de mise en œuvre :

Aisée : il suffit de prendre contact avec le prestataire OLINN à travers la plateforme.

Planification :

2019 : Lancement par la SNCF de l'opération initialement appelée « La Grande Collecte ».
2020 : Projet récompensé par le prix DRH Green pour l'engagement des salariés.
2021 : Déploiement auprès d'autres entreprises, du projet « Pour un Numérique Engagé». Finaliste du prix Netexplo Change.
2022 : Projet récompensé par un Prix de la Transformation Numérique du magazine Solutions Numériques.

Financement :

Aucun besoin de trésorerie.
2200 tCO2 évitées sur 3 ans.

Interlocuteur :

antoine.houlgatte@sncf.fr

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★☆☆☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★☆☆	Réduction de GES
★★★★	Rapidité de mise en œuvre

Réemploi de rail

« Le réemploi est le premier levier de réduction de l'empreinte carbone du réseau ferroviaire. »

Le chiffre :

Objectif espéré de 7% de rail réemployé sur le Réseau Ferré National par SNCF Réseau.

Constat :

La production d'acier fait partie des postes les plus émetteurs de GES. Réduire la quantité achetée est un levier important de réduction des GES. Une grande partie du linéaire déposé des lignes structurantes a encore des caractéristiques techniques permettant son utilisation sur du réseau secondaire.

Le réemploi de rail permet d'éviter les émissions liées à la fabrication du rail.

Projet :

Développer les filières de réemploi directes et indirectes :

- La filière indirecte : le rail déposé est centralisé sur un établissement industriel de la SNCF pour être reconditionné en long rail soudé.
- La filière directe : le rail déposé est directement acheminé vers un chantier à proximité.

Principe :

Le chantier cédant réalise en début de projet un diagnostic ressource qui permet d'identifier le gisement de rail réemployable en sortie de chantier. Au moment de la dépose, le rail est expertisé et classé selon le référentiel dédié. Les tronçons homologués sont ensuite acheminés vers le chantier prenant ou vers le site de reconditionnement.

Facteurs de réussite :

Volonté des maîtres d'ouvrage de faire baisser l'empreinte carbone des projets de régénération.

Politique du gouvernement de régénération des lignes de desserte fine du territoire.

Facilité de mise en œuvre :

Mise en place du diagnostic ressource dès la création du projet.

Périmètre :

Saulon-la-Chapelle et France entière.

Planification :

2017 : premier chantier de réemploi direct : Carcassonne-Limoux.
2021 : 2,3% de rails posés issus des filières de réemploi.
2022 : 6,5% de rails posés issus des filières de réemploi.

Financement :

Filière indirecte : englobée dans l'activité industrielle de l'établissement SNCF de Saulon.
Filière directe : financement au cas par cas par le projet.

Retour sur investissement :

A raison de 10 500 tonnes remployées par an, l'économie annuelle directe approcherait les 8000 t.

Interlocuteur :

aurelien.arnac@reseau.sncf.fr

★★☆☆	Facilité de mise en œuvre
★☆☆☆	Effort d'investissement
★★☆☆	Retour sur investissement
★★★★	Réduction de GES
★★☆☆	Rapidité de mise en œuvre

Retraitement du Ballast

« Le retraitement permet la préservation de la ressource.»

Le chiffre :

Pour la SNCF, à l'horizon 2025, objectif de retraiter 25% du ballast déposé.

Constat :

Auparavant, le ballast usagé était confié et même cédé aux entreprises de travaux.

Projet :

Retraiter le ballast afin de le réemployer sur les chantiers de régénération du réseau ferroviaire.

Principe :

Sur les voies de chemin de fer, le complexe ballasté est la couche d'assise permettant la répartition des charges sur le sol et dans lequel sont enchâssées les traverses. Il est constitué par des granulats de roches massives anguleux et concassés. Soumis à de fortes pressions mécaniques, ce matériau a une durée de vie de l'ordre de 15 à 40 ans, en fonction des tonnages circulés et de la vitesse. Aujourd'hui lors des chantiers de régénération, SNCF Réseau met en oeuvre des unités de retraitement de ballast (criblage, lavage et contrôle/qualité), en vue de réinjecter ces matières directement sur chantier. Le criblage lavage permet d'obtenir environ 60% de ballast de réemploi et 40% de granulat 0/30 adapté au génie civil.

Facteurs de réussite :

Installer les unités de retraitement de ballast sur les bases travaux sans rupture de charge. Pour la maintenance, développer la production des carrières artificielles dans les régions éloignées des carrières naturelles.

