

# EDEC Filière Ferroviaire

## Etude prospective maintenance industrielle ferroviaire du matériel roulant

Rapport final

C4 - **Confidentiel** : diffusion/accès limité aux personnes identifiées



JUIN 2026



# Rapport final -

---

## 1. Introduction

- Présentation de l'EDEC de l'industrie ferroviaire
- Périmètre de l'étude et présentation des activités de maintenance

## 2. État des lieux des facteurs d'évolution de l'activité de maintenance

- Evolutions attendues de la maintenance ferroviaire
- Impacts métiers et compétences

## 3. Besoins en emplois à 2035

- Note méthodologique
- Evolution de l'activité
- Prévisions d'emploi

## 4. Enjeux formation et recommandations

- Adéquation de l'offre de formation
  - Synthèse de l'étude et recommandations
-

## Glossaire des termes utilisés

---

**ECE / ECM :** Entité en Charge de l'Entretien / Entité en Charge de la Maintenance

**EF :** Entreprise Ferroviaire

**GED :** Gestion Electronique des Documents

**GMAO :** Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur

**IA :** Intelligence Artificielle

**PCS :** Profession et Catégories Socioprofessionnelles

**SLO :** Service Librement Organisé

# ■ 1. Introduction



## ■ 1.1 L'EDEC de l'industrie ferroviaire

# Une forte volonté de la filière industrielle ferroviaire

La signature de l'accord-cadre de l'EDEC de l'industrie ferroviaire est le fruit d'une **forte volonté de la filière de préserver et de développer les emplois et les compétences de ses entreprises**, prérequis de l'approvisionnement ferroviaire de la France.

Signé en novembre 2023 par **l'Etat** (DGEFP), **l'UIMM** (représentant patronal de la branche de la métallurgie), la Fédération des industries Ferroviaires (FIF) et les **trois organisations syndicales représentatives des salariés** (FO, CFE-CGC et CFDT) ses objectifs sont multiples : maintenir une **présence industrielle dans les territoires**, **accompagner la transition écologique** et **contribuer à la transmission et au renforcement des compétences spécifiques** à l'industrie ferroviaire française.

Cette dernière bénéficie d'un contexte porteur : considérée comme **l'une des 19 filières stratégiques françaises**, l'industrie ferroviaire apparaît centrale à la décarbonation des transports – condition *sine qua non* de l'atteinte des objectifs nationaux en matière de neutralité carbone à l'horizon 2050.

**Ces éléments font partie intégrante du contrat stratégique de la filière ferroviaire**, actualisé en 2024. Dans un contexte de concurrence internationale exacerbée, il s'agit de concrétiser les perspectives de maintien et de création d'emplois au cœur des territoires, non délocalisables et de tous niveaux de qualification protégés par les promesses de réindustrialisation.

## Chiffres clés (ensemble de la filière)

Source : Accord-cadre EDEC (2023)



**2 000**  
**entreprises**



**4,5 milliards**  
**d'euros de CA**  
(dont 35% provenant  
des exportations)



Un besoin annuel de **790**  
**nouveaux postes**  
**d'ingénieurs**  
(seulement 250 diplômés  
chaque année)



# Contexte et objectifs de l'étude



La présente étude a cherché à **identifier les tendances actuelles et futures à l'œuvre dans la maintenance du matériel roulant ferroviaire** pour en **évaluer les impacts à 10 ans sur l'activité et sa répartition entre branches, sur l'emploi et les besoins en compétences et sur la stratégie à adopter en matière de formation pour répondre aux enjeux du secteur.**

L'objectif de cette étude prospective fait partie de l'axe « Portraits des métiers et besoins des entreprises » de l'engagement de développement de l'emploi et des compétences (EDEC) du ferroviaire signé en novembre 2023 par l'État (DGEFP), la Fédération des Industries Ferroviaires (FIF) et la Branche de la Métallurgie. **Les conclusions de l'étude devront permettre d'éclairer la décision des parties prenantes de l'EDEC dans le cadre des stratégies emploi / formation.**

## Une approche en 4 étapes :



## Sources d'informations mobilisées :



Veille documentaire



10 entretiens parties prenantes (industriels, institutionnels...)



Analyses statistiques

*Des points de coordination réguliers avec le comité technique de l'EDEC se sont tenus aux différentes étapes de l'étude et ont permis un suivi des travaux par l'ensemble des parties prenantes impliquées.*



## ■ 1.2 Périmètre de l'étude et présentation des activités de maintenance



# L'étude se concentre sur les métiers de la maintenance industrielle ferroviaire du matériel roulant

## Chaîne de valeur de l'industrie ferroviaire

- Constructeurs ferroviaires
- Constructeur d'équipements de maintenance ferroviaire
- Bureaux d'études spécialisés
- Cabinets de design industriel
- Organismes de certification

- Constructeurs ferroviaires
- Sous-traitants d'intégration

- Entreprises ferroviaires
- Transports publics urbains (TPU)

INDUSTRIE



- Equipementiers de rang 1
  - Fournisseurs de systèmes de traction et de freinage
  - Fabricants de bogies et essieux
  - Equipementiers électriques et électroniques
  - Services de sécurité, protection acoustique, etc.
- Sous-traitants de rangs 2 et 3 (travail des métaux, plasturgie, matériaux, mécatronique, électronique, essais et tests)

- Constructeurs ferroviaires
- Opérateurs ferroviaires
- Autorités de sécurité

- **Reconditionneurs**
- Entreprises de démantèlement
- Recyclage des métaux
- Valorisation des composants

- **ECE : constructeurs ferroviaires**
- **Prestataires de maintenance convention collective Métallurgie : trains de voyageurs + fret + engins de travaux / prestataires hors convention collective (dont maintenance TPU)**
- **Concepteurs de solutions de maintenance logicielles / ingénierie de maintenance**

Légende

Inclus dans le périmètre

Exclus du périmètre



La présente étude couvre exclusivement **la maintenance industrielle du matériel roulant** et n'inclut donc pas les activités de maintenance de l'infrastructure et de la signalisation.



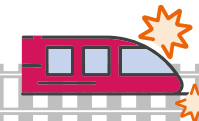
# La maintenance ferroviaire : définitions et éléments clés de compréhension

Sans que ces concepts ne soient spécifiques au secteur ferroviaire, il existe plusieurs « types » de maintenance qui se distinguent selon leur chronologie :

Avant panne



Après panne



**Maintenance préventive** : intervention sur l'équipement avant sa défaillance

**Maintenance prédictive** : surveillance en temps réel de l'état du matériel, intervention lorsque cela est nécessaire uniquement

**Maintenance corrective** : rétablissement des conditions de bon fonctionnement de l'équipement (diagnostic, réparations)

**Maintenance conditionnelle** : surveillance du matériel, intervention au besoin

**Maintenance programmée / systématique** : intervention sur l'équipement avant sa défaillance selon un calendrier défini

La maintenance peut être gérée par l'opérateur (l'entreprise ferroviaire, EF) ou par une entité tierce (entité en charge de l'entretien, ECE ou ECM). Les opérations de maintenance sont gérées selon le tryptique suivant (c.f. pages suivantes) :





# La maintenance industrielle ferroviaire, une activité encadrée par la réglementation européenne

Le marché européen de la maintenance ferroviaire obéit à une réglementation stricte, encadrant précisément les rôles et responsabilités des acteurs :

Acteur	Rôle	# en France
<b>Entreprise ferroviaire (EF)</b>	<b>Exploite</b> le matériel roulant (ex: SNCF Voyageurs, DB Cargo, Thalys...)	36 <i>(fret + voyageurs)</i>
<b>Détenteur du matériel</b>	<b>Enregistre</b> le matériel roulant dans les registres européens d'homologation et lui attribue une ECE (dès la mise en service)	n.a.
<b>Entité en charge de l'entretien (ECE, ECM en anglais)</b>	<b>Supervise la maintenance</b> du matériel (ex. Masteris, Knorr Bremse, RAILFER, Alstom...) avec possibilité de délégation de certaines prestations	62

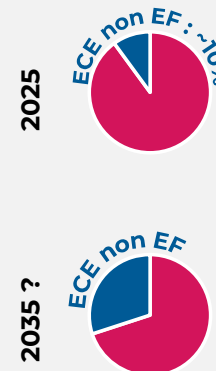
La réglementation européenne dispose qu'il existe quatre types de missions pour les ECE :

<b>Encadrement</b>	<b>Développement</b>
<b>Gestion</b>	<b>Exécution</b>

**La réglementation impose par ailleurs aux ECE de disposer d'une approche structurée de la gestion des compétences nécessaires pour assurer la maintenance du matériel roulant en sécurité et conformément aux exigences réglementaires et aux référentiels techniques.**

Une répartition des rôles / des marchés en évolution, au profit des ECE « non EF » ?

Parts de marché (illus.)



**Le marché de la maintenance représente l'équivalent de ~30% du marché du matériel ferroviaire neuf et pourrait ainsi constituer un facteur clé de croissance pour les constructeurs.**

La part de marché des ECE non EF est estimée à environ 10%, toutes activités de maintenance confondues. Dans le monde, elle est comprise entre 35 et 60% du marché total (estimations 2016).

