Autorité de régulation des transports

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

RAPPORT

Scénarios de long terme pour le réseau ferroviaire français (2022-2042)

> Juillet 2023

autorite-transports.fr

ÉDITO

Un an et demi après son avis sur le contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau pour la période 2021-2030 et au moment où doit se mettre en place la « nouvelle donne ferroviaire » annoncée par la Première ministre le 24 février 2023 lors de la remise du rapport du Conseil d'orientation des infrastructures, l'Autorité de régulation des transports publie les résultats de ses travaux de prospective sur l'avenir du réseau ferroviaire à un horizon de vingt ans.

Cet exercice de modélisation vise à éclairer le débat public en présentant les évolutions possibles à long terme de la consistance du réseau en fonction des moyens mobilisés.

L'Autorité s'est engagée dans cet exercice à l'initiative de mon prédécesseur. Il avait souhaité qu'à la suite de l'avis rendu sur le projet de contrat de performance, qui relevait notamment l'absence de vision cible pour le réseau ferroviaire et l'insuffisance des investissements nécessaires pour assurer la régénération et la modernisation du réseau, l'Autorité puisse objectiver les conséquences prévisibles de cette situation et explorer des scénarios alternatifs.

Dans la conduite de ce chantier, l'Autorité est restée attachée à ses valeurs d'indépendance, de transparence, d'expertise et de dialogue, restituée avec un souci de pédagogie.

Trois éléments me paraissent mériter d'être soulignés à cet égard.

En premier lieu, afin de poser un diagnostic objectif sur les perspectives d'évolution de long terme du réseau ferré national, l'Autorité s'est appuyée sur des travaux externes, notamment ceux de SNCF Réseau et du Conseil d'orientation des infrastructures, qu'elle a complétés et enrichis par son propre exercice de modélisation.

En deuxième lieu, l'Autorité s'est attachée à mener ses travaux de la façon la plus transparente possible. Les hypothèses de modélisation retenues figurent en annexe du présent rapport et ont fait l'objet d'échanges contradictoires avec les parties prenantes (ministères chargés de l'économie et des transports, SNCF, SNCF Réseau).

PHILIPPE RICHERT

Président par intérim de l'Autorité de régulation des transports

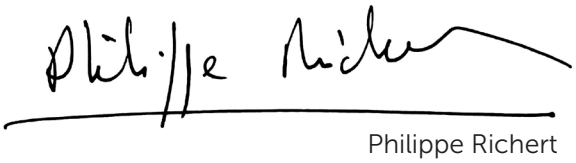
En troisième lieu, l'Autorité s'est attachée à éclairer au mieux le sujet complexe de l'avenir du réseau. Elle a retenu une modélisation stylisée du réseau et de sa gestion afin d'en permettre une vision globale et de faire émerger les tendances structurantes pour son avenir.

L'Autorité retire deux grandes convictions de cet exercice.

D'une part, le maintien des trajectoires d'investissement actuelles, telles que prévues par le contrat de performance 2021-2030 pour le renouvellement et la modernisation du réseau, entraînerait inévitablement le gestionnaire d'infrastructure dans une spirale de paupérisation industrielle, sur laquelle l'Autorité avait déjà alerté dans son avis sur le projet de contrat. Seul un effort ambitieux, consacré en priorité au renouvellement et à la modernisation du réseau existant, permettrait le développement du mode ferroviaire, en cohérence avec les enjeux de décarbonation des transports.

D'autre part, quel que soit le scénario envisagé, les dépenses d'investissement du gestionnaire d'infrastructure seront significatives dans les prochaines années et d'importants concours publics devront être mobilisés.

Dès lors, l'Autorité estime indispensable de renforcer le pilotage des investissements du gestionnaire d'infrastructure, en prévoyant notamment leur planification détaillée et publique à un horizon de temps adapté. L'objectif est de créer les conditions permettant d'assurer à l'ensemble des financeurs du réseau (usagers, État et collectivités locales) que le gestionnaire d'infrastructure mobilise les ressources disponibles de la manière la plus efficace possible.



Philippe Richert

Sommaire

SYNTHÈSE 07

INTRODUCTION 13

01

La compétitivité du mode ferroviaire, la transition écologique des transports et la réussite de l'ouverture à la concurrence reposent largement sur un réseau ferroviaire de qualité et pérennisé 15

Le réseau ferroviaire doit en permanence être maintenu et adapté pour permettre la fourniture de services ferroviaires dont il est le socle 15

Malgré des efforts croissants depuis le milieu des années 2000, les besoins de régénération demeurent très importants et pèsent sur la qualité de service offerte 26

La modernisation du réseau français avance lentement, limitant les gains de productivité et de qualité de service qu'elle pourrait apporter aux utilisateurs du réseau 35

02

L'Autorité a mené un exercice de modélisation prospective afin d'illustrer les conséquences de différents scénarios d'investissement pour le système ferroviaire 41

L'Autorité a développé un modèle de projections des coûts et des trafics à partir des travaux de SNCF Réseau et du Conseil d'orientation des infrastructures afin d'identifier les besoins de financement du réseau dans les prochaines décennies 41

Le scénario tendanciel correspond à la poursuite de la trajectoire actuelle et des efforts prévus par le contrat de performance 2021-2030 44

Le scénario transition écologique, qui correspond à l'augmentation des investissements souhaitée par le COI, permet de préserver le réseau existant et d'en assurer la modernisation 50

03

La réussite de la mise en œuvre de tout scénario d'investissement repose sur un nécessaire renforcement de la planification et du suivi de la réalisation des investissements dans le réseau ferroviaire 59

L'essor des investissements sur le réseau devrait s'accompagner de l'élaboration régulière d'un document de planification détaillé 59

L'Autorité pourrait assurer un suivi régulier de la réalisation des investissements dans une logique d'incitation à la performance du gestionnaire d'infrastructure 61

CONCLUSION 63

ANNEXES 65

Synthèse

Les 27 000 kilomètres de lignes du réseau ferroviaire national (RFN) recouvrent une grande diversité de situations, tant en matière de consistance technique que d'usages de l'infrastructure. Ainsi, il est nécessaire de distinguer, d'une part, le réseau structurant (75 % du réseau environ[1]), caractérisé par une infrastructure lourde qui a vocation à supporter l'essentiel des trafics, d'autre part, les lignes de desserte fine du territoire (LDFT), plus légères et qui s'inscrivent davantage dans une logique d'aménagement du territoire. Les services de transport ferroviaire de voyageurs et de marchandises circulent principalement sur le réseau structurant, même si 20 % environ des circulations TER[2] ainsi que les dessertes terminales des services fret utilisent également les LDFT.

Le réseau ferroviaire est une infrastructure complexe qui nécessite une vision de long terme : les décisions d'investissement entraînent des conséquences pour plusieurs décennies et les retards en matière de maintien en l'état et de régénération de l'infrastructure sont difficiles à rattraper. En effet, les ouvrages, les voies ferrées et les équipements de signalisation et d'alimentation électrique ont des durées de vie longues et les éventuels retards accumulés peuvent s'avérer très pénalisants pour les utilisateurs du réseau en raison de la dégradation de l'état de l'infrastructure qu'ils engendrent et de l'ampleur des travaux qu'implique leur rattrapage.

Une planification détaillée des investissements dans le réseau ferroviaire, tant en volume qu'en valeur, apparaît incontournable afin de le maintenir dans son état optimal et adapté aux besoins de ses utilisateurs. Alors que le réseau constitue le socle de la production de services de transport ferroviaire, désormais ouverts à la concurrence, une maintenance adaptée est un facteur essentiel de la compétitivité du mode ferroviaire dont le développement apparaît central pour la réussite de la transition écologique des transports.

L'actuel contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau pour la période 2021-2030, signé le 6 avril 2022, fait l'impasse sur la définition d'une véritable vision cible industrielle pour le réseau ferroviaire et sa consistance à dix ans. Comme l'Autorité a pu le relever dans son avis n° 2022-009 du 8 février 2022, il est principalement centré sur le retour à l'équilibre financier de court terme du gestionnaire d'infrastructure, sans définir une vision ou, *a minima*, engager une réflexion sur les trajectoires industrielles nécessaires pour disposer d'un réseau ferré performant, à même de répondre aux objectifs qui lui sont fixés.

Dans ce contexte, l'Autorité a souhaité éclairer le débat public en réalisant des travaux prospectifs visant à présenter les évolutions prévisibles, à l'horizon de vingt ans (2022-2042), de la consistance du réseau en fonction des moyens mobilisés. Deux scénarios ont été explorés : un scénario « tendanciel », qui reprend les trajectoires prévues par le contrat de performance et les prolonge au-delà de 2030, et un scénario « transition écologique », qui reprend la trajectoire « planification écologique » figurant dans le dernier rapport du Conseil d'orientation des infrastructures (COI) remis à la Première ministre le 24 février 2023.

Un tel exercice s'inscrit dans les missions confiées par le législateur à l'Autorité. L'article L. 2131-1 du code des transports confie en effet à l'Autorité la mission de concourir « *au suivi et au bon fonctionnement, dans ses dimensions techniques, économiques et financières, du système de transport ferroviaire national […]* ». En outre, en application de l'article L. 2131-3 du même code, l'Autorité « *assure une mission générale d'observation des conditions d'accès* [au réseau ferroviaire] *et peut, à ce titre, après avoir procédé à toute consultation qu'elle estime*

[1] En kilomètres de voies.
[2] Mesurées en trains.km.

utile des acteurs [du secteur ferroviaire], *formuler et publier toute recommandation* ».

1. Alors que des efforts importants ont été consentis depuis le milieu des années 2000, le réseau ferroviaire français se trouve aujourd'hui à la croisée des chemins

1.1. Malgré l'augmentation des efforts de régénération, l'état du réseau demeure préoccupant

À la suite de plusieurs audits techniques du réseau menés depuis 2005, les efforts de régénération ont quasiment triplé entre 2004 et 2016, passant d'un peu plus d'un milliard d'euros à près de 3,5 milliards d'euros (en euros constants). En effet, les différents audits ont mis en évidence un vieillissement préoccupant de l'infrastructure et l'insuffisance des moyens consacrés à sa maintenance.

Cependant, les dépenses de régénération ont connu un pic en 2016 avant de décroître, et le dernier contrat de performance conclu entre l'État et SNCF Réseau ne remet pas en cause cette tendance. Les efforts de régénération de l'infrastructure prévus pour la période 2021-2030 apparaissent ainsi inférieurs d'environ 25 % aux préconisations de l'audit de 2018 pour cette période.

Le réseau ferroviaire présente aujourd'hui des signes de vieillissement préoccupants avec de grandes disparités en fonction des actifs et des lignes. S'agissant de la voie, si les efforts de régénération ont permis de stabiliser l'âge moyen du réseau autour de 30 ans, celui-ci demeure élevé. En outre, environ 16 % du réseau est proche de la fin de sa durée de vie nominale[3], voire l'a dépassée. S'agissant des équipements de signalisation, éléments essentiels de la performance de l'exploitation ferroviaire, leur âge augmente régulièrement et cette tendance va perdurer d'ici 2030, les moyens prévus ne permettant pas de le stabiliser. S'agissant des équipements de traction électrique, les installations sont anciennes (plus de 50 ans) pour la moitié du réseau (environ 14 000 km de lignes) et n'ont été que très partiellement renouvelées.

1.2. La modernisation du réseau avance lentement, faisant craindre un décrochage du réseau français par rapport à ses homologues européens

Malgré les gains significatifs qu'elle pourrait apporter en matière de qualité de service, de productivité et de capacité, la modernisation du réseau français avance lentement. Ainsi, les enveloppes prévues pour le déploiement de la commande centralisée du réseau (CCR) dans le cadre du contrat de performance ne permettent pas d'envisager son achèvement avant 2070, alors même que celle-ci doit apporter des gains de productivité et de robustesse d'exploitation. De manière analogue, avec moins de 15 % de l'objectif prévu pour 2030 par le droit européen, la France tarde à déployer le système européen de gestion du trafic ferroviaire, l'ERTMS, qui permettrait des gains de productivité, de capacité et d'interopérabilité.

Le réseau ferroviaire français court un risque de décrochage par rapport à ses voisins européens, nombre d'entre eux s'étant engagés résolument dans une modernisation et une digitalisation de l'infrastructure. Ainsi, alors qu'en France, SNCF Réseau a lancé son programme de modernisation du système d'exploitation ferroviaire avec le déploiement de la CCR au début des années 2010 et a équipé moins de 20 % de son réseau, l'Allemagne, le Royaume-Uni, la Suisse ainsi que l'Italie ont lancé des programmes équivalents plus tôt (dès les années 1990 pour l'Allemagne) et ont d'ores et déjà équipé plus de 60 % de leurs réseaux. S'agissant de l'ERTMS, l'Italie et l'Allemagne se sont engagées dans des plans d'accélération ambitieux qui devraient les conduire à passer, d'ici quelques années, devant la France du point de vue de la part du réseau équipée.

[3] C'est-à-dire sa durée de vie théorique.

2. Afin d'éclairer le débat public, l'Autorité a modélisé deux scénarios d'investissement dans le réseau ferroviaire français

Deux scénarios ont été modélisés par l'Autorité afin d'éclairer le débat public. Le premier scénario, dit « *scénario tendanciel* », correspond au contrat de performance conclu entre l'État et SNCF Réseau pour la période 2021-2030. Le second scénario, dit « *scénario transition écologique* », correspond au scénario annoncé par la Première ministre, le 24 février 2023, lors de la remise du dernier rapport du COI. Il s'agit d'un scénario destiné à accompagner la croissance du mode ferroviaire.

2.1. Un premier scénario, dit « *scénario tendanciel* », reposant sur la trajectoire d'investissements de l'actuel contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau, conduit à une stagnation du mode ferroviaire et impose des choix en termes de consistance du réseau

Le scénario tendanciel correspond au prolongement de la trajectoire actuellement prévue par le contrat de performance en vigueur entre l'État et SNCF Réseau, l'essentiel des projets de développement étant repoussés au-delà de 2030. Il représente des investissements de 136 Md€$_{2021}$ pour la période 2022-2042, dont 50 Md€$_{2021}$ (soit 37 %) pour le renouvellement et la modernisation.

Le scénario tendanciel entraîne plusieurs conséquences :

- **les moyens dédiés à la modernisation ne permettent qu'une évolution *a minima* de l'infrastructure.** La modernisation est lente, la CCR n'équipe qu'environ la moitié du réseau et l'ERTMS seulement 2 200 km de lignes au début des années 2040, ce qui ne permet pas de respecter les objectifs de déploiement fixés par la règlementation européenne ;

- **si les lignes les plus circulées peuvent être préservées[4], les montants dédiés au renouvellement de l'infrastructure imposent des choix :** par exemple, une politique d'investissement choisissant de préserver et de remettre à niveau la partie la plus circulée du réseau structurant (lignes à grandes vitesses et de mass transit) pour en préserver la performance nominale conduirait à une forte dégradation des autres lignes ;

- **l'ambition limitée en termes de modernisation et de renouvellement conduit à une stagnation voire à une érosion des trafics durant la période**. En particulier, la dégradation de l'infrastructure conduit à des pertes de trafics significatives (jusqu'à un quart des trafics globaux en 2042), qui ne sont que difficilement compensées par les projets de développement (services express métropolitains, lignes nouvelles, etc.). Les trafics baissent ainsi d'environ 3 % entre 2022 et 2030 avant de se redresser légèrement sous l'effet des trafics induits par les projets de développement, mais le niveau des trafics en 2042 demeure environ 1 % inférieur de celui de 2022 ;

- **les coûts d'exploitation repartent à la hausse durant les années 2030, les gains de productivité prévus par le contrat de performance ne pouvant être conservés du fait de l'ambition limitée en termes de modernisation et de renouvellement.** En particulier, le vieillissement de l'infrastructure conduit à une hausse de l'ordre de 20 % des dépenses d'entretien d'ici 2042 (en euros constants). Le coût d'exploitation par train.km stagne durant la période : après une légère baisse entre 2022 et 2030 (de 10,82 €/tr.km à 9,25 €/tr.km), il repart à la hausse pour quasiment retrouver son niveau initial en 2042 (10,09 €/tr.km) ;

- **la stagnation des trafics et le rebond des coûts d'exploitation dégradent la capacité du gestionnaire d'infrastructure à financer des investissements sur le réseau.** Ainsi, le taux de marge opérationnelle, après être passé d'environ 25 % à près de 40 % en 2030, diminue tout

[4] Il s'agit principalement des lignes à grande vitesse et des lignes dites de catégorie 2 à 4.

au long des années 2030 pour atteindre un niveau proche de 30 % en 2042.

2.2. Le second scénario, dit « *scénario transition écologique* », en ligne avec les orientations annoncées par la Première ministre le 24 février 2023 lors de la remise du dernier rapport du COI, permet d'accompagner la croissance du mode ferroviaire, en cohérence avec les objectifs de décarbonation des transports

Le scénario transition écologique correspond à une augmentation significative des investissements dans le réseau ferroviaire par rapport au scénario tendanciel, tant en matière de développement que de renouvellement et de modernisation. Ainsi, les investissements pour la période 2022-2042 augmentent de 50 % par rapport au scénario tendanciel, avec un quasi-doublement des investissements de renouvellement et de modernisation sur la totalité de la période. Une telle trajectoire correspond au scénario « planification écologique » du COI.

Le scénario transition écologique entraîne plusieurs conséquences :

- **l'infrastructure est modernisée.** Ainsi, en 2042, la CCR équipe la quasi-totalité du réseau et l'ERTMS est déployé sur près de 9 000 km de lignes, permettant de respecter, avec une dizaine d'années de retard néanmoins, les objectifs fixés par la réglementation européenne ;

- **la quasi-totalité du réseau structurant peut être préservée** grâce à une augmentation forte des montant dédiés au renouvellement ;

- **la modernisation de l'infrastructure et son renouvellement permettent d'accompagner le développement des trafics** durant la période. Ainsi, le trafic global augmente de 36 % durant la période pour atteindre près de 650 millions de trains.km[5] et les pertes de trafics dues à la dégradation de l'infrastructure sont très faibles (moins de 2 % des trafics en 2042) ;

- **les coûts d'exploitation restent stables à compter de 2030, malgré la hausse des trafics.** En particulier, le renouvellement de l'infrastructure permet de maîtriser les dépenses d'entretien et le déploiement de la CCR permet d'absorber les hausses de trafics, sans augmentation des coûts de gestion des circulations. Le coût d'exploitation par train.km diminue significativement et durablement durant la période, passant de 10,82 €/tr.km à 6,69 €/tr.km, soit une baisse de 38 % ;

- **l'essor des trafics et la maîtrise des coûts d'exploitation permettent de poursuivre au-delà de 2030, quoiqu'à un rythme plus faible, l'amélioration de la capacité du gestionnaire d'infrastructure à financer des investissements sur le réseau.** Ainsi le taux de marge opérationnelle augmente d'environ 25 % aujourd'hui à près de 45 % en 2030 et 48 % en 2042.

2.3. Quel que soit le scénario retenu, deux constats demeurent : les besoins de financement sont très sensibles à l'inflation et les redevances d'infrastructure (péages ferroviaires) ne pourront représenter qu'une partie des ressources nécessaires

Tant s'agissant du scénario tendanciel que du scénario transition écologique, la possibilité d'un autofinancement des investissements sur le réseau apparaît hors de portée. S'agissant du scénario tendanciel, les besoins de financement[6] en euros constants s'élèvent entre 2 et 3 Md€$_{2021}$/an durant les années 2020 (soit entre 3 et 4 Md€

[55] Une telle évolution n'est pas incompatible avec l'objectif de doublement des trafics parfois évoqué dans un contexte de transition écologique des transports. En effet, la hausse des circulations peut s'accompagner du déploiement de trains plus capacitaires et mieux remplis. Ainsi, une augmentation de 36 % des trains.km combinée à une augmentation de la capacité des trains de 20 % et à une amélioration du taux de remplissage de 20 % correspond à une hausse de 96 % du trafic exprimé en nombre de passagers et en tonnes de fret transportées.

[6] C'est-à-dire les dépenses à financer une fois déduits les revenus du gestionnaire d'infrastructure (principalement les redevances d'infrastructure).

en euros courants, en fonction des hypothèses d'inflation) avant d'augmenter significativement durant la décennie suivante pour atteindre des montants compris entre 3,5 et 5,5 Md€$_{2021}$/an en raison de la reprise des projets de développement (soit entre 8 et 14 Md€/an en euros courants, en fonction des hypothèses d'inflation). S'agissant du scénario transition écologique, les besoins sont nettement supérieurs : ils augmentent régulièrement durant les années 2020 pour dépasser 8 Md€$_{2021}$ en 2030 puis demeurent compris entre 4 et 8 Md€$_{2021}$/an (soit entre 11 et 15 Md€/an en euros courants) jusqu'en 2042.

Le besoin de financement est d'autant plus sensible à l'inflation que la croissance des redevances d'utilisation de l'infrastructure est moins rapide que la croissance des coûts. En effet, les coûts d'investissement et certains coûts d'exploitation (les coûts d'entretien) sont indexés, en partie, sur le coût des travaux publics (TP01), qui évolue de façon plus dynamique que l'indice des prix à la consommation. En 2042, dans le scénario transition écologique, le besoin de financement annuel est compris entre 10 milliards d'euros et 14 milliards d'euros en fonction des scénarios d'inflation.

3. L'Autorité recommande un renforcement de la planification et du suivi des investissements dans l'infrastructure ferroviaire

Quel que soit le niveau des investissements dans le réseau retenu *in fine*, il apparaît souhaitable d'en renforcer le pilotage par l'élaboration régulière d'un document de planification unique, détaillé et transparent. En effet, comme l'Autorité a pu le constater dans son avis n° 2022-009 du 8 février 2022, le contrat de performance, dans sa forme actuelle, se contente de trajectoires très agrégées qui ne permettent pas un véritable pilotage des investissements.

À l'instar du *Schéma décennal de développement du réseau* élaboré par RTE pour le réseau de transport d'électricité, un tel exercice pourrait être un outil de transformation du gestionnaire d'infrastructure et donner la visibilité nécessaire au secteur et aux industriels. Pour cela il est nécessaire que cette planification s'inscrive dans un horizon de temps approprié (10, 15 ou 20 ans probablement). Elle porterait de façon prioritaire sur les investissements de renouvellement et de modernisation, tout en abordant, dans la mesure du possible eu égard aux incertitudes, les projets de développement du réseau. Le degré de précision de la planification pourrait être différencié en fonction des horizons des investissements, détaillée à court terme (par exemple les cinq premières années) et plus schématique au-delà.

Dans une logique d'incitation à la performance, l'Autorité pourrait assurer un suivi plus étroit des investissements du gestionnaire d'infrastructure. Ce suivi pourrait être mené par l'insertion, en annexe du contrat de performance conclu entre l'État et SNCF Réseau, du document de planification pluriannuelle des investissements, tandis qu'une déclinaison annuelle détaillée des investissements serait annexée au projet de budget du gestionnaire d'infrastructure, dont l'Autorité est saisie chaque année pour avis.

Au regard des importants concours publics susceptibles d'être mobilisés en faveur du réseau ferroviaire dans les prochaines années, la mise en place d'un cadre incitatif à la performance de SNCF Réseau apparaît comme une condition essentielle pour assurer à l'ensemble des financeurs (usagers, État et collectivités locales) que le gestionnaire d'infrastructure mobilise les ressources disponibles de la manière la plus efficace possible.

Méthode

Les travaux d'élaboration du présent rapport ont été conduits de septembre 2022 à juin 2023. Ils ont mobilisé une équipe projet pluridisciplinaire réunissant différentes expertises présentes au sein des services de l'Autorité (expertises économique, financière, technique, opérationnelle et juridique).

Les travaux ont été structurés en trois étapes :

- Une première étape a consisté à prendre connaissance des scénarios d'investissement élaborés, d'une part, par SNCF Réseau dans le cadre de son projet interne *Ulysse 2040* et, d'autre part, par le COI dans le cadre de son rapport *Investir plus et mieux dans les mobilités pour réussir leurs transitions*, remis à la Première ministre le 24 février 2023. Les services de l'Autorité ont mené plusieurs réunions techniques avec les auteurs de ces travaux pour bien comprendre les hypothèses retenues. Ces échanges ont conduit l'Autorité à construire deux scénarios d'investissements, le scénario « tendanciel » et le scénario « transition écologique » issus des scénarios présentés dans le rapport du COI ;

- Une deuxième étape a consisté, pour l'Autorité, à élaborer une modélisation destinée à compléter les scénarios d'investissement retenus dans le cadre du dernier rapport du COI par des trajectoires paramétrables de trafics, de redevances et de dépenses d'exploitation à un horizon de vingt ans (2022-2042).

- Une troisième et dernière étape a permis de recueillir les observations des parties prenantes. Dans un premier temps, de nombreux échanges ont eu lieu avec SNCF Réseau sur les hypothèses de modélisation retenues par l'Autorité. Dans un second temps, SNCF Réseau, la SNCF, la Direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités (DGITM), la Direction du budget (DB) et l'Agence des participations de l'État (APE) ont été invitées à formuler leurs observations sur le rapport et ont été auditionnés par le Collège de l'Autorité.

Encadré méthodologique

Le modèle de projection réalisé par l'Autorité a été construit sur le périmètre du contrat de performance 2021-2030 signé entre SNCF Réseau et l'État le 6 avril 2022. Par conséquent, il intègre des recettes et des dépenses, aux bornes du périmètre total de la société anonyme SNCF Réseau, qui vont au-delà du strict périmètre de la gestion du réseau ferroviaire national.

Le modèle projette uniquement des flux de trésorerie et ne vise pas à reconstituer les états financiers (compte de résultat et bilan) de la société SNCF Réseau. À cet égard, le modèle ne détermine notamment pas l'ensemble des charges (dotations aux amortissements, coût du capital), nécessaires au calcul du coût complet utilisé dans la détermination des niveaux de tarifs. De même, le modèle ne détaille pas les sources de financement de SNCF Réseau (endettement, fonds propres, contributions publiques), autres que les recettes générées par son activité.

Le modèle est conçu pour tester plusieurs trajectoires d'évolution des indices macro-économiques des prix et des coûts et permet ainsi de raisonner en euros courants, c'est-à-dire en tenant compte de l'inflation prévisionnelle appliquée chaque année. Dans le présent rapport, chaque montant suivi d'un indice en année exprime à l'inverse un montant en euros constants à cette date de valeur (par exemple, les euros constants de 2021 sont notés $€_{2021}$).

Le modèle a fait l'objet d'échanges techniques avec SNCF Réseau, notamment par le biais de la transmission d'une note récapitulant les hypothèses de modélisation retenues et dont les éléments figurent dans les annexes de ce rapport.

Introduction

Le mode ferroviaire, et au-delà, l'ensemble du secteur des transports, fait face à trois enjeux majeurs.

La mise en œuvre des ambitieux objectifs climatiques fixés aux niveaux européen et national et la nécessité de s'adapter aux effets attendus du changement climatique constituent le premier enjeu. Très structurant pour le quotidien des Français et l'activité économique nationale, le secteur des transports est responsable de 30 % des émissions nationales de gaz à effet de serre (GES) et devrait en conséquence être fortement mis à contribution[7]. Le développement du ferroviaire, mode particulièrement sobre en énergie[8] et faiblement émetteur de GES, apparaît incontournable. La *Stratégie pour une mobilité intelligente et durable* de la Commission européenne, publiée le 9 décembre 2020, vise ainsi un doublement du trafic ferroviaire à grande vitesse à l'horizon 2030 et son triplement ainsi que le doublement du trafic ferroviaire de marchandises à l'horizon 2050.

Le deuxième enjeu porte sur la maîtrise des prix, et ce, de manière plus prégnante encore dans le contexte inflationniste actuel. Le coût du transport, qui est particulièrement sensible à l'évolution des prix de l'énergie, pèse sur le pouvoir d'achat des ménages et sur la compétitivité des entreprises. Dans ce contexte, l'existence d'une concurrence effective des services de transport et la performance des acteurs en situation de monopole constituent des objectifs incontournables.

Le troisième enjeu porte sur le financement des infrastructures de transport et son corollaire, la qualité de l'offre de transport à long terme sur le territoire. Le financement des infrastructures est en effet un facteur déterminant de la qualité des services de transport, par exemple les temps de circulation, la ponctualité des trains ou encore la couverture territoriale des services. Cet enjeu suppose une attention à l'état des infrastructures, notamment à travers la pérennité de leur financement et une attention à la qualité de service. Il nécessite une réflexion globale et de long terme auquel le régulateur des transports est à même de contribuer, aux côtés des autres acteurs du secteur – État, collectivités locales, gestionnaires d'infrastructure et opérateurs publics et privés.

Pour relever ces défis, le système ferroviaire doit bénéficier d'un réseau de qualité. En effet, ce dernier en constitue la colonne vertébrale. Un réseau en bon état et modernisé est incontournable pour assurer le développement, la compétitivité et une ouverture à la concurrence réussie des services de transport ferroviaire.

Le contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau pour la période 2021-2030, signé le 6 avril 2022, fait l'impasse sur la définition d'une véritable vision cible industrielle pour le réseau ferroviaire et sa consistance à dix ans. Comme l'Autorité a pu le relever dans son avis n° 2022-009 du 8 février 2022, il est principalement centré sur le retour à l'équilibre financier de court terme du gestionnaire d'infrastructure, sans proposer une vision ou, *a minima*, permettre d'engager une réflexion sur les trajectoires industrielles nécessaires pour disposer d'un réseau ferré performant, à même de répondre aux objectifs qui lui sont fixés.

[7] Au niveau européen, l'Union européenne (UE) s'est fixé pour objectif de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 55 % d'ici 2030 par rapport au niveau de 1990 via le « Pacte vert » - stratégie présentée le 11 décembre 2019 – et sa déclinaison législative que constitue le paquet « Fit for 55 » qui vise à aligner la législation européenne sur l'objectif de réduction des émissions nettes de gaz à effet de serre d'au moins 55 % d'ici à 2030 par rapport aux niveaux de 1990– présenté le 14 juillet 2021 par la Commission européenne. Au niveau national, la *Stratégie nationale bas carbone* (SNBC), adoptée pour la première fois en 2015 et mise à jour en 2018-2019, puis le 21 avril 2020, prévoit l'atteinte d'une neutralité carbone complète pour le secteur à horizon 2050 et fixe également comme étape intermédiaire notable une réduction de 28 % des émissions en 2030 par rapport aux niveaux de 2015.

[8] Le transport d'une masse équivalente de marchandises nécessite six fois moins d'énergie par le mode ferroviaire que par le mode routier.

Néanmoins, les annonces de la Première ministre[9] lors de la remise du rapport *Investir plus et mieux dans les mobilités pour réussir leurs transitions* du Conseil d'orientation des infrastructures (COI), le 24 février 2023, confirmées dans la feuille de route du Gouvernement présentée le mercredi 26 avril 2023[10], **laissent augurer d'une inversion de tendance visant à éviter une spirale de paupérisation industrielle du réseau**.

Dans ce contexte et en application du code des transports qui lui confie la mission de concourir au bon fonctionnement du système ferroviaire[11], **l'Autorité souhaite éclairer le débat public de manière objective et indépendante en posant sur la table les perspectives d'évolution du système ferroviaire**.

La présente étude vise donc à :

- **Exposer de manière pédagogique quelques grands constats sur l'état du réseau ferroviaire et le cadre qui s'applique au gestionnaire d'infrastructure en matière de maintenance et de développement ;**

- **Détailler les conséquences en matière de trafic, de dépenses d'exploitation et de financement de deux stratégies d'investissement différenciées.** D'une part, il s'agit de modéliser la trajectoire prévue par le contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau (trajectoire dite « tendancielle ») et, d'autre part, il s'agit de modéliser les gains permis par le scénario « planification écologique » du COI[12] ;

- **Proposer un renforcement du cadre de contrôle des investissements de nature à faciliter la montée en puissance des efforts de renouvellement, de modernisation et de développement du réseau et à inciter le gestionnaire d'infrastructure à la performance.**

[9] La Première ministre a notamment indiqué que « *l'État souhaite s'engager, aux côtés de la SNCF, de l'Union européenne et des collectivités locales, pour réussir une « Nouvelle donne ferroviaire », de l'ordre de 100 milliards d'euros d'ici 2040. Ces moyens exceptionnels nous permettront d'atteindre deux objectifs :*

- *D'une part, mettre un terme au vieillissement du réseau et le moderniser. Bien sûr, le travail mené depuis 2017 porte ses fruits. Mais nous augmenterons encore les investissements dans le réseau existant, pour atteindre d'ici la fin du quinquennat : un milliard d'euros supplémentaires par an pour la régénération du réseau, et 500 millions d'euros par an pour sa modernisation.* […]
- *D'autre part, nous devons investir dans le développement du réseau.* »

[10] Cf. p. 16 : « *Sur le train : Construction d'une nouvelle donne ferroviaire visant à investir 100 milliards d'euros d'ici à 2040 dans le train, afin de régénérer, moderniser et développer notre réseau ferré* ».

[11] L'article L. 2131-1 du code des transports confie à l'Autorité la mission de concourir « *au suivi et au bon fonctionnement, dans ses dimensions techniques, économiques et financières, du système de transport ferroviaire national, notamment du service public et des activités concurrentielles, au bénéfice des usagers et clients des services de transport ferroviaire* ».

[12] Détaillé dans le rapport du COI *Investir plus et mieux dans les mobilités pour réussir leurs transitions* remis à la Première ministre le 24 février 2023.

1. La compétitivité du mode ferroviaire, la transition écologique des transports et la réussite de l'ouverture à la concurrence reposent largement sur un réseau ferroviaire de qualité et pérennisé

1.1. Le réseau ferroviaire doit en permanence être maintenu et adapté pour permettre la fourniture de services ferroviaires dont il est le socle

1.1.1. Le réseau ferroviaire est une infrastructure complexe et diverse, tant du point de vue de la consistance technique des lignes que des services de transport qui les utilisent

Le mode ferroviaire joue un rôle important dans les mobilités en France, avec des évolutions contrastées pour les voyageurs et les marchandises ces dernières années. S'agissant des voyageurs, la part modale du transport ferroviaire s'élève à 11,5 % en 2018, en hausse depuis le début des années 2000[13]. S'agissant des marchandises, la part modale du transport ferroviaire s'élève à 10,7 %[14], en nette baisse depuis l'après-guerre : le mode ferroviaire assurait le transport des deux tiers des marchandises dans les années 1950, 30 % en 1985 et 18 % en 2000[15]. Cette tendance à la baisse semble toutefois se stabiliser et le transport ferroviaire de marchandises fait l'objet d'une ambition politique forte[16].

En France, le système ferroviaire est un instrument au service des politiques publiques d'aménagement du territoire et des mobilités. Ainsi, l'article L. 2100-1 du code des transports dispose qu'il « *concourt au service public ferroviaire et à la solidarité nationale ainsi qu'au développement du transport ferroviaire, dans un souci de développement durable. Il participe à la dynamique, à l'irrigation et à l'aménagement des territoires. Il concourt au maintien et au développement de la filière industrielle ferroviaire et des bassins d'emploi sur l'ensemble du territoire. Il contribue à la mise en œuvre du droit à la mobilité défini* [par le code des transports] ».

Le mode ferroviaire fait l'objet de soutiens publics importants car il génère des externalités positives. En effet, il permet de transporter des marchandises ou des voyageurs de manière sûre, efficace sur le plan énergétique et avec une emprise au sol limitée.

Premièrement, par rapport au train, le nombre de victimes par kilomètre parcouru dans l'Union européenne est près de 4 fois plus important pour le car et plus de 40 fois pour la voiture[17].

Deuxièmement, grâce aux faibles frottements des roues métalliques sur les rails, le mode ferroviaire nécessite beaucoup moins d'énergie que les modes routier et aérien pour un même déplacement. L'Agence internationale de l'énergie (AIE) indique ainsi que le transport ferroviaire est près de 12 fois plus efficace énergétiquement que les transports routier et aérien au regard de l'énergie finale consommée par passager et environ 6 fois plus efficace pour le transport de marchandises[18]. De plus, dans un pays comme la France où le mix électrique est largement décarboné, le train constitue le mode de transport le moins émetteur de CO_2,

[13] *Chiffres clés du transport – Édition 2020,* mars 2020, Commissariat général au développement durable.
[14] *La part modale du transport ferroviaire de marchandises en hausse en 2021,* février 2023, Commissariat général au développement durable.
[15] *Stratégie nationale pour le développement du fret ferroviaire*, 2021.
[16] L'article 131 de la loi climat et résilience du 22 août 2021 fixe pour objectif de « *tendre vers le doublement de la part modale du fret ferroviaire* […] *dans le transport intérieur de marchandises d'ici 2030, en mobilisant l'ensemble des acteurs publics et privés concernés* ».
[17] Pour la période 2015-2019, dans l'Union européenne (hors Royaume-Uni), le nombre de morts par milliard de passagers-kilomètres est de 2,54 pour la voiture, de 0,21 pour le car et de 0,06 pour le train et l'avion (intra-UE). Source: *Report on Railway Safety and Interoperability in the EU*, ERA, 2022.
[18] *The Future of Rail - Opportunities for energy and the environment*, AIE, 2019. L'AIE estime que le report du trafic ferroviaire mondial vers d'autres modes de transport conduirait à une hausse de l'ordre de 16 % de la consommation mondiale de pétrole.

environ 17 fois moins que l'autocar et 100 fois moins que la voiture individuelle[19].

Troisièmement, l'infrastructure ferroviaire consomme moins d'espace que la route à service équivalent. Ainsi, l'équivalent routier d'une ligne de *mass transit* permettant d'écouler 40 000 passagers par heure et par sens (en pointe) correspond à une autoroute de 2 x 14 voies. L'équivalent routier d'une ligne à grande vitesse permettant d'écouler environ 12 000 passagers par heure et par sens (en pointe) correspond à une autoroute de 2 x 4 voies[20].

En contrepartie de ces atouts, déterminants dans un contexte de transition écologique, le mode ferroviaire repose sur une infrastructure complexe assurant la circulation, le guidage et, le cas échéant, l'alimentation électrique des matériels roulants. La maintenance et le développement de cette infrastructure sont essentiels pour en assurer la pérennité et l'adéquation avec les besoins de ses utilisateurs. Les 27 700 km[21] de lignes du réseau ferré national sont constituées d'actifs variés :

- la voie, qui constitue l'actif emblématique du mode ferroviaire ;
- les ouvrages d'art et les ouvrages en terre qui supportent la voie et permettent à l'infrastructure ferroviaire de s'adapter au relief ;
- les installations fixes de traction électrique qui permettent d'acheminer l'électricité de traction jusqu'aux matériels roulants, le cas échéant ; et
- les installations de signalisation et de télécommunication qui permettent d'assurer une exploitation ferroviaire efficace et sûre grâce à la transmission d'informations et de consignes aux conducteurs.