Facilité de mise en œuvre :

Unité de retraitement ne produisant pas de déchet.

Planification :

Initiative du retraitement lancée en 2021.

Périmètre :

Les chantiers de la régénération industrielle du réseau.

Retour sur investissement :

Permet de préserver les ressources naturelles.

Interlocuteur :

vincent.auriat@reseau.sncf.fr

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★☆☆☆	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★☆☆	Réduction de GES
★★★☆	Rapidité de mise en œuvre

Recyclage des butées Nabla

« Les composants de la voie ferrée font l'objet d'une politique d'économie circulaire. »

Le chiffre :

Réduction d'un facteur 4 de l'empreinte carbone de production des butées Nabla.

Constat :

SNCF Réseau, dans le cadre du contrat de performance avec l'État conclu en 2022 s'est engagé à réduire son empreinte carbone via une politique d'économie circulaire. SNCF Réseau travaille de concert avec les fournisseurs comme Vapérail pour atteindre cet objectif pour chaque composant.

Projet / Principe :

Une butée Nabla assure la liaison entre le rail et la traverse béton pour tous types de réseaux ferrés : métros, tramways et trams. Issue de la filière pétrolière, la production de ce composant émet 1000g de CO2. Pour en diminuer son impact environnemental, Vapérail a développé des solutions permettant de diminuer l'impact carbone selon des principes d'économie circulaire.

Tout d'abord, il a fallu identifier des déchets valorisables pour la fabrication de ces butées. En l'occurrence, l'airbag, composé de plastique très résistant répondait à ce critère. En aval, Vapérail a dû développer une usine 4.0 spécialisée en recyclage pour ce type de produit issu de la filière automobile. La procédure consiste à transformer ces airbags en matière plastique recyclée, destinée à la fabrication de ces butées. En fin de vie elles peuvent être valorisées à nouveau pour la fabrication de capot de protection des fixations de rail en passant par la même usine. Basée sur des technologies propres, cette solution représente une composante de la filière industrielle d'économie circulaire permettant :

- la réhabilition du composant,
- l'allongement de sa durée de vie,
- la valorisation des matières pour une application dite de « seconde vie ».

Périmètre :

L'ensemble des réseaux ferroviaires.

Planification :

Usine actuellement en fonctionnement.

Facteur de réussite :

Adhésion du client au principe.

Interlocuteur :

stéphane.brunet@vaperail.com

★★★☆	Facilité de mise en œuvre
★★★★	Effort d'investissement
★★★★	Retour sur investissement
★★☆☆	Réduction de GES
★★☆☆	Rapidité de mise en œuvre

VIII - Bibliographie

CITEPA (2021) Répartition des émissions de Co2 par secteur en France métropolitaine et Outre-Mer en 2019, hors UTCATF.

Stratégie nationale bas-carbone (mars 2020) – La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone.

INSEE - L'industrie manufacturière de 1970 à 2014 - https://www.insee.fr/fr/statistiques/2121532#-titre-bloc-1 - (2022).

Nicolas DUFOURCQ – mai 2022 - « La désindustrialisation de la France -1995 – 2015 » – Editeur Odile JACOB.

Rapport député Damien PICHEREAU (2021) : évolution des parts modales du transport de marchandises, en % du transport intérieur terrestre de marchandises.

Statistical pocketbooks (2021) - Mobility and Transport.

Ministère de la transition écologique - Émissions de gaz à effet de serre du transport - https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-transports-2022/19-emissions-de-gaz-a-effet (2022).

The Shift Project (avril 2022) - Voyager Bas Carbone.

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des Territoires – Ministère de la Transition énergétique - Loi de transition énergétique pour la croissance verte - https://www.ecologie.gouv.fr/loi-transition-energetique-croissance-verte (2022).

https://bonpote.com/train-vs-avion-match-retour/ - Train vs Avion : Match retour ! (2022).
ADEME - https://bilans-ges.ademe.fr/ (2022).

La voix du transport urbain et ferroviaire - https://www.utp.fr (2022).

Équation de Kaya appliquée aux transports et issue de la thèse d'Aurélien BIGO 2020 : « Les transports face au défi de la transition énergétique. Explorations entre passé et avenir, technologie et sobriété, accélération et ralentissement » - http://www.chair-energy-prosperity.org/publications/travail-de-these-decarboner-transports-dici-2050/ (2022).