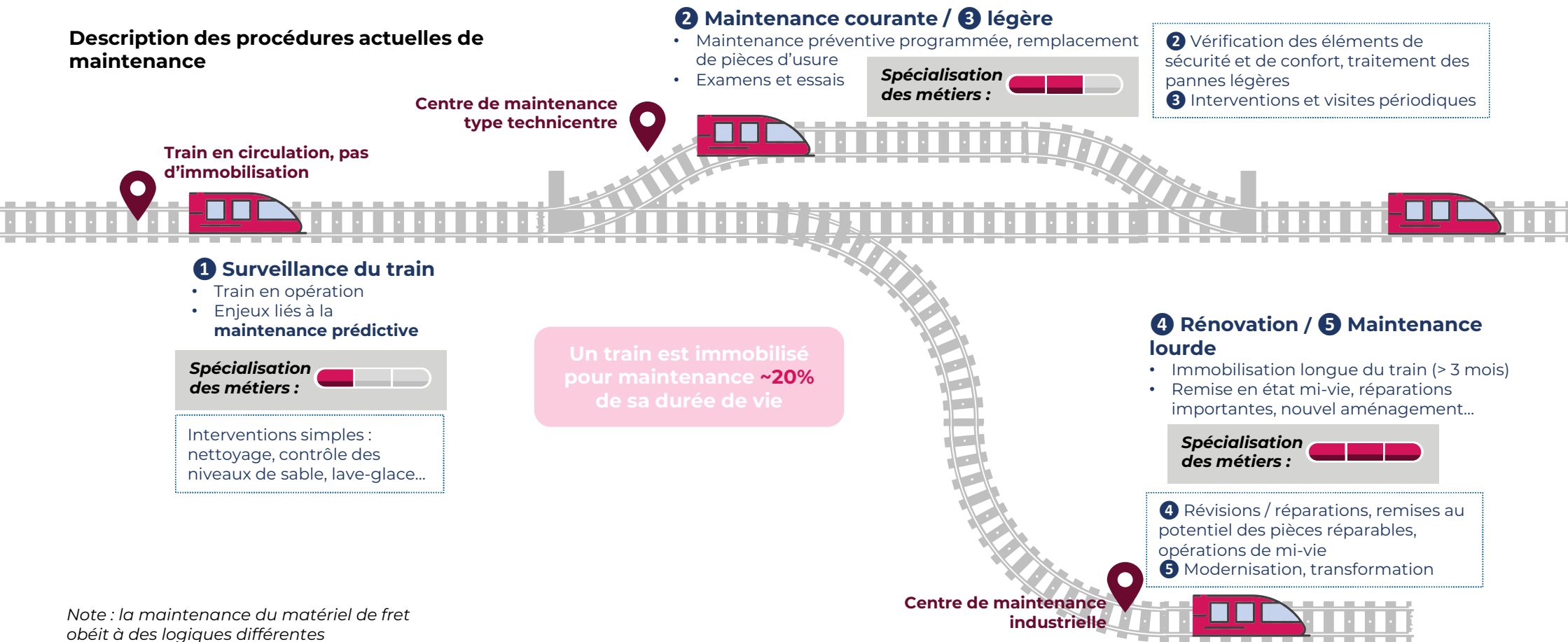
Dans ce contexte et au vu de la structure du marché, diverses **questions relatives au partage de la valeur entre les acteurs** se posent avec acuité. Ces points sont investigués par l'étude en partie 3.

Source : ART, EPSF, McKinsey, analyses BDO



# Les opérations de maintenance ferroviaire du matériel roulant peuvent être classées en 5 niveaux

## Description des procédures actuelles de maintenance



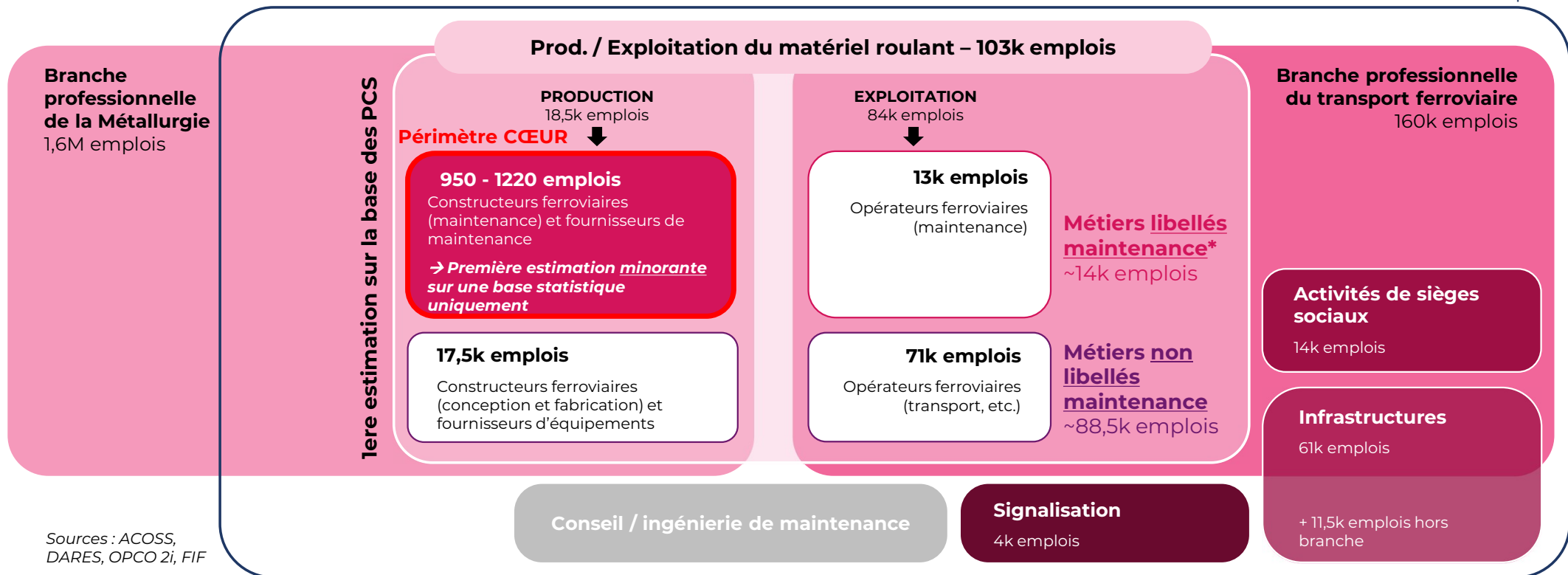
Note : la maintenance du matériel de fret obéit à des logiques différentes



# Les emplois dans la maintenance industrielle ferroviaire sont au croisement de plusieurs activités

Estimation de l'emploi dans la maintenance ferroviaire, sur la base des effectifs par code NAF et PCS

Filière ferroviaire estimée – ~240k emplois



Sources : ACOSS, DARES, OPCO 2i, FIF

\*Hypothèses : les métiers de la maintenance ont été identifiés grâce aux libellés « maintenance » des PCS. Une quote-part des PCS libellés « maintenance » par Convention Collective X Code NAF a été estimée et appliquée aux effectifs des entreprises de l'annuaire OPCO 2i pour consolider la volumétrie de l'emploi.



# 7 métiers de la maintenance représentant près de 1 800 emplois ont été pris en compte dans l'étude

**L'étude se concentre sur 7 métiers** (issus de la cartographie des métiers conduite dans le cadre de l'Action 1 de l'Axe 1 de l'EDEC de l'industrie Ferroviaire) « cœur » de la maintenance. Les métiers opérationnels (opérateur.trice, technicien.nes, responsables) représentent environ les 2/3 des effectifs de maintenance.

Les effectifs métiers ont été estimés en croisant les enseignements des entretiens et l'analyse des données au niveau PCS disponibles via sources publiques (appariement de PCS contenant « maintenance » dans l'intitulé aux métiers de la cartographie ; les volumes ont été revus à partir de données d'activité – c.f. partie 3 du présent rapport - et sont donc supérieurs à l'analyse minorante présentée slide précédente). Il est par ailleurs à noter que la grande diversité des fiches de poste et des dénominations des métiers dans les entreprises induit nécessairement une difficulté à estimer précisément les effectifs au niveau « métier ».

## Effectifs estimés par métier sur le périmètre CŒUR

Métallurgie	~450	~300	~250	100	~150	n.a.	~500	~1 750 vs. 1 200*
	Opérateur / Opératrice d'installation ou maintenance industrielle	Technicien / Technicienne de maintenance freiniste	Technicien / Technicienne de maintenance	Responsable maintenance	Electrotechnicien / Electrotechnicienne	Conducteur / Conductrice de manœuvre	Ingénieur / Ingénieure maintenance	<b>TOTAL</b>
Autres conventions	~2 100	~2 100	~2 100	~6 500	~100	~350	~2 000	~15 000 vs. 17 000*

(\*) En analyse « PCS » uniquement (c.f. page précédente)

Note : au vu du périmètre de l'étude, nous avons retiré les métiers « Technicien/ne de signalisation électrique » et « Responsable de maintenance des infrastructures électriques ferroviaires ». Les enjeux relatifs à la signalisation embarquée seront traités via les métiers identifiés.

## ■ 2. Etat des lieux des facteurs d'évolution de l'activité de maintenance



## ■ 2.1 Evolutions attendues de la maintenance ferroviaire



# 8 tendances susceptibles d'impacter les activités de maintenance ont été identifiées

Sur la base des facteurs d'évolution identifiés par l'action 1 de l'axe 1 de l'EDEC, 8 facteurs d'évolution susceptibles d'impacter l'activité, les métiers et les compétences dans la maintenance ferroviaire ont été considérés par l'étude.