La Figure 1 ci-après illustre schématiquement les différents actifs de l'infrastructure ferroviaire :

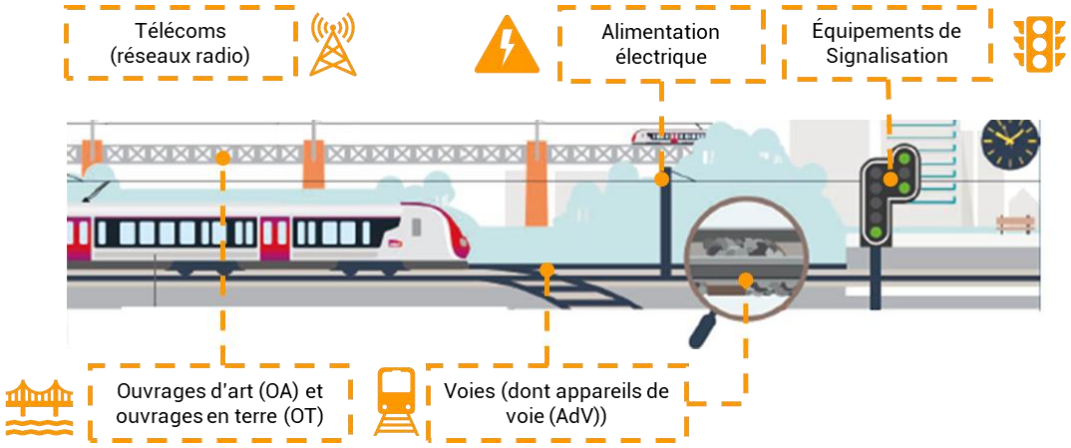


Figure 1 Principaux actifs constituant l'infrastructure ferroviaire

La consistance technique du réseau ferroviaire (armement de la voie, nombre de voies, électrification, signalisation, ouvrages d'art, etc.) **est très variable d'une ligne à l'autre**, reflétant la répartition très hétérogène des circulations sur le réseau ferroviaire français. En effet, en 2021, 80 % des trains.km ont circulé sur 41 % des lignes du RFN tandis que 20 % des lignes n'ont vu passer que 1 % des trains.km.

Dans le cadre de ses travaux et faute d'une segmentation plus adaptée au pilotage

[19] *Base Carbone ADEME*, selon la méthodologie Informations CO2 des émissions de transport - analyses SNCF Réseau.
[20] Les hypothèses retenues ici sont les suivantes :
- pour le *mass transit*, un train transportant 2 000 personnes toutes les trois minutes ;
- pour l'autoroute urbaine, 2 000 véhicules par voie et par heure, chaque véhicule transportant 1,4 passagers en moyenne ;
- pour la ligne à grande vitesse, un train transportant 1 000 personnes toutes les cinq minutes ;
- pour l'autoroute interurbaine, 1 500 véhicules par voie et par heure, chaque véhicule transportant 2 passagers en moyenne.

[21] *Bilan ferroviaire 2021*, ART.

stratégique du réseau[22], l'Autorité reprend les catégories de lignes distinguées par SNCF Réseau selon un critère d'intensité des circulations (voir encadré 1) :

- les lignes à grande vitesse (LGV) et les lignes de catégories 2 à 4 se caractérisent par une infrastructure lourde (armement moderne[23] de la voie, électrification complète[24], signalisation basée sur des systèmes de cantonnement automatiques[25]) et voient passer en moyenne plus de 50 trains par jour. En 2019, 71 % des trains.km ont été opérés sur ces lignes, qui ne représentent pourtant que 45 % du linéaire de voies du réseau (5 429 km de voies pour les LGV et 16 528 km de voies pour les lignes des catégories 2 à 4 en 2020) ;

- les lignes de catégories 5 et 6 ont une consistance technique proche de celle du réseau le plus circulé[26] mais sont nettement moins utilisées (environ 45 trains par jour en moyenne pour les lignes de catégorie 5 et environ 30 trains par jours pour celles de catégorie 6). En 2019, 19 % des trains.km ont été opérés sur ces lignes, qui représentent 26 % du réseau (13 263 km de voies en 2020) ;

- les lignes de catégories 7 à 9 se caractérisent par des technologies plus légères et, en général, plus anciennes[27] ainsi que par des trafics faibles (moins d'une vingtaine de trains par jour en moyenne et parfois moins d'une circulation par jour). En 2019, 10 % des trains.km ont été opérés sur ces lignes, qui représentent 29 % du réseau (14 047 km de voies en 2020). Une part non négligeable de ces lignes (2 473 km de voies en 2020) n'accueillent que des circulations fret.

Les LGV et les lignes de catégories 2 à 6 constituent le réseau dit « structurant » tandis que les catégories 7 à 9 regroupent les lignes dites de « desserte fine du territoire » (LDFT). La Carte 1 illustre la classification du réseau ferroviaire français.

Encadré 1. Le classement des lignes par SNCF Réseau

Pour ses propres besoins de segmentation du réseau français, SNCF Réseau a adapté la classification des lignes ferroviaires retenue par l'Union internationale des chemins de fer (UIC), fondée sur la nature et l'importance du trafic qu'elles supportent, afin de qualifier l'usure de l'infrastructure et de déterminer les niveaux de maintenance requis. Cette nomenclature (groupes UIC 1 à 6) repose sur une méthode de calcul d'un trafic fictif tenant compte de la vitesse et des types de trafics. SNCF Réseau a modifié les seuils retenus par l'UIC et a ajouté les groupes 7 à 9 pour les lignes les moins circulées. En France, sur le réseau ferré national, il n'existe pas de ligne relevant de la catégorie UIC 1 et les LGV sont considérées à part en matière de maintenance du fait des vitesses pratiquées.

[22] La segmentation actuelle du réseau correspond à une vision purement technique, fondée essentiellement sur des considérations liées à la maintenance de la voie. L'audit technique du réseau publié en 2018 avait déjà déploré l'adaptation imparfaite de cette approche aux « *besoins d'analyse et de pilotage stratégique* », tout en soulignant qu' « *elle est instinctive et fortement ancrée dans la culture de l'entreprise* [SNCF Réseau] ». Dans son avis n° 2022-009 sur le projet de contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau pour la période 2021-2030, l'Autorité avait plaidé pour la mise en œuvre d'une classification plus stratégique « *assise sur une analyse socio-économique des besoins de transport que le mode ferroviaire est appelé à satisfaire* ».

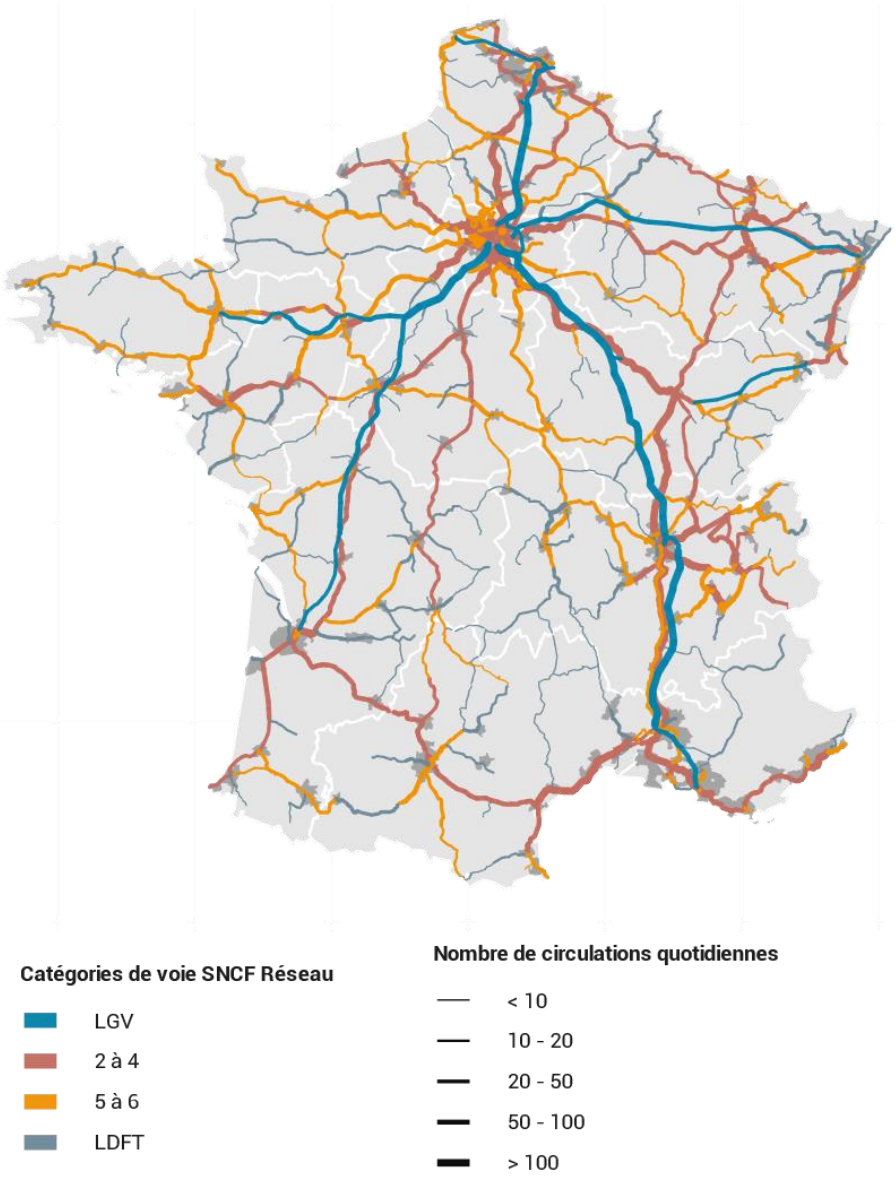
[23] 91 % des lignes de catégories 2 à 4 sont équipées de traverses en béton armé et 97 % de longs rails soudés, contre respectivement 85 % et 92 % pour les lignes de catégories 5 à 6.

[24] En 25 kV alternatifs pour les LGV, en 1500 volts continus (53 % des kilomètres de voie) ou en 25 kV alternatifs (47 %) pour les lignes de catégories 2 à 4.

[25] La totalité des LGV et 98 % des lignes de catégories 2 à 4 sont équipées de systèmes de cantonnement automatique.

[26] Les voies non électrifiées ne représentent qu'une part limitée de ce réseau (19 %). Sur le plan de la signalisation, les lignes équipées d'un cantonnement manuel ou téléphonique sont marginales (5 %).

[27] Seule la moitié de ces voies sont équipées de traverses en béton armé et la moitié sont pourvues de longs rails soudés. Une grande part (79 %) des voies appartenant aux lignes des catégories 7 à 9 accueillant des voyageurs (AV) n'est pas électrifiée et reste à voie unique sur 60 % du linéaire de ligne.



Carte 1 Classification et intensité d'utilisation des lignes du réseau français. Source : ART

À la diversité des lignes constituant le réseau français correspond une diversité des services qui les utilisent et qui peuvent être regroupés en cinq grands types.

- **les services librement organisés,** qui ont représenté en 2022 environ 26 % des trafics (soit 115 millions de trains.km). Ces services utilisent principalement les lignes à grande vitesse (75 % des trains.km des SLO en 2021) en circulant sur les lignes classiques du réseau structurant pour atteindre leurs destinations, même si de nouveaux services circulant exclusivement sur ligne classique existent ou sont envisagés[28] ;

- **les services conventionnés nationaux** (trains d'équilibre du territoire – TET), qui ont représenté, en 2022, une part marginale des trafics, 3 % (soit 14 millions de trains.km). Ces services font l'objet d'une convention de service public avec l'État et assurent des missions d'intérêt national (dessertes rapides entre les principales villes françaises non reliées par la grande

[28] En 2022, SNCF Voyageurs a lancé un service Ouigo Train Classique, qui dessert 14 destinations sur les axes Paris-Nantes et Paris-Lyon. Plusieurs nouveaux entrants envisagent également de lancer des services librement organisés sur ligne classique, notamment Midnight Trains (train de nuit entre Paris et Venise) et Railcoop (liaison entre Bordeaux et Lyon). Néanmoins, avec 1,4 million de trains.km parcourus en 2022, ce type de service ne représente encore qu'une part très limitée des services librement organisés (1 %).

vitesse, désenclavement de certains territoires, etc.). Ils utilisent principalement les lignes du réseau structurant (plus de 90 % des trains.km en 2021) ;

- **les services conventionnés régionaux hors Île-de-France** (trains express régionaux – TER), qui ont représenté, en 2022, 44 % des trafics, soit 201 millions de trains.km. Ces services, qui font l'objet de conventions de service public avec les régions, utilisent l'essentiel du réseau ferroviaire français (à l'exception des LGV et des lignes dédiées au fret) et sont les principaux utilisateurs des LDFT (21 % des trains.km des TER en 2021) ;

- **les services conventionnés en Île-de-France** (Transilien), qui ont représenté, en 2022, 13 % des trafics, soit 59 millions de trains.km. Ces services, qui font l'objet d'une convention de service public avec Île-de-France Mobilités, correspondent en grande partie à des services de type *mass transit* et utilisent une infrastructure très circulée (la totalité des circulations Transilien ont lieu sur le réseau structurant) ;

- **le transport de marchandises**, qui a représenté, en 2022, 14 % des trafics (soit 63 millions de trains.km). L'activité de fret se concentre sur les grands axes[29] constitués par les voies les plus utilisées du RFN. Ainsi, l'essentiel des trafics de fret sont réalisés sur le réseau structurant.

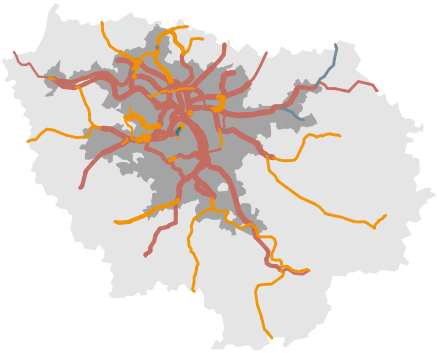
La Carte 2 ci-après détaille l'utilisation que chacun de ces services fait du réseau français.

[29] 75 % des trains.km sont effectués sur l'infrastructure des corridors de fret internationaux (voir *Le marché Français du transport ferroviaire en 2020*).

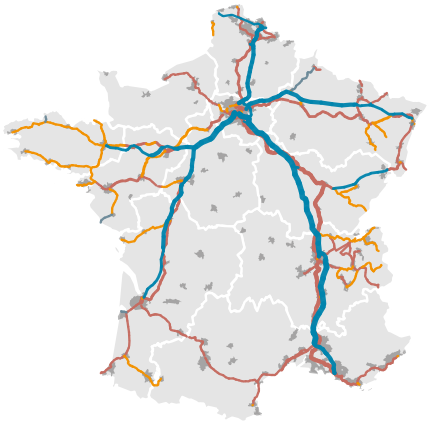
TER

TET

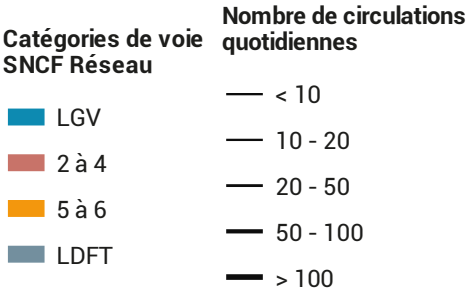
Transilien



SLO



Fret



Carte 2 Utilisation du réseau ferroviaire français par les différents types de service. Source : ART

1.1.2. Le maintien en bon état et l'adaptation du réseau aux besoins de mobilité sont essentiels pour la performance du système ferroviaire

Une fois mise en place, l'infrastructure doit être entretenue, adaptée et éventuellement développée afin d'assurer, dans la durée, l'adéquation du réseau ferroviaire aux besoins de ses utilisateurs, sous contrainte de moyens. Ainsi, les différents actifs doivent être organisés et ajustés en permanence afin que le système ferroviaire atteigne les performances visées, pour un coût minimal.

Il est tout d'abord nécessaire d'adapter l'infrastructure pour satisfaire ou susciter de nouvelles habitudes de mobilité. La consistance et le maillage du réseau ferroviaire doivent évoluer avec les mutations démographiques, les transformations économiques ou encore les phénomènes de report modal. Ainsi, le développement de services cadencés aux abords des métropoles peut nécessiter une évolution de l'infrastructure (par exemple, une évolution ou le remplacement de la signalisation ferroviaire), voire la construction de nouveaux tronçons de lignes. De même, il peut être souhaitable d'adapter certaines lignes pour accompagner le développement du transport combiné de marchandises (mise au gabarit des ouvrages d'art, etc.).

Il faut par ailleurs investir dans la régénération du réseau (voir l'encadré 2 pour les définitions des différents types d'investissements dans le réseau)**, afin de compenser le vieillissement et la dégradation de l'infrastructure, qui conduisent à une baisse de la qualité de service offerte aux utilisateurs.** En effet, une voie hors d'âge présente des risques de défaillance plus importants, ce qui conduit le gestionnaire d'infrastructure à réduire la vitesse d'exploitation de la ligne, voire le contraint à la fermer. La Figure 2 ci-dessous illustre ce phénomène : la vitesse maximale autorisée sur une voie est progressivement réduite à partir du moment où sa régénération aurait dû intervenir jusqu'à sa fermeture au bout d'environ 25 ans pour une ligne classique et environ 30 ans pour une LGV. L'Autorité estime qu'en l'absence de régénération, les trafics seraient réduits de moitié dès la fin des années 2020 et risqueraient de disparaître complètement dans le courant des années 2040.

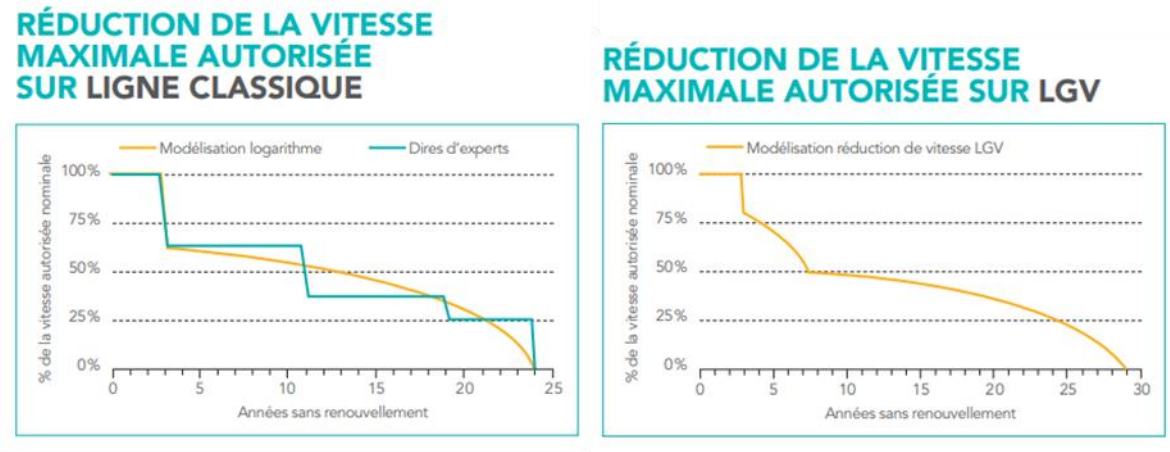


Figure 2 Diminution de la vitesse d'exploitation en fonction du nombre d'année sans renouvellement pour les LGV et les lignes classiques
Source : Méthodologie du programme green bonds 2016 de SNCF Réseau, Carbone 4, septembre 2017

Le gestionnaire d'infrastructure joue un rôle central dans la mise en œuvre de ces deux objectifs. Ainsi, conformément à l'article L. 2111-9 du code des transports, « *la société SNCF Réseau a pour mission d'assurer, de façon transparente et non discriminatoire, directement ou par l'intermédiaire de filiales, conformément aux principes du service public et dans le but de promouvoir le transport ferroviaire en France dans un objectif de développement durable, d'aménagement du territoire et d'efficacité économique et sociale* […] :

3° La maintenance, comprenant l'entretien et le renouvellement, de l'infrastructure du réseau ferré national ;

4° Le développement, l'aménagement, la cohérence et la mise en valeur du réseau ferré national ».

Pour mener à bien ces missions, le gestionnaire d'infrastructures conduit des opérations de maintenance quotidienne (surveillance et entretien) et réalise des travaux plus lourds sur le réseau. Entre 2010 et 2019, il a consacré en moyenne 7 milliards d'euros par an à la maintenance et au développement du réseau, répartis équitablement entre (i) l'entretien, (ii) le renouvellement et la modernisation et (iii) le développement. La Figure 3 détaille les dépenses annuelles moyennes du gestionnaire d'infrastructure durant la période 2010-2019.

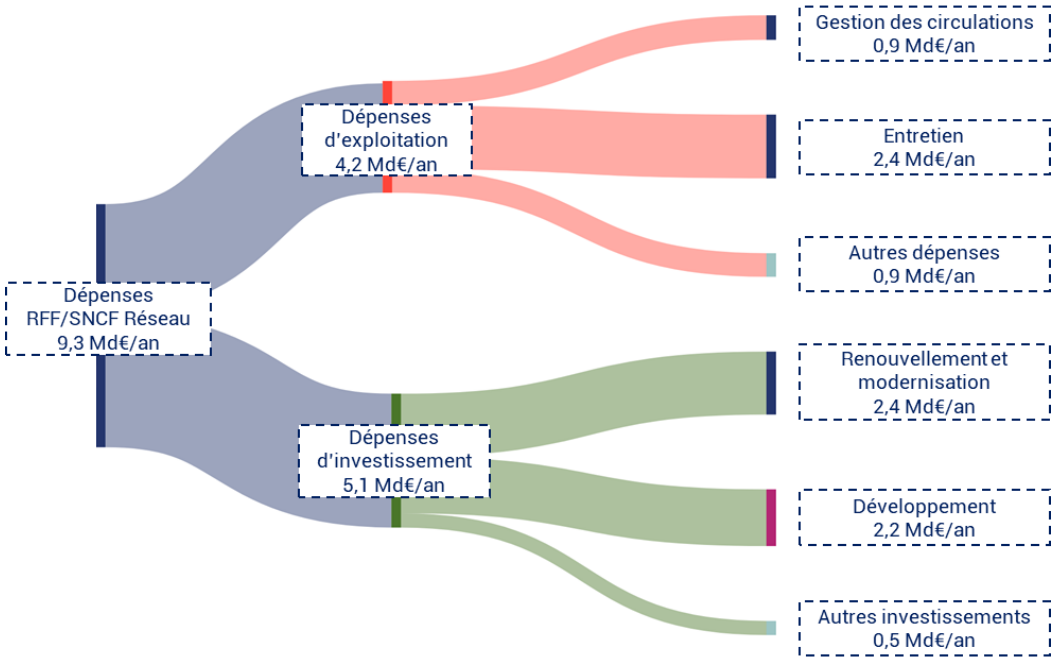


Figure 3 Dépenses du gestionnaire d'infrastructure (moyenne annuelle 2010-2019)

Encadré 2. Les activités de maintenance et de développement du réseau

Les interventions du gestionnaire d'infrastructure sur le réseau recouvrent différentes opérations dont les contours juridiques exacts sont parfois flous. Leur distinction est pourtant essentielle car elle emporte des conséquences importantes, en termes juridiques et financiers.

Autrefois répartis entre investissements de développement (création ou réouverture de lignes) et de maintenance (entretien, renouvellement, modernisation ou amélioration des fonctionnalités du réseau existant)[30], les investissements[31] sont désormais regroupés selon les catégories suivantes[32] :

- les investissements de « **développement** » du RFN, qui regroupent :
  - les opérations « *de création de lignes nouvelles en tracé neuf et de réouverture de lignes à des types de circulation, fret ou voyageurs, interrompus depuis plus de cinq ans, ainsi que les investissements sur*

[30] Article 1er du décret n° 2017-443 du 30 mars 2017 relatif aux règles de financement des investissements de SNCF Réseau (aujourd'hui abrogé).

[31] Les investissements sont entendus comme comprenant, pour une opération donnée, « *les études et procédures administratives préalables, les acquisitions foncières et la réalisation jusqu'à la mise en exploitation commerciale le cas échéant* » (article 1er 1° du décret n° 2019-1582 du 31 décembre 2019 relatif aux règles de financement des investissements de SNCF Réseau).

[32] Art. 1er du décret n° 2019-1582 du 31 décembre 2019.

le réseau existant dont la réalisation est directement liée à ces opérations », en ce compris les raccordements des lignes nouvelles au RFN existant ;

- les **investissements de modernisation** du RFN, correspondant aux « *opérations de modification de l'infrastructure réalisées sur le réseau existant qui améliorent sa performance globale* »[33]. Ils permettent une évolution de l'usage du réseau (par exemple, une augmentation de la vitesse d'exploitation ou du débit d'une ligne, etc.) ;

- les investissements de « **renouvellement** » du RFN, qui comprennent « *les opérations de remplacement de composants de l'infrastructure ferroviaire réalisées sur le réseau existant qui ne modifient pas sa performance globale* »[34]. Ces opérations interviennent le plus souvent au terme de la durée de vie des actifs et peuvent être réalisées à l'identique ou bien sur la base de standards plus récents. Dans ce dernier cas de figure, la distinction avec une opération de modernisation peut parfois être complexe.

Le terme de **régénération - non défini par les textes -** est très proche de celui de renouvellement mais peut comporter des éléments qui l'apparentent également à une modernisation de l'infrastructure.

À défaut de définition juridique, **la surveillance et l'entretien** du réseau regroupent des opérations de surveillance de l'état des composants de l'infrastructure et des opérations de correction effectuées au fil de l'eau, qu'il s'agisse d'entretien préventif ou curatif. Du point de vue comptable, la surveillance et l'entretien se distinguent des autres opérations. En effet, ils relèvent des charges d'exploitation du gestionnaire d'infrastructure, tandis que les autres opérations sont immobilisées puis sont comptabilisées en dotations aux amortissements.

L'entretien et le renouvellement relèvent de la **maintenance** de l'infrastructure[35] et sont intrinsèquement liés : le renoncement à une opération de renouvellement conduit à une hausse des coûts d'entretien de l'actif en question (et à des baisses de la qualité de service, par exemple sous la forme de ralentissements). Dans le cadre de sa stratégie de maintenance, le gestionnaire d'infrastructure doit donc s'efforcer d'atteindre un optimum économique entre ces deux opérations.

Le **schéma ci**-dessous récapitule les différents types de travaux menés sur le réseau :

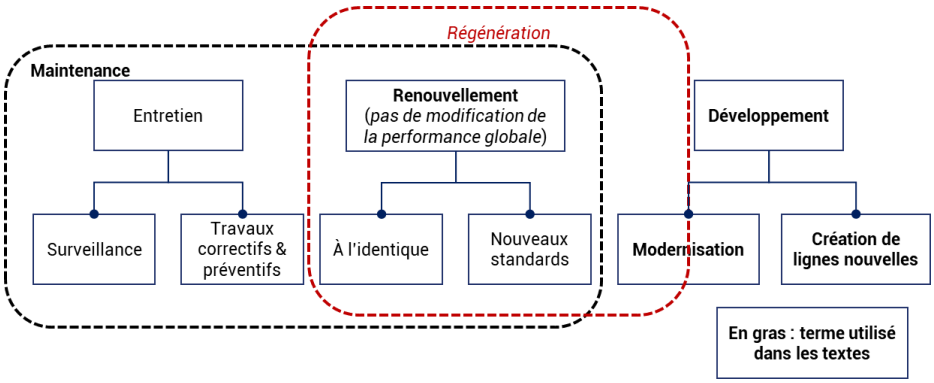


Figure 4 Différents types de travaux menés sur le réseau

[33] À l'exception des investissements directement liés à la réalisation des opérations de création de lignes nouvelles et de réouverture de lignes.
[34] À l'exception de celles directement liées à la réalisation d'investissements de développement du RFN.
[35] Article L. 2111-9 3° du code des transports.

1.1.3. Le financement du réseau repose principalement sur les redevances d'infrastructure et les concours publics

Pour financer l'exploitation, la maintenance et le développement du réseau, le gestionnaire d'infrastructure dispose des ressources listées à l'article L. 2111-24 du code des transports[36], qui peuvent être regroupées en deux grandes catégories[37] : les redevances d'infrastructure, d'une part, et les concours publics, d'autre part.

En pratique, les redevances d'infrastructure représentent environ 6 milliards d'euros par an (6,1 milliards d'euros en 2022, 5,4 milliards d'euros par an en moyenne pour la période 2010-2019). Elles sont acquittées par les entreprises ferroviaires dans le cas des services librement organisés[38] et par les autorités organisatrices de transports régionales et l'État pour les services conventionnés. Pour la période 2010-2019, l'État[39] a versé près de la moitié (46 %) des redevances d'infrastructure, tandis que les régions et les services librement organisés se sont acquittés d'un quart environ du montant total chacun (25 % et 28 % respectivement).

Les concours publics versés par l'État et les collectivités locales ont représenté environ 4,1 milliards d'euros en 2022, un montant en nette hausse. En effet, les concours publics étaient de l'ordre de 700 millions d'euros par an au début des années 2010 et de 900 millions d'euros par an sur la période 2010-2019. Cette augmentation résulte, d'une part, de la mise en place, à compter de 2015, d'un fonds de concours[40] abondé par une partie des dividendes de SNCF Voyageurs (SNCF Mobilités avant le 1er janvier 2020), par des produits de cession du groupe SNCF et par le plan de relance consécutif à la crise sanitaire et, d'autre part, de l'augmentation des subventions d'investissement versées dans le cadre des conventions de financement des grands projets et des contrats de plan État-régions (CPER).

Si les redevances et les concours publics constituent les principales ressources de SNCF Réseau, le cadre juridique applicable contraint en revanche la capacité du gestionnaire d'infrastructure à recourir à l'endettement[41], via la « règle d'or » (voir l'encadré 3 pour plus de détails). Celle-ci vise à maîtriser la croissance de l'endettement de SNCF Réseau. En effet, l'endettement a constitué une ressource importante du gestionnaire d'infrastructure par le passé : la dette de RFF, devenu SNCF Réseau à compter de 2015, a cru en moyenne de 2,3 Md€/an entre 2010 et 2019 (avec des variations importantes entre les années) pour atteindre 49,9 Md€ au 31 décembre 2019.

[36] « *Les ressources de la société SNCF Réseau sont notamment constituées par :*
1. *Les redevances d'infrastructure liées à l'utilisation du réseau ferré national ;*
2. *Les concours financiers de l'Etat, eu égard à la contribution des infrastructures ferroviaires à la vie économique et sociale de la nation, au rôle qui leur est imparti dans la mise en œuvre du droit à la mobilité et à leurs avantages en ce qui concerne l'environnement, la sécurité et l'énergie ;*
3. *Le produit des dotations qui lui sont versées directement ou indirectement par la société nationale SNCF ;*
4. *Tous autres concours publics* ».

[37] Par ailleurs, le gestionnaire d'infrastructure perçoit d'autres revenus, qui correspondent à des prestations de maintenance pour des tiers, à des ventes de fournitures et à des revenus locatifs. Ces autres revenus se sont élevés à 908 M€ en 2022.

[38] L'État prend cependant en charge une partie des redevances d'infrastructure des entreprises de fret sous la forme de la « compensation fret », qui s'est élevée à 176 M€ en 2022.

[39] L'État s'acquitte des redevances d'infrastructure des trains d'équilibre du territoire (TET) dont il est l'autorité organisatrice, soit environ 85 M€ en 2022 (estimation SNCF Réseau), d'une partie des redevances acquittées par les entreprises ferroviaires de fret via la compensation fret, soit 176 M€ en 2022 et de la redevance d'accès des services conventionnés régionaux (à l'exception de ceux de la région Île-de-France) et des TET, qui s'est élevée à 2 025 M€ en 2022. La part de l'État dans les redevances d'infrastructure a diminué depuis le début des années 2010, passant d'environ 60 % à environ 45 % (la part des redevances acquittées par les services librement organisés a augmenté dans le même temps).

[40] Le fonds de concours a été créé par la loi n° 2014-872 du 4 août 2014 portant réforme ferroviaire.

[41] L'endettement ne constitue pas une autre source de financement en soi puisqu'à terme il devra être remboursé via les redevances d'infrastructure ou des concours publics (dans le cas d'une reprise de dette).

Encadré 3. La « règle d'or »

La loi n° 2014-872 du 4 août 2014 portant réforme ferroviaire a instauré une « règle d'or », ayant pour effet d'encadrer plus strictement les règles de financement des investissements par SNCF Réseau, par la fixation de ratios à ne pas dépasser. Cette règle d'or a été redéfinie et précisée par la loi n° 2018-515 du 27 juin 2018 pour un nouveau pacte ferroviaire et par l'ordonnance n° 2018-1135 du 12 décembre 2018[42], qui ont fixé le cadre actuellement applicable.

Désormais, l'article L. 2111-10-1 du code des transports dispose que « *la situation financière nette de SNCF Réseau est appréciée au regard du ratio entre sa dette financière et sa marge opérationnelle* [dit ratio « règle d'or »], *défini sur le périmètre social de SNCF Réseau. À partir du 1er janvier 2027, ce ratio ne peut dépasser un plafond fixé dans les statuts de la société SNCF Réseau* [...] ». L'article 23 des statuts de SNCF Réseau en vigueur précise que le niveau plafond du ratio entre la dette financière nette et la marge opérationnelle est fixé à 6.

Avant que SNCF Réseau ne parvienne à ce ratio, à l'échéance du 1er janvier 2027, le législateur a déterminé une période de convergence[43] et établi des règles spécifiques de participation de SNCF Réseau au financement des investissements réalisés à la demande de tiers (État, collectivités, autres demandeurs). Le tableau ci-dessous récapitule les règles applicables en fonction des différents types d'investissements :

<table>
<tr><th colspan="2">Type d'investissement[44]</th><th>Régime applicable durant la période de convergence (jusqu'en 2026)[45]</th><th>Régime applicable à compter du 1er janvier 2027[46]</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Développement</td><td>Création de lignes nouvelles</td><td>Interdiction pour SNCF Réseau de contribuer.</td><td rowspan="3">Le montant des investissements à la charge de SNCF Réseau ne peut conduire à un dépassement du ratio « règle d'or » fixé à 6.

SNCF Réseau détermine sa part contributive dans le financement de ce projet de manière à ce que le taux de retour sur cet investissement soit au moins égal au coût moyen pondéré du capital de SNCF Réseau pour ce même investissement après prise en compte des risques spécifiques à l'investissement.</td></tr>
<tr><td>Modernisation</td><td rowspan="2">SNCF Réseau détermine sa part contributive dans le financement de ce projet de manière à ce que le taux de retour sur cet investissement soit au moins égal au coût moyen pondéré du capital de SNCF Réseau pour ce même investissement, après prise en compte des risques spécifiques à l'investissement.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Renouvellement</td></tr>
<tr><td colspan="2">Investissements « mixtes » (création de lignes nouvelles et modernisation / renouvellement)</td><td>SNCF Réseau détermine sa part contributive dans le financement de ce projet de manière à ce que le taux de retour sur cet investissement soit au moins égal au coût moyen pondéré du capital de SNCF Réseau pour ce même investissement après prise en compte des risques spécifiques à l'investissement.

Tant que le ratio dette / MOP de 6 n'est pas atteint, la part contributive de SNCF Réseau est diminuée au prorata de la part des investissements de développement autres que de modernisation (c'est-à-dire diminuée de la part des investissements relatifs à la création de lignes nouvelles) dans le coût total du projet.</td></tr>
</table>

La Figure 5 détaille les ressources et les dépenses annuelles moyennes du gestionnaire d'infrastructure (RFF puis SNCF Réseau à compter de 2015) sur la période 2010-2019. Dans la mesure où les chiffres utilisés pour élaborer cette figure proviennent de sources multiples, les résultats doivent être pris comme des ordres de grandeur.

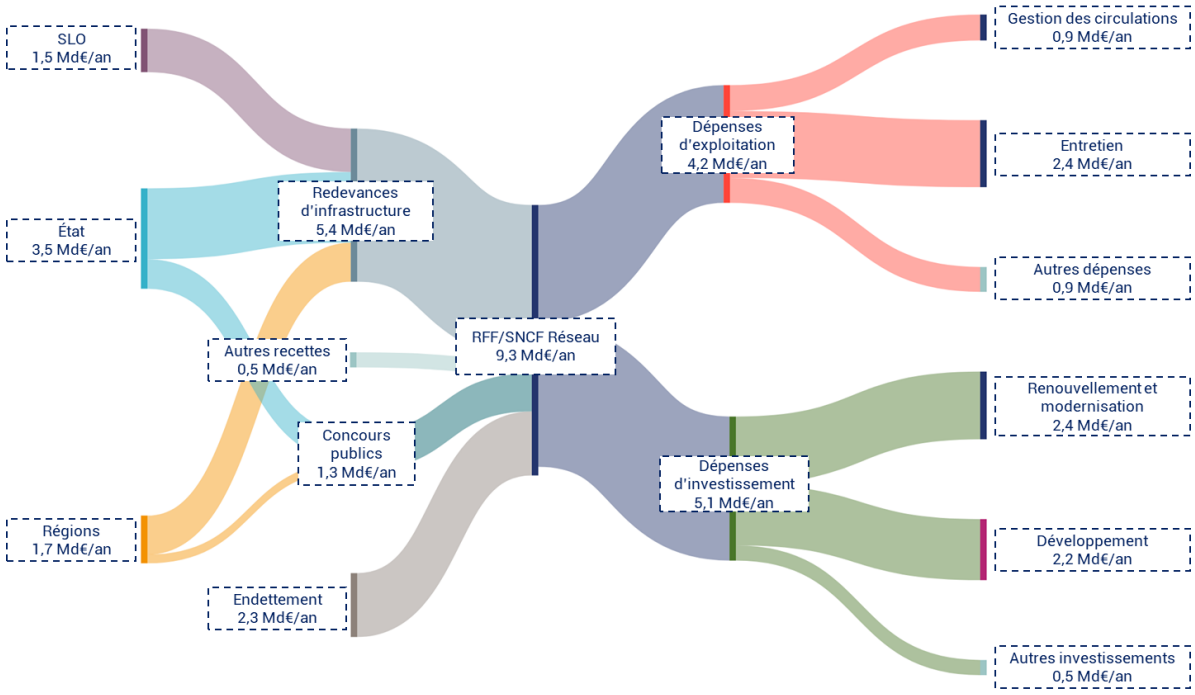


Figure 5 Ressources et dépenses du gestionnaire d'infrastructure (moyenne annuelle 2010-2019)

1.2. Malgré des efforts croissants depuis le milieu des années 2000, les besoins de régénération demeurent très importants et pèsent sur la qualité de service offerte

1.2.1. Les différents audits techniques ont mis en lumière le retard pris en matière de régénération de l'infrastructure

Le réseau ferroviaire français a, depuis 2005, fait l'objet d'audits techniques indépendants visant à évaluer (i) son état, (ii) les politiques de maintenance du gestionnaire d'infrastructure et (iii) l'adéquation des moyens aux besoins de maintenance.