Ministère de la transition écologique - Bilan énergétique de la France pour 2019 - https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/bilan-energetique-2019/28-55-transports--stabilite-de (2022).

Rapport financier annuel Groupe SNCF (31 décembre 2021).

Jean-Pierre FARANDOU (février 2022) - Fer contre Carbone » Edition Jean JAURES.

Rapport complet CEREMA (24 juillet 2020) - Quel avenir pour les petites lignes ferroviaires ?

Rapport final de la Fédération des Industries Ferroviaires (14 octobre 2021) - Quelles solutions pour les lignes de desserte fine du territoire ?

Rapport annuel du HAUT CONSEIL pour le CLIMAT (Juin 2022) – Dépasser les constats – Mettre en œuvre les solutions.

The Shift Project (Janvier 2022) - Décarboner l'industrie sans la saborder.

Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires - Estimation de l'empreinte carbone de 1995 à 2020. - https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/estimation-de-lempreinte-carbone-de-1995-2020 (2022).

Groupe de Travail décarbonation de la FIF (16 février 2022) - Enquête adhérents

Rapport France Stratégie de la commission présidée par Patrick CRIQUI (2021) - Les coûts d'abattement Partie 1 - https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2021-rapport-les_couts_dabattement-partie_1_methologie-juin_0.pdf

Avis et Rapport de l'académie des technologies (janvier 2017) - Quel prix de référence du CO2 ?

ADEME – la librairie- https://librairie.ademe.fr/institutionnel/4681-recueil-des-dispositifs-d-aide-et-d-accompagnement-pour-les-entreprises.html#/44-type_de_produit-format_electronique

Annexe: dispositifs d'accompagnement pour les entreprises (non exhaustif)

Dispositifs pour toutes les entreprises		
Dispositif	**Contenu**	**Lien**
La Base Carbone (ADEME)	Répertorie les Facteurs d'Emission (FE) afin d'évaluer l'impact d'une action de réduction des émissions de GES et de réaliser un BEGES.	https://bilans-ges.ademe.fr/
La Base Impact (ADEME)	Répertorie des indicateurs pour l'affichage environnemental et de l'écoconception dans le transport de marchandises, des indicateurs de GES, de particules, et des indicateurs concernant l'acidification de l'air… (30 000 inscrits).	https://base-impacts.ademe.fr/
Méthodologie ACT (Assessing low Carbon Transition)	Aide les entreprises à élaborer et évaluer leur trajectoire bas carbone (démarche volontaire de l'entreprise), à partir des objectifs qu'elles se fixent et d'évaluer l'efficacité des moyens mis en œuvre pour les atteindre. ACT est une initiative internationale qui est mise en œuvre en France depuis 2015 par l'ADEME et CDP. La mise en œuvre de cette démarche passe obligatoirement par l'accompagnement d'un cabinet de conseil (il existe des aides financières pour aider les entreprises). En 2021, une centaine d'entreprises françaises est engagée dans le dispositif : PME et grandes entreprises. Trois méthodologies sont proposées : • ACT « Pas à pas » est proposée pour outiller les entreprises dans la définition et la mise en œuvre de stratégies de décarbonation de leurs activités. La méthode « ACT pas à pas » comporte 5 étapes : diagnostic, élaboration de la stratégie, des objectifs et de la trajectoire de décarbonation, du plan de transition, et suivi de la mise en œuvre. • ACT « Evaluation » pour évaluer la stratégie mise en œuvre et calculer sa performance à partir d'un barème de notation. • ACT « Adaptation » est proposée pour identifier et évaluer des risques relatifs au changement climatique sur les activités de l'entreprise.	Méthode ACT : https://actinitiative.org/fr/ Méthodologie : https://bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil/contenu/index/page/ACT2/siGras/0