## Technologie / technique



Industrie 4.0



Mobilités autonomes et légères



Maintenance prédictive



Cybersécurité ferroviaire

## Transition écologique et énergétique



Nouvelles motorisations



Ecoconception / recyclage



Adaptation au changement climatique

## Environnement marché



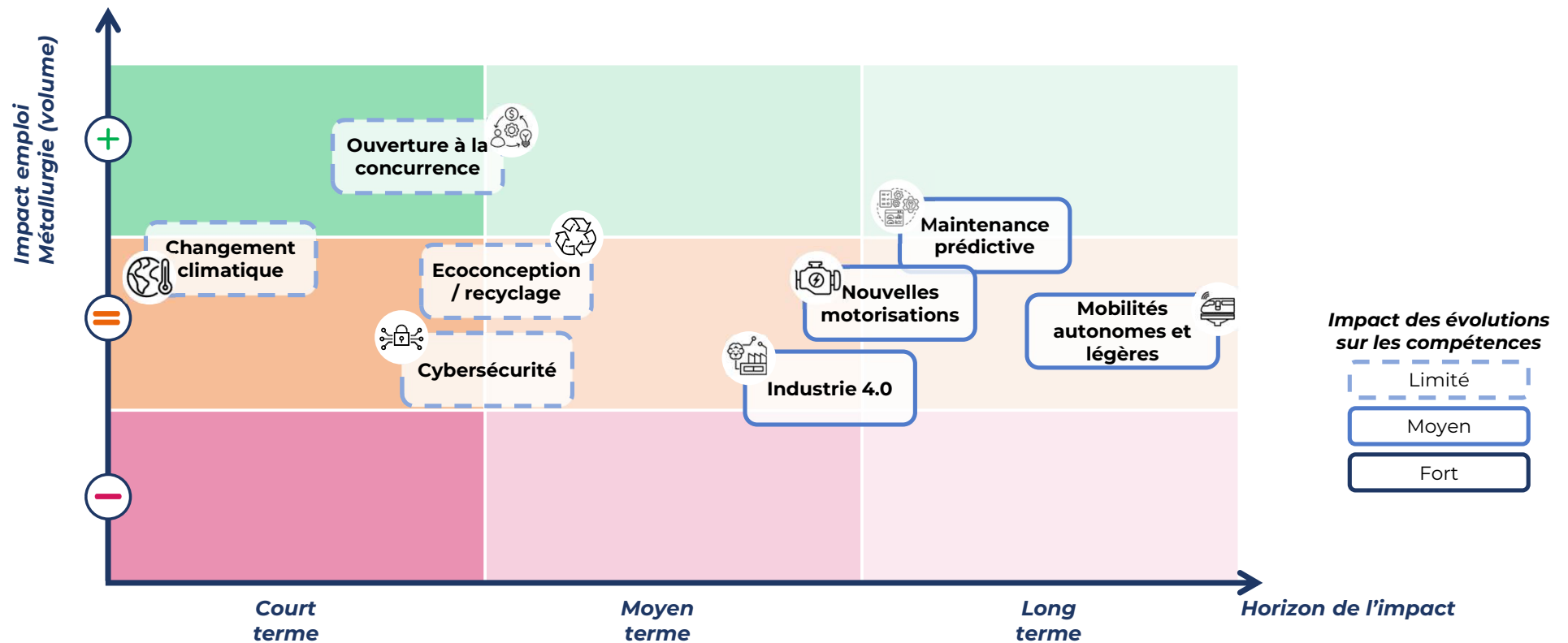
Ouverture à la concurrence / servicisation de la mobilité



# En synthèse – Les tendances à l’œuvre auraient des impacts métiers / compétences / emploi limités



Impacts pressentis des enjeux identifiés sur les compétences et la volumétrie de l’emploi de la maintenance ferroviaire industrielle





# Industrie 4.0



## Industrie 4.0



### Horizon temporel

#### Moyen terme



### Impacts métiers / compétences

#### Moyen



#### Verbatims d'entretiens



Conceptuellement la fabrication additive n'est pas une mauvaise idée. On n'a pas assez de choix dans les matériaux et on est contraints par la réglementation exigeante.



Nous souhaitons développer les tablettes mais aujourd'hui il n'y en a pas partout.



La digitalisation reste limitée dans notre activité, les flux sont difficiles à digitaliser.



## Enjeux et impacts pressentis sur les activités de maintenance

- **L'industrie 4.0** induit une transformation des sites de maintenance avec le déploiement de diverses technologies, dont par exemple :
  - **Jumeau numérique** : la technologie pourrait permettre des gains de productivité mais est très complexe à mettre en œuvre, les coûts associés sont élevés
  - **Fabrication additive (c.f. zoom page suivante)** : des EF et constructeurs davantage matures que les PME pour lesquelles la technologie semble peu pertinente / difficile à déployer
  - **GMAO et digitalisation des process** : la technologie permettrait des gains de productivité mais la diversité des clients, des outils / systèmes de gestion (ERP), des pièces traitées, les moyens limités sont autant **de freins à la numérisation des processus et une digitalisation standardisée**
  - **Contrôle non destructif** : difficulté à obtenir les certifications nécessaires en raison d'un process d'habilitation plus complexe que dans les autres pays européens
  - **Intelligence artificielle** : le déploiement de l'IA permettra de faciliter la recherche dans la documentation technique et permettra de réduire le champ des investigations en cas de panne. L'IA permettra d'optimiser les flux d'achats / commandes de pièces



## Impacts métiers et compétences associés

- Besoin de maîtrise des outils digitaux de maintenance et d'exploitation des données techniques par tous les métiers
- Le développement de la télémaintenance pourra modifier les conditions d'intervention en permettant la réalisation de diagnostics à distance
- L'industrie 4.0 modifiera l'outillage mais aura des impacts limités sur les gestes métiers



# Zoom sur la fabrication additive : une technologie pertinente pour la maintenance

La **fabrication additive** (« impression 3D ») est une **technologie particulièrement pertinente pour la maintenance ferroviaire**. Pour disposer en temps et en heure des pièces détachées nécessaires à la réparation des trains – le référentiel de la SNCF compte 150 000 pièces - l'activité de maintenance présente des enjeux logistiques / de stock conséquents. L'achat et le stockage des pièces peut représenter **une part très conséquente du chiffre d'affaires de certains mainteneurs** (l'achat des pièces peut représenter près de 70% du CA de l'entreprise). La fabrication additive peut permettre de faire face aux difficultés / incertitudes d'approvisionnement, à l'obsolescence de certaines pièces et ainsi optimiser les coûts et les temps d'immobilisation.

## La fabrication additive, pour qui, pour quoi ?

La technologie présente de nombreux avantages potentiels :

**10 à 20%**

Des pièces de rechange d'un train pourraient être fabriquées grâce à la fabrication additive.

**50 à 95%**

De réduction de délais de livraison des pièces



Réduction des coûts et des risques géopolitiques (droits de douane...)



Mode de production plus durable (moins de matières premières, de déchets, de logistique...)

Mais des difficultés restent à résoudre :



Contraintes techniques sur la taille des pièces



Peu de polymères certifiés feu fumée ferroviaire disponibles



Coûts de production élevés pour certaines pièces



Disponibilité des fichiers 3D source

## EF et constructeurs sont plus matures que les PME du secteur



En Europe, la **Deutsche Bahn** (Allemagne) est **particulièrement avancée** sur le sujet de la fabrication additive. L'entreprise l'utilise depuis **2015** et affirme avoir produit **200 000** pièces dans ses ateliers. Son catalogue compte aujourd'hui **1 000 pièces**, du portemanteau au carter de boîte de 540 kg en passant par des étiquettes en braille. L'entreprise utilise une **douzaine de procédés** différents d'impression et la technologie est enseignée dans ses centres d'apprentissage. La DB estime avoir économisé **20 Mio €** grâce à la technologie.



~10% des pièces du catalogue de l'opérateur peuvent être produites via la fabrication additive. L'entreprise a ainsi fabriqué, via impression 3D, un **pivot de traverse en acier** monté sur les bogies d'un TER. La SNCF considère que la fabrication additive permet de **réduire de plus de 50% les délais de fabrication**. L'opérateur a été, en 2022, par ailleurs à l'origine d'un **consortium** (Additive4rail) destiné à accélérer le déploiement de la technologie.



Alstom utilise la **fabrication additive depuis 2016** et a produit **plus de 150 000** pièces grâce à la technologie. A titre d'exemple, le constructeur a pu **réduire les délais de livraison de 96% et les coûts de 25%** pour la production de diverses pièces de rechange.



**La technologie semble, à date, peu ou pas utilisée chez les plus petits acteurs de la maintenance** (coût, accès aux fichiers 3D, intérêt limité...)



# Maintenance prédictive



## Maintenance prédictive



### Horizon temporel

Moyen / long terme



### Impacts métiers / compétences

Moyen



Verbatims d'entretiens



Sur le marché du fret, je ne vois pas de besoin ni de révolution liés à la maintenance prédictive.



Il est illusoire de penser que la maintenance prédictive est mature.



La donnée devient un enjeu stratégique important pour l'exploitant, il faudrait que l'industriel y ait accès.



## Enjeux et impacts pressentis sur les activités de maintenance

- La technologie semble encore **peu mature**, la vitesse de déploiement et les impacts sur les entreprises, métiers et compétences sera dépendante du positionnement de l'entreprise dans la chaîne de valeur. A terme, le déploiement de la maintenance prédictive pourrait impliquer un recul de la maintenance préventive systématique permettant une anticipation des pannes, une réduction des immobilisations et une amélioration de la productivité.
- Les métiers traditionnels de la maintenance seraient toutefois **peu impactés**. Les ECE (Entités en charge de l'entretien) fonction 4 « exécutantes » seraient également peu concernées dans la mesure où elles agissent peu / pas sur la planification des opérations.
- Le déploiement de la maintenance prédictive induit des **enjeux stratégiques** autour de la propriété / utilisation de la donnée d'usage des trains : conservation par les opérateurs vs. partage avec les industriels pour analyse du vieillissement des trains et alimenter le process de R&D.