- En 2005, constatant une dégradation de l'état du réseau, RFF et la SNCF[47] ont mandaté un groupe d'experts indépendants[48] pour réaliser un premier audit (dit « audit Rivier ») et estimer les ressources nécessaires à la maintenance du réseau pour la période 2006-2025.

- L'audit de 2012 a ensuite eu pour objectif d'évaluer les éventuels écarts entre les trajectoires réalisées et les préconisations de l'audit Rivier de 2005 ainsi que de réexaminer la pertinence de ces dernières.

- L'audit de 2018 visait enfin à mettre à jour la connaissance de l'état du réseau, à évaluer les politiques de maintenance de SNCF Réseau et à estimer les besoins financiers de renouvellement de façon à « vérifier » la trajectoire définie par le contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau pour la période 2017-2026.

[4747] Jusqu'à la création de SNCF Réseau le 1er janvier 2015, le gestionnaire d'infrastructure RFF déléguait l'entretien du réseau et la maîtrise d'œuvre du renouvellement à SNCF Infra.
[48] Sous la direction du professeur Rivier de l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL).

D'une façon générale, les différents audits[49] ont constaté un vieillissement préoccupant de l'infrastructure et l'insuffisance des moyens consacrés à sa maintenance. La Figure 6 ci-dessous détaille les principaux constats ainsi que les recommandations formulées.

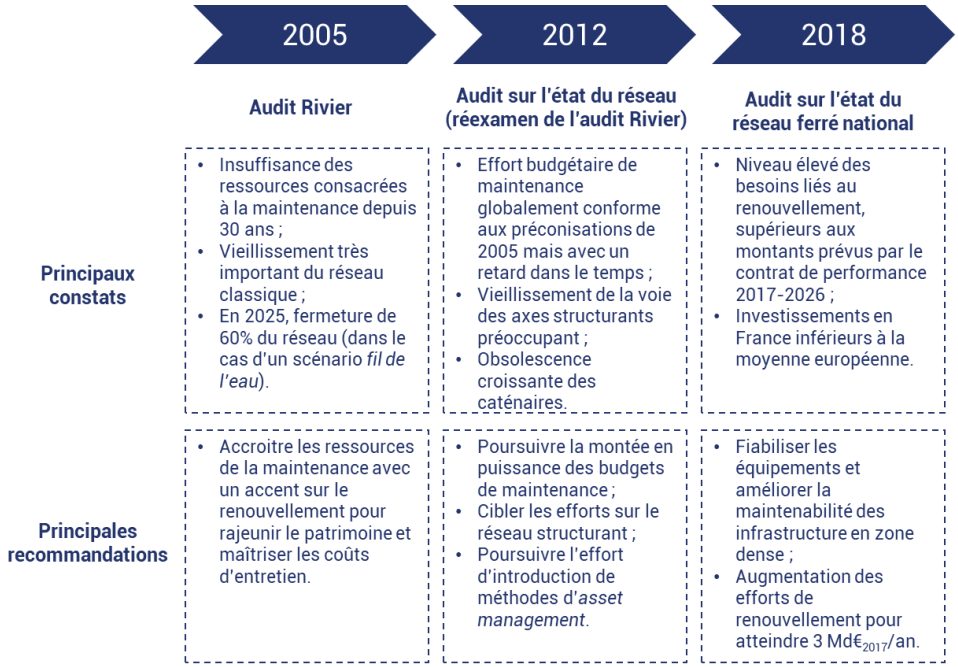


Figure 6 Principaux constats et recommandations des audits techniques successifs du réseau

L'audit de 2005 a permis une véritable prise de conscience de la part des pouvoirs publics, et les efforts de régénération ont quasiment triplé entre 2004 et 2016, passant d'un peu plus d'un milliard d'euros à près de 3,5 milliards d'euros[50]. Les dépenses de régénération ont cependant régulièrement décru depuis 2016 en euros constants et le contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau pour la période 2021-2030 ne remet pas en cause cette tendance.

[49] D'après les éléments communiqués à l'Autorité dans le cadre de ses travaux, l'audit du réseau ferré national réalisé en 2022 (à paraître) aboutit à des conclusions similaires à celles des audits précédents. En particulier, il confirme que la trajectoire du contrat de performance ne suffira pas à empêcher le vieillissement du réseau structurant et devrait conduire à une augmentation des dépenses d'entretien.

[50] Les chroniques d'investissements de régénération en euros constants (€$_{2022}$) ont été reconstruites à partir des chroniques en euros courants et des données d'inflation et d'évolution de l'indice TP01 de l'INSEE jusqu'en 2022 (en considérant que les coûts de régénération évoluent selon un indice composite *20 % IPC + 80 % TP01*). À compter de 2022, le scénario bas des projections d'inflation a été retenu (voir annexe 5 pour plus de détails).

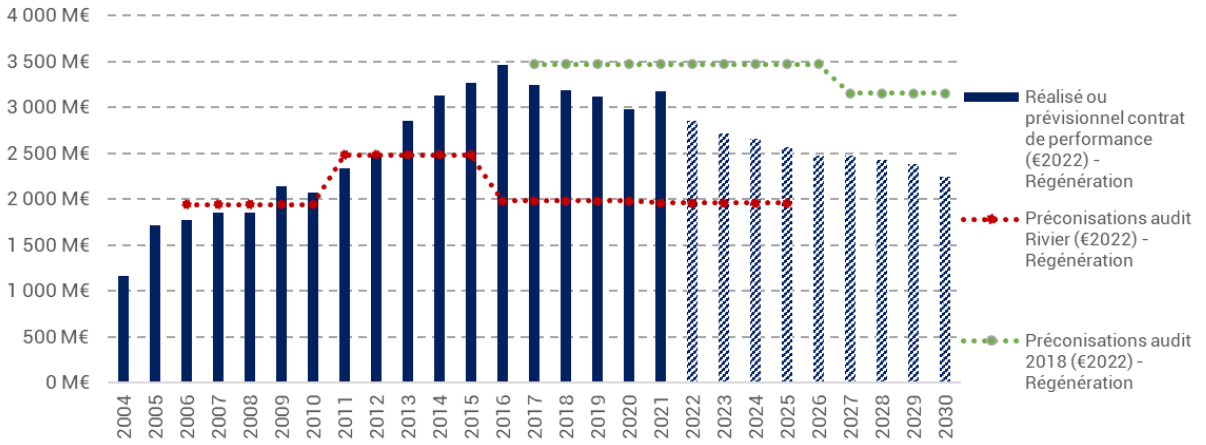


Figure 7 Effort de régénération en euros constants ($€_{2022}$) et préconisations des audits techniques du réseau

Les efforts de régénération de l'infrastructure prévus par le contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau pour la période 2021-2030 apparaissent ainsi inférieurs d'environ 25 % aux préconisations de l'audit de 2018. En février 2022, l'Autorité avait évalué[51] à un peu plus de 4 milliards d'euros courants l'écart cumulé, sur la période 2021-2030, entre les préconisations de l'audit technique de 2018 et les montants prévus par le contrat de performance, soit un écart d'environ 13 % pour la période. Depuis, ce déficit s'est accru en raison de la récente poussée inflationniste (voir Figure 8) et peut être estimé à près de 7,5 milliards d'euros.

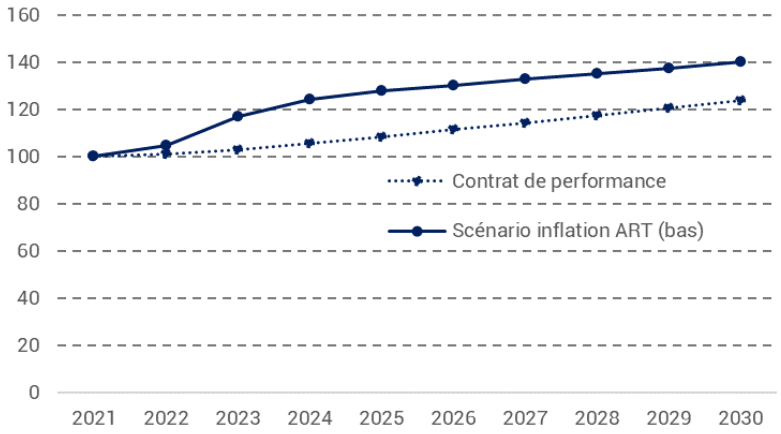


Figure 8 Comparaison des projections de l'indice des prix de la maintenance ferroviaire (indice qui combine l'indice TP01 et l'IPCH) entre le contrat de performance et le scénario « bas » retenu par l'Autorité dans ses travaux (base 100 en 2021)

Cet écart est d'autant plus préoccupant que les besoins de régénération de l'infrastructure doivent désormais tenir compte des investissements nécessaires à l'adaptation au changement climatique. En effet, dans la mesure où les actifs ferroviaires ont généralement des durées de vie de plusieurs dizaines d'années, il est impératif de tenir compte dès à présent des impacts que le changement climatique aura sur le système ferroviaire (voir l'encadré 4 pour plus de détails).

[51] Dans le cadre de son avis n° 2022-009 du 8 février 2022 sur le projet de contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau pour la période 2021-2030.

Encadré 4. L'adaptation du réseau ferroviaire au changement climatique

Le changement climatique se manifeste par une augmentation de la température moyenne de l'air et des océans, causée principalement par l'accumulation de gaz à effet de serre (GES)[52] dans l'atmosphère. Les émissions mondiales de GES ont doublé depuis 1970 et ont augmenté de plus de 40 % depuis 1990[53]. Des dérèglements climatiques importants se sont amorcés au cours des dernières décennies : l'augmentation de la température moyenne de la surface de la Terre (+1°C depuis la fin du XIXe siècle[54]), la fonte des glaciers et des calottes glaciaires et l'élévation du niveau de la mer (environ 23 cm de plus depuis 1880 et plus 7,5 cm ces 25 dernières années[55]), l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements météorologiques extrêmes tels que les canicules, les tempêtes et les inondations.

Des actions d'adaptation du réseau ferroviaire national (RFN) seront de plus en plus nécessaires pour faire face à ces évolutions du climat. En effet, quand bien même la courbe des émissions de GES serait inversée, les effets du changement climatique sont inéluctables à court et moyen terme en raison de la persistance des GES dans l'atmosphère. Les manifestations du changement climatique entraînent d'ores et déjà des impacts sur les circulations ferroviaires et des dégradations de l'infrastructure. Ces manifestations perturbent non seulement régulièrement l'exploitation ferroviaire par les dysfonctionnements de l'infrastructure[56] qu'elles créent, mais entraînent aussi l'altération prématurée de ses composants.

Il est donc impératif d'agir dans le but de préserver l'infrastructure en l'adaptant et en la rendant plus résiliente face aux effets du changement climatique à moyen et long terme. Les stratégies de programmation des investissements, de surveillance des actifs exposés aux aléas climatiques et d'exploitation ferroviaire doivent désormais se construire selon une approche systémique. Plus concrètement, les efforts entrepris par le gestionnaire d'infrastructure relèvent de deux approches : (i) la résilience physique de l'infrastructure en lien avec son niveau de maintenance, de régénération et de modernisation et (ii) la résilience de la gestion de l'infrastructure en lien avec le niveau de performance de l'allocation des capacités et de l'exploitation ferroviaire.

SNCF Réseau a conduit des premiers travaux sur le changement climatique et les adaptations qu'il nécessite[57] et a commencé la mise en œuvre d'actions de conception, de construction et de maintenance associées à des mesures de surveillance[58]. En outre, SNCF Réseau a lancé un groupe de travail sur l'adaptation au changement climatique, dont l'objectif est de (i) poser un diagnostic des vulnérabilités

[52] Ces gaz, tels que le dioxyde de carbone, le méthane et l'oxyde nitreux, sont émis principalement par les activités humaines, notamment la combustion des combustibles fossiles et l'agriculture.
[53] Source INSEE : https://www.insee.fr/fr/statistiques/4277613?sommaire=4318291.
[54] Source NASA : https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/.
[55] Source National Geographic : https://www.nationalgeographic.fr/environnement/elevation-du-niveau-de-la-mer-les-chiffres-clefs. Chaque année, le niveau des océans et des mers monte de 3,2 mm ; le niveau des océans s'élève de plus en plus vite et devrait gagner 30 cm d'ici à 2050.
[56] Ainsi, la canicule de l'été 2003 avait engendré un grand nombre de défaillances, notamment des déformations importantes du rail sous l'effet des hautes températures, induisant de nombreuses interruptions de circulation. Des épisodes extrêmes comme la tempête Alex à l'automne 2021 dans la vallée de la Vésubie ou l'épisode méditerranéen d'octobre 2019 ont causé des dégâts importants sur les ouvrages et les équipements.
[57] Une thèse intitulée « *Des connaissances scientifiques sur les changements climatiques à l'analyse économique pour la prise de décision en vue de l'adaptation des infrastructures* » ; deux études conduites avec Carbone 4 sur les thèmes « *Indicateurs stratégiques météo/climat* » et « *Analyse des risques liés au changement climatique pour Transilien* » ; une étude SNCF Réseau produite par la Direction générale industrielle et ingénierie intitulée « *Adaptation au CC : les enjeux et réponses possibles dans les différents domaines de l'infrastructure* ».
[58] (i) Les cycles de surveillance : pour éviter toute dégradation due aux conditions climatiques, des surveillances spécifiques sont effectuées lors des interventions sur les voies ; (ii) les tournées chaleur : pour anticiper les périodes de fortes températures, les voies ferrées sont étroitement surveillées pour détecter le moindre problème de pose ou de maintenance, et le corriger ; (iii) les tournées intempéries : pour éviter toute dégradation due à une intempérie, les agents de maintenance surveillent étroitement certains ouvrages pour détecter le moindre problème.

actuelles et futures de l'infrastructure pour construire une vision cohérente de ses faiblesses dans un contexte de changement climatique[59] et de (ii) concevoir un plan d'actions de long terme pour les infrastructures.

Malgré ces efforts, il n'y a pas encore de véritable stratégie globale d'adaptation et de résilience du RFN fondée sur des études de la vulnérabilité physique de l'infrastructure pour chacun des axes du réseau.

Au Royaume-Uni, le gestionnaire d'infrastructure *Network Rail* a mis en place une planification aboutie de l'adaptation au changement climatique. Une première feuille de route comprenait les mesures pour se préparer aux impacts climatiques futurs, puis plusieurs stratégies ont été élaborées[60]. Le plan d'activités stratégique pour la période 2019-2024 permet de s'assurer que les différents axes du réseau incluent et identifient les investissements appropriés.

1.2.2. Le réseau présente des signes de vieillissement préoccupants avec de grandes disparités en fonction des actifs et des lignes

a. La voie a bénéficié des efforts de renouvellement engagés depuis le milieu des années 2000 mais de façon inégale en fonction du type de ligne

Sur longue durée, l'âge moyen des voies a connu une évolution en deux phases : un vieillissement ininterrompu depuis les années 1950 (à l'exception des lignes de catégories 2 à 4, pour lesquelles le vieillissement a débuté dans les années 1980) jusqu'au milieu des années 2000, puis une stabilisation voire une diminution de l'âge moyen du réseau. Ainsi, l'âge moyen est passé d'une dizaine d'années dans les années 1950 à environ 33 ans à la fin des années 2000 pour se stabiliser ensuite autour de 30 ans (voir la Figure 9). Cette évolution reflète bien la hausse de l'effort de renouvellement engagée à compter du milieu des années 2000.

Les différentes parties du réseau ont néanmoins connu des évolutions différenciées. Si le réseau francilien et les LDFT ont effectivement connu une diminution de l'âge moyen des voies de l'ordre de 10 ans depuis le milieu des années 2000, l'âge moyen des voies a eu tendance à stagner pour le réseau structurant. Ainsi est-il passé de près de 35 ans en 2000 à moins de 25 ans aujourd'hui pour le réseau francilien et de plus de 45 ans à environ 35 ans pour les LDFT. En revanche les voies des lignes de catégories 5 à 6 ont vu leur âge moyen stagner entre 25 et 30 ans depuis les années 2000, tandis que celui des lignes de catégories 2 à 4 ne s'est stabilisé qu'à compter du début des années 2010.

[59] Ce diagnostic est envisagé à deux échelles complémentaires : la première concerne l'appréciation de la vulnérabilité intrinsèque des composants de l'infrastructure ferroviaire, la seconde est plus systémique et s'intéresse à la vulnérabilité des axes ferroviaires pour aussi tenir compte de la variation de l'exposition au changement climatique d'un territoire à l'autre.

[60] (i) Une première stratégie de résilience météorologique et d'adaptation au changement climatique, qui a contribué à améliorer la gouvernance, les connaissances et les pratiques dans l'ensemble des activités du gestionnaire d'infrastructure ; (ii) une stratégie de gestion à court terme des conditions météorologiques saisonnières du point de vue de l'exploitation et de la gestion des actifs sur 10 ans ; (iii) une stratégie de développement durable, qui décrit la feuille de route en matière d'adaptation à long terme et contient les principales étapes d'adaptation jusqu'en 2050 et la manière dont il est prévu de les atteindre.

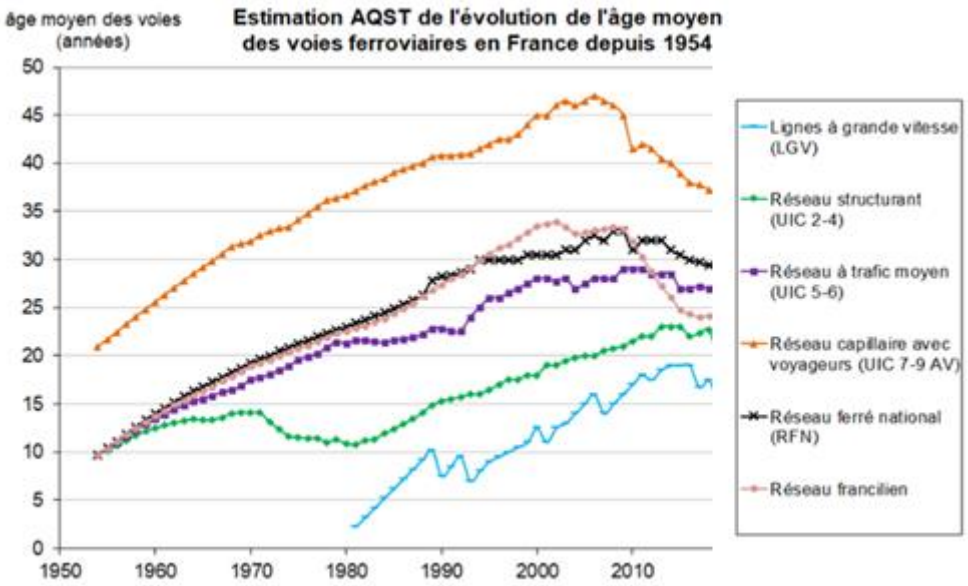
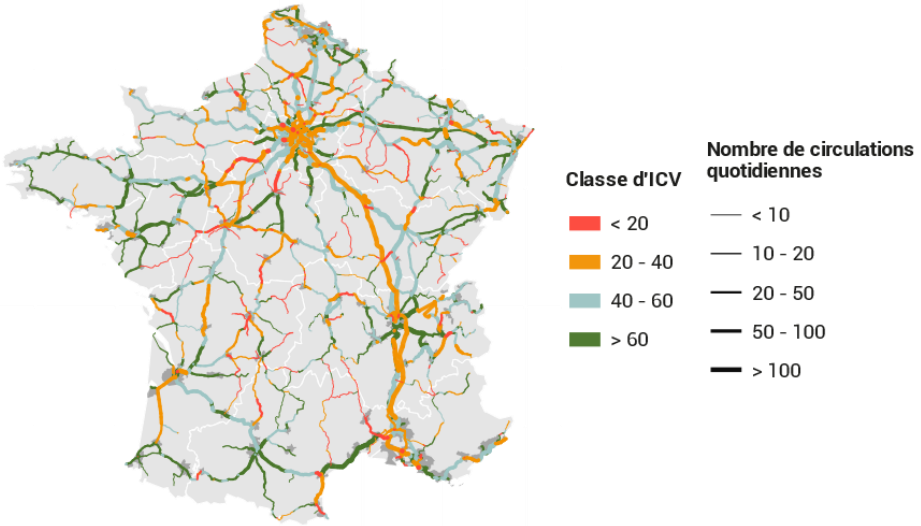


Figure 9 Évolution de l'âge moyen des voies ferroviaires depuis 1954.
Source : Autorité de la qualité de service dans les transports

L'analyse de l'indice de consistance de la voie (ICV – voir l'encadré 5 pour plus de détails) **permet de mettre en lumière des évolutions analogues à celles que révèle l'analyse de l'âge moyen des voies.** En outre, elle permet de constater deux phénomènes :

- premièrement, si la valeur moyenne de l'ICV s'est très légèrement améliorée depuis 1995 (gain d'un point d'ICV entre 1995 et 2021), elle demeure inférieure à l'objectif de 55, nécessaire pour assurer à long terme la pérennité du patrimoine. Aucune catégorie de ligne n'a un ICV moyen égal ou supérieur à la valeur cible de 55 ; et

- deuxièmement, une part significative du réseau est proche de la fin de sa durée de vie nominale, voire l'a dépassée. Ainsi, 16 % du réseau a un ICV inférieur à 20 (8,7 % pour les lignes de catégories 2 à 4, 12,2 % pour les lignes de catégories 5 à 6 et 36,8 % pour les LDFT). La Carte 3 détaille l'ICV des différents tronçons du réseau français en 2021.



Carte 3 Indice de consistance de la voie en 2021

Encadré 5. L'indice de consistance de la voie (ICV)

L'ICV est un indicateur composite d'âge moyen relatif de la voie ferrée au regard de sa durée de vie théorique. Cette dernière dépend des caractéristiques physiques de la voie ainsi que de son intensité d'utilisation : la durée de vie de la voie croît avec la catégorie de la voie (voir encadré 2 pour plus de détails sur les catégories). Le tableau ci-dessous détaille l'ordre de grandeur de la durée de vie théorique de la voie en fonction du type de ligne :

Catégories de lignes	Durée de vie moyenne
LGV	40 ans
2 à 4	45 ans
5 à 6	50 ans
LDFT (7 à 9)	70 ans

Un tronçon neuf a une valeur de 100 et un actif en fin de vie prend la valeur de 10, l'ICV décroit dans le temps de façon linéaire en fonction de l'âge ; au-delà de la fin de vie, l'ICV décroît plus rapidement, la valeur 0 étant atteinte après 5 ans supplémentaires. La note à mi-vie d'une section de voie est de 55, considérée par SNCF Réseau comme la note moyenne optimale permettant de garantir la pérennité du patrimoine ferroviaire et de minimiser l'ensemble des coûts de maintenance et de régénération.

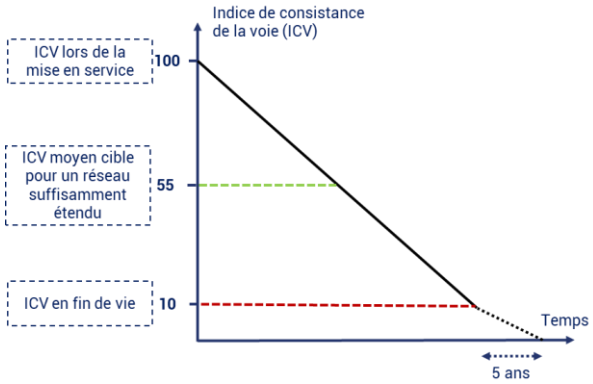
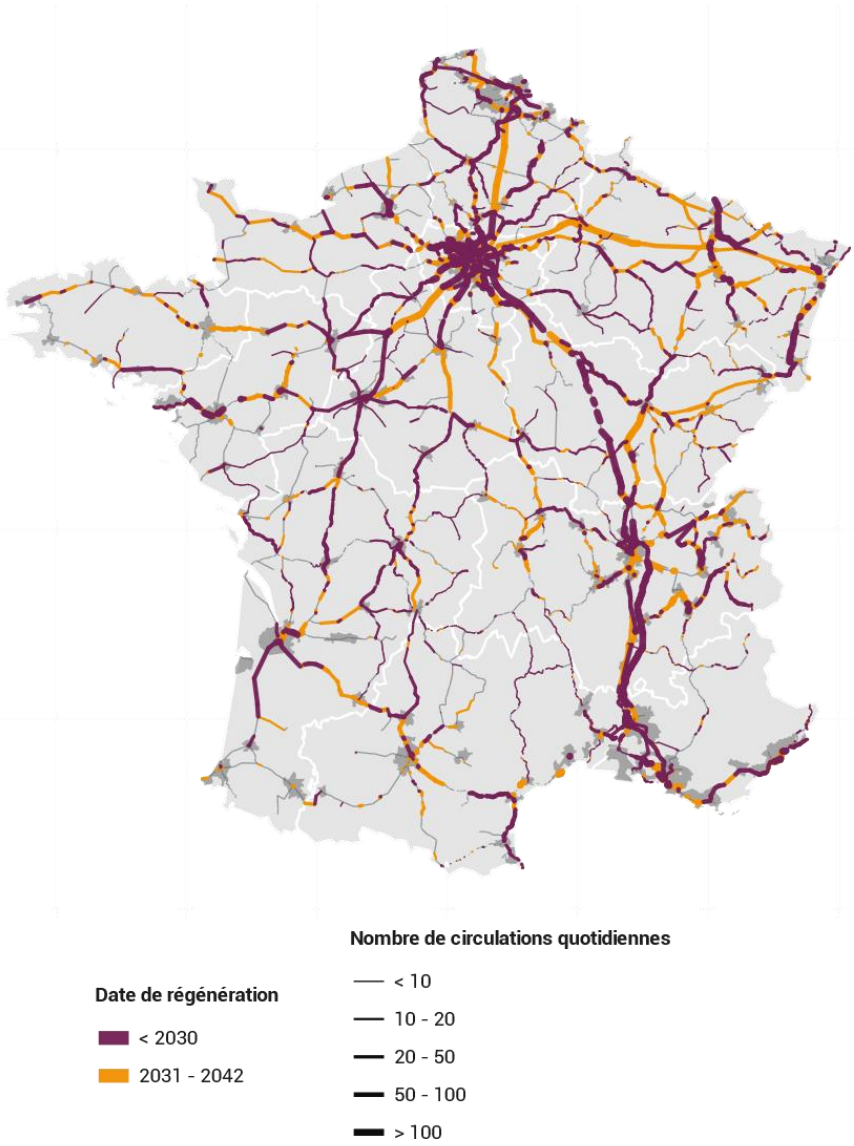


Figure 10 Schéma de principe de l'indice de consistance de la voie

Dans le cadre de ses travaux, l'Autorité s'appuie sur l'ICV, qui présente l'avantage d'être disponible pour l'ensemble du réseau et pour les années passées, d'avoir une évolution prévisible en fonction du temps et d'être un indicateur de pilotage de haut niveau pour le gestionnaire d'infrastructure (il figure dans le contrat de performance). En revanche, la politique quotidienne de maintenance ne peut être fondée sur ce seul indicateur et repose sur une analyse fine de l'état réel de l'infrastructure menée par les experts du gestionnaire d'infrastructure.

La Carte 4 illustre les besoins de renouvellement de la voie en indiquant les tronçons de lignes qui atteindront un ICV de 20 d'ici 2030 et durant la période 2030-2042, en l'absence de renouvellement.



Carte 4 Estimation des besoins de renouvellement de la voie durant les vingt prochaines années

b. S'agissant des équipements de signalisation, l'analyse des indicateurs d'état montre un vieillissement et des besoins qui sont appelés à croître dans les prochaines années

L'audit de 2018 sur l'état du réseau a relevé un vieillissement marqué des différents postes d'aiguillage. En effet, une part importante des postes électriques approchent ou ont dépassé leur durée de vie (environ 60-65 ans) tandis que les postes informatiques les plus anciens ont une vingtaine d'années pour une durée de vie beaucoup plus faible (environ 30 ans).

Par ailleurs, l'âge moyen des très nombreux appareils de signalisation[61] présents sur le réseau (plus de 2,5 millions en 2020) **augmente régulièrement depuis les années 1990.** Il est passé de 14,1 ans en 1992 à 20,4 ans en 2005, pour atteindre 26,6 ans aujourd'hui. La pyramide des âges des équipements de signalisation s'est significativement dégradée entre 2010 et 2020 (voir la Figure 11). Le contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau pour la période 2021-2030 prévoit une poursuite de cette tendance avant sa stabilisation à un niveau élevé, autour de 28

[61] Les appareils de signalisation regroupent tous les équipements qui constituent le système de signalisation : signaux lumineux, circuits de voies, balises, etc.

ans. Il indique qu'un « *scénario d'investissement permettant de stopper le vieillissement des appareils de signalisation sur* [le réseau structurant] *semble hors de portée* ».

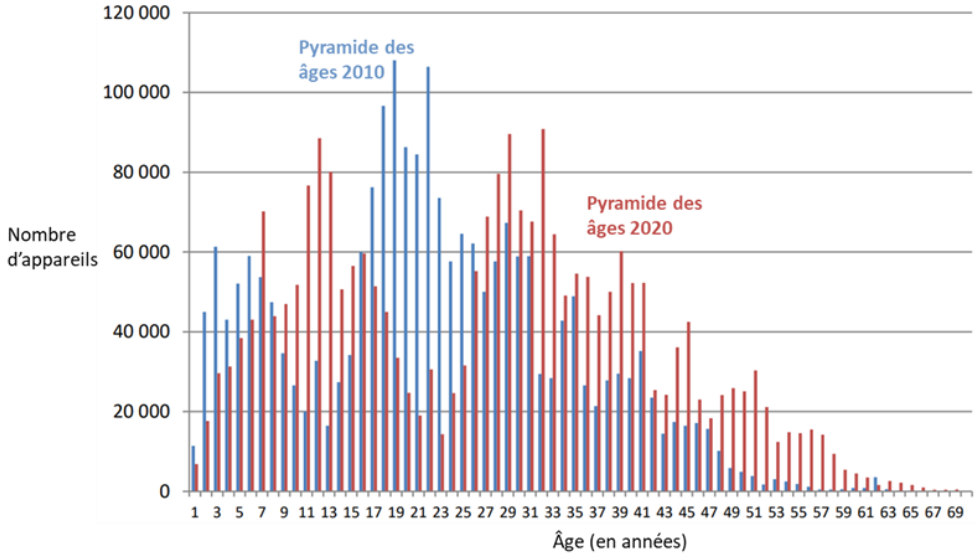


Figure 11 Pyramides des âges des appareils de signalisation en 2010 et en 2020.
Source : Connaissance du patrimoine, SNCF Réseau, 2021

c. S'agissant des installations fixes de traction électrique, le patrimoine n'a pas connu de renouvellement d'ampleur depuis l'électrification

**L'audit de 2018 a constaté que le parc des installations fixes d'alimentation électrique « *se caractérise par un linéaire hors d'âge important et une substance hétérogène ;* *les linéaires les plus anciens se trouvent dans un état peu propice à un maintien en condition opérationnelle efficace et économique* ». La pyramide des âges des électrifications[62] traduit cette situation avec une part significative des linéaires anciens voire très anciens (voir la Figure 12). Ainsi, plus de 14 000 km de lignes, soit près de la moitié du réseau, ont été électrifiées il y a plus de 50 ans.

[62] Selon l'audit sur l'état du réseau de 2018, l'âge de l'électrification constitue un indicateur d'état pertinent du fait de la faiblesse des politiques de maintenance passées, la mise en peinture insuffisante des structures métalliques et le remplacement pièce par pièce des composants conduisant au mitage des armements.

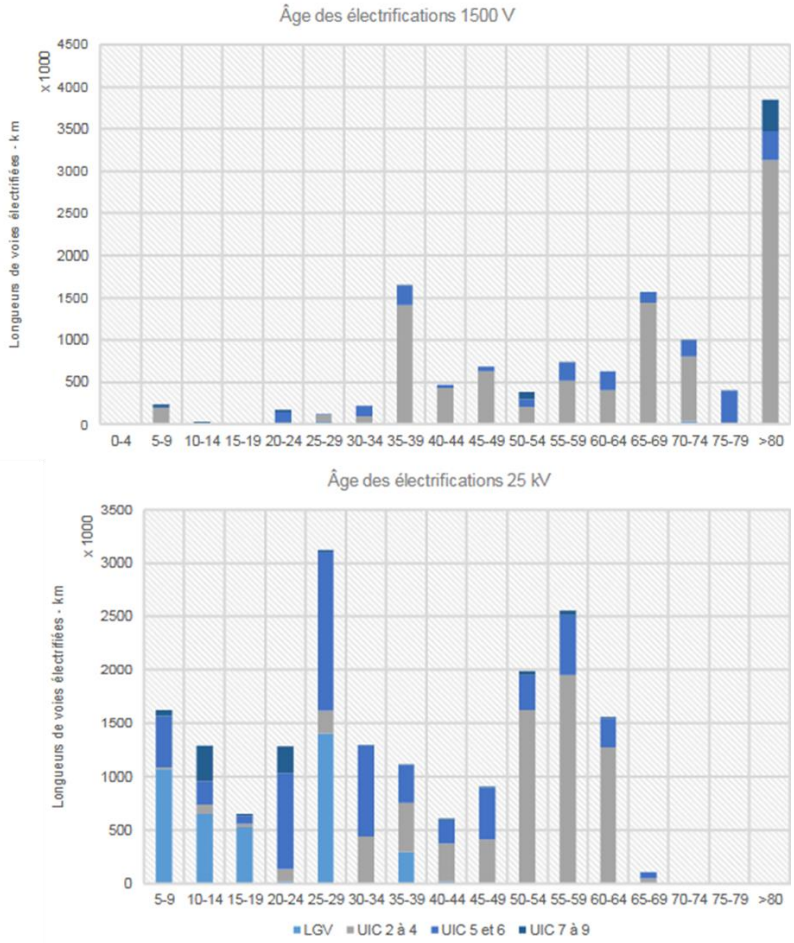


Figure 12 Pyramide des âges des électrifications (1500 V et 25 kV).
Source : Audit sur l'état du réseau ferré national, 2018.

1.3. La modernisation du réseau français avance lentement, limitant les gains de productivité et de qualité de service qu'elle pourrait apporter aux utilisateurs du réseau

La modernisation de l'infrastructure permet d'en améliorer la qualité de service et l'efficacité économique[63] tout en répondant à de nouveaux besoins[64]. Elle nécessite le plus souvent des investissements lourds, dont les bénéfices se matérialisent tout au long de la durée de vie des actifs.

La modernisation du réseau ferroviaire français repose sur deux piliers principaux : le déploiement de la commande centralisée du réseau (CCR), d'une part, et celui du système européen de gestion du trafic, l'ERTMS (*European Rail Traffic Management System*), d'autre part.

1.3.1. Au rythme actuel, le déploiement de la CCR sur le réseau français ne sera pas achevé avant les années 2070

Le déploiement de la CCR doit permettre de rationaliser l'exploitation du réseau en regroupant l'essentiel des nombreux postes d'aiguillage, 2 200 au total dont environ

[63] Par exemple, l'introduction de méthode de maintenance prédictive reposant sur l'intelligence artificielle permet de mieux cibler les interventions du gestionnaire d'infrastructure et donc d'en optimiser les coûts et l'impact pour les utilisateurs du réseau.

[64] Par exemple, la mise au gabarit P 400 de certains itinéraires fret permet de favoriser le développement du transport combiné.

1 500 sur le réseau structurant, en une quinzaine de grands centres de gestion de la circulation ferroviaire. L'investissement total est estimé à environ 20 milliards d'euros. L'intérêt de la CCR est double :

- D'un point de vue opérationnel, elle permet d'améliorer la performance du réseau. En effet, la centralisation des décisions d'exploitation permet d'être plus réactif face aux incidents ainsi que d'améliorer la régularité et l'information des voyageurs ;

- D'un point de vue économique, elle génère des gains de productivité. Ainsi, il est estimé que le déploiement de la CCR pourrait permettre une réduction comprise entre 20 % et 40 % des effectifs de l'exploitation[65].

Cependant, avec seulement sept centres de circulation construits et à peine 15 % des 277 secteurs de circulation[66] équipés, la France apparaît très en retard, ce qui pèse sur la productivité du gestionnaire d'infrastructure. Comparée à nombre de ses voisins européens, elle a en effet lancé son programme de CCR plus tard et à un rythme plus lent. Par conséquent, le nombre d'agents nécessaire pour assurer la gestion des circulations est plus important en France que dans les autres pays européens (voir l'encadré 6 pour plus de détails).

Encadré 6. Déploiement de la CCR - Comparaison européenne

Comme le montre la Figure 13, la France a lancé son programme de CCR plus tard et à un rythme plus lent que les autres pays européens. Ainsi, **l'Allemagne** a entamé son déploiement dans les années 1990, le Royaume-Uni, la Suisse et l'Italie dans les années 2000 tandis que la France a attendu le début des années 2010. Les réseaux suisse, allemand, italien et britannique sont aujourd'hui équipés respectivement à 100 %, 90 %, 70 % et 60 %. Malgré un lancement relativement tardif de son programme, le réseau belge est déjà équipé à 66 %.

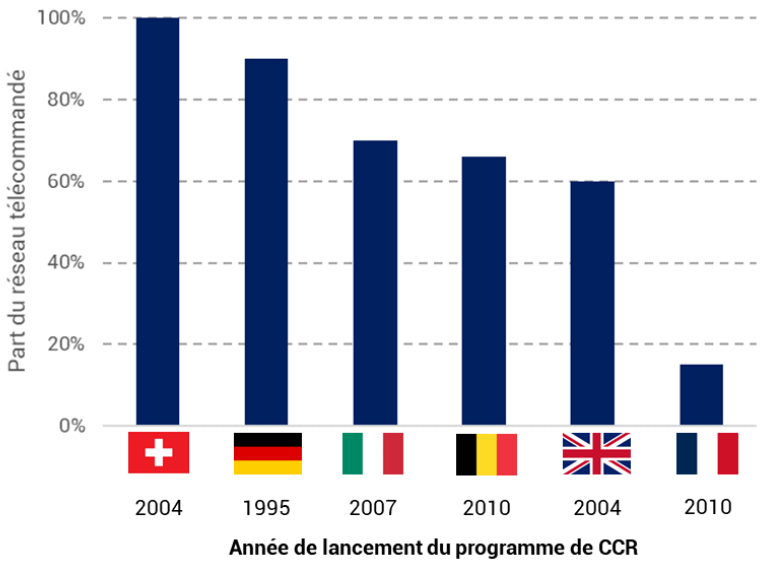


Figure 13 État d'avancement du déploiement de la CCR dans les principaux pays européens

[65] Dans son rapport *SNCF Réseau, des réformes à approfondir* de décembre 2018, la Cour des Comptes avait estimé que le déploiement de la CCR pourrait permettre une réduction de 40 % des effectifs de l'exploitation, soit 5 000 postes sur un total de 13 000. Dans le cadre de travaux plus récents communiqués à l'Autorité, SNCF Réseau évalue à environ 2 200 ETP la réduction d'effectif permise par un déploiement complet de la CCR, soit un peu moins de 20 % des effectifs actuels.