(International) Science Based Target (SBTi)	Encourage les entreprises à définir un objectif de réduction des émissions de GES compatible avec la limitation du réchauffement climatique. C'est une démarche volontaire, internationale, visant les entreprises de tous secteurs. Lancée en juin 2015, l'initiative Science Based Targets (SBTi) est un projet conjoint du Carbon Disclosure Project (CDP), du Global Compact des Nations Unies, du World Ressource Institute (WRI) et du World Wildlife Fund (WWF), qui a embarqué 2000 entreprises à date.	
(International) La certification B Corp	Démarche volontaire de certification, en général mise en place par les grandes entreprises qui souhaitent afficher leur performance RSE. B Corp consiste en un questionnaire de plus de 200 questions sur les thèmes de la performance environnementale, sociale et de gouvernance, dont les réponses sont ensuite évaluées et vérifiées. Le coût de la certification B Corp varie entre 1 000 et 50 000 €/an, selon la taille de l'entreprise (startups, TPE, PME, grandes entreprises).	https://www.bcorporation.fr/
(France) Le Diag Décarbon'Action	Dispositif similaire à ACT pour définir une stratégie bas carbone en entreprise. Le Diag Décarbon'Action est porté par BPIFRANCE, issu d'un partenariat avec l'ADEME et l'association Bilan Carbone. Sa mise en œuvre coûte entre 5000 € (< 250 salariés) et 10 000€ (>250 salariés).	https://diagdecarbonaction.bpifrance.fr/
(France) Le Climatomètre	Autodiagnostic gratuit proposé en ligne par BPIFRANCE pour permettre aux entreprises de mesurer leur impact sur l'environnement. Le Climatomètre se présente sous la forme d'un test de 32 questions réalisables en 15 minutes.	https://evenements.bpifrance.fr/jour-e/content/climatometre
Plateforme AGIR de l'ADEME	Recense tous les appels à projet et aides financières proposés par l'ADEME. La plateforme AGIR est déclinée en trois volets : entreprises, collectivités et particuliers. L'ADEME a aussi conçu un guide téléchargeable intitulé Recueil des dispositifs d'aide et d'accompagnement pour les entreprises.	https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/ Recueil : https://librairie.ademe.fr/institutionnel/4681-recueil-des-dispositifs-d-aide-et-d-accompagnement-pour-les-entreprises.html

Site en ligne national sur les aides aux entreprises, de la Chambre de Commerce et d'Industrie	Les aides financières aux entreprises sont filtrables par secteur, par domaine, par localisation. Le site permet d'afficher, par exemple, les « aides concernant la Transition Ecologique dans le secteur des Transports en région IDF ».	https://les-aides.fr/aides/lUBjPw?q=&siret=&domaine=813&moyen=&activite=5&location=
(Europe) Plateforme « l'Europe s'engage en France »	Au niveau européen, permet d'identifier quel programme européen correspond à un projet pour trouver une aide de financement.	https://www.europe-en-france.gouv.fr/fr/trouver-une-aide
(Régional et territorial) Portail Aides Territoires	Au niveau régional et territorial, le portail Aides Territoires du gouvernement recense les aides existantes qui peuvent être filtrées par type de structure, par territoire et par mot clé.	https://aides-territoires.beta.gouv.fr/recherche/trouver-des-aides/

Dispositif pour les entreprises de plus de 20 salariés		
Dispositif	**Contenu**	**Lien**
(France) Le Diag Eco-Flux	Conseille les entreprises pour les aider à réaliser rapidement des économies durables, en réduisant leurs consommations d'Energie, Matière, Eau et production de Déchets. Diag Eco-Flux a été lancé par BPIFRANCE en partenariat avec l'ADEME en 2017	https://www.bpifrance.fr/catalogue-offres/transition-ecologique-et-energetique/diag-eco-flux

Dispositif pour les PME et ETI		
Dispositif	**Contenu**	**Lien**
VTE - Volontariat Territorial en entreprise.	Le VTE est un dispositif d'Etat, géré par BpiFrance pour soutenir les PME et ETI dans leur recrutement de jeunes talents: • Le VTE Vert permet de disposer d'une aide financière de 12 000€ pour le recrutement d'un jeune talent sur des missions de Transition Ecologique et Energétique interne à l'entreprise. • Le VTE TI est une aide financière de 4 000€ pour les entreprises industrielles et services à l'industrie, situées en Territoire d'Industrie et recrutant un jeune talent sur un poste à responsabilité.	https://www.vte-france.fr/

Dispositif pour les TPE et PME		
Dispositif	**Contenu**	**Lien**
E-parcours Transition Energétique & Ecologique	E-parcours Transition Energétique & Ecologique, accessible gratuitement en ligne et lancé par BPIFRANCE, propose aux dirigeants de TPE et PME un parcours qui inclut : une mesure d'impact de l'activité de l'entreprise sur l'environnement avec le Climatomètre, un module de sensibilisation au changement climatique et à la Transformation Energétique et Ecologique (TEE), un module pour construire une stratégie de réduction d'impact climatique, un module visant à identifier les solutions TEE dans leur domaine d'activité.	https://www.bpifrance-universite.fr/formation/e-parcours-transition-energetique-et-ecologique/

Ce livre blanc est le résultat à date des travaux menés conjointement par la SNCF et la FIF.