## Impacts métiers et compétences associés

- Les métiers « terrain » seront peu concernés par le déploiement de la maintenance prédictive : les tâches opérationnelles n'évolueront pas. La maintenance prédictive pourrait toutefois, à terme, réduire les besoins en contrôles périodiques
- Développement des compétences liées aux outils digitaux de la maintenance et à l'exploitation des données aux niveaux plus qualifiés (technicien.nes et responsables de maintenance)
- Les donneurs d'ordre / constructeurs sont davantage concernés, des besoins liés aux métiers de la donnée (data scientist, data analyst...)



# Mobilités autonomes et légères

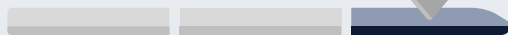


## Mobilités autonomes et légères



### Horizon temporel

Long terme



### Impacts métiers / compétences

Moyen



Verbatims d'entretiens



“ Le design d'un train ultra léger et frugal doit être pensé autour de sa maintenabilité. ”



“ Tout le monde est convaincu que le train autonome c'est l'avenir pour augmenter la capacité ferroviaire, pouvoir engager plus de trains sur les voies et favoriser le report modal. ”



## Enjeux et impacts pressentis sur les activités de maintenance

- La technologie semble encore **peu mature**, la vitesse de déploiement et les impacts sur les entreprises, métiers et compétences sera dépendante du positionnement de l'entreprise dans la chaîne de valeur. A terme, le déploiement de la maintenance prédictive pourrait impliquer un recul de la maintenance préventive systématique permettant une anticipation des pannes, une réduction des immobilisations et une amélioration de la productivité.
- Les métiers traditionnels de la maintenance seraient toutefois **peu impactés**. Les ECE (Entités en charge de l'entretien) fonction 4 « exécutantes » seraient également peu concernées dans la mesure où elles agissent peu / pas sur la planification des opérations.
- Le déploiement de la maintenance prédictive induit des **enjeux stratégiques** autour de la propriété / utilisation de la donnée d'usage des trains : conservation par les opérateurs vs. partage avec les industriels pour analyse du vieillissement des trains et alimenter le process de R&D.



## Impacts métiers et compétences associés

- Pour les mobilités légères frugales, moindres besoins de maintenance liés à une « simplification » de l'architecture des unités de transport. En cas de déploiement des mobilités légères, des besoins « locaux » en maintenance difficiles à estimer à ce stade
- Besoin de compétences en maintenance des systèmes automatisés, en « software » et en « hardware », notamment pour la maintenance des capteurs



# Zoom sur les nouvelles mobilités légères – Des trains légers mis en service d’ici à la fin de la décennie

Dans un **contexte budgétaire complexe** et face aux enjeux de **décarbonation** et de **desserte fine du territoire**, les **projets de « trains légers »** se développent. Ces projets sont particulièrement adaptés aux petites lignes, peu fréquentées, car ils doivent permettre une exploitation tout en évitant de coûteux travaux de remise en état du réseau. Si aucune solution n’est aujourd’hui en exploitation commerciale, de nombreux prototypes pourraient voir le jour dans les années à venir, **général de l’activité** (hausse potentielle des trains.kilomètres) et **des besoins de maintenance** pour ce nouveau matériel roulant.

## Exemples de projets avancés et régions / lignes pilote

**Telli** est un train à batteries d’une autonomie cible de 200 km destiné au transport de personnes. Interopérable, il peut interagir avec la signalisation ferroviaire et donc circuler sur l’ensemble du réseau TER à moindre coût.



TELLI

Tests  
**2027**

Mise en service  
**2032**

Voyageurs / unité  
**150**

**Ecotrain** est un train de voyageur et de marchandises léger **autonome** dont la conception met l’accent sur la frugalité et la réduction des coûts d’exploitation et de maintenance. Il est destiné à des lignes dédiées.

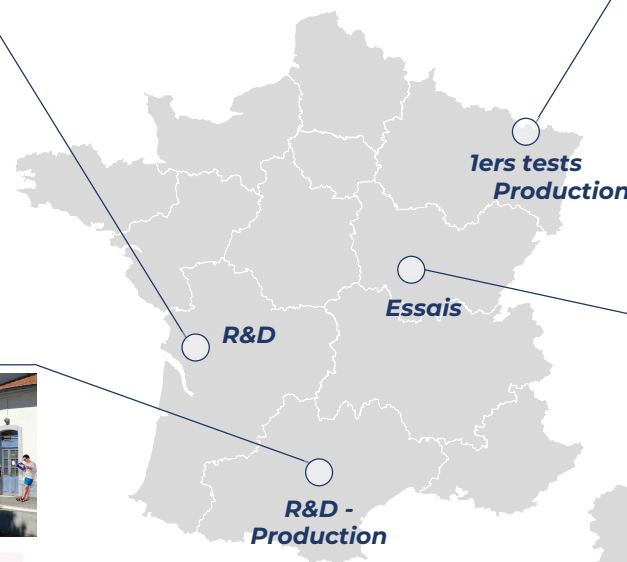


ECOTRAIN

Homologation  
**2026**

Mise en service  
**2029**

Voyageurs / unité  
**?**



DRAISY

**Draisy** est un train léger à batteries destiné au **transport de personnes et microfret**. Il est destiné aux petites lignes peu fréquentées et peu / pas électrifiées. Il doit permettre de réduire les coûts d’exploitation et de maintenance.

1ers essais  
**2026**

Mise en service  
**2028**

Voyageurs / unité  
**80**



FLEXY14

**FLEXY14** est un projet de navettes électriques rail-route destiné aux zones rurales (5 700 km de lignes). La navette est pensée pour rouler sur des tronçons de 30 km comptant au moins 5 gares. A terme, les navettes seront autonomes.

1ers essais  
**2027**

Mise en service  
**2028**

Voyageurs / unité  
**12**



# Zoom sur les nouvelles mobilités légères - quels enjeux emplois / compétences pour la maintenance ?

## Des flottes de trains potentiellement importantes

Les trains légers / très légers présentent un **potentiel intéressant à la fois en matière de service public** (exploitation des lignes de desserte fine du territoire à bas coût) et de **décarbonation du transport** (substitution des trains diesel) – sous réserve de financement et de faisabilité technique. Les projets publics reposent tous sur des consortiums regroupant industriels, centres de recherche et entreprise ferroviaire (sauf pour Ecotrain).

### TELLi



Partenaires industriels (Métallurgie)



Offre principalement de remplacement des locomotives diesel X73500 : **~300 unités**

### DRAISY



RAILENIUM



Nouveau marché : **500 à 600** unités pouvant être produites d'ici 10 à 12 ans (constructeur)

### ECOTRAIN



**1 000 km** de lignes à équiper en France d'ici à 2030



Une hypothèse raisonnable permet d'estimer à **~500 le nombre d'unités supplémentaires en circulation d'ici à 2035** (vs. ~2 100 automoteurs TER en circulation). Les modèles économiques de ces solutions reposent sur **des coûts d'exploitation et de maintenance faibles** et laissent donc imaginer des besoins en maintenance inférieurs à une flotte TER « classique ». On peut toutefois estimer que ces nouveaux trains généreront des besoins en emploi locaux d'ici à 10 ans. Ces trains sont par ailleurs conçus pour que l'exploitation et la maintenance puissent être réalisées par des entreprises locales.

## Des matériels spécifiques, aux enjeux de maintenance particuliers

La conception et l'exploitation des trains légers / très légers obéissent à des **contraintes opérationnelles** différentes de celles des trains « classiques ». Pour pouvoir rouler sur les lignes de dessertes fines du territoire dans leur état actuel et en garantissant un confort suffisant aux passagers, ces trains sont conçus avec une **liaison au sol particulière**. Ils fonctionnent par ailleurs sur batterie, **voire sont / seront** autonomes.

## Spécificités techniques des trains légers / très légers et enjeux compétences associés

### Enjeu / Technologie

### Enjeux métiers / compétences

<b>Trains à batteries</b>	Renforcement des compétences « <b>haute tension</b> » et « <b>courant continu</b> » ; rôle accru des électrotechnicien.nes ; habilitations pour intervenir sur des véhicules à batteries
<b>Utilisation de composites pour alléger la structure</b>	Connaissance des <b>matériaux composites</b> et de leur comportement ; Inspection, réparation et entretien de composites
<b>Liaison au sol innovante</b>	<i>Selon innovations techniques</i> – Entretien des suspensions (clés pour maintenir le confort passager sur des voies dégradées) : renforcement des compétences en hydraulique
<b>Utilisation de LiDAR (véhicules autonomes)</b>	Maintenance et entretien des capteurs LiDAR (nettoyage, calibration, manipulation...)