[66] Un secteur de circulation regroupe une ou plusieurs sections de lignes et/ou nœuds ferroviaires dont l'exploitation est placée sous la responsabilité d'un agent circulation qui assure la bonne mise en place des itinéraires ferroviaires ainsi que la sécurité des circulations.

Le retard dans le déploiement de la CCR a empêché le gestionnaire d'infrastructure de réaliser les gains de productivité en matière d'exploitation qui peuvent être constatés dans les autres pays européens. Ainsi, le trafic par agent circulation est inférieur en France par rapport aux autres pays européens :

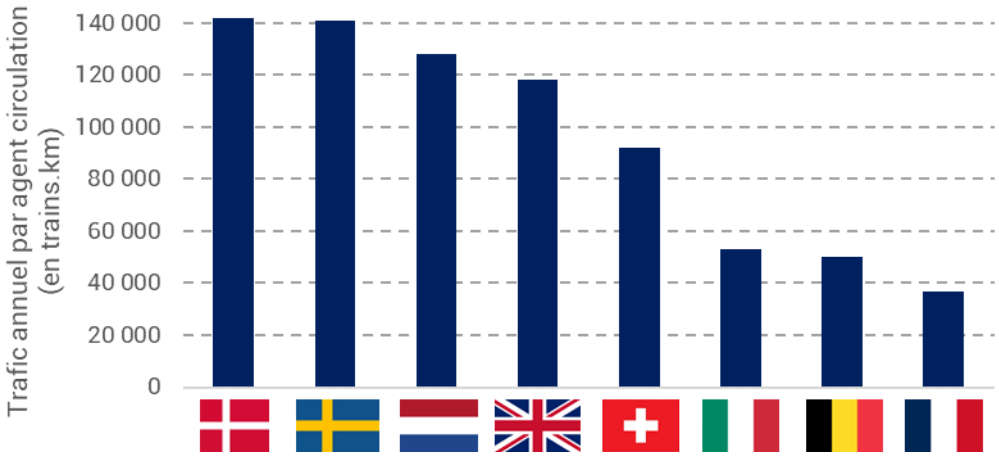


Figure 14 Productivité des agents circulation (en trains.km par agent).
Source : ART, Rapport d'information fait au nom de la Commission des finances du Sénat sur la situation de la SNCF et ses perspectives, H. Maurey, S. Sautarel ; mars 2022

Les moyens engagés dans le cadre du contrat de performance actuel n'apparaissent pas à même de remédier à ce retard, puisque ce contrat ne prévoit qu'un déploiement « au fil de l'eau » de la CCR, dans le cadre du renouvellement des postes d'aiguillage. Les montants prévus à cet effet, de l'ordre de 450 M€ par an, permettront seulement d'équiper un tiers des secteurs de circulation à l'horizon 2030 (voir la Figure 15). Dans ces conditions, l'achèvement du déploiement de la CCR n'apparaît pas possible avant 2070.

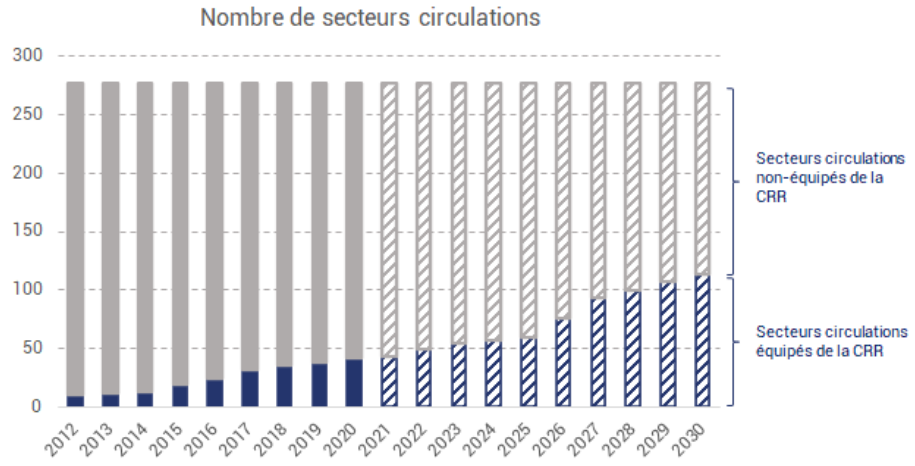


Figure 15 Trajectoire de déploiement de la CCR prévue par le contrat de performance

1.3.2. Les perspectives de déploiement de l'ERTMS sur le réseau français ne sont pas à la hauteur des exigences européennes

L'ERTMS est un standard européen[67] en matière de signalisation ferroviaire, qui a pour objectif « *de remplacer tous les systèmes de signalisation existant en Europe par un système unique conçu pour promouvoir l'interopérabilité des réseaux ferroviaires nationaux et le transport ferroviaire transfrontalier. L'ERTMS vise à garantir une norme commune permettant aux trains de circuler de façon ininterrompue entre différents pays et, ainsi, à favoriser la compétitivité du secteur ferroviaire* »[68].

Dans le cas du réseau français, le déploiement de l'ERTMS pourrait apporter de nombreux bénéfices :

- la suppression des coûts de renouvellement des systèmes de signalisation et de contrôle-commande historiques (systèmes de sécurité de classe B) ;
- la baisse des coûts de maintenance de l'infrastructure (notamment le niveau 2, qui permet de se passer de la signalisation latérale), si les systèmes de sécurité de classe B sont retirés[69] ;
- des gains de capacité[70], qui demeurent relativement difficiles à estimer et dépendent des performances des équipements antérieurs et des conditions de déploiement de l'ERTMS ; et
- des gains pour les opérateurs ferroviaires, qui peuvent avoir accès à un plus grand marché pour les services de transport grâce à l'interopérabilité (facilitation des liaisons internationales) et rationaliser leur flotte de matériels roulants[71].

La France apparaît globalement en retard par rapport à ses voisins en matière de déploiement de l'ERTMS (voir encadré 7). En effet, alors que le règlement n° 1315/2013 (UE) prévoit l'équipement du réseau central du RTE-T d'ici 2030, soit, dans le cas de la France, environ 9 000 km de lignes, dont la totalité des lignes à grande vitesse (environ 2 800 km), l'ERTMS n'est à ce jour déployé que sur environ 1 100 km du réseau ferré national, ce qui représente moins de 15 % de l'objectif fixé par la Commission européenne pour 2030. Même en intégrant les projets de déploiement (la ligne à grande vitesse Paris-Lyon, les lignes classiques Longuyon-Bâle et Marseille-Vintimille) dont l'achèvement est prévu d'ici le début des années 2030, seulement un tiers de l'objectif sera atteint.

[67] Les spécifications de l'ERTMS figurent en annexe du règlement (UE) 2016/919 de la Commission du 27 mai 2016 relatif à la spécification technique d'interopérabilité concernant les sous-systèmes « contrôle-commande et signalisation » (STI CCS).
[68] Cour des comptes européenne, *Un système européen de gestion du trafic ferroviaire unique : ce choix politique se concrétisera-t-il un jour ?* Rapport spécial n° 2017/13.
[69] Pour le moment les lignes équipées de l'ERTMS en France sont également équipées des systèmes historiques KVB et TVM ce qui accroît le coût et la complexité de la maintenance.
[70] Par exemple, l'ERTMS est un élément clé du projet HPGVSE (Haute performance grande vitesse sud-est) qui vise à améliorer la performance de la LGV Paris-Lyon. L'objectif est de passer d'une capacité maximale de 13 trains par heure à 15 voire 16 si la totalité des trains qui circulent sur la ligne sont équipés de l'ERTMS
[71] La généralisation de l'ERTMS contribuerait à l'émergence d'un marché européen des véhicules ferroviaires d'occasion grâce aux possibilités de redéploiement permises par l'interopérabilité.

Encadré 7. Déploiement de l'ERTMS - Comparaison européenne

L'objectif d'équipement de la totalité du réseau central en 2030 fixé par l'article 39 du règlement UE n° 1315/2013 ne sera probablement atteint que par une poignée de pays (Luxembourg, Belgique, Suisse et Danemark), dont les réseaux ferroviaires sont peu étendus.

Les pays dont le réseau central est étendu (plus de 2 000 km de lignes) sont encore loin de remplir les objectifs fixés par le droit européen. Parmi ces pays, la France apparaît particulièrement en retard et sera dépassée par l'Allemagne et l'Italie.

L'Italie a annoncé en 2020 un plan d'accélération du déploiement de l'ERTMS sur l'ensemble de son réseau (16 800 km), y compris au-delà du RTE-T et sur les lignes régionales à faible trafic, pour l'achever en 2036, pour un montant total de 13 Md€. Ce plan s'appuie sur des analyses socioéconomiques complètes, qui ont démontré tout l'intérêt d'une accélération, permettant la dépose anticipée, à partir de 2023, des systèmes de sécurité de classe B et la suppression de la signalisation latérale, ce qui conduit à des économies substantielles de maintenance.

En Allemagne, le projet « *Digital Schiene Deutschland* », piloté par le ministère fédéral du Numérique et des Transports et la Deutsche Bahn, prévoit une complète digitalisation du réseau ferroviaire allemand d'ici 2030, afin d'améliorer la ponctualité et la régularité des services de transport ferroviaire. Le projet prévoit la numérisation complète du réseau ferroviaire allemand en 20 ans environ avec un financement d'environ 1,3 milliard d'euros par an, sans compter des fonds supplémentaires pour l'équipement des véhicules. Le déploiement de l'ERTMS est une composante essentielle de ce projet.

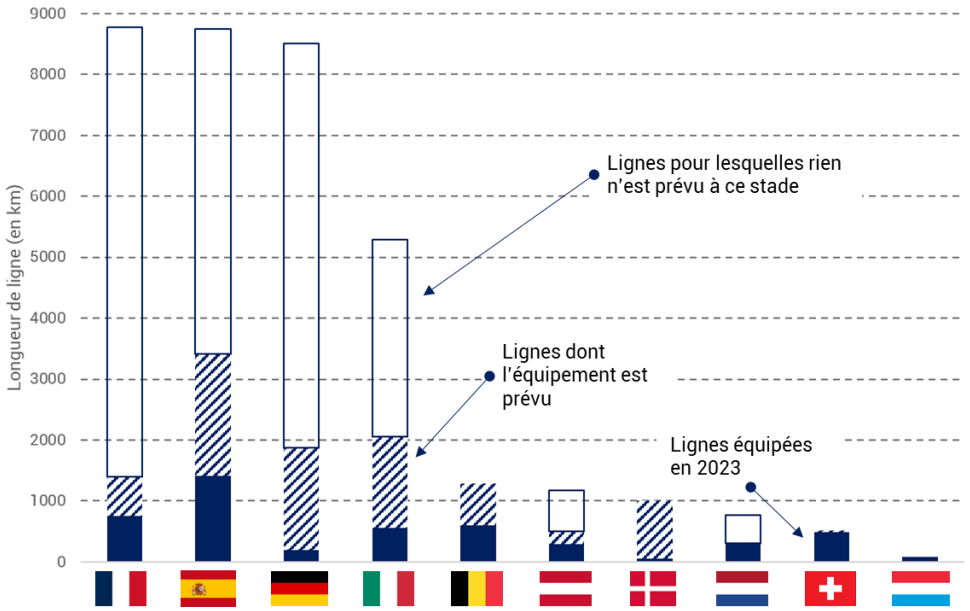


Figure 16 État d'avancement du déploiement de l'ERTMS par rapport aux objectifs fixés à l'horizon 2030 dans les principaux pays européens

2. L'Autorité a mené un exercice de modélisation prospective afin d'illustrer les conséquences de différents scénarios d'investissement pour le système ferroviaire

2.1. L'Autorité a développé un modèle de projections des coûts et des trafics à partir des travaux de SNCF Réseau et du Conseil d'orientation des infrastructures afin d'identifier les besoins de financement du réseau dans les prochaines décennies

Afin de mettre en évidence, de manière objective, les conséquences des politiques d'investissement dans le système ferroviaire, l'Autorité a élaboré un modèle économique et financier permettant de déterminer l'évolution des trafics et les trajectoires financières de SNCF Réseau en fonction de différents scénarios d'investissement. Pour réaliser cet outil, l'Autorité s'est appuyée sur les travaux menés par SNCF Réseau dans le cadre de son projet interne « *Ulysse 2040* », sur les trajectoires définies par le contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau pour la période 2021-2030 ainsi que sur le rapport du Conseil d'orientation des infrastructures (COI), *Investir plus et mieux dans les mobilités pour réussir leur transition*, remis à la Première ministre le 24 février 2023.

Pour cet exercice de prospective, l'Autorité a retenu un horizon temporel de vingt ans qui paraît adapté aux cycles d'investissement longs qui caractérisent le secteur des infrastructures et notamment le secteur ferroviaire. Deux jalons sont particulièrement importants : d'une part, 2030 qui marque la dernière année de l'actuel contrat de performance et un jalon important de la trajectoire de décarbonation de la France et, d'autre part, 2042 qui correspond à l'horizon temporel des travaux du COI.

L'exercice de modélisation de l'Autorité a été mené en trois grandes étapes.

En premier lieu, l'Autorité a défini deux scénarios d'investissement principaux correspondant à des niveaux d'ambition différenciés quant au renouvellement et à la modernisation du réseau existant, d'une part, et aux projets de développement du réseau, d'autre part (voir les annexes 1 et 2 pour plus de détails) :

- **le scénario « *tendanciel* »** correspond à la mise en œuvre de la trajectoire prévue par le contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau pour la période 2021-2030 et à sa prolongation au-delà de 2030. S'agissant des projets de développement, l'Autorité a retenu, pour ce scénario, la trajectoire dite de « *cadrage budgétaire* » du COI ;

- **le scénario « *transition écologique* »** correspond à la mise en œuvre de la trajectoire dite de « *planification écologique* » du COI.

En deuxième lieu, pour chacun des deux scénarios ainsi définis, l'Autorité a déterminé, en ordre de grandeur, l'évolution des trafics ferroviaires (voir l'annexe 3 pour plus de détails)**.** À cette fin, elle a évalué une trajectoire tendancielle de hausse des trafics sur la période 2022-2050 à partir de travaux du Commissariat général au développement durable (CGDD) publiés dans le cadre de l'élaboration de la Stratégie nationale bas carbone (SNBC). L'Autorité a ensuite ajusté cette trajectoire en fonction :

- des investissements de modernisation de l'infrastructure (CCR, ERTMS et investissements fret) ;

- des contraintes liées à la vétusté du réseau grâce à un module de « vieillissement » de l'infrastructure, qui permet de simuler l'évolution de la consistance du réseau existant en fonction du niveau des investissements de renouvellement réalisés ; et

- des nouveaux trafics engendrés par les projets de développement du réseau réalisés sur la période (lignes nouvelles, projets de RER métropolitains, etc.).

En revanche, en raison du temps limité pour l'élaboration de ce modèle et du manque de travaux robustes en la matière, les projections de trafics ne tiennent pas compte du niveau des redevances. Les travaux de l'Autorité pourraient utilement être compétés sur ce point.

La Figure 17 ci-après détaille l'approche retenue.

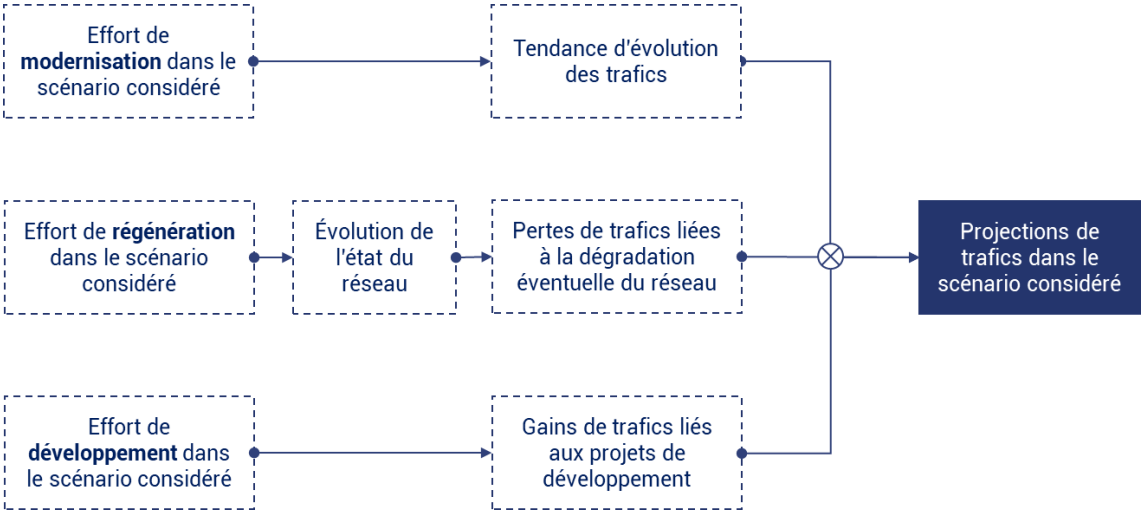


Figure 17 Méthodologie d'évaluation des trafics

En troisième lieu, l'Autorité a quantifié l'impact de la politique d'investissement sur les charges d'exploitation, en évaluant notamment les gains de productivité permis par la modernisation du réseau. Le modèle permet ainsi de déterminer les trajectoires financières, en termes de chiffre d'affaires, de charges d'exploitation, de coûts d'investissement et de besoin de financement de SNCF Réseau, en s'appuyant sur un jeu d'hypothèses concernant l'évolution des redevances d'infrastructure et l'indexation des charges.

Les hypothèses retenues en matière d'indexation des redevances visent à permettre d'évaluer les revenus générés par les redevances d'infrastructure et ne préjugent en rien des appréciations que l'Autorité pourra être amenée à porter dans le cadre de ses futurs avis conformes sur la tarification de l'infrastructure.

La Figure *18* ci-après propose une vision synthétique du fonctionnement de l'outil de modélisation élaboré par l'Autorité :

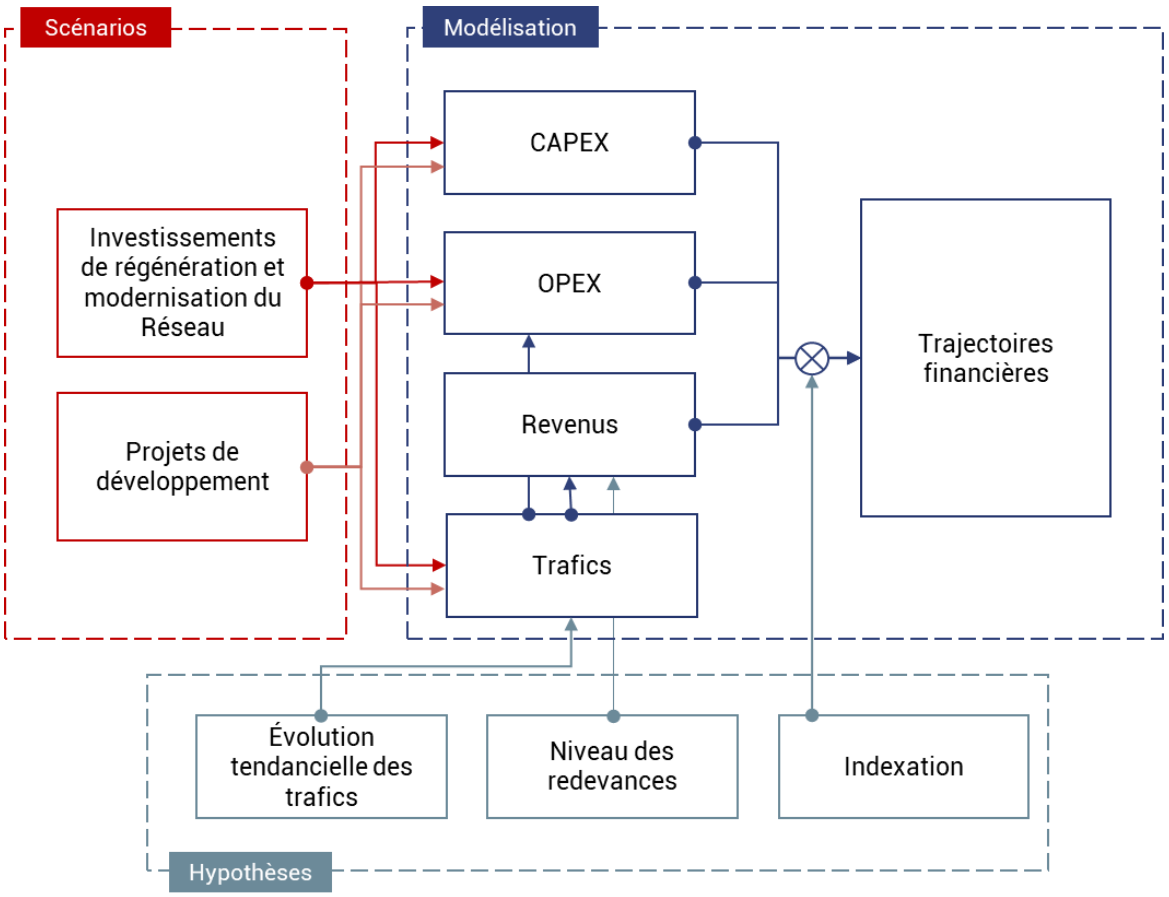


Figure 18 Schéma récapitulatif de la démarche de modélisation retenue par l'Autorité

2.2. Le scénario tendanciel correspond à la poursuite de la trajectoire actuelle et des efforts prévus par le contrat de performance 2021-2030

2.2.1. Les investissements du scénario tendanciel (136 Md€$_{2021}$ pour la période 2022-2042 dont 50 Md€$_{2021}$ pour le renouvellement et la modernisation) correspondent aux enveloppes prévues par le contrat de performance et à la trajectoire « cadrage budgétaire » du COI

Entre 2022 et 2042, le scénario tendanciel prévoit un investissement total de 136 Md€$_{2021}$, dont 50 Md€$_{2021}$ (soit 37 % du total) consacrés au renouvellement et à la modernisation de l'infrastructure existante. Il correspond à une maîtrise des dépenses d'investissement, la trajectoire actuelle étant prolongée et l'essentiel des projets de développement (lignes nouvelles, RER métropolitains, etc.) repoussés au-delà de 2030. La Figure 19 détaille, année après année, les montants d'investissements consacrés au réseau.

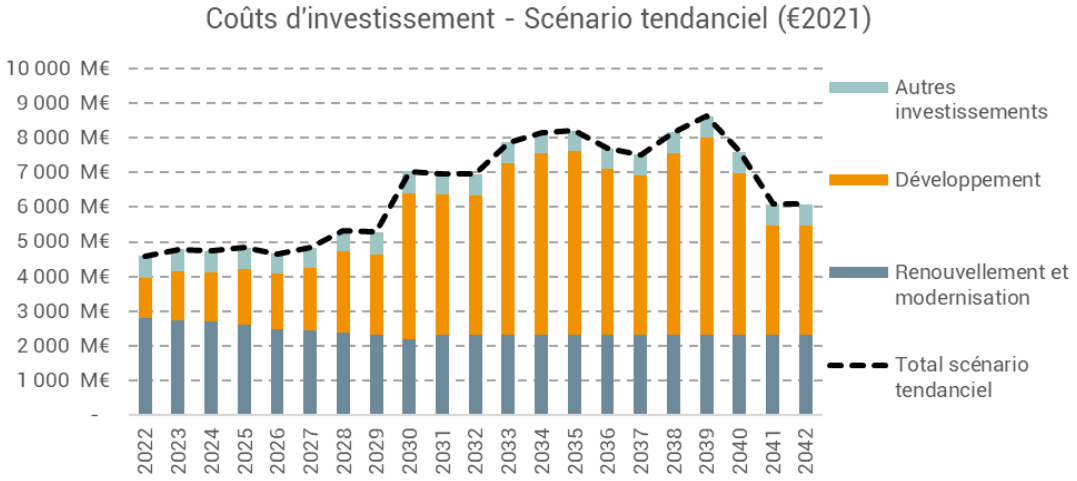


Figure 19 Trajectoire des coûts d'investissement dans le scénario tendanciel

Pour le renouvellement et la modernisation du réseau structurant, les montants retenus correspondent à la trajectoire du contrat de performance jusqu'en 2030 puis à son prolongement au-delà. Les investissements baissent d'environ 20 % en euros constants entre 2022 et 2030 puis stagnent ensuite. La CCR est déployée à un rythme lent (avec une enveloppe annuelle de l'ordre de 350 M€$_{2021}$ à 400 M€$_{2021}$) tandis que l'ERTMS ne fait pas l'objet d'investissements autres que ceux déjà annoncés (projet HPGVSE entre Paris et Lyon, déploiement entre Marseille et Vintimille).

Pour les projets de développement, les montants retenus correspondent à la trajectoire du scénario « cadrage budgétaire »[72] du rapport du COI. Les investissements de « développement » incluent notamment une enveloppe de l'ordre de 180 M€$_{2021}$ par an pour la remise à niveau des lignes de desserte fine du territoire ainsi que des investissements destinés à améliorer la qualité de service pour le fret.

Pour les autres investissements (qui incluent notamment les investissements fonciers et industriels), les montants retenus correspondent à un prolongement du contrat de performance.

[72] Le scénario « cadrage budgétaire » repose sur une hypothèse de 17,5 Md€ de crédits de paiement de l'AFIT-France (tous modes confondus) pour la période 2023-2027, prolongée durant les quinquennats suivants. Le COI a qualifié ce scénario de « *scénario de crise qui ne permet pas de répondre aux ambitions affichées par le gouvernement* ».

2.2.2. Le scénario tendanciel conduit à une concentration des moyens sur la partie du réseau structurant la plus circulée et à une stagnation des trafics durant les deux prochaines décennies

La trajectoire des investissements de renouvellement consacrés à la voie[73] dans le scénario tendanciel est insuffisante pour couvrir la totalité des besoins de renouvellement durant les deux prochaines décennies. Par exemple, une politique d'investissement accordant la priorité à la préservation et à la remise à niveau des lignes à grande vitesse et les lignes de catégories 2 à 4 n'est possible qu'au prix d'une forte dégradation des lignes de catégories 5 à 6. Ainsi, en répartissant *a priori* l'enveloppe d'investissement entre le réseau structurant et les LDFT[74], puis en allouant les moyens sur les parties du réseau les plus circulées au sein de ces deux ensembles, l'ICV des lignes 2 à 4 dépasserait 55 au cours des années 2030[75] et celui des lignes 5 à 6 passerait de 50 à 22 en 2042, traduisant une nette dégradation de ce réseau (voir Figure 20). D'autres choix pourraient être faits mais conduiraient, quoiqu'il en soit, à des renoncements en matière de renouvellement et à des conséquences analogues, voire encore plus pénalisantes, pour les services de transport ferroviaire.

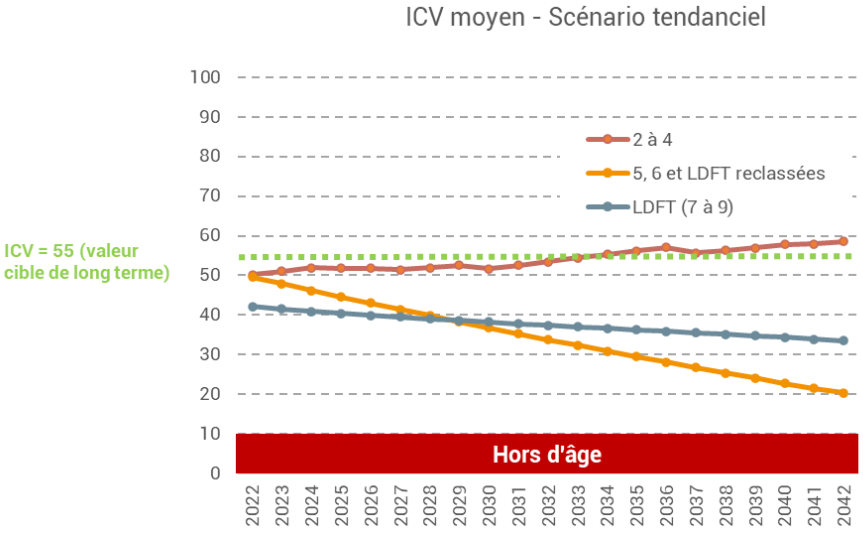


Figure 20 Évolution de l'ICV par groupe de lignes dans le scénario tendanciel

En outre, l'effort de renouvellement consenti dans le scénario tendanciel ne permet pas de maîtriser le linéaire vieillissant voire hors d'âge. Ainsi, la part du réseau dont l'ICV est inférieur ou égal à 20 double entre 2021 et 2042, passant de 16 % à 33 %. La situation est particulièrement critique pour les lignes de catégories 5 à 6 avec plus de la moitié (56 %) d'entre elles qui atteignent un ICV inférieur ou égal à 20 en 2042. L'annexe 4 fournit plus de détails concernant l'évolution des courbes de distribution de l'ICV pour les différentes catégories de lignes.

Le déclin des lignes de catégories 5 à 6 ainsi que des LDFT combiné à un effort de modernisation limité conduit à une stagnation voire à une légère érosion des trafics, malgré les effets d'induction liés aux

[73] En raison du manque de données et de la complexité d'un tel exercice, l'Autorité a concentré ses efforts de modélisation sur la voie qui représente environ la moitié de l'effort de renouvellement et qui constitue un actif structurant du réseau.
[74] Dans le cadre des travaux de modélisation conduits par l'Autorité pour le scénario tendanciel, l'enveloppe d'investissement de régénération de la voie est d'environ 27 Md€$_{2021}$ sur la période 2022-2042, dont 9 % sont spécifiquement dédiés aux LDFT.
[75] Les écarts avec les trajectoires d'ICV du contrat de performance s'expliquent par l'approche retenue par l'Autorité, qui repose sur :
- Une simulation « par les risques », c'est-à-dire que les enveloppes sont allouées de façon à renouveler les tronçons de l'infrastructure arrivant au terme de leur durée de vie théorique (par opposition à un pilotage « par la moyenne », visant à atteindre un âge moyen cible) ; et
- Une allocation selon un ordre de priorité simplifié (LGV, puis lignes de catégories 2 à 4 et, enfin, lignes de catégories 5 à 6). Une enveloppe dédiée est consacrée aux LDFT.

projets de développement. Ainsi, le trafic global baisse de 4 % entre 2022 et 2030 et la très faible croissance durant les années 2030 ne permet pas de retrouver le niveau actuel à la fin de la période (voir Figure 21). Les pertes de trafics liées à la dégradation de l'infrastructure s'élèvent à 13 % des trafics en 2030 et s'aggravent durant la décennie suivante pour atteindre 25 % des trafics globaux en 2042. Seuls les projets de développement mis en service durant les années 2030 (voir les annexes 2 et 3 pour plus de détails) permettent de compenser cette érosion.

Les services conventionnés sont particulièrement touchés par les pertes liées à la dégradation de l'infrastructure, dans la mesure où ils sont les principaux utilisateurs des lignes de catégories 5 à 6 et des LDFT dont l'état se dégrade significativement. Ainsi, les pertes pour le TER représentent 20 % des trafics en 2030 et 35 % en 2042 (respectivement 23 % et 43 % pour les TET). Le développement des services express métropolitains permet néanmoins de compenser les pertes pour le TER en apportant environ 10 millions de trains.km supplémentaires en 2030 et 40 millions de trains.km en 2042.

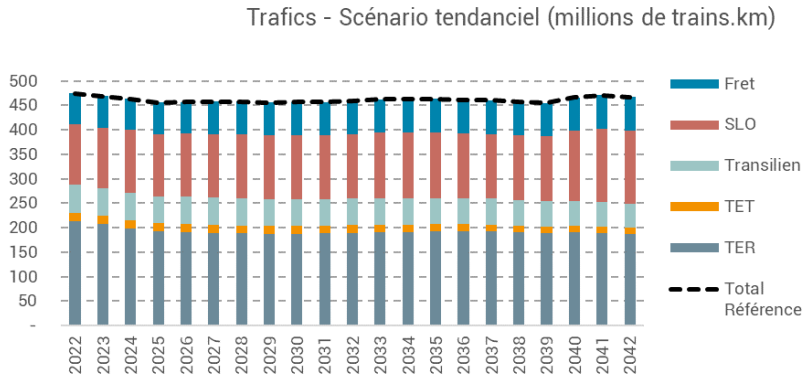


Figure 21 Évolution des trafics dans le scénario tendanciel

2.2.3. Le scénario tendanciel ne permet pas de conserver les gains de productivité prévus par le contrat de performance au-delà de 2030 en raison d'un renouvellement limité et d'une modernisation lente de l'infrastructure

Les investissements limités prévus dans le scénario tendanciel conduisent à une remise en cause, au-delà de 2030, des gains de productivité prévus au cours de la période 2021-2030. Alors que le contrat de performance prévoit des efforts très significatifs sur les coûts d'exploitation, qui passent d'un peu plus de 5,1 Md€$_{2021}$ en 2022 à environ 4,3 Md€$_{2021}$ en 2030 (soit une baisse de 16 %), les coûts d'exploitation dépassent ainsi 4,7 Md€$_{2021}$ en 2042 (voir la Figure 22).

En conséquence, le coût d'exploitation par train.km stagne durant la période : après une légère baisse entre 2022 et 2030 (de 10,82 €/tr.km à 9,25 €/tr.km), il repart à la hausse pour quasiment retrouver son niveau initial en 2042 (10,09 €/tr. km).

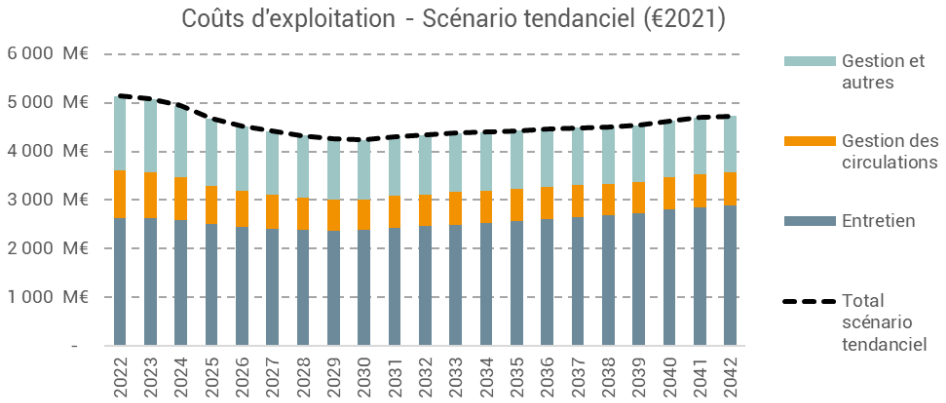


Figure 22 Trajectoire des coûts d'exploitation dans le scénario tendanciel

Cette évolution résulte de deux effets combinés.

D'une part, les efforts limités de régénération conduisent à une augmentation importante des coûts d'entretien au-delà de 2030. Ils atteignent 2,9 Md€$_{2021}$ en fin de période, remettant en cause les gains de productivité du contrat de performance. En effet, le vieillissement des actifs entraîne l'augmentation de l'effort d'entretien afin de maîtriser les conséquences sur la sécurité et la régularité de l'exploitation.

D'autre part, le déploiement lent de la CCR ne contribue que de façon limitée à la baisse des coûts de gestion des circulations. En effet, l'évolution des coûts de gestion des circulations, qui passent de 985 M€$_{2021}$ en 2022 à un peu moins de 700 M€$_{2021}$ en 2042 (soit une baisse d'environ 30 %) est essentiellement due à la baisse des trafics (par rapport à la trajectoire prévue par le contrat de performance).

S'agissant des autres coûts d'exploitation, en raison du manque de données, l'Autorité s'est contentée de retenir une hypothèse de productivité de 0,5 % par an en euros constants.

2.2.4. Dans le scénario tendanciel, les péages permettent de couvrir environ la moitié des dépenses encourues durant la période 2022-2042

Dans le scénario tendanciel élaboré par l'Autorité, les recettes totales du gestionnaire d'infrastructure[76] représentent entre 55 % et 59 % des dépenses totales (investissements et exploitation) sur la période 2022-2042, soit entre 167 Md€ et 184 Md€ (en euros courants) en fonction des scénarios d'inflation[77]. La Figure 23 représente les grands flux financiers du scénario tendanciel dans le cadre d'une hypothèse d'indexation moyenne (voir annexe 5 pour plus de détails sur les hypothèses d'indexation).

[76] Le chiffre d'affaires annuel du gestionnaire d'infrastructure est composé principalement des redevances d'infrastructure qui en représentent environ 90 %. Les autres revenus correspondent à des prestations de maintenance pour des tiers, à des ventes de fournitures et à des revenus locatifs.
[77] En vision annuelle, le chiffre d'affaires du gestionnaire d'infrastructure représente entre 50 % et 70 % des besoins de trésorerie.

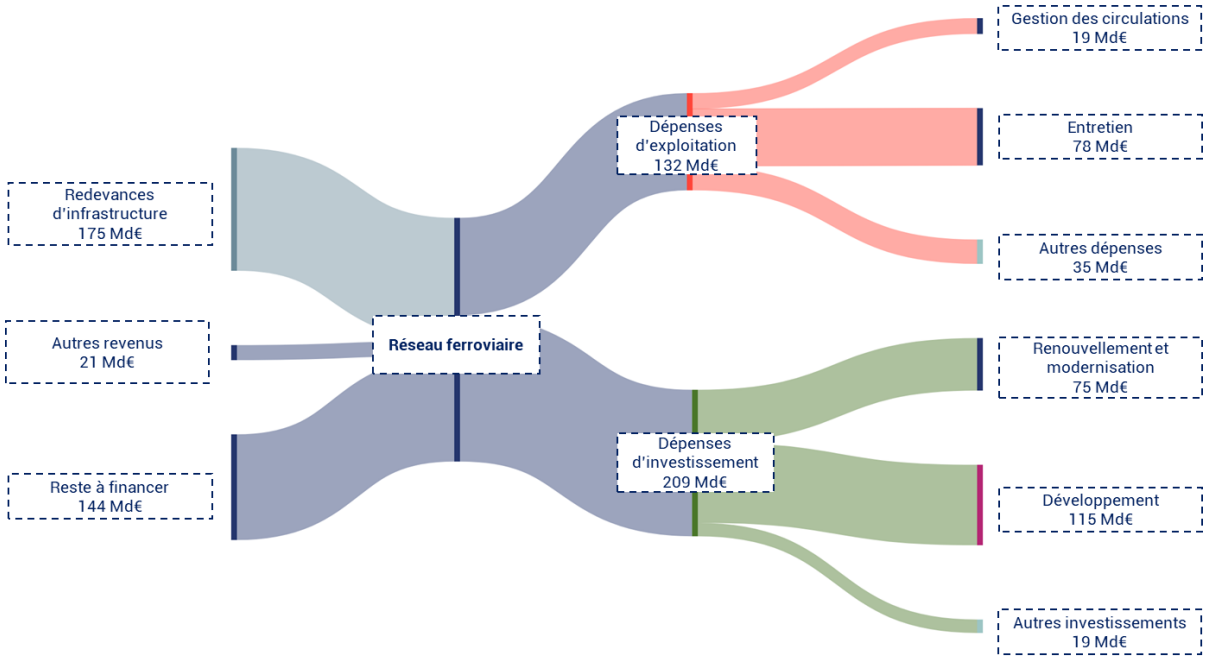


Figure 23 Flux financiers totaux (en euros courants) sur la période 2022-2042 dans le scénario tendanciel avec une hypothèse d'inflation moyenne

Dans le scénario tendanciel, la capacité du gestionnaire d'infrastructure à couvrir les dépenses encourues connaît une évolution en deux phases :

- **une amélioration jusqu'en 2030, grâce à la maîtrise des coûts d'exploitation prévue par le contrat de performance et à la hausse des redevances d'infrastructure.** Ainsi, dans un scénario d'indexation moyenne, la marge opérationnelle[78] double entre 2021 et 2030, passant de 1,7 Md€ à 3,5 Md€ en 2030, tandis que le taux de marge[79] augmente de 23 % en 2022 à 39 % en 2030 (voir figure 24) ;

- **une stagnation au-delà de 2030, en raison de la stagnation des trafics (voir 2.2.2) et de la dérive des coûts d'exploitation** (voir section 2.2.3). Ainsi, la marge opérationnelle est de 3,5 Md€ en 2042, tandis que le taux de marge retombe à 31 % à cette même date.