Conception et coordination éditoriale :

Pascal DECARY : Directeur Achats Groupe SNCF
Jacques GARGOWITSCH : FIF – Président FS Groupe
Eric TASSILLY : FIF – PDG Knorr-Bremse Systèmes
Jérôme DUCHANGE : FIF - Responsable du Pôle Industrie
Marie VAZ : Direction Achats Groupe SNCF - Directrice déléguée Relation fournisseurs et Projets Achats
Eddie GROS : Direction Achats Groupe SNCF - Direction déléguée Relation fournisseurs et Projets Achats - Chef de projet décarbonation
Jean-Jacques MOGORO : FIF - Responsable Technique et Innovation.

Conception graphique et réalisation :

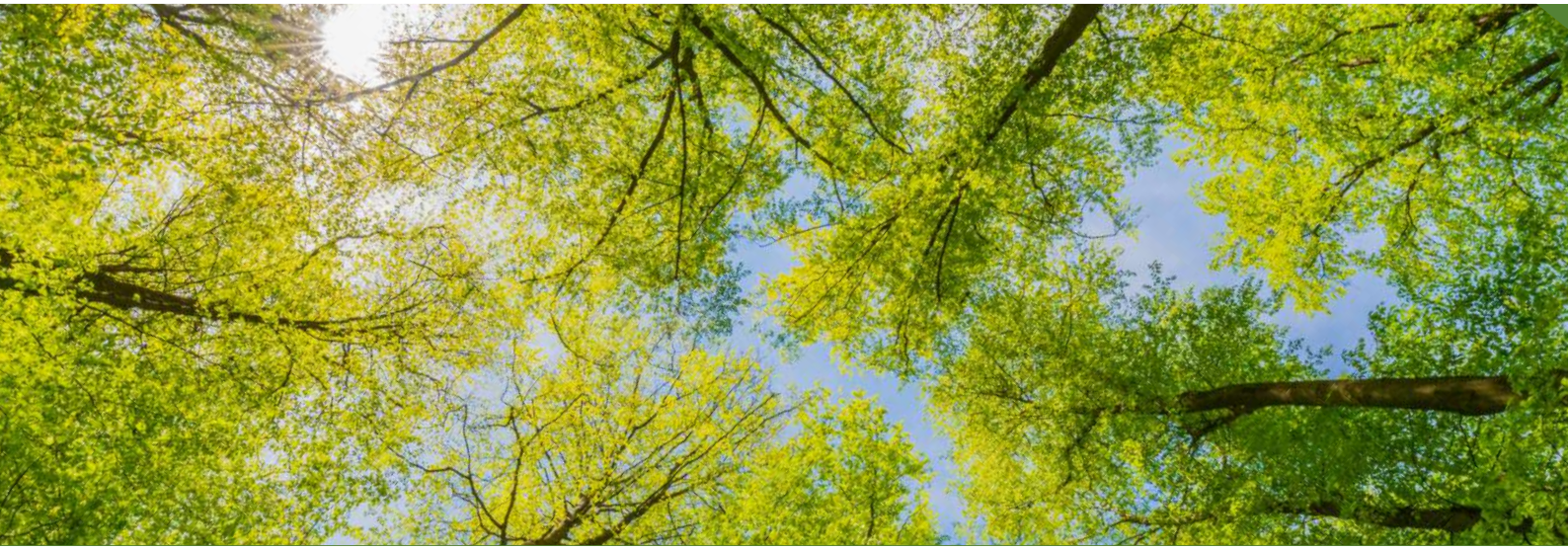
Romane BRUNET : Direction Achats Groupe SNCF - Chargée de communication
Marine LATOMBE : FIF - Responsable communication

Remerciements :

La SNCF et la FIF remercient vivement toutes les personnes qui ont rendu possible la rédaction de ce livre blanc et des fiches projet en partageant leurs actions et engagements pour la décarbonation de la filière ferroviaire, notamment, les industriels adhérants à la FIF, et les agents et équipes SNCF.

La SNCF et la FIF remercient également l'Ademe pour son soutien.

Ce document a été réalisé par un imprimeur éco-responsable et imprimé sur du papier certifié FSC, en février 2023.



FIF
60 rue Anatole France,
92300 - Levallois Perret.

fif.asso.fr

SNCF
2 Place aux Etoiles,
93210 - Saint-Denis.

sncf.com

FSC