# Cybersécurité ferroviaire



## Cybersécurité ferroviaire



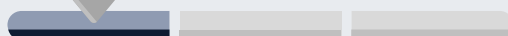
### Horizon temporel

Court / Moyen terme



### Impacts métiers / compétences

Limité



Verbatims d'entretiens



“ La cybersécurité va arriver. Les équipementiers essaient de le digérer, cela devrait prendre quelques années avant que cela arrive dans nos ateliers de maintenance et impactent les compétences de nos agents. ”



“ La cyber est un sujet qui doit être fédérateur. ”



“ On voit venir le cyber mais ça ne nous est pas encore arrivé. ”



## Enjeux et impacts presentis sur les activités de maintenance

- Les enjeux de cybersécurité concernent surtout la prise en compte du risque cyber dans la mise à jour des logiciels et les procédures ainsi que la sécurisation des accès.
- Au-delà du besoin de prendre en compte la culture cyber, les gestes métiers évolueront à la marge. Les nouveaux besoins liés au renforcement de la problématique cybersécurité seront gérés par des profils spécialisés, hors du périmètre de cette étude.
- Avec le **Cybersecurity Act de l'UE**, Les constructeurs deviennent responsables de la cybersécurité des matériels



## Impacts métiers et compétences associés

- Pas de transformation des métiers et compétences au-delà de la nécessité de déployer une culture cyber à tous les niveaux, clé dans un contexte de menaces croissantes et de forte exposition de la chaîne de valeur



# Ecoconception / recyclage



## Ecoconception / recyclage



### Horizon temporel

Court / Moyen terme



### Impacts métiers / compétences

Limité



Verbatims d'entretiens



“ On va avoir des compétences à améliorer sur la partie remanufacturing, démontage, remontage... ”



## Enjeux et impacts pressentis sur les activités de maintenance

- Les activités du reconditionnement vont nécessiter davantage de connaissances sur **les matériaux pouvant être réutilisés** sans évolution majeure des métiers et compétences. La réutilisation / le reconditionnement de pièces sont parfois complexes en raison de problématiques logistiques
- **Peu de perspective d'évolution des matériaux** : utilisation limitée des composites pour les pièces de structure



## Impacts métiers et compétences associés

- Pas d'évolution attendue des métiers / compétences : les gestes métiers évoluent peu au regard de l'utilisation de pièces recyclées, éco-conçues. Les méthodes de montage / démontage évolueront à la marge (conservation des pièces plutôt que destruction à des fins de réutilisation)



# Nouvelles motorisations



## Nouvelles motorisations



### Horizon temporel

Moyen / long terme



### Impacts métiers / compétences

Modéré



Verbatims d'entretiens



“ Avec les contraintes environnementales de sortir du diesel en 2035, on voit que c'est la batterie qui va prendre le relai. Il faut des compétences de travail sous tension. ”



“ Les batteries vont arriver mais on n'a jamais de virage à 180° dans le ferroviaire, c'est toujours de l'évolution. ”



## Enjeux et impacts pressentis sur les activités de maintenance

- Les trains s'électrifient et évoluent (développement des trains à batterie par exemple). Le déploiement des motorisations dépendra principalement des politiques régionales.
- Le train à batterie devrait se développer et impacter à la marge les compétences métier mais **le technicien de maintenance aura principalement un rôle de plug and play sur la batterie et n'interviendrait pas directement sur les accumulateurs**. Les exigences en matière de sécurité seront toutefois renforcées pour intervenir sur des trains utilisant des tensions élevées.
- L'utilisation de biocarburants à la place du diesel n'est pas susceptible d'avoir un impact sur les compétences.



## Impacts métiers et compétences associés

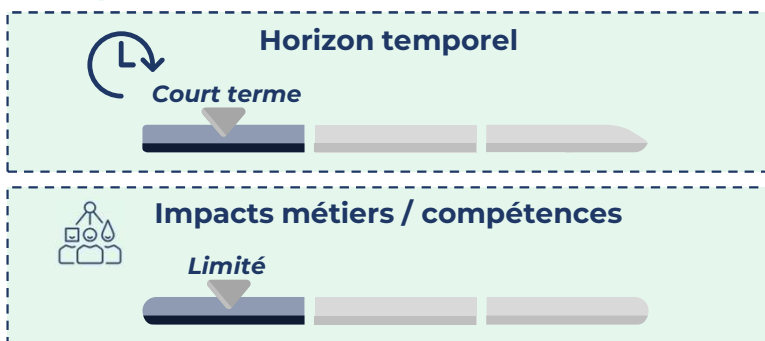
- Un **impact sur le mix compétences est attendu** (renforcement des compétences en électronique de puissance, habilitations haute tension...) mais les technologies susceptibles d'être matures d'ici à 10 ans généreront peu de nouveaux besoins. Ces évolutions pourront toucher tous les métiers mais cela dépendra de la configuration du parc à 10 ans.
- Les nouveaux besoins de compétences en électronique de puissance ne seront pas massifs mais il y a un besoin de remplacement progressif des compétences liées aux chaînes de traction diesel et électromécaniques traditionnelles, au profit de compétences davantage orientées électrification



# Adaptation au changement climatique



## Adaptation au cgt. climatique



Verbatims d'entretiens



“ Pour moi, le principal défi du changement climatique porte sur les infrastructures. Pour le matériel, on va principalement être sur des enjeux de confort ”



“ Le seul impact que je vois c'est la maintenance des clims : cela pose des enjeux de confort et de sécurité pour les locomotives de fret ”



## Enjeux et impacts pressentis sur les activités de maintenance

- Des impacts du changement climatique qui toucheront principalement **l'infrastructure** (caténaires et rails) **et la signalisation** que le matériel roulant.
- Les compétences associées à la maintenance ne devraient être que peu impactées. Cependant les équipes de maintenance **pourraient être davantage sollicitées lors d'événements climatiques extrêmes** (c.f. page suivante). Les conditions de travail dans les ateliers pourraient par ailleurs être altérées en cas de vagues de chaleur par exemple.



## Impacts métiers et compétences associés







- Pas d'évolution attendue des compétences
- Des besoins accrus en maintenance sont à prévoir lors d'événements de chaleur extrême mais ces derniers restent marginaux



# Zoom : Le changement climatique impactera l'exploit. ferroviaire, quelles conséquences sur la maintenance ?

Le matériel roulant est exposé aux aléas climatiques. La recrudescence des phénomènes climatiques extrêmes pourrait avoir un impact sur l'exploitation du matériel roulant et sur les besoins en maintenance associés mais ne modifiera pas les compétences / métiers.

## Exemples d'impacts liés aux phénomènes climatiques extrêmes sur le matériel ferroviaire et enjeux emplois / métiers / compétences potentiels

	 Matériel roulant / intérieur des trains	 Sécheresses	 Modification du régime des précipitations	 Modification du régime des températures	 Vents violents	 Incendies
Matériel roulant / intérieur des trains	Surexploitation de la climatisation et encombrement par des particules	Dysfonctionnements dus à l'humidité (eau dans les pantographes par exemple)	Sur-sollicitation de l'air conditionné Besoin d'adapter le matériel (confort des usagers)	Risques de collisions	Incendies du matériel roulant Risques liés aux étincelles	
Systemes	Surchauffes, dilatation / contraction	Dégradation liée à l'humidité	Dysfonctionnements dû à la chaleur (surchauffe, arrêt des matériels...)	Ruptures d'attelage et dysfonctionnement des équipements	Destructions des systèmes	

Source : analyses BDO d'après EPSF



# Ouverture à la concurrence ; servicisation de la mobilité



## Ouverture à la concurrence ; servicisation



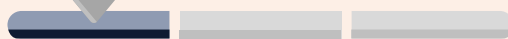
### Horizon temporel

Court terme



### Impacts métiers / compétences

Limité



Verbatims d'entretiens



L'avantage du leasing repose sur la mutualisation des besoins, la réduction des coûts d'acquisition une inclusion du service de maintenance. Ce modèle est très développé dans le fret et pourrait être en expansion possible vers le voyageur.



Dans le ferroviaire ce qui va beaucoup changer c'est l'impact de la mise en concurrence



## Enjeux et impacts pressentis sur les activités de maintenance

- **Avec l'ouverture à la concurrence du ferroviaire**, la compétence de maintenance n'est plus exclusive à l'opérateur. Le marché de la maintenance passe d'une logique de « réparation et de fourniture d'équipements » à une logique de « garantie de performance, de disponibilité et de maîtrise du cycle de vie » pouvant reposer sur des contrats long terme conclus avec les industriels
- **Les Régions françaises** passent des marchés pour attribuer les lignes régionales et récupèrent la propriété des trains et des ateliers de maintenance. Les Régions se dotent d'expertise ferroviaire mais ne devraient pas à court ou moyen terme internaliser la maintenance de leurs trains.
- **Le schéma du leasing** est très développé dans le fret, moins dans le voyageur. Une montée en puissance de ce modèle économique très répandu à l'étranger (via les *Rolling Stock Companies*) pourrait induire une nouvelle répartition des activités de maintenance, au profit des loueurs.