La marge opérationnelle est sensible aux indexations qui conduisent à renchérir les coûts d'exploitation plus vite que les redevances d'infrastructure. En effet, à long terme, les dépenses d'entretien sont indexées en partie sur le coût des travaux publics (TP01), qui augmente plus vite que celui des biens de consommation (IPCH) sur lequel sont indexées, par hypothèse simplificatrice dans le modèle, les redevances. La figure 24 illustre les incertitudes liées aux hypothèses d'indexation : le taux de marge opérationnelle se dégrade quand les hypothèses d'indexation augmentent.

[78] La marge opérationnelle mesure le résultat dégagé par l'activité d'une entreprise indépendamment du renouvellement de son outil de production, des provisions pour risques et charges, des conditions de son financement et de l'impôt sur les sociétés.
[79] Le taux de marge est égal au rapport entre la marge opérationnelle (recettes – dépenses d'exploitation) et les recettes.

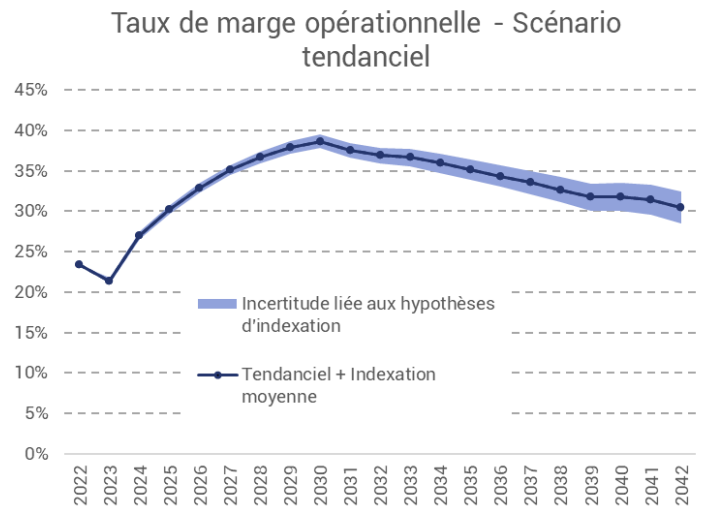


Figure 24 Évolution du taux de marge opérationnelle dans le scénario tendanciel (en fonction des hypothèses d'indexation)

Si les recettes permettent de couvrir largement les dépenses d'exploitation, elles demeurent néanmoins très insuffisantes pour couvrir les dépenses d'investissement durant la période. La Figure 25 met en perspective la marge opérationnelle du gestionnaire d'infrastructure avec les montants totaux d'investissement. Il en résulte un besoin de financement total compris entre 3 Md€/an et 4 Md€/an durant les années 2020, puis augmentant significativement durant la décennie suivante, pour dépasser largement les 10 Md€/an, en raison de la reprise des projets de développement et des effets de l'inflation.

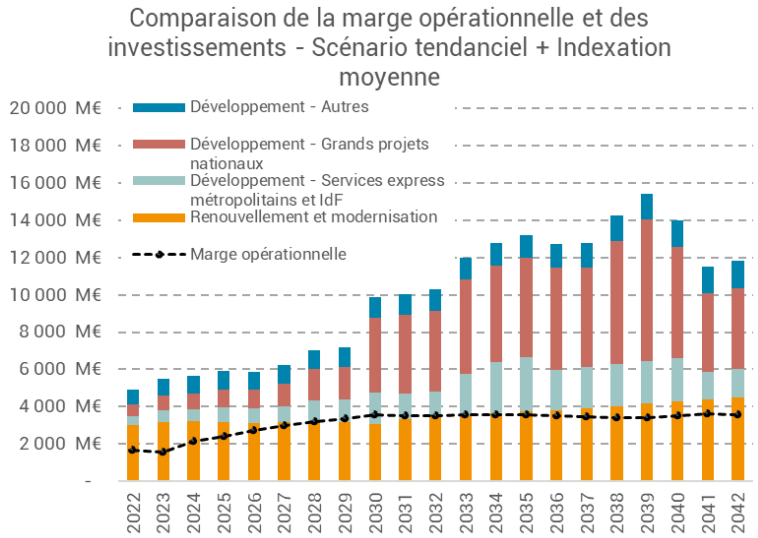


Figure 25 Comparaison de la marge opérationnelle et des besoins d'investissement dans le scénario tendanciel (avec une hypothèse d'hypothèse d'indexation moyenne)

En outre, le besoin de financement dépend fortement des hypothèses d'inflation dans la mesure où les coûts d'investissement évoluent de façon plus dynamique que les redevances d'infrastructure, en raison de leur indexation sur le coût des travaux publics (TP01) plutôt que sur l'IPCH.

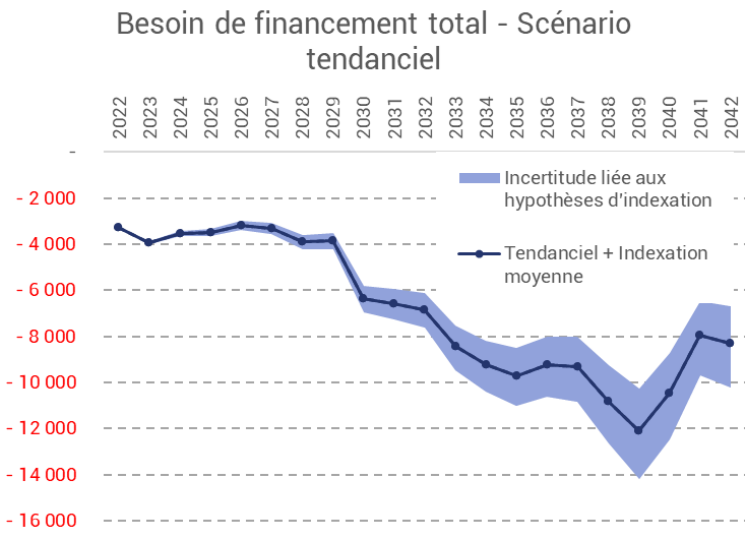


Figure 26 Évolution du besoin total de financement dans le scénario tendanciel (en fonction des hypothèses d'indexation)

Ce besoin de financement n'est pas nouveau. Durant les dernières décennies, différents leviers ont permis l'équilibre financier du gestionnaire d'infrastructure, notamment (i) les subventions de l'État (par le biais de l'AFITF) et des collectivités locales (pour les projets de développement principalement), (ii) l'endettement, jusqu'à la loi pour un nouveau pacte ferroviaire de 2018 et la reprise d'une partie de la dette de SNCF Réseau par l'État à hauteur de 35 Md€ et (iii) le fonds de concours mis en place en 2015 et alimenté par les dividendes du groupe SNCF et le Plan de relance. La partie 1.1.3 détaille les modalités passées de financement du réseau ferroviaire ainsi que les règles mises en place pour maîtriser l'endettement du gestionnaire d'infrastructure.

2.3. Le scénario transition écologique, qui correspond à l'augmentation des investissements étudiée par le COI, permet de préserver le réseau existant et d'en assurer la modernisation

2.3.1. Les investissements du scénario transition écologique (204 Md€$_{2021}$ pour la période 2022-2042, dont 98 Md€$_{2021}$ pour le renouvellement et la modernisation) correspondent aux enveloppes envisagées dans le scénario « planification écologique » du COI

Le scénario transition écologique correspond à une augmentation significative des investissements dans le réseau par rapport au scénario tendanciel, tant en matière de développement que de renouvellement et de modernisation. Ainsi, les investissements pour la période 2022-2042 augmentent de 50 % avec un quasi-doublement des investissements de renouvellement et de modernisation (voir Figure 27). Une telle trajectoire correspond au scénario « planification écologique » du COI[80].

[80] Le COI indique que « *le scénario sélectif « planification écologique » concentre les efforts sur les programmes et opérations* [qu'il] *juge en l'état des études les plus indispensables pour répondre aux attentes de mobilités du quotidien et aux besoins urgents de modernisation des réseaux pour y faire face* » (p. 92 du rapport de synthèse).

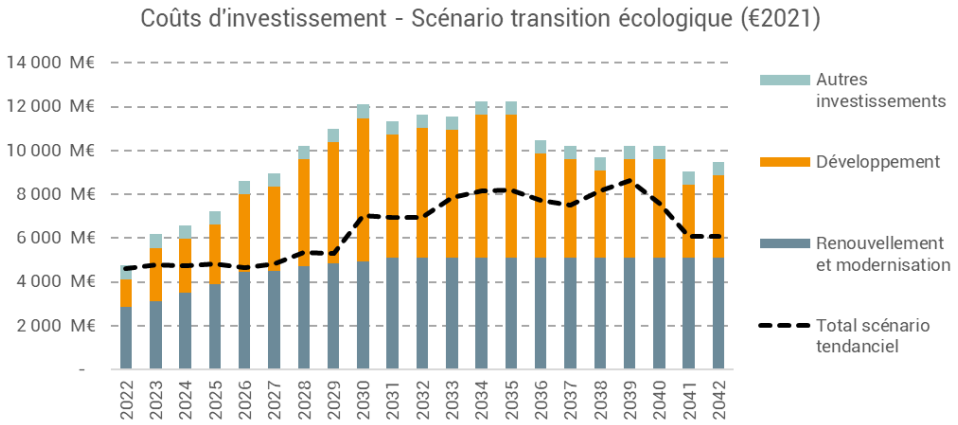


Figure 27 Trajectoire des coûts d'investissement dans le scénario transition écologique

Pour le renouvellement et la modernisation du réseau structurant, le scénario transition écologique prévoit une montée en puissance tout au long des années 2020 pour atteindre environ 5 Md€$_{2021}$/an en 2030, ce niveau étant maintenu ensuite jusqu'en 2042. Cela correspond à une hausse d'environ 80 % en euros constants par rapport au niveau actuel. Un tel niveau permet un déploiement de la CCR sur la quasi-totalité du réseau à l'horizon 2042 (grâce à une enveloppe annuelle qui monte en puissance durant les années 2020 avant d'atteindre un montant d'environ 1 Md€$_{2021}$ à partir de 2030). L'ERTMS bénéficie d'enveloppes supplémentaires à compter de 2025, comprises entre 300 M€$_{2021}$/an et 500 M€$_{2021}$/an, qui permettent de tendre vers l'équipement du réseau central du RTE-T, soit environ 9 000 km de lignes.

Pour les projets de développement, les montants retenus correspondent à la trajectoire du scénario « planification écologique » du rapport du COI. Les investissements de « développement » incluent notamment une enveloppe comprise entre 300 M€$_{2021}$/an et 400 M€$_{2021}$/an pour la remise à niveau des lignes de desserte fine du territoire ainsi que des investissements destinés à améliorer la qualité de service pour le fret.

Pour les autres investissements (qui incluent notamment les investissements fonciers et industriels), les montants retenus correspondent à un prolongement du contrat de performance, comme dans le scénario tendanciel.

2.3.2. Le scénario transition écologique permet de préserver l'essentiel du réseau ferroviaire et d'accompagner la croissance des trafics

Dans le cadre de l'exercice de modélisation réalisé par l'Autorité, la trajectoire de renouvellement consacrée à la voie[81] dans le scénario transition écologique permet d'assurer la pérennité de l'essentiel du réseau. Ainsi, l'ICV moyen s'améliore pour toutes les catégories de lignes d'ici 2042 et dépasse 55 pour la totalité du réseau structurant à la fin des années 2030. Les lignes de catégories 5 à 6 connaissent, en moyenne, une dégradation durant les années 2020 en raison de l'ampleur des besoins sur le réseau structurant le plus circulé (les LGV et les lignes de catégories 2 à 4), avant de voir leur état s'améliorer continument à partir de la fin des années 2020. Ce scénario permet également le maintien et l'amélioration progressive de l'ICV des LDFT grâce à l'enveloppe d'investissement de régénération spécifiquement dédiée[82].

[81] En raison du manque de données et de la complexité d'un tel exercice, l'Autorité a concentré ses efforts de modélisation sur la voie qui représente environ la moitié de l'effort de renouvellement et qui constitue un actif structurant du réseau.
[82]Dans le cadre des travaux de modélisation conduits par l'Autorité pour le scénario transition écologique, l'enveloppe d'investissement de régénération de la voie est d'environ 47 Md$_{2021}$/ sur la période 2022-2042, dont 11 % sont spécifiquement dédiés aux LDFT.

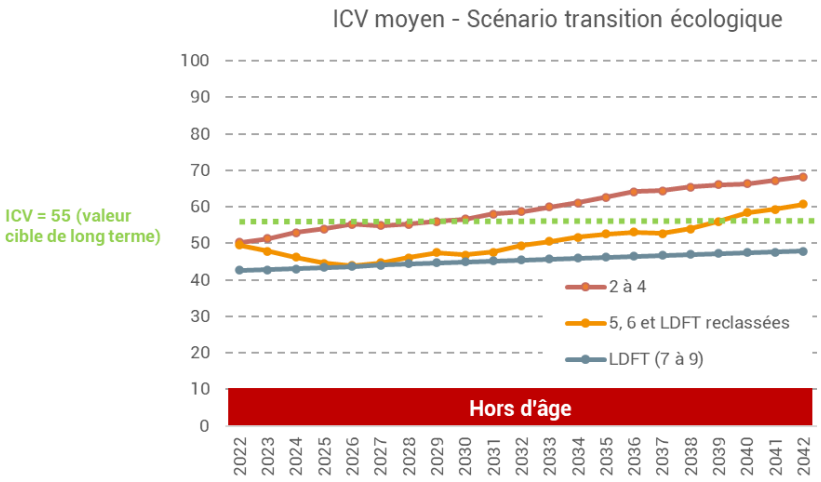
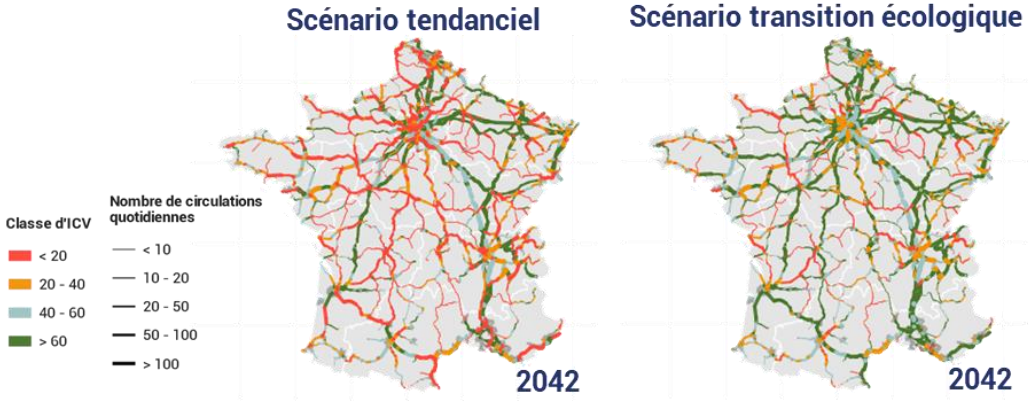


Figure 28 Évolution de l'ICV par groupe de lignes dans le scénario transition écologique

L'effort très significatif de renouvellement consenti dans le scénario transition écologique permet de maîtriser le linéaire vieillissant voire hors d'âge. Ainsi, la part du réseau avec un ICV inférieur ou égal à 20 diminue de 16 % en 2021 à près de 9 % en 2042. L'annexe 4 fournit plus de détails concernant l'évolution des courbes de distribution de l'ICV pour les différentes parties du réseau. La Carte 5 permet de comparer l'état de la voie dans les deux scénarios à l'horizon 2042. Elle est le résultat des choix d'investissement[83] détaillés à l'annexe 3 et qui consistent à prioriser les moyens sur les lignes les plus circulées.



Carte 5 ICV en 2042 dans les scénarios tendanciel et transition écologique

La préservation de l'essentiel du réseau combinée à des efforts significatifs de modernisation permet une hausse importante des trafics d'ici 2042. Ainsi, le trafic global augmente de 11 % entre 2022 et 2030 et de 36 % entre 2022 et 2042 (voir Figure 29) pour atteindre près de 650 millions de trains-km. Les pertes potentielles de trafics liées à la dégradation de l'infrastructure sont nettement plus faibles que dans le scénario tendanciel (moins de 6 % des trafics en 2030 et environ 2 % en 2042).

[83] La carte doit être appréhendée de manière globale, le gestionnaire d'infrastructure disposant d'une grande latitude pour piloter ses investissements de renouvellement. À enveloppe financière donnée, d'autres choix conduiraient à des cartes différentes.

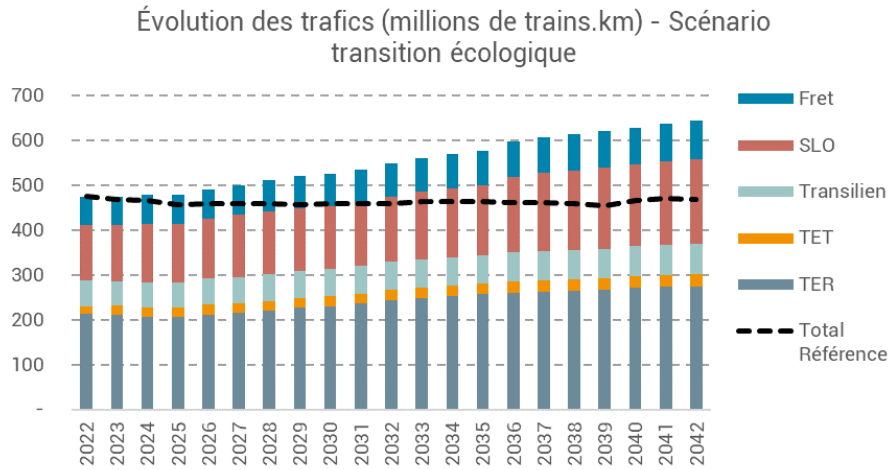


Figure 29 Évolution des trafics dans le scénario transition écologique

Encadré 8. Scénario maximaliste

L'Autorité a également exploré un scénario maximaliste permettant de préserver et de rajeunir la quasi-totalité du réseau ferré national grâce à un effort de renouvellement et de modernisation du réseau structurant très important (121 Md€$_{2021}$ sur la période 2022-2042) et une enveloppe pour les LDFT conséquente de près de 12 Md€$_{2021}$ sur la même période (soit entre 500 M€$_{2021}$/an et 600 M€$_{2021}$/an).

Dans un tel scénario la totalité des catégories de lignes voient leur ICV augmenter très significativement (voir Figure 30).

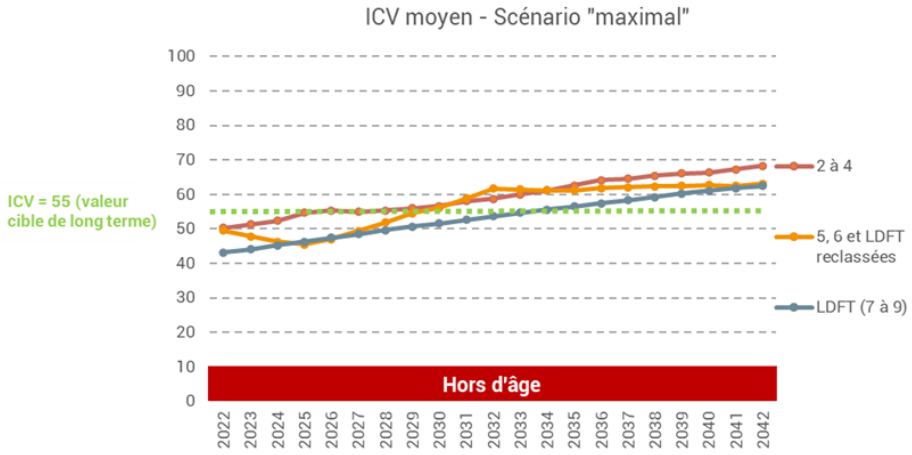


Figure 30 Évolution de l'ICV par groupe de ligne dans le scénario maximaliste

Les pertes de trafics sont par ailleurs totalement résorbées en 2042 et très limitées dès 2030 (environ 2 % des trafics).

2.3.3. Le scénario transition écologique permet de conserver au-delà de 2030 la maîtrise des coûts d'exploitation prévue par le contrat de performance, malgré la hausse des trafics

Les investissements prévus dans le scénario transition écologique permettent de conserver les gains de productivité du contrat de performance et de stabiliser les coûts d'exploitation malgré la hausse des trafics. Ainsi, les coûts d'exploitation n'évoluent que modérément après 2030, passant de 4,1 Md€$_{2021}$ en 2030 à 4,3 Md€$_{2021}$ en 2042 (voir Figure 31).

En conséquence, le scénario transition écologique permet une baisse forte (38 % d'ici 2042) et durable du coût d'exploitation par train.km. Il passe ainsi de 10,82 €/tr.km en 2022 à 7,81 €/tr.km en 2030 (-24 %) puis 6,69 €/tr.km (-38 %). Cette évolution contraste avec les conséquences du scénario tendanciel qui conduit à une stagnation du coût d'exploitation par train.km (voir Figure 32 pour une comparaison détaillée).

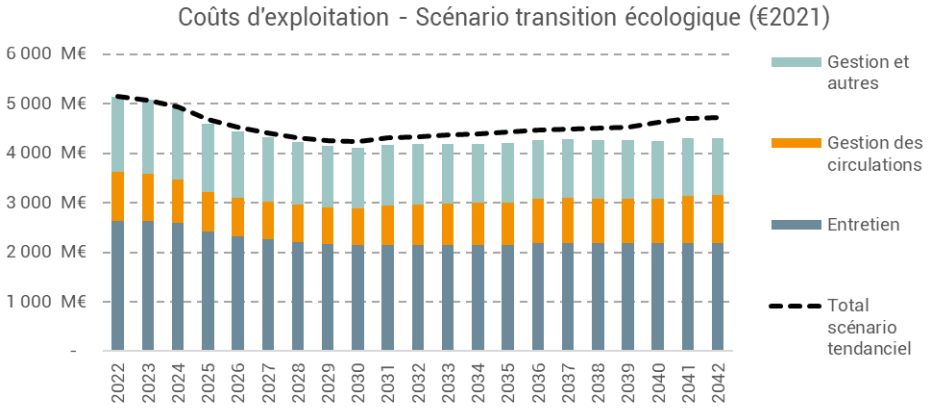


Figure 31 Trajectoire des coûts d'exploitation dans le scénario transition écologique

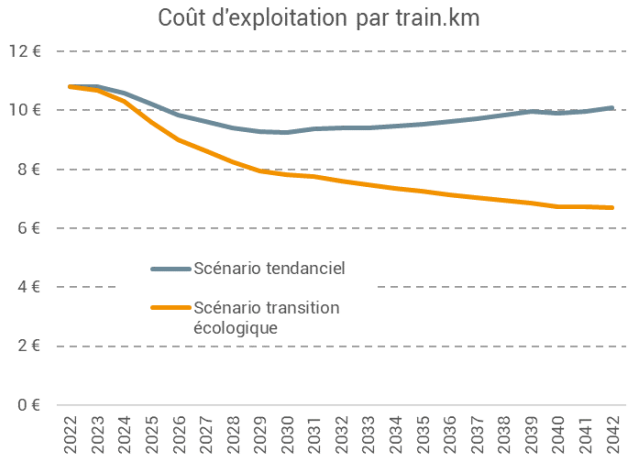


Figure 32 Comparaison de l'évolution du coût d'exploitation par train.km dans chacun des scénarios (en €$_{2021}$)

S'agissant des coûts d'entretien, les efforts de renouvellement permettent de conserver au-delà de 2030 les gains de productivité prévus dans le contrat de performance. Ils se stabilisent autour de 2,2 Md€$_{2021}$ durant les années 2030.

S'agissant des coûts de gestion des circulations, le déploiement de la CCR permet de maîtriser la hausse des coûts d'exploitation qui retrouvent quasiment le niveau de 2022 en 2042, à 963 M€$_{2021}$ alors que, dans le même temps, les trafics augmentent de 36 %.

S'agissant des autres coûts d'exploitation, en raison du manque de données, l'Autorité s'est contentée de retenir une hypothèse de productivité de 0,5 % par an en euros constants, identique à celle retenue dans le scénario tendanciel.

2.3.4. Par rapport au scénario tendanciel, le scénario transition écologique améliore la capacité du gestionnaire d'infrastructure à financer ses investissements, qui augmentent très significativement

Dans le scénario tendanciel élaboré par l'Autorité, les recettes totales du gestionnaire d'infrastructure représentent de l'ordre de la moitié des dépenses totales (investissements et exploitation) sur la période 2022-2042

[84], soit entre 187 Md€ et 207 Md€ (en euros courants) en fonction des scénarios d'inflation. La Figure 33 représente les grands flux financiers du scénario tendanciel dans le cadre d'une hypothèse d'indexation moyenne (voir annexe 5 pour plus de détails sur les hypothèses d'indexation).

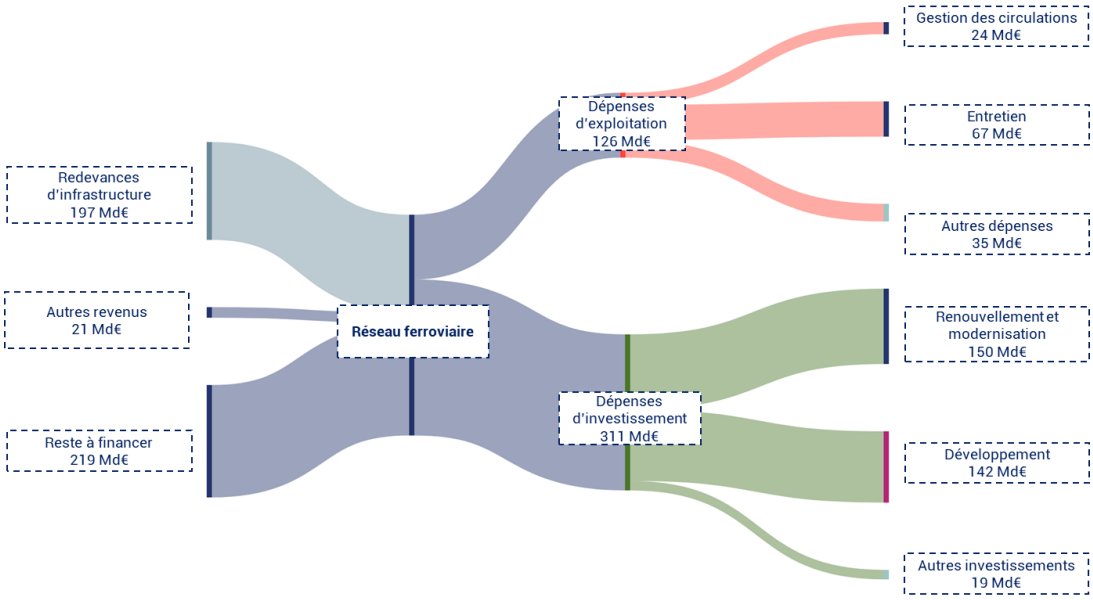


Figure 33 Flux financiers (en euros courants) 2022-2042 dans le scénario transition écologique avec une hypothèse d'inflation moyenne

Dans le scénario transition écologique, la capacité du gestionnaire d'infrastructure à couvrir les dépenses encourues s'améliore continuellement tout au long de la période 2022-2042, de façon dynamique jusqu'en 2030 et de façon plus modérée ensuite. Ainsi la marge opérationnelle passe de 1,7 Md€ en 2022 à 4,3 Md€ en 2030 pour atteindre 6,5 Md€ en 2042 (en retenant une hypothèse d'indexation moyenne).

La maîtrise des coûts d'exploitation permise par le renouvellement et la modernisation de l'infrastructure ainsi que la croissance des trafics explique cette évolution, nettement plus favorable que dans le scénario tendanciel. Ainsi, en retenant l'hypothèse d'indexation moyenne, le taux de marge opérationnelle atteint 48 % en 2042 alors qu'il n'est que de 31 % dans le scénario tendanciel (voir Figure 34).

[84] En vision annuelle, le chiffre d'affaires du gestionnaire d'infrastructure représente entre 41 % et 67 % des besoins de trésorerie.

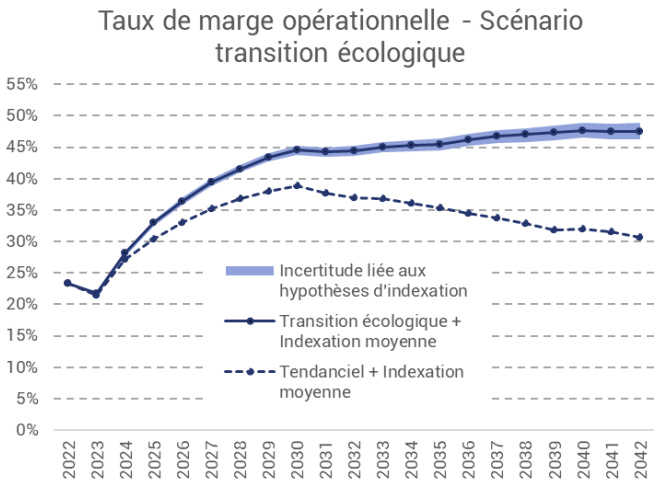


Figure 34 Évolution du taux de marge opérationnelle dans le scénario transition écologique (en fonction des hypothèses d'indexation)

Si les recettes permettent de couvrir largement les dépenses d'exploitation dans le scénario transition écologique, elles demeurent néanmoins très insuffisantes pour couvrir les dépenses d'investissement, qui sont nettement supérieures à celles du scénario tendanciel durant la période. La Figure 35 illustre la façon dont il en résulte un besoin de financement total qui augmente régulièrement durant les années 2020 pour atteindre environ 13 Md€/an en 2030, puis demeure compris entre 11 Md€/an et 15 Md€/an jusqu'en 2042.

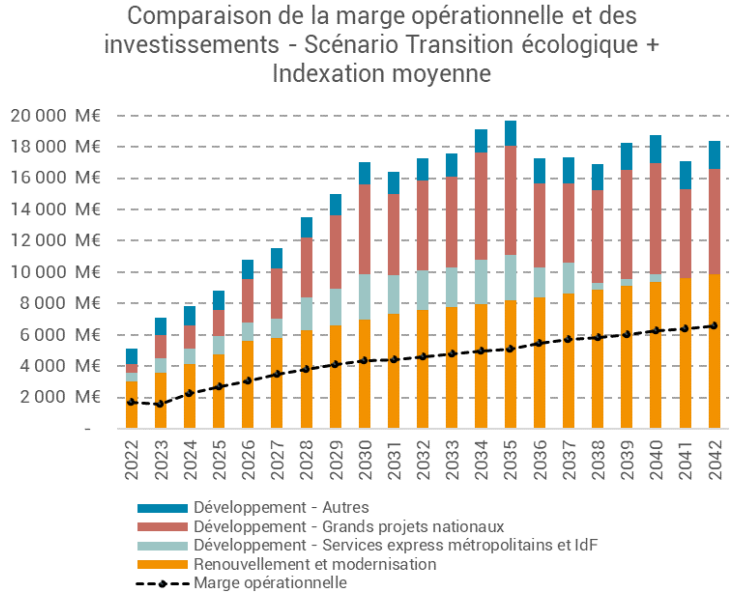


Figure 35 Comparaison de la marge opérationnelle et des besoins d'investissement dans le scénario transition écologique (avec une hypothèse d'hypothèse d'indexation moyenne)

Comme pour le scénario tendanciel, le besoin de financement total dépend fortement des hypothèses d'inflation retenues (voir Figure 36).

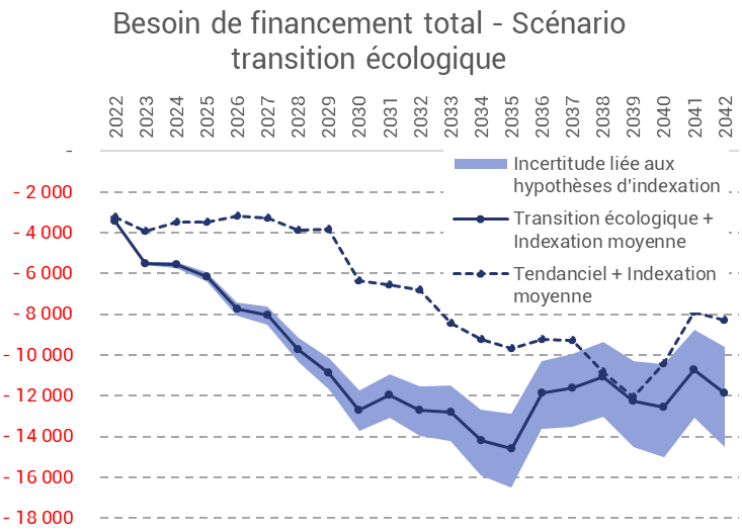


Figure 36 Évolution du besoin total de financement dans le scénario transition écologique (en fonction des hypothèses d'indexation)

3. La réussite de la mise en œuvre de tout scénario d'investissement repose sur un nécessaire renforcement de la planification et du suivi de la réalisation des investissements dans le réseau ferroviaire

3.1. L'essor des investissements sur le réseau devrait s'accompagner de l'élaboration régulière d'un document de planification détaillé

L'importance des investissements dans le réseau ferroviaire[85] plaide pour l'élaboration régulière d'un document de planification unique, détaillé et transparent, comme c'est le cas pour la planification des investissements du réseau de transport d'électricité[86], qui fait l'objet d'un document très riche (voir encadré 9 pour plus de détails), alors même que les investissements sont nettement inférieurs (entre 1 Md€ et 2 Md€ par an) à ceux du réseau ferroviaire.

Le contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau ne donne qu'un niveau d'information très limité sur ce volet dans sa forme actuelle, comme l'Autorité l'a exprimé dans son avis n° 2022-009 du 8 février 2022. Du point de vue financier, il se contente de fixer des trajectoires de dépenses à une maille très agrégée et sans articulation avec une véritable vision-cible du réseau. Par exemple, les investissements sont suivis sous la forme de grandes enveloppes : « *grands projets nationaux* », « *projets régionaux de développement* », « *régénération et modernisation* », etc. Des programmes de modernisation majeurs tels que le déploiement de la CCR et de l'ERTMS ne font pas l'objet de trajectoires spécifiques et détaillées.

L'élaboration et la contractualisation d'un véritable document de planification apparaît d'autant plus nécessaire que des efforts supplémentaires devraient se matérialiser dans les prochaines années[87]. Il permettrait de :

- faciliter le pilotage centralisé des projets d'investissements et la recherche de performance dans leur mise en œuvre ; et
- donner de la visibilité aux industriels pour assurer l'adéquation de leurs capacités de production avec les besoins du réseau ferroviaire, d'une part, et aux entreprises ferroviaires et aux autorités organisatrices pour planifier leurs services de transport, d'autre part.

Deux principales conditions de succès peuvent être identifiées pour l'élaboration d'un document de planification des investissements.

- D'abord, un tel exercice doit faire l'objet d'un portage au plus haut niveau de l'entreprise (à l'instar de RTE) dans un dialogue étroit avec les directions territoriales et les directions métiers. Sa mise en œuvre doit être vue comme un

[85] 5,9 Md€ en 2022, 6,1 Md€ budgétés en 2023.

[86] Le réseau de transport d'électricité fait l'objet d'investissements analogues à ceux du réseau ferroviaire : développement de nouvelles infrastructures, modernisation et renouvellement de l'existant. Il existe néanmoins une différence notable s'agissant de la place des co-financements dans les investissements : ils sont beaucoup moins importants pour le réseau électrique que pour le réseau ferroviaire. L'essentiel des concours publics reçus par RTE proviennent du Mécanisme pour l'interconnexion en Europe et représentent une part marginale des investissements, qui sont couverts principalement par le tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité (TURPE) validé par le Commission de régulation de l'énergie (CRE).

[87] Lors de la remise du rapport du COI le 24 février 2023, la Première ministre a notamment indiqué que « *l'État souhaite s'engager, aux côtés de la SNCF, de l'Union européenne et des collectivités locales, pour réussir une « Nouvelle donne ferroviaire », de l'ordre de 100 milliards d'euros d'ici 2040. Ces moyens exceptionnels nous permettront d'atteindre deux objectifs :*
-D'une part, mettre un terme au vieillissement du réseau et le moderniser. Bien sûr, le travail mené depuis 2017 porte ses fruits. Mais nous augmenterons encore les investissements dans le réseau existant, pour atteindre d'ici la fin du quinquennat : un milliard d'euros supplémentaires par an pour la régénération du réseau, et 500 millions d'euros par an pour sa modernisation. […]
-D'autre part, nous devons investir dans le développement du réseau. »
La feuille de route du Gouvernement présentée le mercredi 26 avril 2023 retient, parmi les chantiers à trois mois : « *Sur le train : Construction d'une nouvelle donne ferroviaire visant à investir 100 milliards d'euros d'ici à 2040 dans le train, afin de régénérer, moderniser et développer notre réseau ferré* ».

levier pour améliorer la performance du gestionnaire d'infrastructure.

- Ensuite, il doit retenir un horizon approprié (probablement 10, 15 ou 20 ans) et nourrir des plans annuels d'investissement détaillés.
- Enfin, il doit garantir une certaine souplesse afin de permettre au gestionnaire d'infrastructure d'adapter sa politique de maintenance aux aléas. Le degré de précision de la planification pourrait être différencié en fonction des horizons des investissements, détaillée à court terme (par exemple les cinq premières années) et plus schématique au-delà.

Encadré 9. Le schéma décennal de développement du réseau de transport d'électricité

En application du droit européen, l'article L. 321-6 du code de l'énergie confie au gestionnaire du réseau public de transport d'électricité (RTE) l'élaboration d'un schéma décennal de développement du réseau tous les deux ans. En pratique, RTE publie un schéma complet tous les quatre ans avec une actualisation à mi-parcours. Ce document détaille les différents projets d'investissements, en tenant notamment compte des documents de planification établis par l'association des gestionnaires de réseaux européens[88] (ENTSO-E), l'État[89] ainsi que RTE lui-même[90].