## Impacts métiers et compétences associés

- Pas d'évolution particulière des métiers ou compétences identifiées



# Zoom - A l'étranger, les constructeurs se positionnent fortement sur les marchés de maintenance

## National (lignes grandes vitesses SLO)

## Régional

### Intensité concurrentielle du marché

### Modèle économique de la maintenance

### Mise en concurrence du marché

### Modèle économique de la maintenance



Ouverture à la concurrence en **2021**.  
**Renfe ~ 80% des 76M de trains.km**  
**Ouigo + Iryo ~ 20%** en 2024  
*De 2019 à 2024, une hausse de l'offre de près de 80% (baisse de la fréquentation de l'aérien sur ces segments)*

- **Opérateur** : Renfe I&M supervise le maintien "de tous les niveaux" (bases & ateliers, correctif, plans de maintenance, assistance technique). Sur certaines flottes, Renfe a aussi des contrats de maintenance avec des industriels comme Talgo.
- **Constructeurs** : Hitachi réalisera la maintenance pour 30 ans pour 20 ETR1000 d'Iryo

**Renfe ~ 85% des 122M de trains.km**  
**Autres ~ 15%** en 2024 (FGC, Euskotren, SFM : opérateurs publics régionaux)  
*A noter que 100% des lignes OSP sont directement adjugées à la Renfe.*

- Opérateurs régionaux** : Eustroken réalise sa propre maintenance
- Constructeurs** :
- Alstom maintiendra pendant 15 ans une partie des 200 trains périurbains fournis à la Renfe
  - Alstom fournira 10 trains régionaux Coradia Stream et 15 ans de maintenance pour la liaison avec l'aéroport de Barcelone à FGC



Ouverture du marché SPNV en **1994**.  
**DB ~ 95% des 165M de trains.km**  
**Autres ~ 5%** en 2023 (opérateurs privés nationaux & EF étrangères : pas de concurrence à date) - *Trenitalia en partenariat avec DB : nouvel entrant pressenti*

- **Opérateur** : DB (*Fahrzeuginstandhaltung* réalise la maintenance lourde et légère sur un réseau national de dépôts)

Ouverture du marché SPNV en **2019**.  
**DB ~ 63% des 714M de trains.km**  
**Autres ~ 37%** en 2023 (Benex, Go-Ahead/ÖBB, etc.) en 2024  
*Près de la moitié des lots ont été remportés par de nouveaux entrants  
 Les lots remportés par les nouveaux entrants représentent un trafic en moyenne inférieur à ceux de l'opérateur historique*

- Opérateurs régionaux et constructeurs** :
- Siemens Mobility assure l'entretien de la flotte Rhein-Ruhr-Express sur le site Rail Service Center Dortmund
  - Alstom a la charge complète de la maintenance pour 34 ans du réseau S-Bahn de Cologne



Ouverture du marché en **2003**.  
**Trenitalia ~ 78% des 137M de trains.km**  
**Italo ~ 22%** en 2023 (premier entrant en 2012) - *Ouigo, nouvel entrant pressenti*

- **Opérateur** : Trenitalia (maintenance légère et lourde)
- **Constructeurs** : Alstom et Italo signent un contrat pour l'achat de 8 trains à grande vitesse Pendolino et 20 ans de maintenance

**Trenitalia ~58% des 240M de trains.km**  
**Autres ~ 42%** en 2023 (Trenord, FAL, Cotral, etc. : opérateurs régionaux)

La maintenance du transport régional ferroviaire en Italie semble principalement **portée par les opérateurs régionaux** (Alstom a signé un contrat avec Trenitalia pour fournir près de 150 trains régionaux en Italie (avec une option de maintenance))

NB : Des sous-traitants de maintenance opèrent pour le compte d'opérateurs et de constructeurs comme en France



# Zoom - Qui réalisera la maintenance de demain et où pourrait-elle être réalisée ?

L'accès aux centres de maintenance représente un enjeu pour l'arrivée d'autres acteurs. Les technicentres grande vitesse sont propriété de la SNCF (ou exploités en concession) tandis que les technicentres régionaux appartiennent aux régions.

## National (lignes grande vitesse SLO)

### Opérateurs historiques

- **SNCF** : ils réalisent leur maintenance d'exploitation (dite légère) et patrimoniale (dite lourde) eux-mêmes dans leurs propres technicentres.
- **Autres opérateurs (Trenitalia, Renfe)** : La maintenance légère peut être réalisée dans n'importe quel site de maintenance, quant à la maintenance lourde, elle est réalisée dans une des bases de l'opérateur. *Trenitalia vient de remporter un AO pour implanter une de ses bases en France.*

### Constructeurs et spécialistes de la maintenance

- **Constructeurs** : ils ont leurs propres centres d'excellence pour réaliser la maintenance lourde et réaliseront la maintenance légère dans les ateliers de maintenance spécifiques.
  - *Alstom a signé un contrat pour 15 ans de maintenance avec Velvet pour 12 TGV dans un nouvel atelier construit par Liséa*
- **Spécialistes de maintenance** : Ils continueront d'opérer comme sous-traitants des opérateurs historiques et constructeurs sur le TGV

## Régional

### SNCF

- **SNCF Voyageurs** continue d'opérer ses contrats en vigueur et répond aux appels d'offres régionaux. 8 appels d'offres régionaux ont été remportés à date et sont opérés par SNCF Voyageurs et ses filiales.
- La maintenance est réalisée dans des technicentres propriétés des régions.

### Autres opérateurs privés et spécialistes de maintenance

- **Constructeurs** : maintenance ayant été confiée par un opérateur privé :
  - *Alstom a signé un contrat pour 10 ans de maintenance avec Transdev pour 16 TER*
- **Opérateurs privés** : Maintenance étant réalisée en propre :
  - *La RATP qui dispose d'une expertise interne*
  - *Transdev devrait recruter en interne dans le cadre du lot Nancy-Contrexéville en région Bourgogne*
- **Spécialistes de maintenance** : Ils continueront d'opérer comme sous-traitants de la SNCF et d'opérateurs privés.
- La maintenance des trains régionaux sera réalisée dans les ateliers de maintenance transférés de la SNCF à la région lors du processus de mise en concurrence.

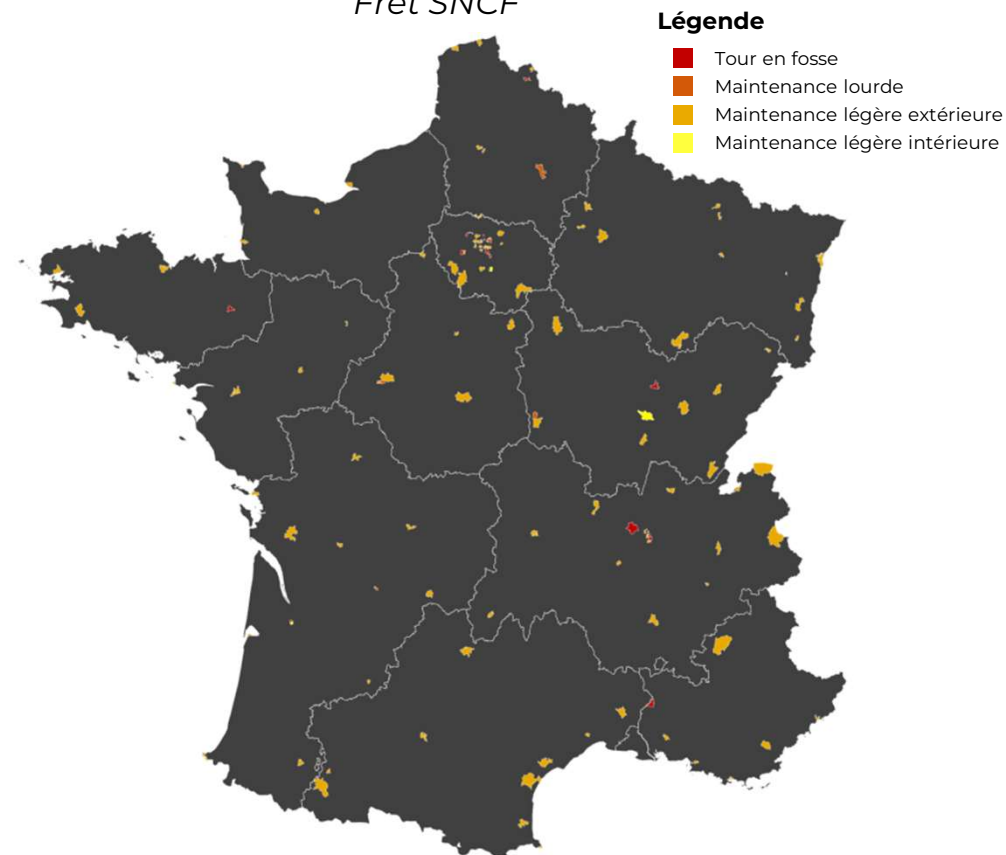


# Zoom - Les ateliers de maintenance SNCF et des autres gestionnaires quadrillent le territoire français

Installations de maintenance des autres acteurs que SNCF Voyageurs et Fret SNCF



Installations de maintenance SNCF Voyageurs et Fret SNCF





## ■ 2.2 Impacts métiers et compétences



# Les métiers opérationnels devraient être peu impactés par les transitions à l'œuvre

## Synthèse des enjeux métiers / compétences et des impacts emploi

Effectifs estimés	450	300	250	100	150	n.a.	500
Principales tendances	Opérateur / Opératrice d'installation ou maintenance industrielle	Technicien / Technicienne de maintenance freiniste	Technicien / Technicienne de maintenance	Responsable maintenance	Electrotechnicien (ne)	Conducteur / Conductrice de manœuvre	Ingénieur / Ingéneure maintenance
Maintenance prédictive	→ +	→ ++	→ ++	↗ ++	→ ++	→ n.a.	↗ ++
Industrie 4.0	→ ++	→ ++	→ ++	→ ++	→ ++	→ +	↗ ++
Cybersécurité	→ +	→ +	→ +	→ ++	→ +	→ +	↗ +
Nouvelles motorisations	→ ++	→ ++	→ ++	→ ++	↗ ++	→ +	↗ ++
Ouverture concurrence	↗ n.a.	↗ n.a.	↗ n.a.	↗ n.a.	↗ n.a.	↗ n.a.	↗ n.a.
Mobilités légères et autonomes	→ +	→ +	→ +	→ ++	→ +	↘ n.a.	↗ ++

### Légende

Impact emploi



hausse



maintien



baisse

Transformation métier

faible



moyenne






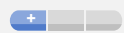
















haute



+++




# Synthèse des impacts métiers / compétences (1/3)

		 <b>Opérateur / Opératrice d'installation ou maintenance industrielle</b>	 <b>Technicien / Technicienne de maintenance freiniste</b>
<b>Effectifs 2024</b>		<b>450</b>	<b>300</b>
<b>Impact des tendances</b>	 <i>Maintenance prédictive</i>	 La prédiction ne remplace pas et impacte peu les tâches « terrain »	 Le volume des tâches se recompose, renforcement des compétences en lecture / analyse de données
	 <i>Industrie 4.0</i>	 Modifie l'outillage mais pas les gestes métiers, enjeux liés à la maîtrise de la GED/ IA	 Fluidifie la traçabilité et l'outillage, n'altère pas les opérations mécaniques, enjeux liés à la maîtrise de la GED / IA
	 <i>Cybersécurité</i>	 Concerne surtout les MAJ logicielles, la sécurisation des accès, les procédures ; enjeu de la « culture cyber »	 Ajout de règles et vérifications, mise en œuvre d'une culture cyber
	 <i>Nouvelles motorisations</i>	 Les systèmes changent profondément, les opérateurs devront s'y former	 Les performances de freinage demeurent critiques, les interactions se complexifient
	 <i>Servicisation</i>	n.a <i>Augmentation potentielle de la demande sur le métier</i>	n.A <i>Augmentation potentielle de la demande sur le métier</i>
	 <i>Mobilité autonome / Légère</i>	 Les sous-systèmes évoluent peu et généreront peu d'impacts	 L'impact se limite à des tests et vérifications additionnels d'intégration
<b>Productivité</b>		 Métier peu affecté par les gains de productivité liés au numérique	 Diminution des diagnostics physiques














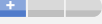

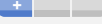





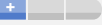





# Synthèse des impacts métiers / compétences (2/3)

Impact des tendances	Technicien / Technicienne de maintenance		Responsable maintenance	
	Effectifs 2024	250	100	
 <i>Maintenance prédictive</i>		Montée en compétence sur les outils digitaux de maintenance ; moins de « micro-interventions »		Multiplication des données à exploiter et leviers d'optimisation
 <i>Industrie 4.0</i>		Développement potentiel de la télémaintenance, maîtrise de la GED / IA		Pilotage numérique, méthode, standardisation
 <i>Cybersécurité</i>		Ajout de règles et vérifications, développement de la « culture cyber »		Garantie de la conformité cyber des opérations
 <i>Nouvelles motorisations</i>		Mise au point et tests plus techniques, enjeux liés à l'électronique de puissance		Nouvelles compétences et nouveaux référentiels à intégrer
 <i>Servicisation</i>	n.a	Augmentation potentielle de la demande sur le métier	n.a	Augmentation potentielle de la demande sur le métier
 <i>Mobilité autonome / Légère</i>		Plus d'étalonnages / contrôles capteurs, procédures spécifiques ; enjeux matériaux		Evolution des référentiels, KPI et risques à prendre en compte
<b>Productivité</b>		Diminution des diagnostics physiques permis par le numérique		Pas de gains de productivité, voire perte avec la complexification de l'encadrement



# Synthèse des impacts métiers / compétences (3/3)

Impact des tendances

	 <b>Electrotechnicien(ne)</b>	 <b>Conducteur / Conductrice de manœuvre</b>	 <b>Ingénieur / Ingénieure maintenance</b>
<b>Effectifs 2024</b>	<b>150</b>	<b>n.a</b>	<b>500</b>
 <b>Maintenance prédictive</b>	 Le volume des tâches se recompose, enjeux liés à la GED	n.a	 Bascule vers une ingénierie orientée données : KPI pertinents, MAJ des modes opératoires
 <b>Industrie 4.0</b>	 Guide et fluidifie les interventions, mais l'électrotechnicien installe et paramètre comme avant	 Augmentation du numérique sans changer le geste de manœuvre	 L'automatisation du suivi n'élimine pas les interventions terrain ; prise en compte des nouvelles technologies
 <b>Cybersécurité</b>	 Ajout de règles et vérifications	 Respect des procédures d'accès et d'usage	 Pilotage dédié et coordination avec l'IT/OT
 <b>Nouvelles motorisations</b>	 Interfaces et normes de sécurité plus exigeantes, nouvelles habilitations, renforcement électronique de puissance	n.a	 Nouveaux référentiels, plans d'entretien, habilitations, ....
 <b>Servicisation</b>	n.a	n.a	n.a
 <b>Mobilité autonome / Légère</b>	 Ajout de chaînes de commande sans remplacer la maintenance électrique de base	 Rôle déplacé vers une supervision des mouvements et interventions en cas d'écarts	 Augmentation de la demande métier avec les nouvelles fonctions et exigences
<b>Productivité</b>	 Diminution significative des diagnostics physiques	 Peu de gisements de productivité sur le métier	 L'efficacité de l'ingénierie de maintenance augmente, même si le périmètre du métier s'étend



# Les transitions à l'œuvre induiront une évolution des compétences des métiers de la maintenance ... (1/2)

*L'étude a permis de faire émerger de nouvelles compétences qui devront être intégrées aux métiers de la maintenance. Si elles ne révolutionnent pas les pratiques et gestes métier, elles induisent une modification de l'environnement de travail et du contexte opérationnel*

## Evolution des compétences par métier – Métiers de l'exécution

Opérateur / Opératrice d'installation ou maintenance industrielle	Technicien / Technicienne de maintenance freiniste	Technicien / Technicienne de maintenance	Electrotechnicien/nne
<p><i>Nouvelle compétence</i> : Documenter et tracer chaque intervention dans les outils digitaux (GMAO, tablettes, ...) afin d'alimenter la traçabilité, la performance, les modèles prédictifs, la disponibilité et les contrats de service.</p>			
<p><i>Nouvelle compétence</i> : Sécuriser les installations (haute tension) avant toute opération</p>			
<p><i>Nouvelle compétence</i> : Appliquer les règles de cybersécurité opérationnelle (contrôle des accès, durcissement des ports, scellés, journalisation) lors de toute opération connectée. Adopter les bonnes pratiques en matière de protection contre le risque cyber</p>			
			<p><i>Nouvelle compétence</i> : Contribuer à la mise en place des nouvelles techniques de maintenance sur la base de l'analyse de données issues de capteurs (maintenance prévisionnelle)</p>



# ... Générant des compétences transverses à plusieurs métiers (2/2)

*L'étude a permis de faire émerger de nouvelles compétences qui devront être intégrées aux métiers de la maintenance. Si elles ne révolutionnent pas les pratiques et gestes métier, elles induisent une modification de l'environnement de travail et du contexte opérationnel*

## Evolution des compétences par métier – Métiers du management

Responsable maintenance	Ingénieur / e de maintenance
<i>Nouvelle compétence</i> : Superviser le déploiement des outils 4.0 (IoT, GMAO nouvelle génération, RA, jumeaux numériques)	
<i>Nouvelle compétence</i> : Intégrer la cybersécurité dans les pratiques de maintenance (accès, versions, conformité, journalisation)	
<i>Nouvelle compétence</i> : Former et accompagner les utilisateurs (conducteurs, exploitation, ateliers) sur les rituels de performance, l'usage, les consignes et les signaux d'alerte remontés par les systèmes.	
<i>Nouvelle compétence</i> : Évaluer les risques émergents (motorisations nouvelles, autonomie, électronique complexe).	
	<i>Nouvelle compétence</i> : Adapter les référentiels et qualifier les modes opératoires pour HV, batteries/BMS/EMS, et électronique de puissance.
	<i>Nouvelle compétence</i> : Intégrer IoT, GMAO avancée, jumeau numérique et standardiser l'interopérabilité des données (IT/OT).
	<i>Nouvelle compétence</i> : Industrialiser la capitalisation et boucler l'amélioration continue (paramètres, seuils, procédures).