L'article L. 321-6 du code de l'énergie prévoit que le schéma décennal est soumis à l'examen de la Commission de régulation de l'énergie (CRE) qui peut en imposer la modification et à l'État qui peut formuler des observations.

Le dernier schéma décennal a été publié en 2019 (il a fait l'objet d'une mise à jour en 2021) et est disponible sur le site Internet de RTE[91]. Il a permis plusieurs avancées :

- il a fait l'objet d'une large consultation publique ;
- il tient compte de toutes les dimensions du réseau de transport d'électricité (sociétale, environnementale, industrielle, économique et financière). En particulier, il fournit des trajectoires financières détaillées, qui tiennent compte des dépenses d'exploitation et d'investissement ; et
- il retient un horizon de quinze ans (2021-2035), au lieu des dix ans prévus par la loi.

Le schéma décennal permet d'éclairer les besoins d'investissement pour la mise en œuvre de la trajectoire de mix électrique prévu par la PPE. Les montants prévus s'élèvent à environ 33 Md€ sur quinze ans (2021-2035), répartis en :

- 8 Md€ pour le renouvellement[92] du réseau, ainsi qu'environ 3 Md€ pour sa modernisation et sa numérisation ;
- 13 Md€ pour l'adaptation du réseau (accueil de 50 GW d'énergies renouvelables intermittentes) ;
- 12 Md€ pour le développement de nouvelles infrastructures (interconnexions, raccordements de champs d'éoliennes en mer).

Le schéma décennal est accompagné d'une annexe qui détaille les investissements réalisés en 2017, 2018 et 2019, les mises en service prévues jusqu'en 2025-2026 ainsi que les projets plus lointains à l'étude ou en attente. Elle recense également les projets

[88] Le *Plan décennal de développement du réseau européen* (TYNDP) prévu par le règlement (CE) n°714//2009.
[89] En particulier, la *Programmation pluriannuelle de l'énergie* (PPE) prévue par l'article L. 141-1 du code de l'énergie.
[90] En particulier, les *Schémas régionaux de raccordement au réseau des énergies renouvelables* (S3REnR) prévus par l'article L. 321-7 du code de l'énergie et les bilans prévisionnels prévus par l'article L. 141-8 du code de l'énergie.
[91] https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/le-schema-decennal-de-developpement-du-reseau
[92] RTE a inclus le renouvellement dans ses travaux afin de faire du SDDR l'outil central de pilotage de la totalité de ses investissements et de donner à ses sous-traitants et fournisseurs une visibilité pluriannuelle.

arrêtés. Pour chaque projet, plusieurs informations sont indiquées : la nature du projet, sa finalité, sa consistance sommaire, les bénéfices attendus ainsi que son état d'avancement.

L'élaboration du SDDR requiert des moyens conséquents et bénéficie d'un suivi très régulier au plus haut niveau de RTE. Une quarantaine de personnes travaillent à temps plein pendant environ un an et demi pour son élaboration (la mise à jour nécessite des moyens moins importants). Cependant, une bonne part de ces moyens seraient en tout état de cause consacrés à la planification des investissements, même en l'absence de SDDR.

3.2. L'Autorité pourrait assurer un suivi régulier de la réalisation des investissements dans une logique d'incitation à la performance du gestionnaire d'infrastructure

En l'état actuel des textes, l'Autorité n'est explicitement chargée que d'assurer un contrôle limité de la planification et de la réalisation des investissements sous la responsabilité de maîtrise d'ouvrage du gestionnaire d'infrastructure. Ses avis consultatifs sur le projet de contrat de performance[93] et le projet de budget de SNCF Réseau[94] la conduisent à se prononcer uniquement sur des enveloppes globales. Son pouvoir d'avis motivé sur les projets d'investissement est très spécifique et n'intervient que de façon ponctuelle sur un projet en particulier : il ne concerne que les investissements (i) réalisés sur demande de l'État, de collectivités territoriales ou de tout autre demandeur et (ii) dont la valeur est supérieure à 200 M€. Cet avis porte « *notamment sur la pertinence des prévisions de recettes nouvelles, en particulier au regard de leur soutenabilité pour les entreprises ferroviaires, ainsi que sur l'adéquation du niveau de ces recettes avec celui des dépenses d'investissement projetées* »[95].

Une telle situation pourrait être largement améliorée dans la mesure où, d'une part, les décisions d'investissement dans l'infrastructure peuvent revêtir une grande importance en matière d'accès non discriminatoire au réseau et où, d'autre part, les montants engagés se répercutent sur les tarifs de l'infrastructure. Ce sont ces mêmes raisons qui, dans le secteur de l'énergie, justifient le pouvoir de contrôle confié à la Commission de régulation de l'énergie sur les investissements des gestionnaires de réseaux (cf. encadré 10).

En outre, le niveau élevé des co-financements dans le secteur ferroviaire (beaucoup plus importants que pour le réseau de transport d'électricité) **et les modalités de partage des risques protectrices pour le gestionnaire d'infrastructure conduisent à un manque d'incitations à la performance de ce dernier,** c'est-à-dire à la maîtrise des coûts et des délais.

Dès lors, il est nécessaire de faire évoluer le cadre de régulation afin d'en assurer la cohérence globale. Un suivi plus resserré des investissements sous le pilotage de SNCF Réseau par l'Autorité pourrait être réalisé via l'annexion d'un document de planification pluriannuelle des investissements au contrat de performance conclu entre l'État et SNCF Réseau et de ses mises à jour tous les trois ans, tandis que la planification annuelle détaillée des investissements serait annexée au projet de budget dont l'Autorité est saisie chaque année. En outre, le suivi de la réalisation des investissements serait mené dans le cadre de l'avis rendu par l'Autorité après transmission du rapport annuel de SNCF Réseau[96], lequel comporterait des éléments détaillés s'agissant des investissements dans l'infrastructure.

[93] Article L. 2111-10 du code des transports.
[94] Article L. 2133-5-1 du code des transports.
[95] Article L. 2111-10-1 IV du code des transports.
[96] Article L. 2111-10 du code des transports.

Encadré 10. Les pouvoirs de la CRE en matière de contrôle des investissements de RTE

S'agissant de la planification pluriannuelle des investissements, l'article L.321-6 I du code de l'énergie prévoit que « *le schéma décennal est soumis à l'examen de la Commission de régulation de l'énergie.* […] *Elle vérifie si le schéma décennal couvre tous les besoins en matière d'investissements et s'il est cohérent avec le plan européen non contraignant élaboré par le Réseau européen des gestionnaires de réseau de transport institué par le règlement (UE) 2019/943 du Parlement européen et du Conseil du 5 juin 2019.* […] *Elle peut imposer au gestionnaire du réseau public de transport la modification du schéma décennal de développement du réseau* ». À cette occasion, la CRE valide les grandes orientations d'investissements ainsi que les enveloppes financières globales.

La CRE a également un droit de regard plus détaillé sur les investissements dans le cadre de ses avis sur les programmes annuels d'investissements. En effet, l'article L.321-6 du code de l'énergie prévoit que ceux-ci sont soumis à « *l'approbation préalable de la Commission de régulation de l'énergie* ». Dans un souci d'incitation à la performance des gestionnaires d'infrastructure, la CRE a mis en place une approche par « budget cible » dans laquelle les budgets des projets d'investissement sont audités par un auditeur externe pour définir une cible et dimensionner des mécanismes de pénalités en cas de non-atteinte des objectifs.

En outre, la CRE peut imposer des investissements à RTE. Ainsi l'article L.321-6 du code de l'énergie prévoit que « […] *lorsque, pour des motifs autres que des raisons impérieuses qu'il ne contrôle pas, le gestionnaire du réseau public de transport ne réalise pas un investissement qui, en application du schéma décennal, aurait dû être réalisé dans un délai de trois ans, la Commission de régulation de l'énergie […] peut, si l'investissement est toujours pertinent compte tenu du schéma décennal de développement du réseau en cours :*

a) mettre en demeure le gestionnaire du réseau public de transport de se conformer à cette obligation ;

b) organiser, au terme d'un délai de trois mois après une mise en demeure restée infructueuse, un appel d'offres ouvert à des investisseurs tiers […] ».

CONCLUSION – LES TRAVAUX DE L'AUTORITÉ ONT VOCATION À ÉCLAIRER LE DÉBAT PUBLIC ET À AMORCER UNE VÉRITABLE PLANIFICATION STRATÉGIQUE DE L'INFRASTRUCTURE FERROVIAIRE

Dans le prolongement de son avis n° 2022-009 sur le contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau, l'Autorité a souhaité éclairer le débat public en modélisant les trajectoires du réseau ferroviaire à un horizon de vingt ans en fonction de deux scénarios d'investissement.

L'Autorité tire deux grands enseignements de cet exercice de prospective.

<u>En premier lieu</u>, le maintien des trajectoires d'investissement actuelles, notamment celles prévues par le contrat de performance 2021-2030 pour le renouvellement et la modernisation du réseau, entraînera inévitablement le gestionnaire d'infrastructure dans une spirale de paupérisation industrielle, sur laquelle l'Autorité avait déjà alerté :

- L'état du réseau se dégradera au point que seule la partie du réseau structurant la plus circulée – correspondant aux lignes à grandes vitesse et aux lignes dites de catégories 2 à 4 – pourrait être préservée, au sens où ses performances seraient maintenues à leur niveau nominal ; sa lente modernisation conduira à un décrochage du réseau ferroviaire français par rapport à ses voisins européens. D'autres choix de répartition des investissements pourraient être retenus, par exemple un étalement sur un périmètre plus large, mais conduiraient nécessairement à renoncer à un niveau de performance nominal sur la partie du réseau structurant la plus circulée ;

- Cette dégradation de l'infrastructure conduira à des pertes de trafics ferroviaires importantes, représentant plus du quart des trafics globaux actuels à un horizon de vingt ans, qui ne seront que difficilement compensées par les nouveaux trafics liés aux projets capacitaires. Ce scénario ne correspond pas aux ambitions affichées du développement du mode ferroviaire et de report modal, dans un contexte de décarbonation des mobilités ;

- Le vieillissement de l'infrastructure ne rendra qu'éphémères les gains de productivité fixés par le contrat de performance pour la période 2021-2030, en conduisant à un rebond des coûts d'exploitation, notamment des coûts d'entretien, à partir de 2030 ;

- Sous l'effet combiné de la hausse des coûts d'exploitation et de la stagnation des trafics sur les redevances, le taux de marge opérationnelle se réduira à compter de 2030, limitant d'autant la capacité d'autofinancement de SNCF Réseau.

À l'inverse, la trajectoire d'investissement « planification écologique » proposée par le COI, notamment s'agissant des investissements de renouvellement et de modernisation, conduirait à rajeunir et moderniser l'infrastructure. Cela permettrait de préserver l'essentiel du réseau actuel, dans une logique d'aménagement du territoire et d'enclencher une dynamique vertueuse alignée avec les objectifs de transition écologique des transports. La stabilisation de l'évolution des coûts d'exploitation permettrait de conserver les gains de productivité prévus par le contrat de performance sur la période 2021-2030 et la croissance significative des trafics entraînerait une augmentation du produit des redevances, conduisant à une amélioration du taux de marge opérationnelle et, partant, de la capacité d'autofinancement de SNCF Réseau.

En tout état de cause, eu égard à leur effet sur les coûts d'exploitation (productivité) et les trafics, la priorisation des dépenses d'investissement sur le renouvellement et la modernisation du réseau apparaît essentielle.

<u>En deuxième lieu</u>, quel que soit le scénario envisagé, les dépenses d'investissement du gestionnaire d'infrastructure seront significatives dans les prochaines années et d'importants concours publics devront être mobilisés en faveur du réseau ferroviaire : quel que soit le scénario envisagé, les redevances d'infrastructure ne pourront couvrir qu'une partie des dépenses d'investissement et d'exploitation (de l'ordre

de 50 à 60 % selon les scénarios considérés et les hypothèses d'inflation).

Dès lors, il apparaît indispensable de renforcer le dispositif de pilotage des investissements du gestionnaire d'infrastructure, sous deux volets :

- **d'une part, des mécanismes incitatifs robustes devraient être mis en place** pour veiller à la performance du gestionnaire d'infrastructure, s'agissant de la maîtrise de ses coûts tant d'exploitation que d'investissement ;

- **d'autre part, les investissements dans le réseau devraient faire l'objet d'une planification détaillée à un horizon de temps adapté**, régulièrement actualisée, pouvant être annexée au contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau et dont un suivi devrait être assuré de manière transparente. Cette planification, qui devrait notamment tenir compte des besoins d'investissement pour l'adaptation de l'infrastructure au changement climatique, pourrait être associée à un exercice prospectif analogue aux présents travaux.

ANNEXE 1 – HYPOTHÈSES DE MODÉLISATION - CAPEX ET OPEX

1. Hypothèses sur les coûts d'investissements (CAPEX)

L'exercice de modélisation mené par l'Autorité repose sur des scénarios d'investissements différenciés dans l'infrastructure. Les investissements concernés regroupent les investissements de renouvellement des différents actifs constituant l'infrastructure, les investissements de modernisation (notamment la CCR et l'ERTMS), les investissements de développement du réseau et les autres investissements.

a) Régénération et modernisation

i. Scénario tendanciel

S'agissant de la régénération de l'infrastructure, la trajectoire du scénario tendanciel correspond à la trajectoire du contrat de performance jusqu'en 2030 puis à la trajectoire du scénario « fil de l'eau » des travaux d'*Ulysse 2040* pour la période 2031-2042 (exprimée en euros courants), à l'exception de l'enveloppe supplémentaire de 5 Md€ destinée au déploiement de l'ERTMS[97] sur la période 2026-2040 qui n'est pas prévue dans le contrat de performance et n'est donc pas retenue ici. Les montants sont désindexés (pour être exprimés en €$_{2021}$) selon la trajectoire suivante :

	Taux annuel 2022	Taux annuel 2023	Taux annuel 2024-2030	2031-2042
Taux d'indexation	1,78 %	2,62 %	2,64 % / an	2 % / an
Source	ACE[98] CAPEX (hypothèses contrat de performance, 0,2*IPC + 0,8*TP01)	ACE CAPEX (hypothèses contrat de performance, 0,2*IPC + 0,8*TP01)	ACE CAPEX (hypothèses contrat de performance, 0,2*IPC + 0,8*TP01)	Hypothèse Ulysse 2040

Tableau 1 Hypothèses de désindexation du contrat de performance et de la trajectoire « fil de l'eau » d'Ulysse 2040

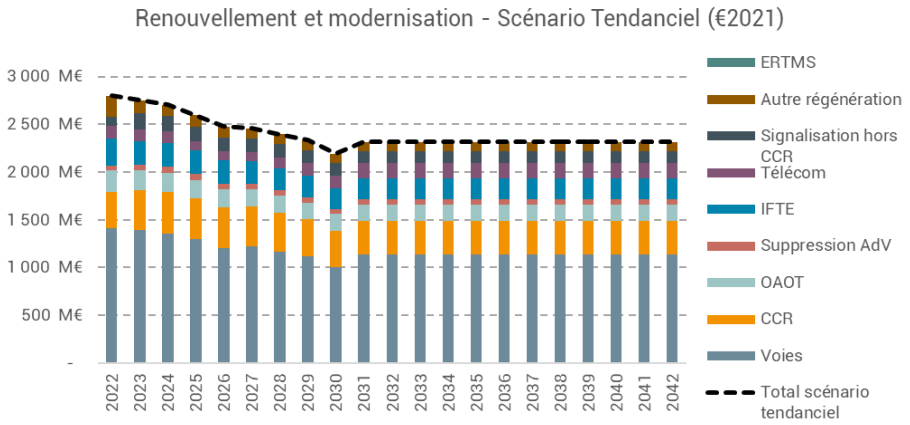
Les montants consacrés au renouvellement et à la modernisation pour les différents actifs[99] exprimés en euros constants (€$_{2021}$) sont résumés dans le tableau et le graphique ci-dessous :

Montants en M€$_{2021}$	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031-2042 [100]	TOTAL
Voies	1 411	1 395	1 352	1 294	1 204	1 223	1 165	1 123	1 006	1 133	**24 767**
CCR	382	414	443	430	429	414	413	383	382	359	**7 998**
OAOT	222	206	201	195	190	185	181	176	172	172	**3 786**
Suppression AdV	49	57	65	59	58	56	55	57	56	56	**1 183**

[97] Nous comprenons que le contrat de performance 2021-2030 entre l'État et SNCF Réseau inclut le déploiement de l'ERTMS sur la LGV Paris-Lyon ainsi que les lignes classiques Longuyon-Bâle et Marseille-Vintimille. En revanche, l'équipement des LGV Nord et Atlantique n'y figure pas.
[98] Achats et charges externes.
[99] Signification des acronymes figurant dans le tableau : CCR - commande centralisée du réseau ; OAOT - ouvrages d'art et ouvrages en terre ; AdV - appareils de voie ; IFTE - installations fixes de traction électrique.
[100] Moyennes annuelles pour la période 2031-2042.

IFTE	288	249	243	245	239	233	227	221	215	215	**4 745**
Télécom	128	124	126	99	97	99	109	131	128	160	**2 956**
Signalisation hors CCR	98	171	155	154	143	140	141	140	136	120	**2 714**
Autre régénération	223	136	121	119	119	108	105	102	100	100	**2 330**
ERTMS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
TOTAL	**2 801**	**2 753**	**2 705**	**2 596**	**2 478**	**2 459**	**2 395**	**2 334**	**2 194**	**2 314**	**50 477**

Tableau 2 Investissements de régénération dans le scénario tendanciel (en €2021)



ii. Scénario transition écologique

La trajectoire du scénario transition écologique correspond à la trajectoire du scénario « Planification écologique » proposé par le COI dans son rapport de décembre 2022 pour la période 2023-2042.

Pour le renouvellement et la modernisation du réseau structurant, il s'agit de la trajectoire du scénario tendanciel majorée d'un effort supplémentaire de l'ordre de 2,3 Md€2021 par an à compter de 2030, avec une montée en puissance progressive d'ici-là (effort supplémentaires de 1,5 Md€2021 en 2027) *« pour espérer atteindre en vingt ans, donc vers 2040, l'objectif d'un réseau central en conformité avec les objectifs européens fixés pour 2030 en ayant réalisé conjointement les CCR et les rénovations ».* Cet effort supplémentaire est réparti en moyenne annuelle de la manière suivante[101] :

- Une enveloppe annuelle comprise entre 300 M€2021 et 500 M€2021 pour l'ERTMS à compter de 2025, qui permet de tendre vers l'équipement du réseau central du RTE-T, soit 9 000 km de lignes au total ;

- Une enveloppe annuelle pour la CCR qui monte en puissance durant les années 2020, en commençant à environ 600 M€2021 avant de se stabiliser à un montant annuel d'environ 1 Md€2021 à partir de 2030, permettant d'atteindre un déploiement de la CCR sur environ 90 % du réseau d'ici le début des années 2040 (contre 14 % actuellement) ;

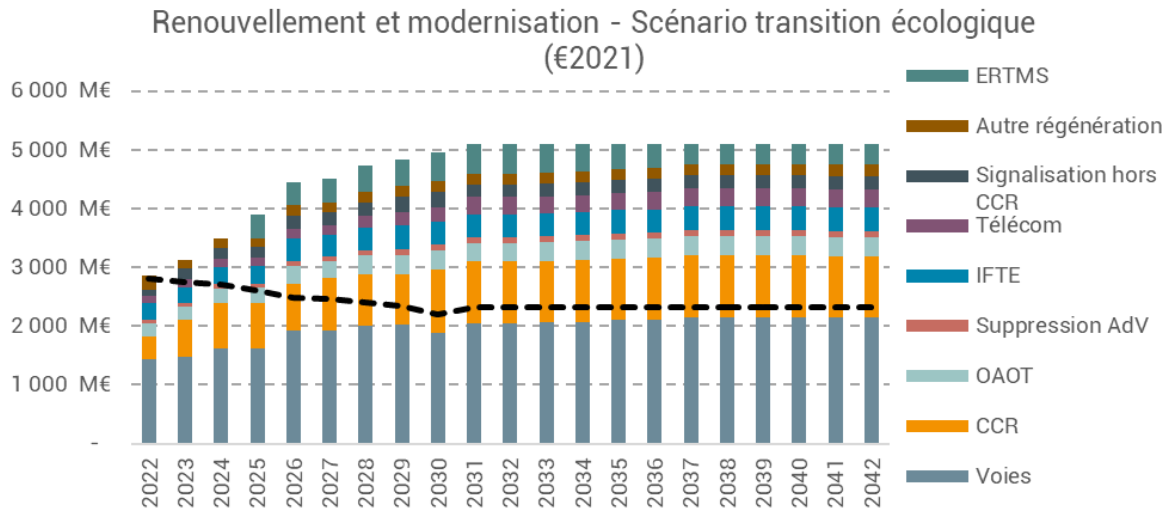
[101] Pour ce scénario, le COI précise que l'effort supplémentaire *« consenti à partir de 2026 serait intégralement porté sur la modernisation, et à partir de 2037, l'effort de régénération pourrait refluer après résorption du retard pour être reporté principalement sur l'ERTMS (dont le déploiement aura à se poursuivre au-delà du réseau central RTE-T). »*

- Environ 1 Md€$_{2021}$ réparti sur tous les autres actifs selon la répartition du contrat de performance.

Les montants consacrés au renouvellement et à la modernisation pour les différents actifs exprimés en euros constants (€$_{2021}$) sont résumés dans le tableau et le graphique ci-dessous :

Montants en M€$_{2021}$	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031-2042[102]	TOTAL
Voies	1 436	1 483	1 617	1 628	1 927	1 932	1 997	2 020	1 878	2 111	**41 251**
CCR	389	632	775	773	784	880	891	868	1 079	1 050	**19 671**
OAOT	226	219	240	246	305	293	310	317	320	320	**6 311**
Suppression AdV	50	61	78	74	92	89	94	103	104	104	**1 994**
IFTE	293	265	290	309	383	368	389	398	402	401	**7 913**
Télécom	130	132	151	125	154	157	187	236	238	297	**5 078**
Signalisation hors CCR	100	182	185	193	230	221	242	252	253	223	**4 534**
Autre régénération	227	145	145	150	190	170	180	184	186	186	**3 807**
ERTMS	-	-	-	395	392	408	438	457	486	399	**7 359**
TOTAL	**2 851**	**3 118**	**3 482**	**3 893**	**4 456**	**4 516**	**4 728**	**4 835**	**4 947**	**5 091**	**97 918**

Tableau 3 Investissements de régénération dans le scénario transition écologique (en €$_{2021}$)



[102] Moyennes annuelles pour la période 2031-2042.

b) Développement et autres investissements

Les investissements de développement de l'infrastructure et les autres investissements regroupent :

- les projets de développement[103] qui incluent les « grands projets nationaux » (lignes nouvelles et projets fret) et les « projets régionaux de développement » (RER métropolitains et projets franciliens). Les dates prévisionnelles de mise en service pour chacun des projets sont récapitulées dans l'annexe 3 ;
- les investissements de régénération dans les lignes de desserte fine du territoire ;
- les investissements « loi Didier[104] », mise en conformité du réseau et autres (dont fonciers et industriels) pour lesquels les montants retenus proviennent du contrat de performance et sont identiques dans les deux scénarios.

i. Scénario tendanciel

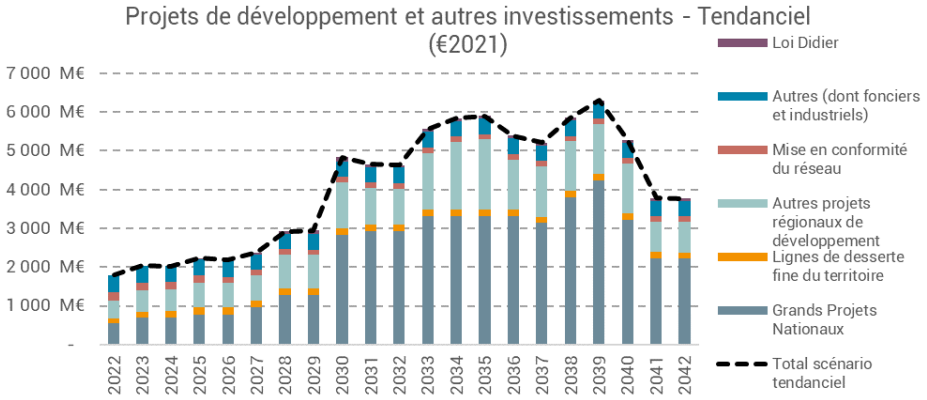
S'agissant des investissements de développement de l'infrastructure et des autres investissements, la trajectoire du scénario tendanciel est établie sur la base du programme des investissements du scénario « Cadrage budgétaire » proposé par le COI dans son rapport de décembre 2022 pour la période 2022-2042.

Les montants annuels sont récapitulés dans le tableau et le graphique ci-dessous :

Montants en M€$_{2021}$	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031-2042 [105]	TOTAL
Grands projets nationaux	564	691	691	779	779	957	1 279	1 279	2 833	3 164	**47 824**
Lignes de desserte fine du territoire	106	161	180	180	180	180	180	165	168	166	**3 489**
Projets régionaux de développement	476	545	545	649	649	649	870	870	1 198	1 242	**21 360**
Mise en conformité du réseau	210	202	194	192	146	143	140	138	135	140	**3 185**
Autres (dont fonciers et industriels)	442	433	418	411	403	399	396	392	389	396	**8 432**
Loi Didier	-	-	-	22	29	52	60	99	116	71	**1 233**
TOTAL	**1 797**	**2 033**	**2 029**	**2 231**	**2 186**	**2 380**	**2 925**	**2 943**	**4 838**	**5 180**	**85 522**

Tableau 4 Investissements de développement et autres investissements dans le scénario tendanciel (en €2021)

[103] Les montants des projets de développement sont répartis de façon homogène sur toute la durée du chantier.
[104] La loi n° 2014-774 du 7 juillet 2014, dite « Loi Didier », prévoit le transfert des investissements de maintenance des ouvrages de rétablissement des voies routières appartenant aux collectivités territoriales de ces dernières au gestionnaire d'infrastructure. Les ouvrages d'art de rétablissement des voies sont les ponts construits pour rétablir une voie de communication appartenant à une collectivité territoriale (route départementale, communale, …) interrompue par le réseau ferroviaire.
[105] Moyennes annuelles pour la période 2031-2042.



ii. Scénario transition écologique

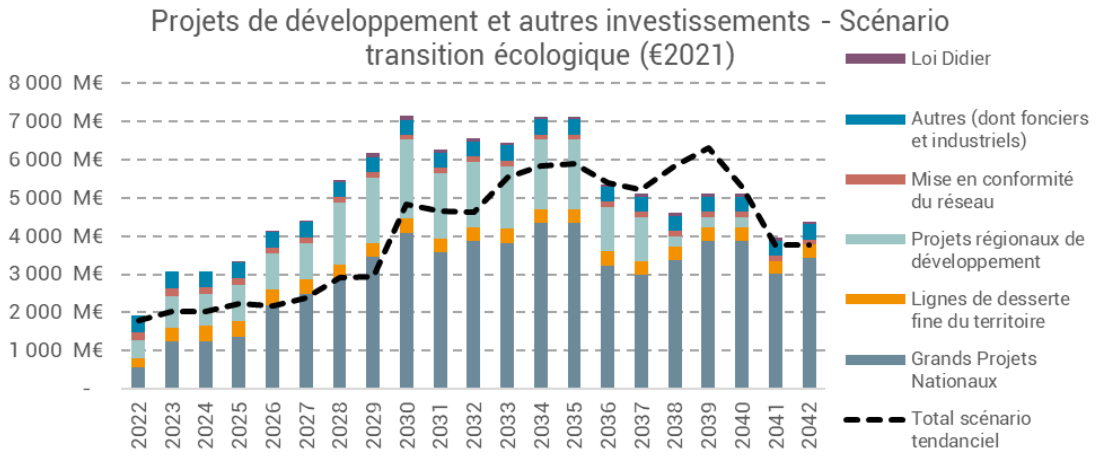
S'agissant des investissements de développement de l'infrastructure et des autres investissements, la trajectoire du scénario transition écologique est établie sur la base du programme des investissements du scénario « Planification écologique » proposé par le COI dans son rapport de décembre 2022 pour la période 2022-2042.

Les montants annuels sont récapitulés dans le tableau et le graphique ci-dessous :

Montants en M€$_{2021}$	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031-2042 [106]	TOTAL
Grands projets nationaux	564	1 261	1 261	1 378	2 202	2 488	2 868	3 458	4 093	3 646	**63 325**
Lignes de desserte fine du territoire	229	350	390	390	390	390	390	357	363	359	**7 559**
Projets régionaux de développement	476	822	822	944	962	947	1 616	1 722	2 067	984	**22 190**
Mise en conformité du réseau	210	202	194	192	146	143	140	138	135	140	**3 185**
Autres (dont fonciers et industriels)	442	433	418	411	403	399	396	392	389	396	**8 432**
Loi Didier	-	-	-	22	29	52	60	99	116	71	**1 233**
TOTAL	**1 920**	**3 068**	**3 086**	**3 335**	**4 133**	**4 420**	**5 470**	**6 166**	**7 163**	**5 597**	**105 923**

Tableau 5 Investissements de développement et autres investissements dans le scénario transition écologique (en €$_{2021}$)

[106] Moyennes annuelles pour la période 2031-2042.



2. Hypothèses sur les coûts d'exploitation (OPEX)

a) Extrapolation de la trajectoire du contrat de performance

Les travaux de l'Autorité incluent les coûts d'exploitation (opex) du réseau, en distinguant :

- les coûts de maintenance, qui regroupent les charges de surveillance et d'entretien courant de l'infrastructure ;
- les coûts de gestion des circulations ;
- les coûts de gestion et autres.

Jusqu'en 2030, les trajectoires des coûts d'exploitation sont construites à partir des coûts d'exploitation du contrat de performance 2021-2030 exprimés en euros courants et constitués (i) des charges de personnel nettes, (ii) des achats et charges externes (ACE) nets et (iii) des impôts et taxes. Les montants sont désindexés (pour être exprimés en €$_{2021}$) comme suit :

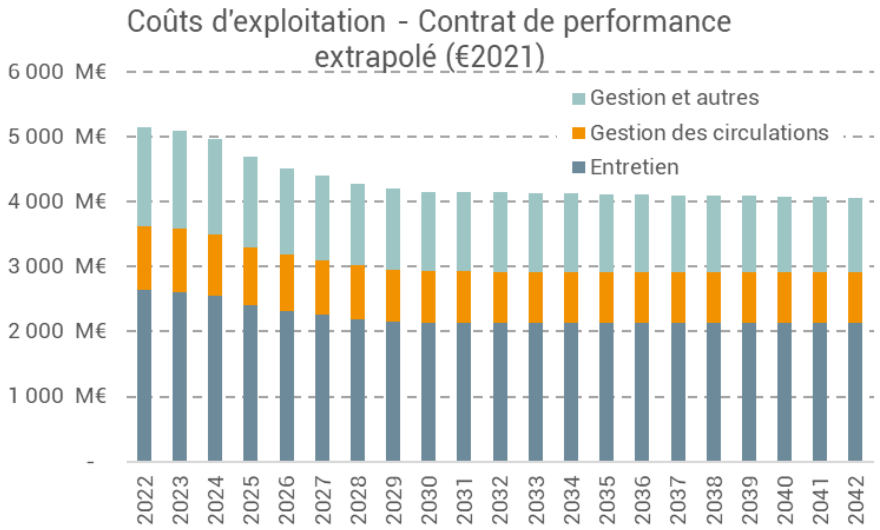
Catégories de charges	Indexation	Taux annuel 2022	Taux annuel 2023	Taux annuel 2024-2030	Source
Charges de personnel nettes	Coût moyen agent (CMA)	1,5 %	1,5 %	1,5 %	Évolution CMA contrat de performance
ACE nets	ACE CAPEX	1,78 %	2,62 %	2,64 % / an	ACE CAPEX (hypothèses contrat de performance, 0,2*IPC + 0,8*TP01)
Impôts et taxes	IPC	0,9 %	1,1 %	1,2 %	Contrat de performance

Tableau 6 Hypothèses de désindexation des charges d'exploitation du contrat de performance 2021-2030

Au-delà de 2030, l'approche retenue consiste à retenir des hypothèses de productivité suivantes :

	Taux d'évolution annuel
Entretien	0 %
Gestion des circulations	-0,2 %
Gestion et autres	-0,5 %

Le graphique ci-dessous récapitule la trajectoire des coûts d'exploitation du réseau (en €$_{2021}$) dans le contrat de performance, extrapolée au-delà de 2030 :



Les coûts de gestion et autres sont identiques à ceux de la trajectoire du contrat de performance extrapolée dans les différents scénarios modélisés par l'Autorité. En revanche, pour obtenir les trajectoires d'opex de gestion des circulations et d'entretien dans les différents scénarios modélisés, il est nécessaire de corriger la trajectoire issue du contrat de performance en fonction des investissements réalisés. Le schéma ci-dessous récapitule les effets des investissements sur les coûts d'exploitation.

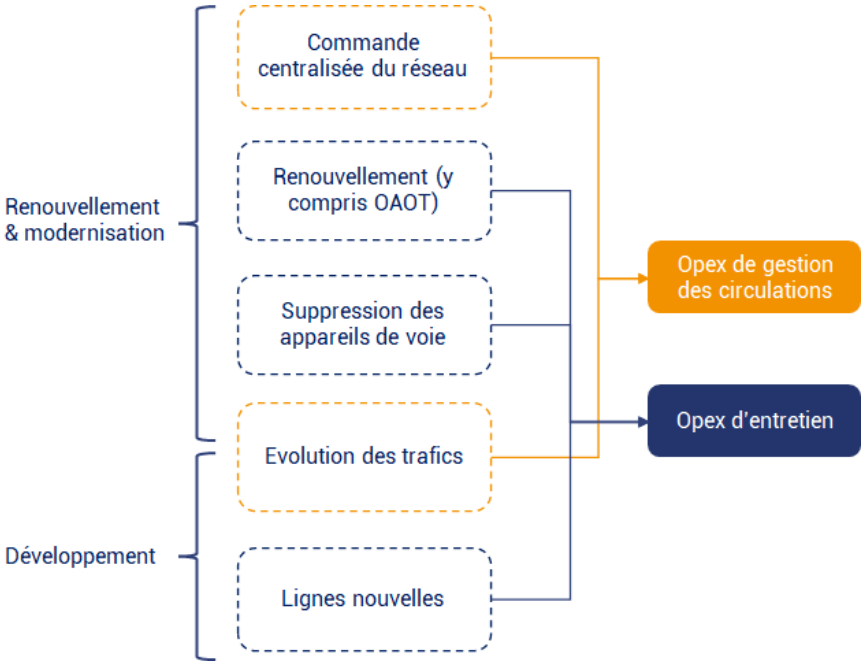


Figure 37 Impacts des différents investissements sur les coûts d'exploitation

b) Corrections liées aux investissements de développement

Les gains de trafics au-dessus du niveau de 2022 (475 M de trains.km), générés par les lignes nouvelles, les RER métropolitains, le développement du fret et les projets franciliens, induisent des augmentations des opex d'exploitation. Dans le cadre de sa modélisation, l'Autorité retient un coût de 2 €$_{2021}$ par train.km supplémentaire.

Concernant l'augmentation des dépenses d'entretien liée au développement du réseau par la mise en service de nouvelles lignes, le modèle repose sur les hypothèses suivantes construites à partir des données issues du *Bilan ferroviaire 2019* :

Type de ligne		Coût d'entretien annuel
Lignes nouvelles	LGV	140 k€ / km
	Classiques	155 k€ / km
Île-de-France	Mass transit	155 k€ / km
	Tram-train	100 k€ / km
Fret		100 k€ / km

Tableau 7 Hypothèse de coûts d'entretien par kilomètre de lignes nouvelles (en €$_{2021}$)

c) Corrections liées aux investissements de régénération et de modernisation

Les investissements de régénération et de modernisation ont des impacts sur les opex d'entretien du réseau et de gestion des circulations :

- Un effort soutenu de régénération des actifs conduit à une diminution des opex d'entretien. Pour modéliser ce mécanisme, l'Autorité s'est appuyée sur les travaux d'*Ulysse 2040* dans lesquels SNCF Réseau indique que les opex d'entretien de la voie sur ligne classique, soit 410 M€$_{2021}$ en 2022, augmentent de 19 % entre 2022 et 2040 dans le scénario *fil de l'eau* et diminuent de 6 % dans le scénario *Green Deal* (en euros constants). Dans sa modélisation, l'Autorité retient une hypothèse ambitieuse en généralisant ces évolutions à l'entretien de l'ensemble des actifs de l'infrastructure, soit 2,6 Md€$_{2021}$ en 2022.

- Le déploiement de la CCR permet de diminuer le nombre d'aiguilleurs nécessaires pour exploiter le réseau. Les travaux d'*Ulysse 2040* prévoient une réduction d'effectifs d'environ 2 700 ETP au terme du déploiement de la CCR. Dans sa modélisation l'Autorité a retenu une hypothèse de coût annuel par ETP de 60 k€$_{2021}$. Les gains d'opex d'exploitation sont répartis au prorata des investissements réalisés.

- Les suppressions d'appareils de voie et la régénération des OAOT permettent de générer des économies de coûts d'entretien. L'Autorité a retenu les hypothèses suivantes pour modéliser ces gains d'opex d'entretien au prorata des investissements :

Montants en €$_{2021}$	
Nombre d'appareils de voie (AdV) supprimés par an	3 480 AdV supprimés d'ici 2040 dans le scénario fil de l'eau d'*Ulysse 2040* 6 600 AdV supprimés d'ici 2040 dans le scénario *green deal* d'*Ulysse 2040*
Économie annuelle de coûts d'entretien par appareil de voie	15 k€

Économie cumulée de coûts d'entretien des ponts-rails sensibles	143 M€ dans le scénario fil de l'eau d'*Ulysse 2040* 251 M€ dans le scénario *green deal* d'*Ulysse 2040*

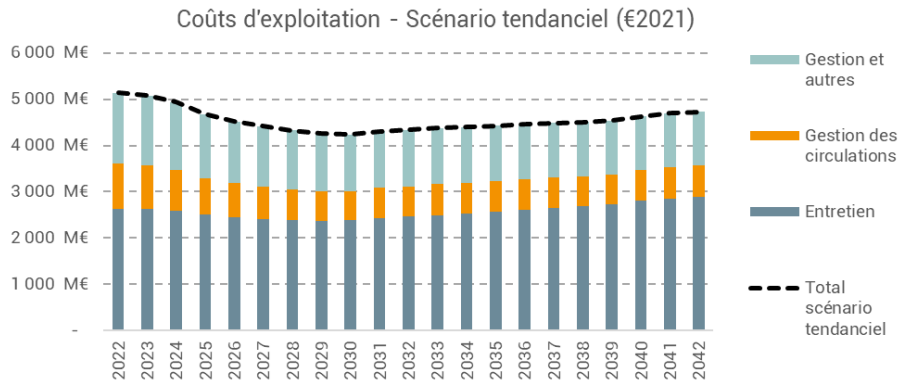
Tableau 8 Hypothèse d'économies de coûts d'entretien des appareils de voies et des ponts-rails

- Les évolutions de trafics générées par des efforts de régénération insuffisants (pertes de trafics) ou par les efforts de modernisation (gains de trafics) induisent des variations des opex d'exploitation. Comme pour les projets de développement, l'Autorité retient un coût de 2 €$_{2021}$ par train.km. L'annexe 3 fournit plus de détails sur ces évolutions de trafics.

Les trajectoires résultant des différents scénarios d'investissements sont récapitulées dans les paragraphes suivants.

i. Scénario tendanciel

Dans le scénario tendanciel, les efforts limités de régénération conduisent à une augmentation importante des coûts d'entretien au-delà de 2030, qui dépassent largement en 2042 leur niveau initial en atteignant 2,9 Md€$_{2021}$, remettant en cause les gains de productivité du contrat de performance. Le déploiement lent de la CCR et surtout la baisse importante des trafics (par rapport à la trajectoire prévue dans le contrat de performance) conduisent à une diminution des coûts de gestion des circulations, qui passent de 985 M€$_{2021}$ en 2022 à 676 M€$_{2021}$ en 2042. La figure ci-dessous récapitule la trajectoire des coûts d'exploitation dans le scénario tendanciel :



Le tableau ci-dessous récapitule les montants annuels (en euros constants) :

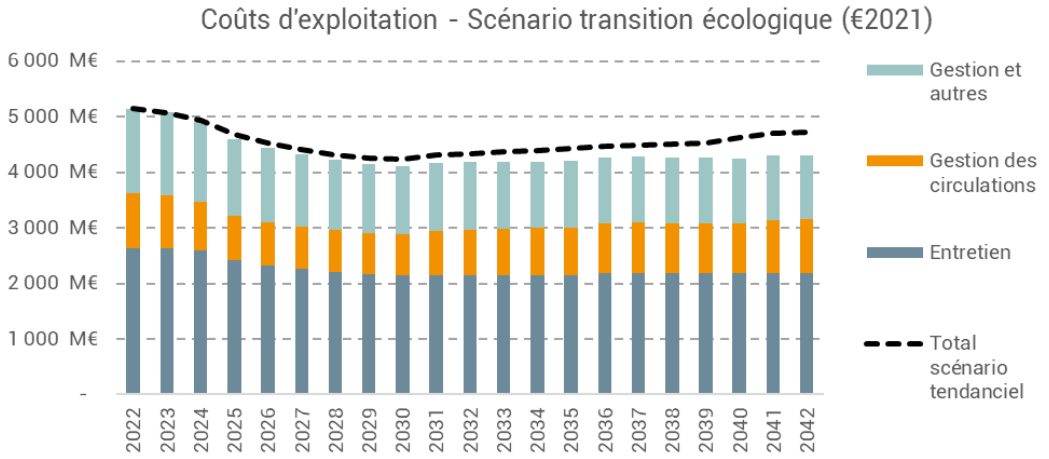
Montants en M€$_{2021}$	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031-2042 [107]	TOTAL 2022-2042	2042
Entretien	2 634	2 630	2 587	2 507	2 443	2 414	2 387	2 374	2 387	2 645	**54 102**	2 891
Gestion des circulations	985	941	878	786	740	701	668	640	626	656	**14 843**	676
Gestion et autres	1 520	1 504	1 466	1 384	1 335	1 301	1 266	1 239	1 228	1 188	**26 504**	1156
TOTAL	**5 138**	**5 076**	**4 932**	**4 677**	**4 517**	**4 416**	**4 321**	**4 254**	**4 240**	**4 490**	**95 449**	**4 723**

Tableau 9 Coûts d'exploitation dans le scénario tendanciel (en €$_{2021}$)

[107] Moyennes annuelles pour la période 2031-2042.

ii. Scénario transition écologique

Dans le scénario transition écologique, l'effort supplémentaire de régénération permet de maîtriser la hausse des coûts d'entretien au-delà de 2030 et de conserver les gains de productivité prévus par le contrat de performance, soit près d'un milliard d'euros (€$_{2021}$). Dans ce scénario, les coûts de gestion des circulations diminuent jusqu'à 2030, puis croissent en raison notamment des gains de trafics permis par les mises en service de projets de développement et la modernisation du réseau. Ainsi, les coûts de gestion des circulations retrouvent quasiment en 2042 leur niveau de 2022 (963 M€$_{2021}$) tandis que les trafics augmentent de près de 36 % sur la même période. La figure ci-dessous récapitule la trajectoire des coûts d'exploitation dans le scénario transition écologique :



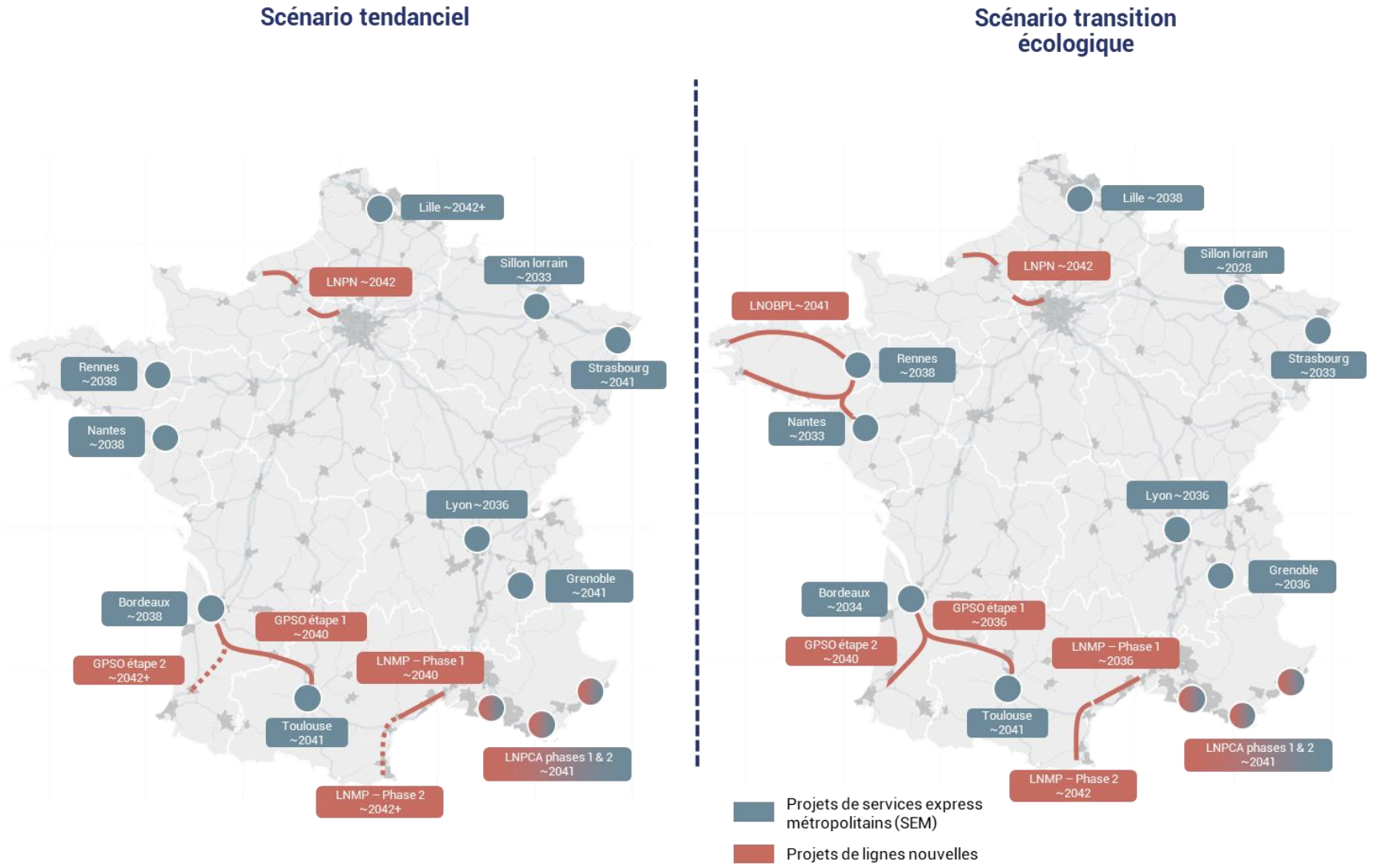
Le tableau ci-dessous récapitule les montants annuels (en euros constants) :

Montants en M€$_{2021}$	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031-2042 [108]	TOTAL	2042
Entretien	2 634	2 630	2 586	2 417	2 326	2 270	2 209	2 161	2 148	2 172	**47 449**	2 192
Gestion des circulations	985	947	888	802	770	751	744	743	738	876	**17 882**	963
Gestion et autres	1 520	1 504	1 466	1 384	1 335	1 301	1 266	1 239	1 228	1 188	**26 504**	1 156
TOTAL	**5 138**	**5 082**	**4 941**	**4 603**	**4 430**	**4 321**	**4 219**	**4 143**	**4 113**	**4 237**	**91 836**	**4 311**

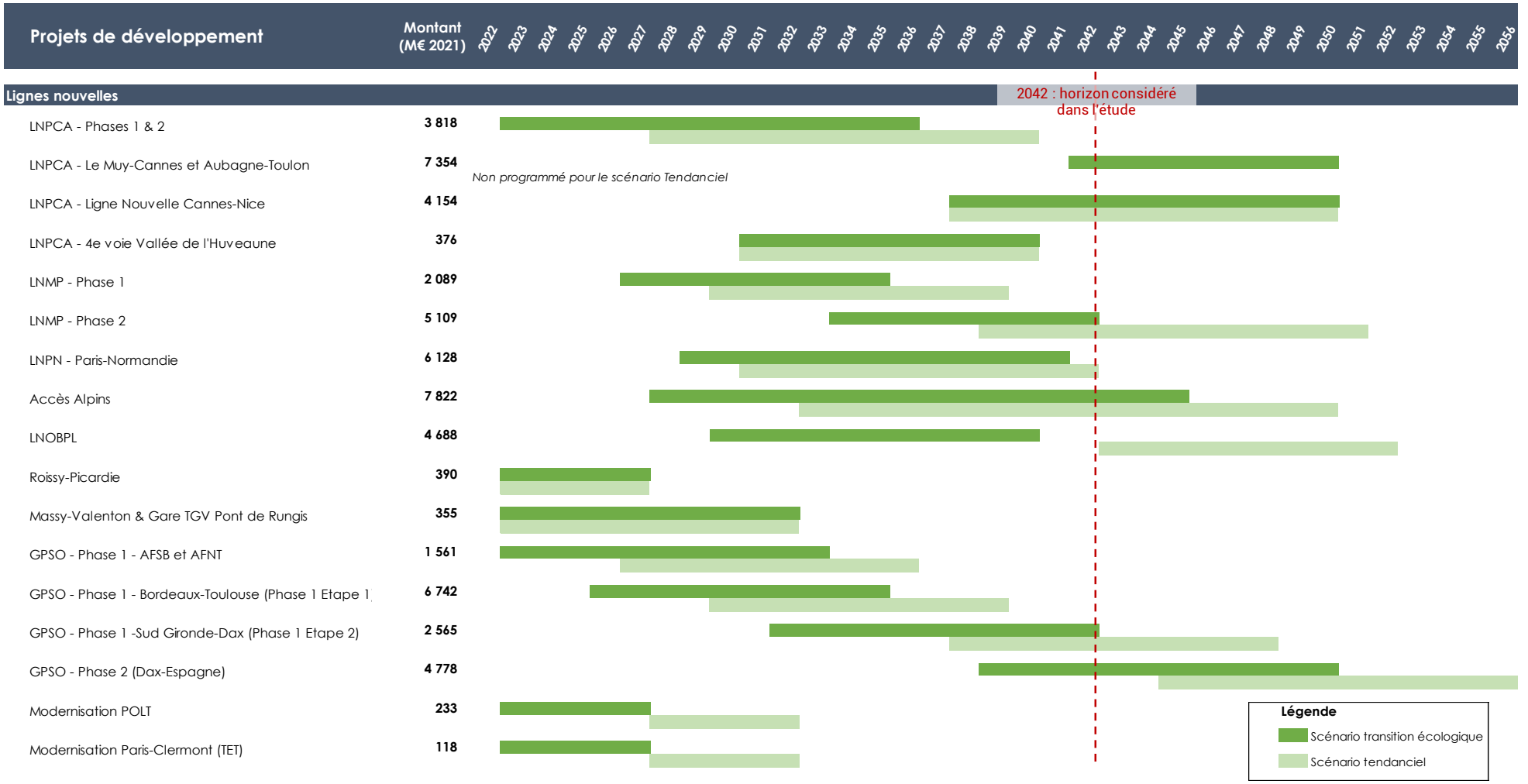
Tableau 10 Coûts d'exploitation dans le scénario transition écologique (en €$_{2021}$)

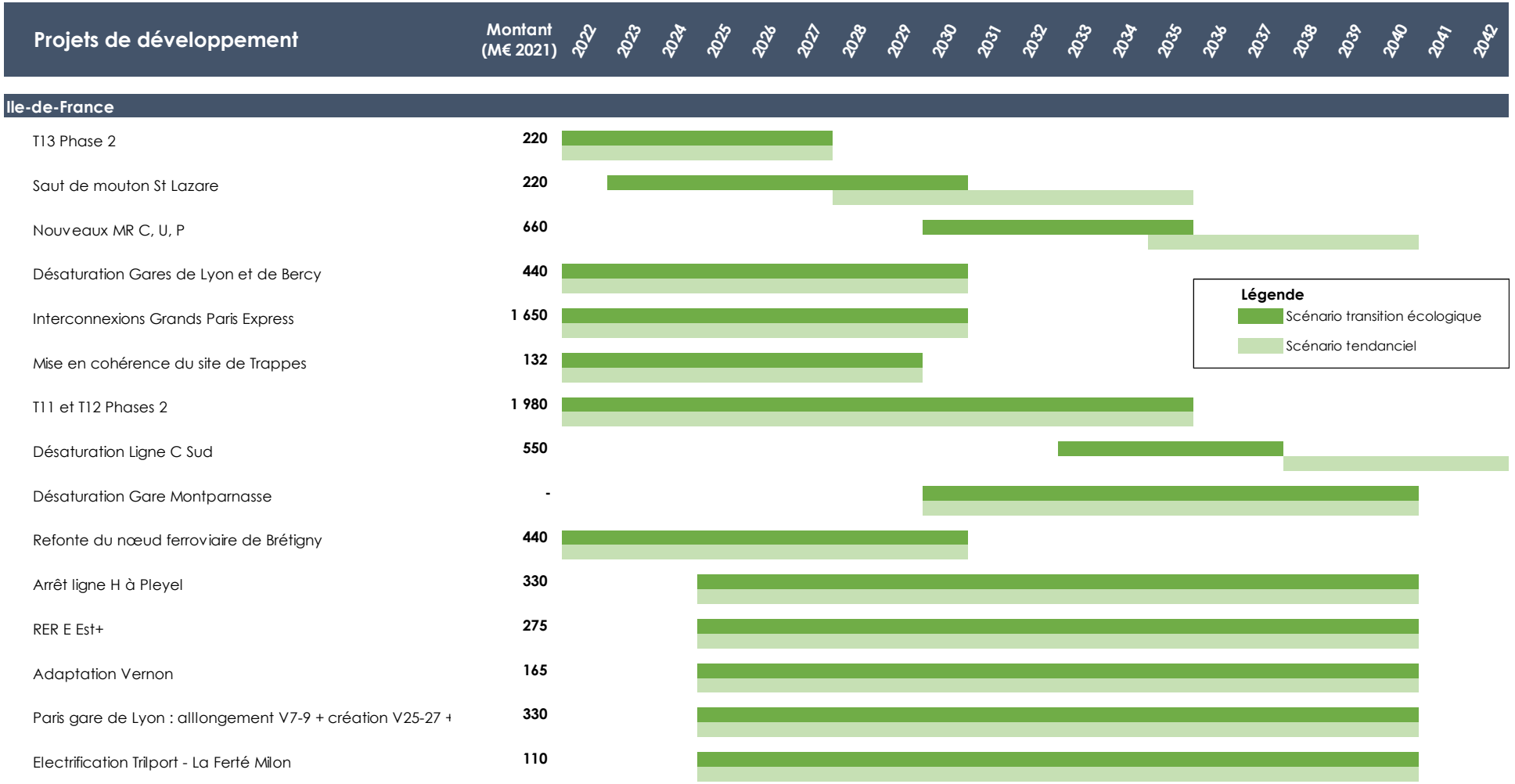
[108] Moyennes annuelles pour la période 2031-2042.

ANNEXE 2 – CALENDRIER DES PROJETS DE DÉVELOPPEMENT DANS LES DEUX SCÉNARIOS

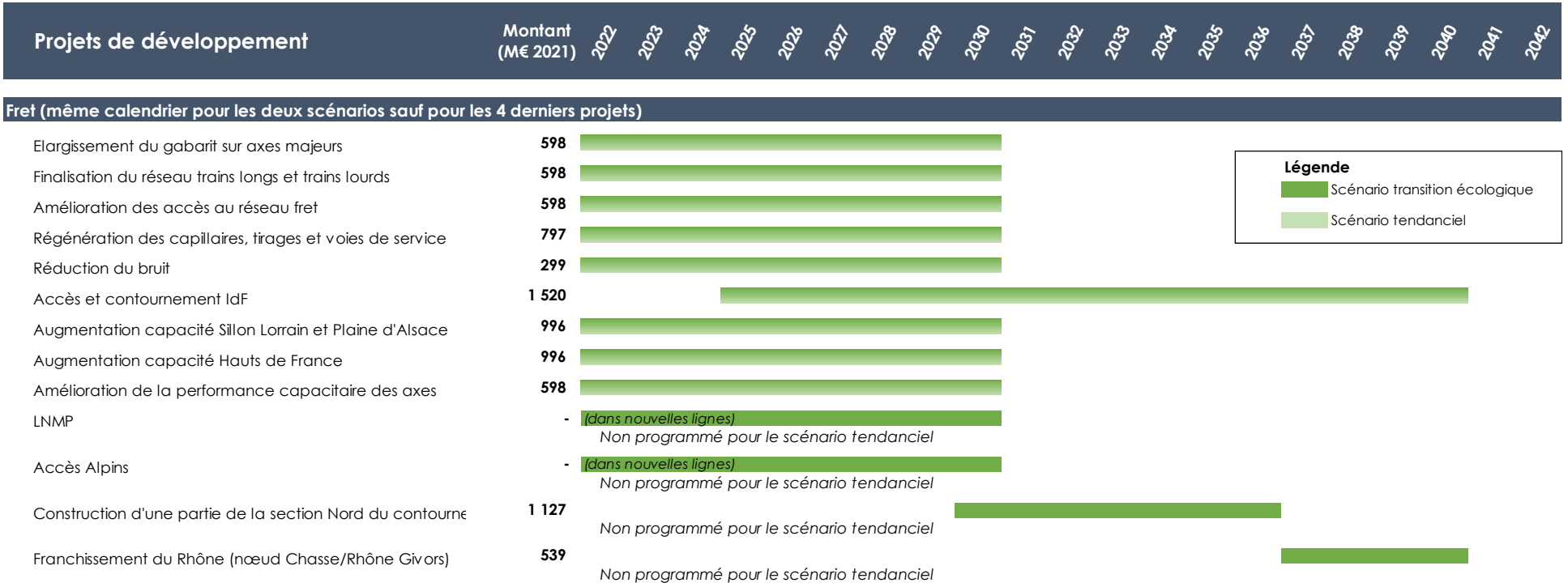


Carte 6 Principaux projets de développement pris en compte dans les deux scénarios


Projets de développement
Montant (M€ 2021)
2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055 2056
Lignes nouvelles
2042 : horizon considéré dans l'étude
LNPCA - Phases 1 & 2 3 818
LNPCA - Le Muy-Cannes et Aubagne-Toulon 7 354
Non programmé pour le scénario Tendanciel
LNPCA - Ligne Nouvelle Cannes-Nice 4 154
LNPCA - 4e voie Vallée de l'Huveaune 376
LNMP - Phase 1 2 089
LNMP - Phase 2 5 109
LNPN - Paris-Normandie 6 128
Accès Alpins 7 822
LNOBPL 4 688
Roissy-Picardie 390
Massy-Valenton & Gare TGV Pont de Rungis 355
GPSO - Phase 1 - AFSB et AFNT 1 561
GPSO - Phase 1 - Bordeaux-Toulouse (Phase 1 Etape 1 6 742
GPSO - Phase 1 -Sud Gironde-Dax (Phase 1 Etape 2) 2 565
GPSO - Phase 2 (Dax-Espagne) 4 778
Modernisation POLT 233
Modernisation Paris-Clermont (TET) 118
Légende
Scénario transition écologique
Scénario tendanciel


Projets de développement
Montant (M€ 2021)
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
Ile-de-France
T13 Phase 2
220
Saut de mouton St Lazare
220
Nouveaux MR C, U, P
660
Désaturation Gares de Lyon et de Bercy
440
Interconnexions Grands Paris Express
1 650
Mise en cohérence du site de Trappes
132
T11 et T12 Phases 2
1 980
Désaturation Ligne C Sud
550
Désaturation Gare Montparnasse
-
Refonte du nœud ferroviaire de Brétigny
440
Arrêt ligne H à Pleyel
330
RER E Est+
275
Adaptation Vernon
165
Paris gare de Lyon : alllongement V7-9 + création V25-27 +
330
Electrification Trilport - La Ferté Milon
110
Légende
Scénario transition écologique
Scénario tendanciel

Projets de développement
Montant (M€ 2021)
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
RER Métropolitains
RER M Lille
5 961
RER M Nantes
569
RER M Bordeaux - 1/2h
309
RER M Bordeaux - 1/4h
122
RER M Toulouse
1 041
RER M Lyon - Premiers aménagements de capacité
240
RER M Lyon - 4 voies St Fons-Grenay et aménagts liés au p
1 442
LNPCA (Phases 1 & 2) - RER M Aix-Marseille, Toulon, Nice
-
(dans nouvelles lignes)
Non programmé pour le scénario Tendanciel
RER M Sillon Lorrain
636
RER M Strasbourg
408
RER M Rennes
357
RER M Grenoble Etape 1 (Horizon 2025)
55
RER M Grenoble Etape 2 (Horizon 2030)
234
RER M Grenoble Etape 3 (Horizon 2035)
596
RER M Rouen
Non programmé pour les deux scénarios
RER M Montpellier
Non programmé pour les deux scénarios
RER M Saint-Etienne
Non programmé pour les deux scénarios
Légende
Scénario transition écologique
Scénario tendanciel


Projets de développement
Montant (M€ 2021)
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
Fret (même calendrier pour les deux scénarios sauf pour les 4 derniers projets)
Elargissement du gabarit sur axes majeurs
598
Finalisation du réseau trains longs et trains lourds
598
Amélioration des accès au réseau fret
598
Régénération des capillaires, tirages et voies de service
797
Réduction du bruit
299
Accès et contournement IdF
1 520
Augmentation capacité Sillon Lorrain et Plaine d'Alsace
996
Augmentation capacité Hauts de France
996
Amélioration de la performance capacitaire des axes
598
LNMP
-
(dans nouvelles lignes)
Non programmé pour le scénario tendanciel
Accès Alpins
-
(dans nouvelles lignes)
Non programmé pour le scénario tendanciel
Construction d'une partie de la section Nord du contourne
1 127
Non programmé pour le scénario tendanciel
Franchissement du Rhône (nœud Chasse/Rhône Givors)
539
Non programmé pour le scénario tendanciel
Légende
Scénario transition écologique
Scénario tendanciel

ANNEXE 3 – HYPOTHÈSES DE MODÉLISATION - TRAFICS

Dans le cadre de ses travaux, l'Autorité retient une modélisation des trafics à la maille des grands types de services qui utilisent le réseau : trains express régionaux (TER), trains d'équilibre du territoire (TET), transiliens, services librement organisés (SLO) et fret. L'approche retenue n'opère pas de distinction entre l'opérateur historique et les autres entreprises ferroviaires.

L'Autorité a tenu compte des différents investissements dans l'infrastructure et a modélisé leurs impacts sur les trafics :

- Premièrement, les investissements de modernisation permettent d'accueillir de nouveaux trafics et, en fonction de leur niveau, de servir les tendances de mobilité de long terme ;
- Les investissements de régénération permettent de préserver l'infrastructure et donc les trafics existants ;
- Les investissements de développement permettent de générer de nouveaux trafics.

La figure ci-dessous résume la méthodologie retenue par l'Autorité pour construire la trajectoire des trafics dans les différents scénarios :

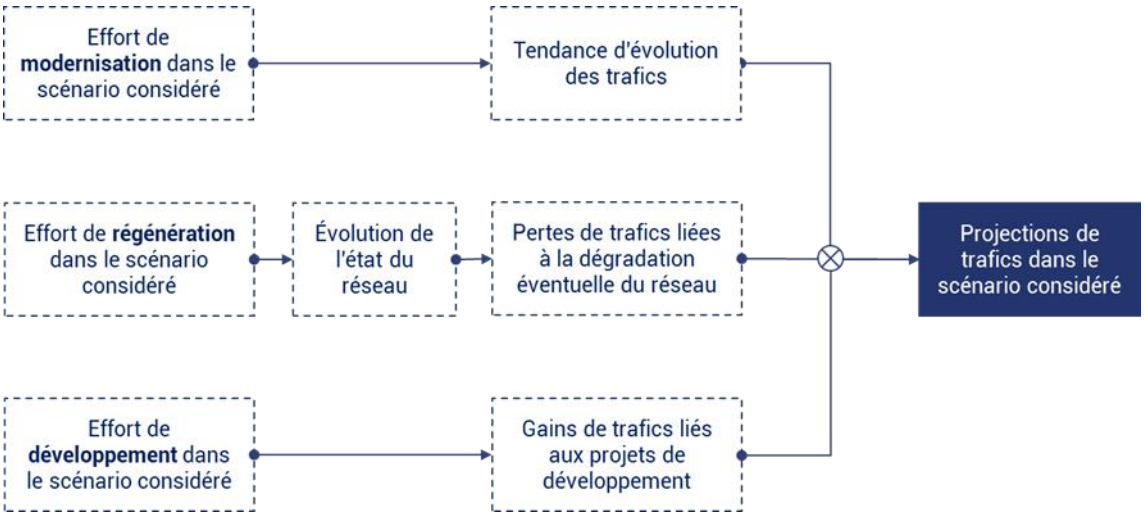


Figure 38 Méthodologie d'élaboration de la trajectoire des trafics

1. Les hypothèses du contrat de performance complétées de projections de long terme corrigées par les efforts de modernisation du réseau permettent d'obtenir des projections des trafics « à maillage constant »

L'exercice de modélisation des trafics repose sur des tendances de long terme issues du contrat de performance ainsi que sur les *Projections de la demande de transport sur le long terme* du Commissariat général au développement durable (CGDD) publiées en juillet 2016 et sur les *Projections de la demande de transport sur le long terme pour la SNBC2* publiées par le Ministère de la Transition écologique (MTE) en octobre 2021. Ces tendances permettent de construire une trajectoire des trafics « à maillage constant »[109], dans le cadre de la modernisation de l'infrastructure[110] prévue par le scénario « planification écologique » du COI repris dans le scénario transition écologique.

Jusqu'en 2030, la trajectoire « à maillage constant » (dans un scénario de modernisation forte) correspond aux projections de trafics du contrat de performance[111]. Au-delà, l'Autorité s'est basée sur les projections élaborées par le MTE en octobre 2021 et, en l'absence de données adaptées dans ce dernier exercice de projections, sur les travaux du CGDD de juillet 2016.

- S'agissant des SLO et des TET, l'Autorité retient un taux de croissance annuel moyen de 1,4 % du trafic en train.km. Elle se fonde sur l'hypothèse du MTE d'un taux de croissance annuel des déplacements longue distance ferroviaire de 1,7 %[112] par an (en passagers.km) et de trains longue distance plus capacitaires et plus remplis[113].

- S'agissant des services transiliens, l'Autorité retient un taux de croissance annuel moyen du trafic de 0,3 %. Elle se fonde sur l'hypothèse du CGDD d'un taux de croissance annuel des déplacements courte distance en transports en commun en Île-de-France de 0,5 %[114] par an (en passagers.km), en considérant que 40 % de la hausse des passagers.km est absorbée par le déploiement de matériels roulants plus capacitaires et, surtout, une amélioration des taux de remplissage[115].

- S'agissant des TER, l'Autorité retient un taux de croissance annuel moyen du trafic de 0,5 %. Elle se fonde sur l'hypothèse du MTE d'un taux de croissance annuel des déplacements courte distance en transports en commun de 0,9 %[116] par an en considérant que 45 % de la hausse des passagers.km est absorbée par le déploiement de matériels roulants plus capacitaires et une amélioration des taux de remplissage[117].

- S'agissant des services de transport de marchandises, l'Autorité retient un taux de croissance annuel moyen du trafic de 1,1 %. Elle se fonde sur une hypothèse de taux de

[109] La trajectoire dite à « maillage constant » est la trajectoire sans les pertes de trafics liées à l'insuffisance de l'effort de régénération et sans les gains de trafics liés aux projets de développement du réseau.
[110] Les investissements de modernisation concernent l'ERTMS et la CCR ainsi que les investissements destinés aux circulations fret.
[111] Dans le cadre de son avis n° 2022-009 sur le projet de contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau pour la période 2021-2030, l'Autorité avait souligné le caractère volontariste des trajectoires de trafics retenues qui consistent en « *une hausse […] de près de 30 % entre 2021 et 2030, qui constitue une rupture par rapport à la période 2010-2017, durant laquelle le trafic a eu tendance à légèrement régresser, en moyenne de -0,7 % par an* ».
[112] L'Autorité retient le scénario « avec mesures existantes » qui prévoit une croissance des trafics plus modérée que le scénario « avec mesures supplémentaires » (voir page 4 de la publication du MTE).
[113] Le taux de remplissage moyen des trains à grande vitesse entre 2017 et 2019 était de l'ordre de 70 % (source : *Bilans ferroviaires ART*).
[114] L'Autorité retient le scénario du CGDD dit « cadrage SNBC » qui prévoit une croissance inférieure de la mobilité par rapport au scénario dit « tendanciel ».
[115] Le taux de remplissage moyen entre 2017 et 2019 des transiliens est de 33 % (source : *Bilans ferroviaires* de l'ART).
[116] L'Autorité retient le scénario « avec mesures existantes ».
[117] Le taux de remplissage moyen entre 2017 et 2019 des TER est de 26 % (source : *Bilans ferroviaires* de l'ART).

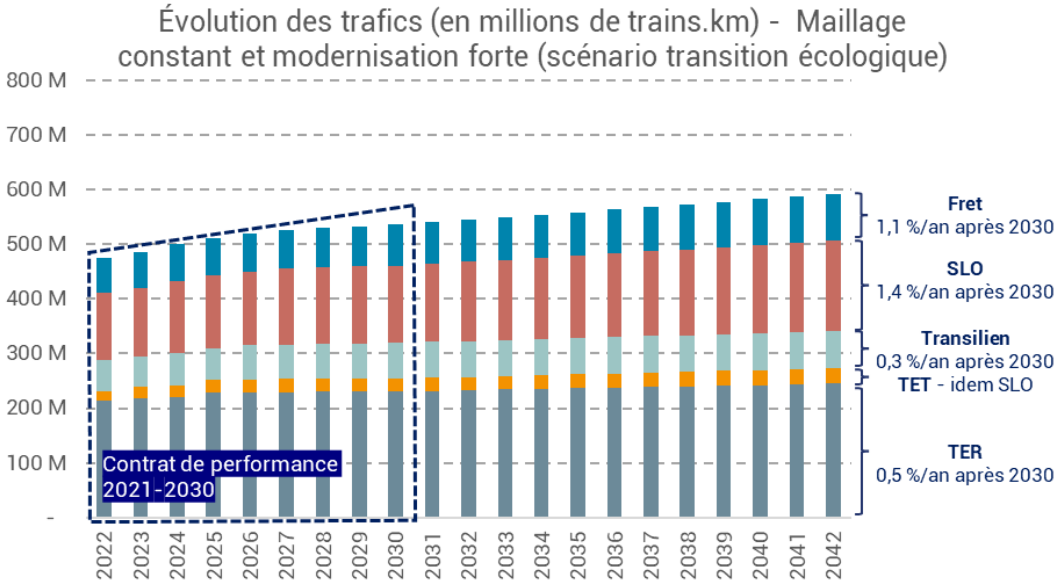
croissance annuel des tonnes.km de 1,3 %[118] par an en considérant que 15 % de la hausse des tonnes.km est absorbée par le déploiement de matériels roulants plus capacitaires et de trains plus longs.

Le tableau ci-dessous récapitule les hypothèses retenues par l'Autorité pour l'évolution des trafics au-delà de 2030.

Service	Taux de croissance annuel moyen 2030-2042 (passagers et tonnes.km)	Taux de croissance annuel moyen 2030-2042 (trains.km)
SLO et TET	1,7 %	1,4 %
Transilien	0,5 %	0,3 %
TER	0,9 %	0,5 %
Fret	1,3 %	1,1 %

Tableau 10 Hypothèses d'évolution de trafic post-2030

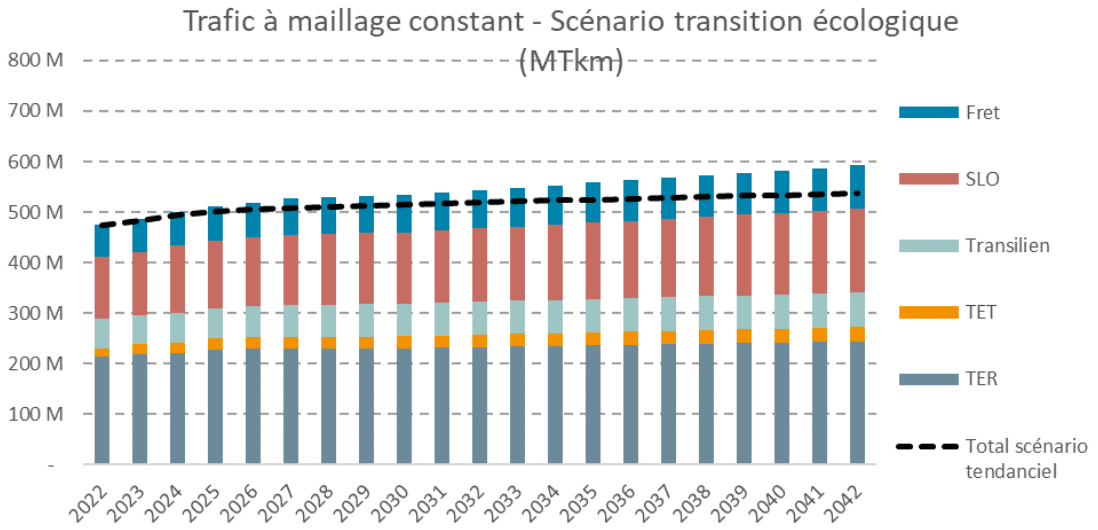
La figure ci-dessous récapitule la trajectoire des trafics « à maillage constant », dans un scénario de modernisation forte (c'est-à-dire le scénario transition écologique) :



Dans le scénario tendanciel, moins ambitieux en termes de modernisation de l'infrastructure, la tendance de croissance des trafics est corrigée en fonction de l'effort de modernisation, c'est-à-dire les investissements dans la commande centralisée du réseau et l'ERTMS ainsi que les projets de développement pour le fret. La courbe en pointillés dans le graphique ci-dessous illustre la correction de tendance liées à l'investissement de modernisation, inférieur dans le scénario tendanciel au scénario transition écologique[119].

[118] Les projections du MTE sont très différenciées entre un scénario « avec mesures existantes » qui prévoit une croissance de 1,8 % par an du fret ferroviaire (en tonnes.km) et un scénario « avec mesures supplémentaires » avec maîtrise de la demande (développement de l'économie circulaire, nouvelle concentration spatiale des chaînes de production, etc.) qui prévoit une croissance de 0,7 % beaucoup plus faible. L'Autorité retient donc une croissance de la demande égale à la moyenne de ces deux scénarios.

[119] Entre 2022 et 2042, les investissements de modernisation (ERTMS et CCR) s'élèvent à 7 998 M€$_{2021}$ dans le scénario tendanciel contre 27 030 M€$_{2021}$ dans le scénario transition écologique. De même, les investissements pour le fret s'élèvent à 6 474 M€$_{2021}$ dans le scénario tendanciel contre 8 322 M€$_{2021}$ dans le scénario transition écologique.



2. Un exercice de modélisation permet d'évaluer les pertes de trafics liées à l'insuffisance de la régénération, le cas échéant

La trajectoire des trafics élaborée ci-dessus correspond à une évolution « à réseau constant », c'est-à-dire dans une hypothèse où les montants consacrés à la régénération sont suffisants pour couvrir l'ensemble des besoins.

L'Autorité a donc développé un modèle permettant d'évaluer l'ordre de grandeur de l'impact sur les trafics d'un effort insuffisant en matière de régénération de l'infrastructure. L'approche retenue par l'Autorité repose sur trois hypothèses simplificatrices :

- La voie est l'actif principal de l'infrastructure et le seul dont le retard de régénération a un impact sur les trafics, les effets de la régénération des autres actifs étant considérés comme négligeables ;
- L'indice de consistance de la voie (ICV) est représentatif de l'état de la voie et son évolution déclenche le besoin de régénération ;
- Les périodes de réalisation des travaux de régénération ne conduisent pas à des pertes de trafics.

a) Méthodologie

L'Autorité a utilisé les données dont elle dispose en matière de circulation et d'ICV.

1. Modélisation du vieillissement des lignes

Le modèle de vieillissement du réseau s'appuie sur une base de données décrivant le réseau ferroviaire au moyen de 46 607 tronçons de ligne notamment caractérisés par l'historique de leur ICV sur la période 2018 à 2021. Au-delà, l'évolution prévisionnelle de l'ICV de chaque tronçon est modélisée, année après année, comme suit :

- avant régénération, lorsque l'historique d'ICV est complet et qu'aucune opération de régénération n'a été réalisée dans cet intervalle pour le tronçon considéré (ICV disponible pour 2018, 2019, 2020 et 2021 et strictement décroissant), l'évolution de l'ICV fait l'objet d'une extrapolation linéaire ;

- avant régénération, pour les autres tronçons, puis pour l'ensemble des tronçons à compter de leur régénération, l'évolution de l'ICV correspond à l'évolution moyenne des ICV extrapolés pour les tronçons appartenant à la même classe UIC ;

- l'année où est simulée la régénération, l'ICV est relevé à 100.

Cette approche revient à considérer les durées de vie moyennes suivantes pour les différentes classes d'UIC :

Classe UIC	Évolution de l'ICV par année	Durée de vie équivalente
LGV	-2,28	39
UIC 2	-1,95	46
UIC 3	-2,17	42
UIC 4	-2,02	45
UIC 5	-1,75	51
UIC 6	-1,67	54
UIC 7AV	-1,82	50
UIC 7SV	-1,09	82
UIC 8AV	-1,48	61
UIC 8SV	-1,07	84
UIC 9AV	-1,41	64
UIC 9SV	-0,82	110

Tableau 11 Évolution annuelle de l'ICV en fonction de la catégorie de ligne et durée de vie équivalente

2. Rapprochement des données d'ICV avec les données de circulation

L'Autorité ne disposant pas directement des données relatives aux circulations réalisées sur chacun des tronçons précédemment décrits, elle a procédé par rapprochement avec une seconde base de données reposant sur un découpage géographique distinct et comportant 3 547 segments de ligne.

3. Modélisation d'une stratégie de régénération de la voie

Les montants consacrés à la régénération de la voie (pour le réseau structurant[120], d'une part et pour les lignes de desserte fine du territoire, d'autre part) sont affectés, année par année, aux tronçons dont l'ICV est inférieur à la valeur de déclenchement du renouvellement. Cette valeur, paramétrable, a été fixée à 20.

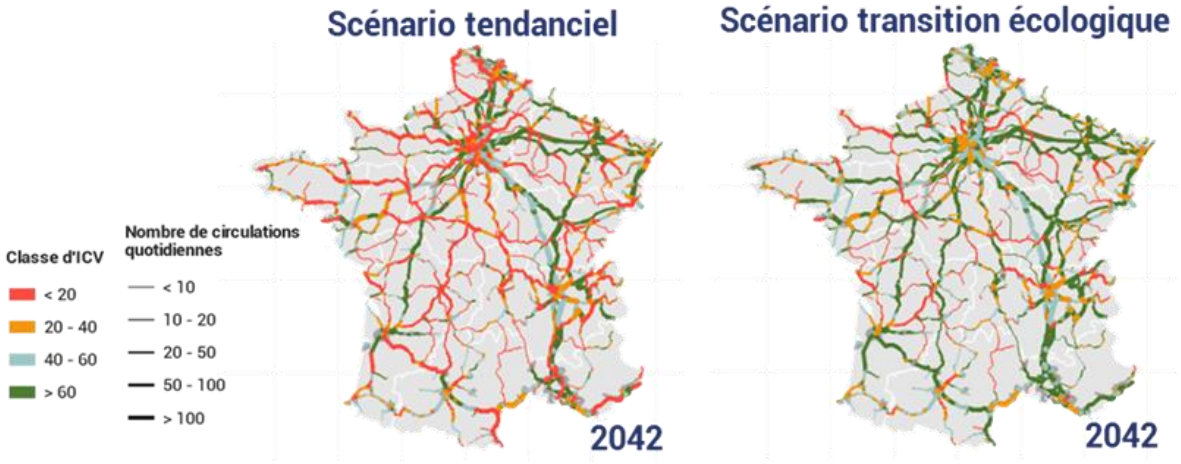
Le coût de régénération de chaque tronçon est estimé à partir du coût de régénération de la voie (qui dépend du type de ligne) issu du contrat de performance[121].

[120] La modélisation tient compte du reclassement des 14 lignes de desserte fine du territoire dans le réseau structurant.
[121] Voir page 67 du contrat de performance. Les valeurs du contrat de performance étant en €$_{2020}$, une hypothèse d'inflation de 2 % a été retenue pour obtenir les valeurs du GOPEQ en €$_{2021}$.

Type de lignes	GOPEQ[122] en €$_{2021}$
LGV	1 404 k€
UIC 2-6 Ile de France	1 938 k€
UIC 2-6 hors Ile de France	1 734 k€
LDFT	1 404 k€

Tableau 12 Hypothèses du coût de régénération de la voie

Lorsque les montants consacrés[123] sont inférieurs aux besoins, un arbitrage est opéré afin de prioriser les classes UIC les plus faibles (la classe LGV étant servie en premier) puis, au sein d'une classe donnée, les tronçons les plus circulés. Il en résulte des évolutions de l'ICV dans les scénarios tendanciel et transition écologique qui aboutissent en 2042 aux résultats détaillés sur les cartes ci-dessous :



4. Simulation de l'impact d'une absence de régénération de la voie sur les trafics

Lorsque les montants consacrés à la régénération des voies ne suffisent pas, certains tronçons de lignes voient leurs ICV continuer à diminuer au-delà du seuil de déclenchement du renouvellement. Les impacts sur les trafics portés par le tronçon, c'est-à-dire les trafics des segments intersectés, sont évalués à partir des abaques figurant dans la méthodologie du programme d'obligations vertes de SNCF Réseau[124] :

[122] Le GOPEQ (grande opération programmée équivalent) est une unité d'œuvre fictive pour les travaux de renouvellement de la voie qui correspond à la dépense moyenne d'un kilomètre de renouvellement de l'ensemble des composantes de la voie : rails, traverses et ballast.

[123] Les montants consacrés regroupent les montants alloués à la voie dans les enveloppes de régénération du réseau structurant et des montants égaux à 70 % des enveloppes destinées aux lignes de desserte fine du territoire dans les projets de développement des différents scénarios.

[124] *Évaluer l'impact carbone des investissements d'infrastructures ferroviaires. Méthodologie du programme green bonds 2016 de SNCF Réseau,* Carbone 4, 2017. Ces abaques traduisent le nombre d'années sans renouvellement en réductions de la vitesse maximale autorisée puis, grâce à la sensibilité du trafic à la réduction de la vitesse de circulation, en baisse des trafics.

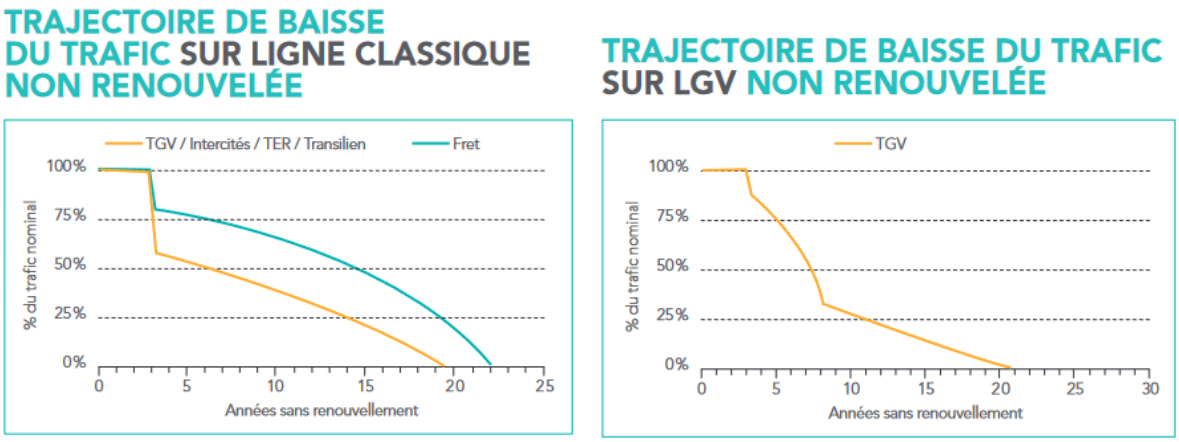
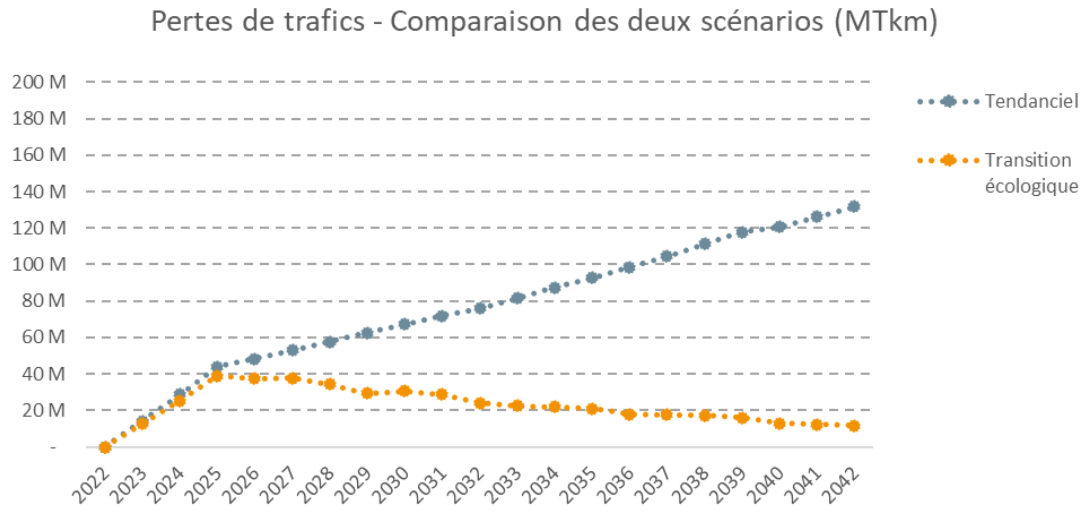


Figure 39 Évolution des trafics en fonction du nombre d'années sans renouvellement

b) Résultats

D'importantes pertes de trafics survenant dès la première année de simulation du fait d'un ICV initial en deçà du seuil de déclenchement (fixé à 20 dans le présent exercice) pour de très nombreux tronçons, un lissage est opéré sur cinq ans entre les trafics réels constatés pour 2022 et les résultats issus de la simulation.

Finalement, les pertes de trafics sont plus ou moins importantes en fonction du scénario d'investissements. Le graphique ci-dessous compare les pertes de trafics entre les deux scénarios.



3. Les projets de développement conduisent à des gains de trafics

Les différents scénarios modélisés incluent des projets de développement qui génèrent des gains de trafics. Dans le cadre de la modélisation, l'Autorité retient l'hypothèse que **les gains de trafics se matérialisent dès la mise en service des projets** (voir annexe 2 pour plus de détails s'agissant du calendrier des projets dans les différents scénarios).

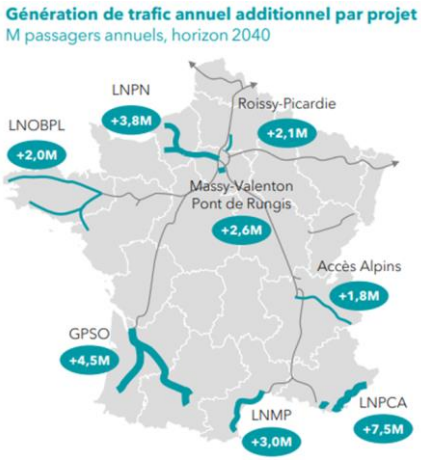
Premièrement, les projets de RER métropolitains conduisent à une hausse des circulations TER autour des grandes métropoles françaises. Les gains de trafics sont issus des travaux

Ulysse 2040, le tableau ci-dessous récapitulant les gains de trafics pour chacun des projets de RER métropolitains pris en compte dans le cadre des travaux de l'Autorité.

Projets	Coûts (M€$_{2021}$)	Trafics annuels en millions de trains.km
RER M Lille	7 417,6	3,46
RER M Nantes	664,6	4,49
RER M Bordeaux – ½h	350,0	1,42
RER M Bordeaux – ¼h	147,8	1,42
RER M Toulouse	1 304,8	3,83
RER M Lyon – Premiers aménagements de capacité	296,4	
RER M Lyon – 4 voies St Fons-Grenay et aménagements liés au phasage des grands projets	1 807,2	6,57
LNPCA (Phases 1 & 2) – RER M Aix-Marseille, Toulon, Nice	-	3,69
RER M Sillon Lorrain	700,0	2,19
RER M Strasbourg	476,1	10,84
RER M Rennes	444,1	1,17
RER M Grenoble Etape 1 (Horizon 2025)	60,0	
RER M Grenoble Etape 2 (Horizon 2030)	275,0	0,11
RER M Grenoble Etape 3 (Horizon 2035)	744,2	0,32

Tableau 13 Gains de trafics liés aux projets de RER métropolitains

Deuxièmement, les lignes nouvelles génèrent de nouvelles circulations de services librement organisés sur les grands axes du réseau français. Les gains de trafics[125] ont été évalués par l'Autorité à partir des travaux *Ulysse 2040* dans le cadre desquels SNCF Réseau a évalué le nombre de voyageurs attendus pour chacun des projets de lignes nouvelles (voir carte ci-dessous). L'Autorité a ensuite évalué les trafics annuels correspondants à partir des hypothèses récapitulées dans le tableau 20. Lorsque les gains de trafics sont permis par des projets en plusieurs phases, chaque phase conduit à des gains proportionnels aux coûts d'investissements (hypothèse simplificatrice).



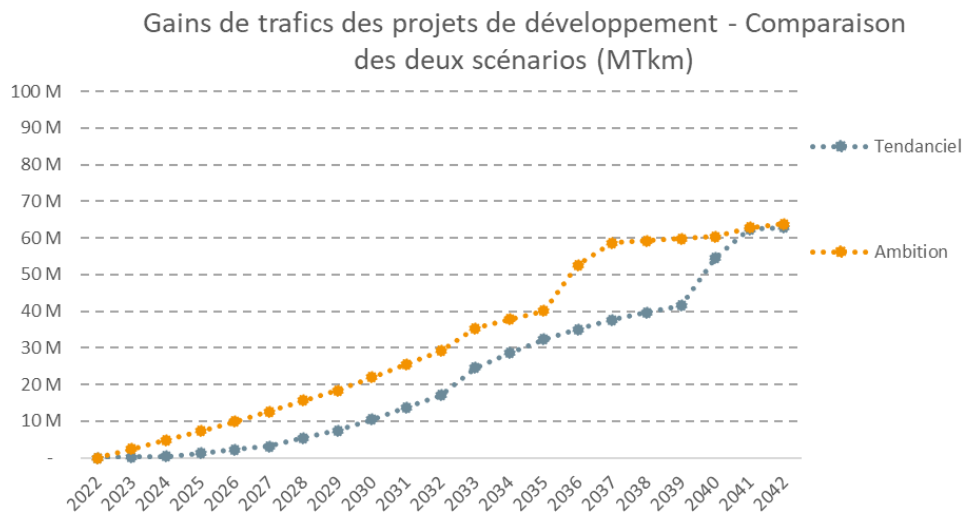
[125] Les gains de trafics des lignes nouvelles sont considérés comme étant uniquement le fait de services librement organisés.

Projets de ligne nouvelle	Coûts (M€$_{2021}$)	Nombre de voyageurs courte distance (en millions)	Distance moyenne parcourue (en km)	Nombre de voyageurs longue distance (en millions)	Distance moyenne parcourue (en km)	Nombre de passagers par train	Trafics annuels en millions de trains.km
LNPCA[126] - Phases 1 & 2	4 558,6	5,4	200	2,1	700	500	5,1
LNPCA - Ligne Nouvelle Le Muy-Cannes	3 654,2						
LNPCA - Ligne Nouvelle Aubagne-Toulon	5 563,2						
LNPCA - Ligne Nouvelle Cannes-Nice	5 206,7						
LNMP - Phase 1	2 575,8			3	900	500	5,4
LNMP - Phase 2	6 403,3						
LNPN - Paris-Normandie	7 667,2	3,8	140			500	1,1
Accès Alpins	9 767,8			1,8	600	500	2,2
LNOBPL	5 875,7			2	500	500	2
Roissy-Picardie	429,0	2,1	100			500	0,4
Massy-Valenton & Gare TGV Pont de Rungis	415,1			2,6	800	500	4,2
GPSO - Phase 1 - AFSB	915,9						
GPSO - Phase 1 - AFNT	919,8						
GPSO - Phase 1 - Bordeaux-Toulouse (Phase 1 Etape 1)[127]	8 245,9			3,6	800	500	5,8
GPSO - Phase 1 -Sud Gironde-Dax (Phase 1 Etape 2)	3 214,8			0,9	800	500	1,4
GPSO - Phase 2 (Dax-Espagne)	5 989,3			?	?		

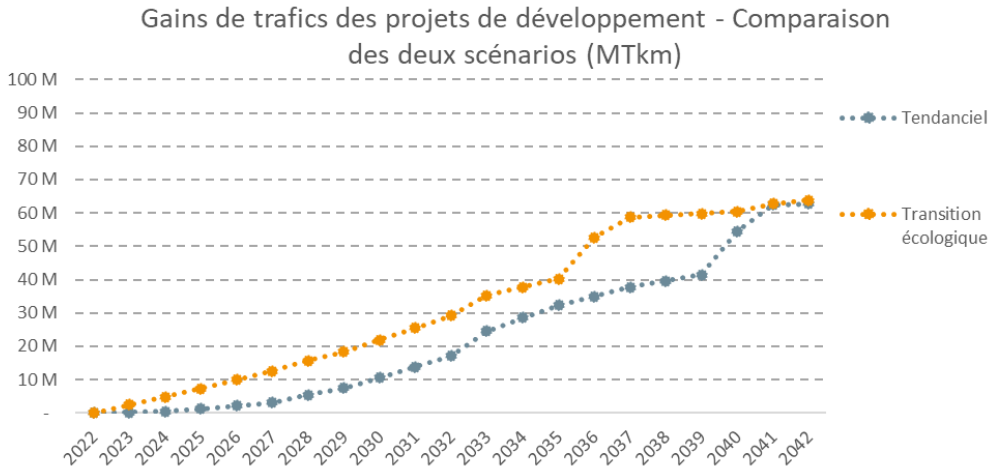
Tableau 14 Gains de trafics SLO liés aux projets de lignes nouvelles

Les gains de trafics liés aux projets de développement dans le scénario transition écologique sont légèrement supérieurs à ceux du scénario tendanciel, notamment durant les années 2030. Cet écart est lié à la mise en service plus tardive des lignes nouvelles dans le scénario tendanciel que dans le scénario transition écologique.

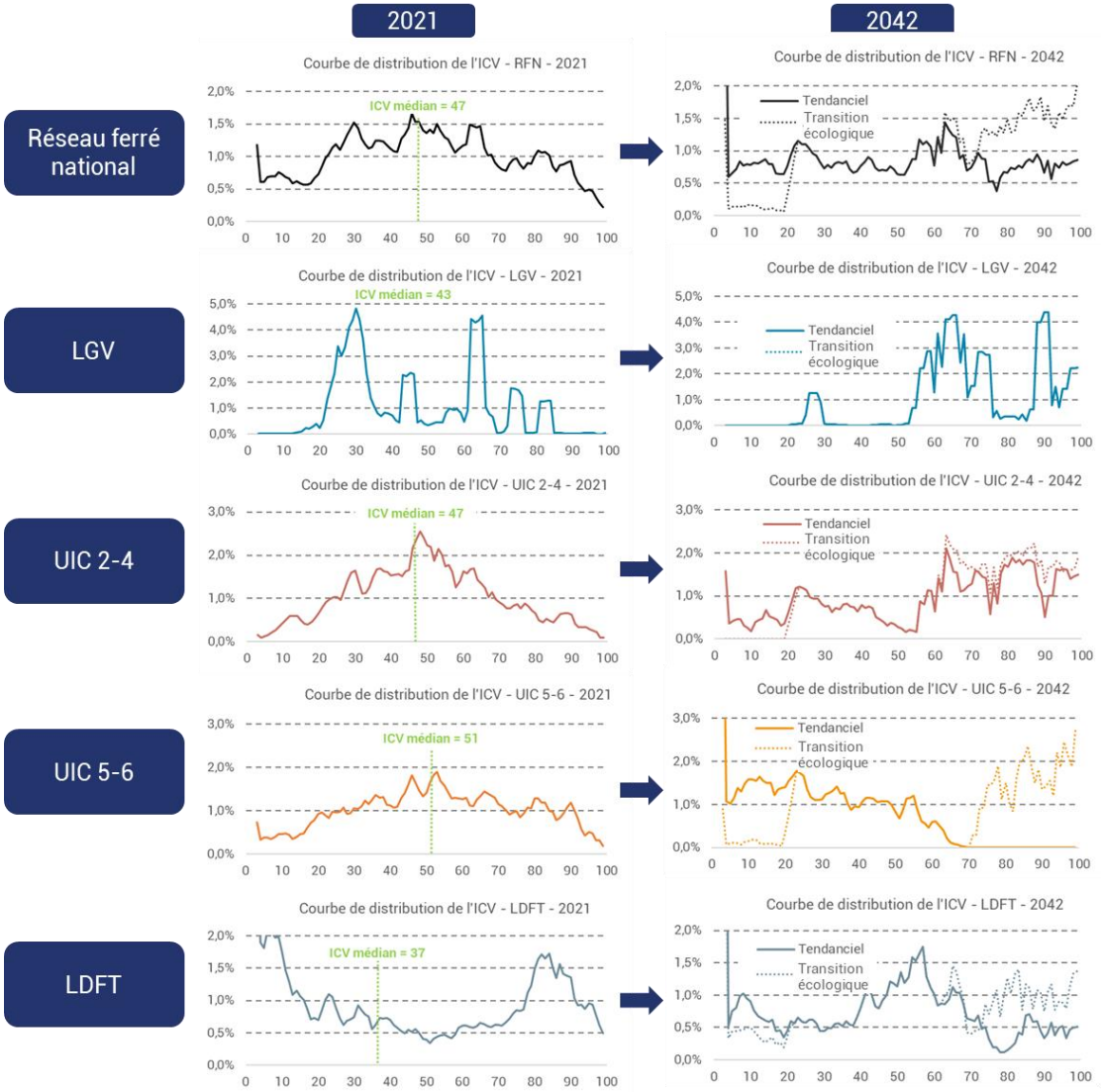
[126] Les lignes nouvelles du projet LNPCA (Le Muy – Cannes, Aubagne-Toulon et Cannes-Nice) ne sont pas mises en service avant 2050 dans tous les scénarios considérés.
[127] L'hypothèse retenue ici est que la branche Bordeaux-Toulouse de GPSO génère 80 % des gains de trafics induits par GPSO.



Finalement la combinaison des projections de long terme, des pertes liées à la régénération insuffisante du réseau existant et des gains permis par les projets de développement permet d'aboutir à des projections de trafics dans les deux scénarios modélisés :



ANNEXE 4 – DISTRIBUTION DE L'ÉTAT DE LA VOIE DANS LES DIFFÉRENTS SCÉNARIOS SELON LES CATÉGORIES DE LIGNES



Le **scénario tendanciel** conduit à un « écrasement » de la distribution de l'ICV et à une augmentation du linéaire en fin de vie (ICV < 20). Celui-ci correspond en effet à près d'un tiers du réseau en 2042, contre 16 % en 2021.

À l'inverse, le **scénario transition écologique** permet de limiter la part du réseau en fin de vie à moins de 9 % en 2042, essentiellement des LDFT.

La distribution de l'ICV des LGV est caractéristique d'un réseau constitué d'un nombre limité de ligne dont les mises en service ponctuelles génèrent des pics dans la distribution.

Quel que soit le scénario, les LGV sont servies en premier et font l'objet de renouvellement dès que le besoin se matérialise.

Dans le **scénario transition écologique**, tous les besoins du réseau le plus circulé (lignes de catégories 2 à 4) sont satisfaits ce qui permet d 'éliminer le linéaire en fin de vie.

En revanche, le **scénario tendanciel**, ne permet pas de renouvellement la totalité des lignes 2 à 4. La part des lignes en fin de vie atteint près de 15 % du réseau en 2042.

Le **scénario tendanciel** conduit à des renoncements majeurs pour les lignes de catégories 5 à 6. L'absence de tronçons avec un ICV supérieur à 70 en 2042 montre que le scénario tendanciel ne permet aucun renouvellement de ces lignes.

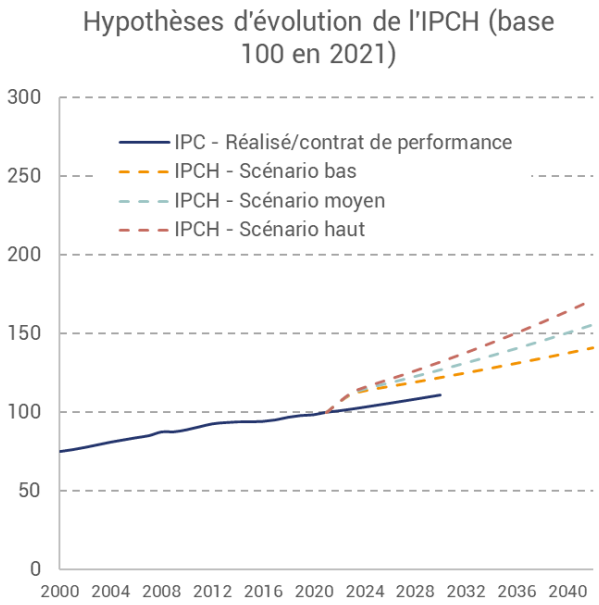
En revanche, le **scénario transition écologique**, permet de maîtriser le vieillissement des lignes de catégories 5 à 6 même si une part non négligeable (6,5 %) est en fin de vie en 2042.

La distribution de l'ICV des LDFT en 2021 traduit la polarisation de ces lignes entre celles en très mauvais état et celles qui ont fait l'objet d'un renouvellement ces dernières années sous l'impulsion des régions.

Aucun scénario ne permet de préserver la totalité des LDFT qui doivent faire l'objet de choix.

ANNEXE 5 - HYPOTHÈSES DE MODÉLISATION – INDEXATIONS (COÛTS ET REDEVANCES) – COMPARAISON DES PRINCIPAUX RÉSULTATS DU MODÈLE

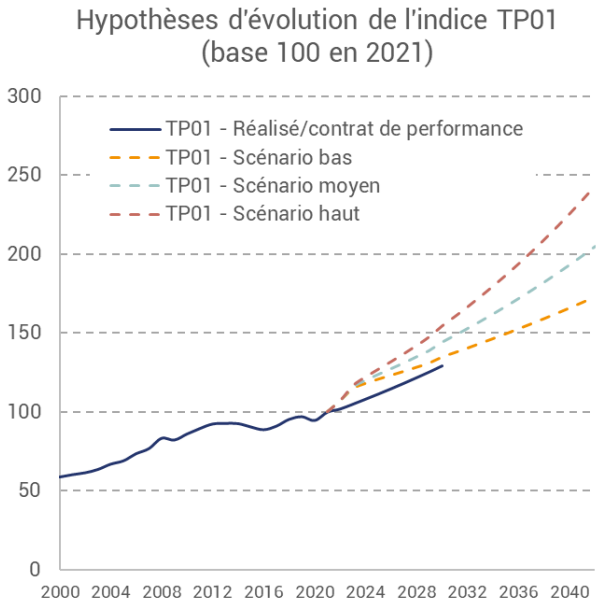
IPCH



L'indice des prix retenu pour mesurer l'inflation est l'indice des prix à la consommation harmonisé (IPCH). C'est cet indice qui est utilisé à la fois dans le cadre de l'élaboration des tarifs des prestations minimales et du projet *Ulysse 2040* de SNCF Réseau.

Trois scénarios ont été élaborés, un scénario bas, un scénario moyen et un scénario haut. Pour 2022, l'inflation retenue correspond à l'évolution de l'IPCH constatée et calculée par l'INSEE en janvier 2023. À partir de 2023, le scénario moyen repose sur la moyenne de l'IPCH de quatre sources distinctes (Banque de France[128], OCDE[129], FMI[130] et Conseil d'orientation des retraites[131] - COR) et le scénario bas et haut varient respectivement de -0,5 point et +0,5 point autour de ce scénario.

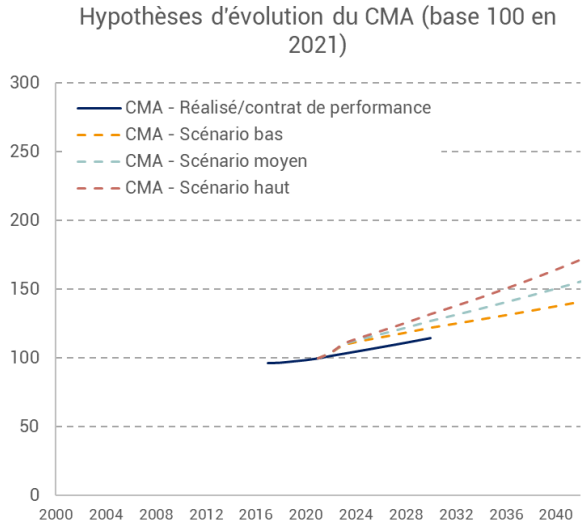
TP01



L'indice TP01 est l'indice d'évolution des prix relatif aux travaux publics. Son évolution future est calculée au moyen d'un modèle de régression linéaire de cet indice sur l'IPC et le prix Brent[132]. Partant des hypothèses sur l'IPCH, les chroniques d'évolution de l'indice TP01 retenues sont présentée sur le graphique ci-contre.

[128] *Projections macroéconomiques – Mars 2023*.
[129] *Perspectives économiques – Rapport intermédiaire : une reprise fragile*, mars 2023
[130] *World Economic Outlook*, octobre 2022.
[131] *Rapport annuel – Évolution et perspective des retraites en France*, septembre 2022.
[132] Modèle développé au sein de l'ART.

Coût moyen agent (CMA)



Pour 2022, l'évolution du CMA est égale à celle communiquée par SNCF Réseau dans le cadre de l'instruction de son projet de budget pour 2023, soit +4% pour aboutir à la re-prévision 2022.

À partir de 2023 et en l'absence de données représentatives sur le coût moyen agent de SNCF Réseau[133], son évolution par rapport à l'évolution de l'IPCH repose sur la méthodologie du contrat de performance jusqu'en 2030. Pour chaque année de 2023 à 2030, la différence entre l'évolution du CMA et l'évolution de l'IPC du contrat de performance est calculée. Le résultat obtenu est ensuite utilisé pour majorer l'IPCH et obtenir l'évolution annuelle du CMA pour chacun des trois scénarios.

À partir de 2031, l'hypothèse d'évolution se fonde sur une élasticité unitaire du CMA à l'IPCH qui traduit l'hypothèse d'évolution de long-terme des salaires couramment employée dans les modèles d'analyse macroéconomique.

Formules d'indexation des différents coûts

Les différentes trajectoires de coûts détaillées en annexe 1 sont exprimées en euros constants ($€_{2021}$). Afin d'obtenir des euros courants, les différents coûts sont indexés selon les formules suivantes :

Coûts	Indexation
Coûts d'entretien	50 % TP01 + 50 % IPCH
Coûts d'exploitation	80 % CMA + 20 % IPCH
Coûts de gestion et autres coûts	50 % IPCH + 50 % CMA
Investissement de régénération	80 % TP01 + 20 % IPCH
Investissements de développement	80 % TP01 + 20 % IPCH
Autres investissements	80 % TP01 + 20 % IPCH

Tableau 15 Formules d'indexation des différents coûts modélisés

[133] Les données concernant le CMA agent de SNCF Réseau sont disponibles dans les rapports financiers à partir de 2015. Les modifications de périmètre conduisent à ne retenir les données qu'à compter de 2017, de sorte que la série est trop courte pour être représentative.

Évolution des redevances acquittées par les entreprises ferroviaires

Le mécanisme d'évolution tarifaire des prestations minimales repose sur trois composantes :

i) Une composante inflation prévisionnelle reflétée par l'indice des prix à la consommation harmonisé (IPCH). Le taux retenu dépend donc du scénario retenu pour cet indice (voir ci-dessus).

ii) Une surcote, permettant le rattrapage de l'écart d'inflation, à la hausse comme à la baisse, entre l'inflation prévisionnelle et l'inflation constatée *a posteriori*. Cette composante de l'indexation est par construction supposée nulle dans la modélisation.

iii) Un terme fixe visant à accélérer la couverture du coût complet du réseau.

Les hypothèses retenues pour l'évolution des péages sont les suivantes :

- Pour les années 2022 et 2023, les taux d'évolution retenus sont ceux figurant dans les DRR 2022 et 2023 ;
- Pour les années 2024 à 2026, ce sont les taux figurant dans le DRR 2024 pour le cycle tarifaire 2024-2026 qui sont utilisés ;
- Pour les années 2027 à 2030, les évolutions de taux utilisées à titre d'hypothèses sont celles du contrat de performance ;
- Au-delà, les péages sont supposés évoluer au rythme de l'indice IPCH.

Le tableau ci-dessous synthétise les hypothèses d'évolution des redevances retenues dans la modélisation :

Montants en €$_{2021}$	2022	2023	2024	2025	2026	2027-2030	2031-2040	2041-2050
TER et TET	**+ 2,2%**	**+ 2,4%**	IPCH **+ 5,3%**	IPCH **+ 4,3%**	IPCH **+ 3,1%**	IPCH **+ 2,4%**	IPCH **+ 0%**	IPCH **+ 0%**
Transilien	**+ 2,2%**	**+ 2,4%**	IPCH **+ 5,3%**	IPCH **+ 4,3%**	IPCH **+ 3,1%**	IPCH **+ 2,4%**	IPCH **+ 0%**	IPCH **+ 0%**
Services librement organisés	**+ 1,2%**	**+ 1,2%**	IPCH **+ 4,9%**	IPCH **+ 0,8%**	IPCH **+ 0%**	IPCH **+ 0%**	IPCH **+ 0%**	IPCH **+ 0%**
Fret	**+ 1,2%**	**+ 1,2%**	IPCH	IPCH	IPCH	IPCH	IPCH	IPCH

Tableau 16 – Évolution annuelle des redevances d'infrastructure

Évolution de la redevance d'accès (RA)

En ce qui concerne les montants de la redevance d'accès versée par l'État au titre des activités de transport régional de voyageurs TER ou par Île-de-France Mobilités au titre des activités Transilien, les taux d'évolution retenus pour la période 2022-2030 sont ceux figurant dans le contrat de performance.

Au-delà de 2031, l'indexation de la RA est supposée égale au taux d'inflation.

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031-2042
RA TER et TET	+3,2%	+3,4%	IPCH +5,3%	IPCH +4,3%	IPCH +3,1%	IPCH +2,4%	IPCH +2,4%	IPCH +2,4%	IPCH +2,4%	IPCH
RA Transilien	+2,2%	+2,4%	IPCH +5,3%	IPCH +4,3%	IPCH +3,1%	IPCH +2,4%	IPCH +2,4%	IPCH +2,4%	IPCH +2,4%	IPCH

Tableau 17 – Évolution annuelle de la redevance d'accès

Comparaison des principaux résultats du modèle

Le besoin de financement total est calculé comme la différence entre (i) la somme des coûts d'investissement et d'exploitation et (ii) la somme des redevances et des autres revenus.

Les tableaux ci-dessous récapitulent les besoins de financement annuels (en euros courants) :

Montants en M€ courants	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031-2042**	**TOTAL**
Investissements	4 917	5 500	5 633	5 908	5 861	6 239	7 047	7 179	9 891	12 568	208 994
Dont renouvellement et modernisation	*2 996*	*3 163*	*3 219*	*3 177*	*3 114*	*3 170*	*3 173*	*3 175*	*3 086*	*3 892*	*74 972*
Dont développement	*1 225*	*1 607*	*1 686*	*1 967*	*2 020*	*2 302*	*3 085*	*3 148*	*5 905*	*7 655*	*114 804*
Dont autres investissements	*697*	*730*	*729*	*764*	*727*	*766*	*789*	*856*	*900*	*1 022*	*19 217*
Exploitation	5 445	5 704	5 703	5 533	5 456	5 444	5 443	5 475	5 589	6 815	131 574
Coûts totaux	**10 362**	**11 203**	**11 336**	**11 441**	**11 317**	**11 683**	**12 490**	**12 654**	**15 480**	**19 383**	**340 568**
Recettes	7 108	7 266	7 836	7 953	8 152	8 409	8 615	8 834	9 132	10 325	197 201
Besoin de financement	**3 254**	**3 937**	**3 501**	**3 488**	**3 166**	**3 274**	**3 875**	**3 820**	**6 347**	**9 059**	**143 367**
Marge opérationnelle (Recettes - Exploitation)	*1 663*	*1 563*	*2 132*	*2 420*	*2 696*	*2 965*	*3 172*	*3 359*	*3 543*	*3 510*	*65 626*

Tableau 18 Tableau récapitulatif dans le scénario tendanciel (en € courants)

Montants en M€ courants	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031-2042	TOTAL
Investissements	5 103	7 110	7 815	8 847	10 793	11 522	13 508	14 968	17 032	17 843	310 810
Dont renouvellement et modernisation	*3 049*	*3 584*	*4 143*	*4 765*	*5 599*	*5 823*	*6 263*	*6 578*	*6 958*	*8 563*	*149 522*
Dont développement	*1 357*	*2 796*	*2 943*	*3 318*	*4 467*	*4 933*	*6 456*	*7 534*	*9 174*	*8 258*	*142 071*
Dont autres investissements	*697*	*730*	*729*	*764*	*727*	*766*	*789*	*856*	*900*	*1 022*	*19 217*
Exploitation	5 445	5 710	5 714	5 442	5 348	5 323	5 307	5 322	5 407	6 368	125 435
Coûts totaux	**10 547**	**12 820**	**13 529**	**14 290**	**16 141**	**16 845**	**18 815**	**20 290**	**22 439**	**24 211**	**436 244**
Recettes	7 108	7 301	7 949	8 116	8 412	8 781	9 079	9 398	9 749	11 862	218 234
Besoin de financement	**3 439**	**5 519**	**5 579**	**6 173**	**7 729**	**8 064**	**9 736**	**10 893**	**12 690**	**12 349**	**218 011**
Marge opérationnelle (Recettes - Exploitation)	1 663	1 590	2 235	2 674	3 064	3 458	3 772	4 076	4 341	5 494	92 799

Tableau 19 Tableau récapitulatif dans le scénario transition écologique (en € courants)

Directeur de la publication : Philippe Richert

Pilotage et coordination : Jordan Cartier

Auteurs et contributeurs : Cyprien d'Harcourt, Adrien Dubié, Olivier Chalmeau, Yann Cherrière, Arnaud Cuisson, François Fourmeaux, Sandy Fréret, Victoire Guiraud, Olivier Salesse, Yassin Zarrouk

Impression : Imprimerie de la Direction de l'information légale et administrative en 200 exemplaires

Dépôt légal : juillet 2023 - ISSN : en cours

L'étude « Scénarios de long terme pour le réseau ferroviaire français (2022-2042) »
est consultable en ligne sur le site internet : https://www.autorite-transports.fr

11, place des Cinq Martyrs du Lycée Buffon
CS 30054 - 75675 Paris Cedex 14
Tél. +33 (0)1 58 01 01 10

@ART_transports

Retrouvez toute l'actualité,
les avis et décisions, les textes de référence
et les publications de l'Autorité
sur le site internet

autorite-transports.fr

Conception / Réalisation : LATITUDE Nantes - www.agence-latitude.fr - 0341/23 - Crédit photos : Adobestock®