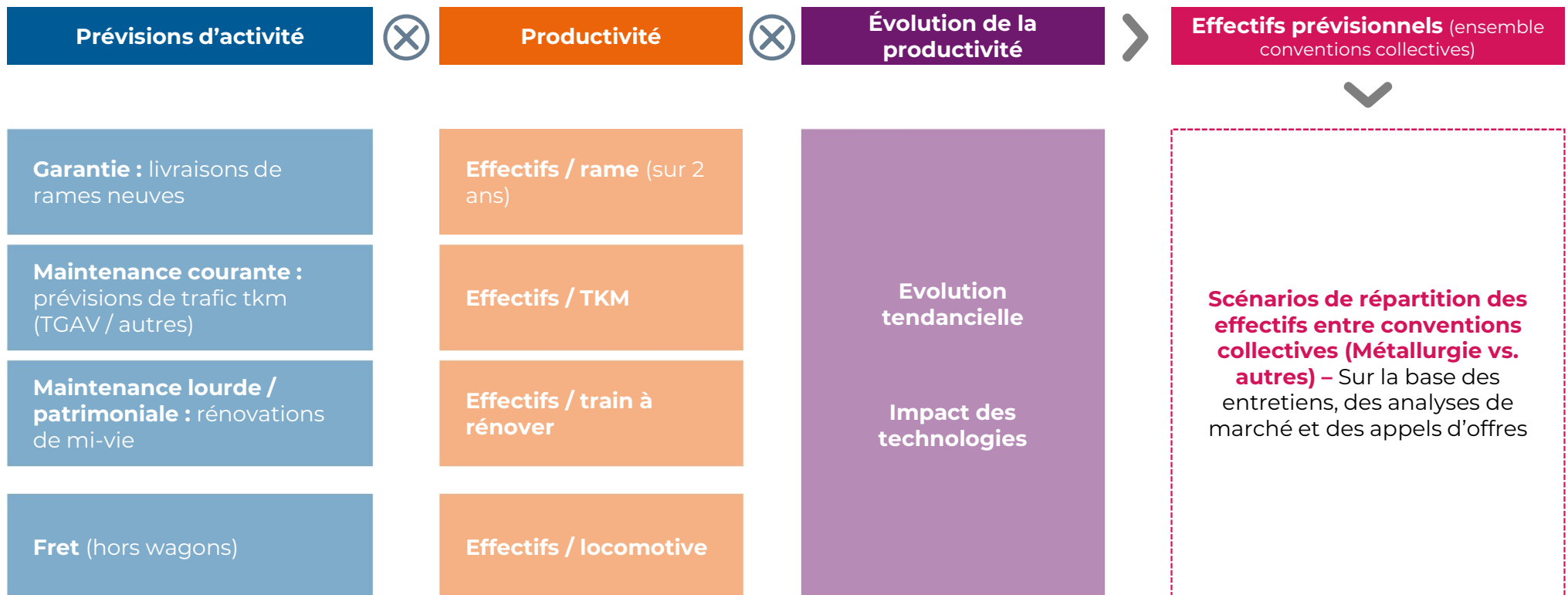
### ■ 3. Besoins en emplois à 2035



## ■ **3.1** Note méthodologique



# Méthodologie de prévision des effectifs



*Identification des ratios de productivité par analyse des données existantes (c.f. pages suivantes)*



## ■ 3.2 Evolution de l'activité



# Les perspectives d'activité de la maintenance industrielle ferroviaire dépendent de 4 facteurs

*L'activité de maintenance est, naturellement, dépendante de l'activité ferroviaire.*

*4 dimensions clés ont été identifiées et sont investiguées dans les slides suivantes :*



Livraisons de nouvelles rames (garantie)



Activité ferroviaire voyageurs (maintenance courante)



Âge du parc (maintenance mi-vie)

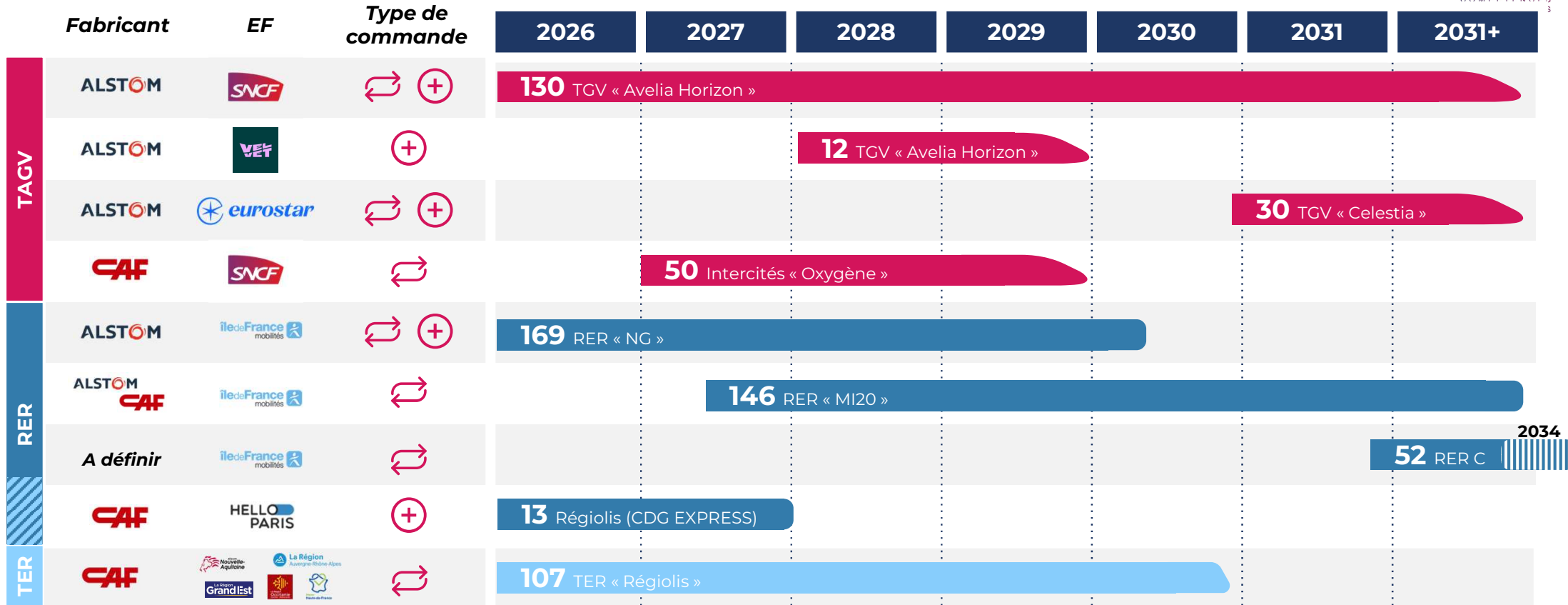


Activité ferroviaire fret (maintenance courante)

*L'activité sur le **périmètre Métallurgie** est, elle, dépendante à la fois de la **typologie des exploitants** (opérateurs historiques, « nouvelles » entreprises ferroviaires, entreprises ferroviaires étrangères...) mais également de l'**accessibilité des centres de maintenance sur le territoire.***



# De nombreuses livraisons prévues dans les années à venir ; le parc ferroviaire devrait progresser

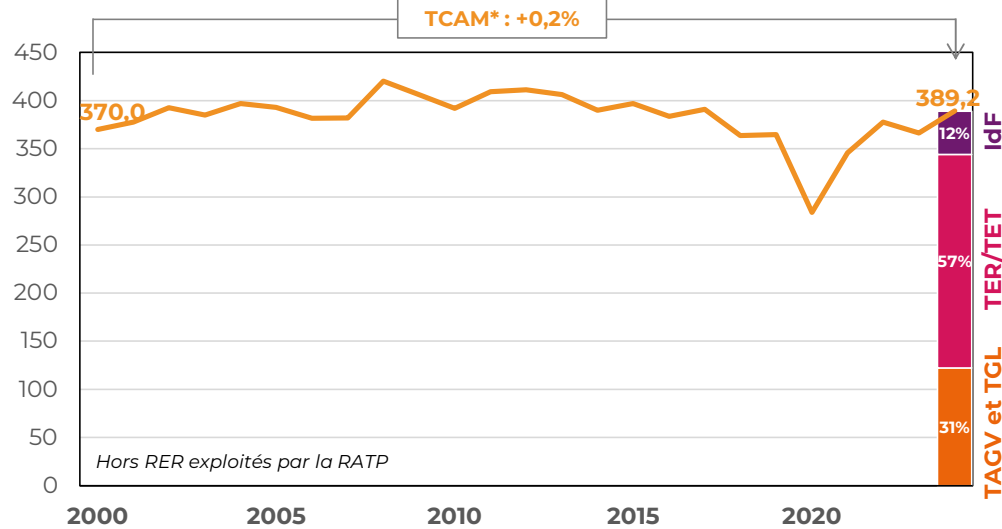


⊕ Augmentation parc    ↻ Renouvellement

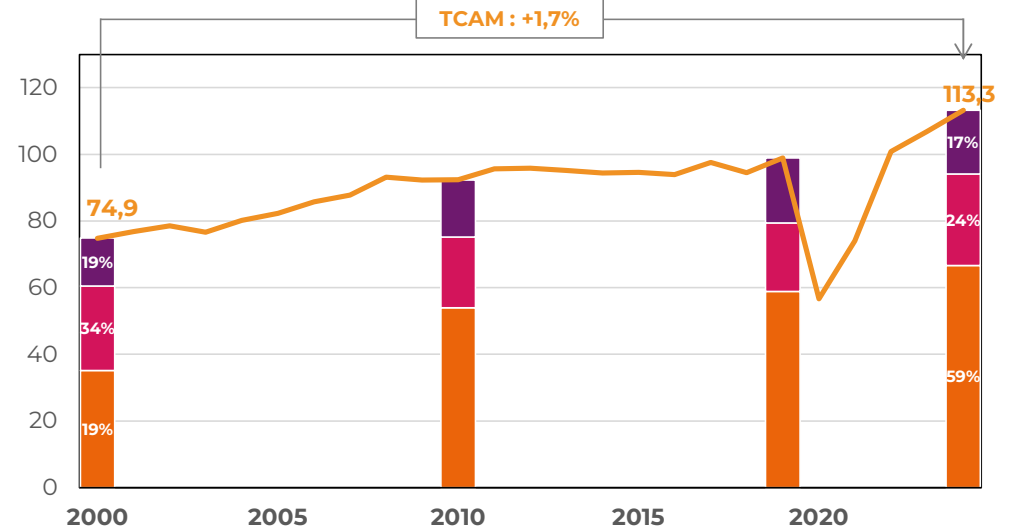
Les TER ayant été massivement renouvelés ces dernières années et les plus anciens font l'objet d'un vaste programme de rénovation de mi-vie : ces facteurs expliquent le « faible » nombre de livraisons de TER attendues au vu des TKM associés à ce mode de transport.

# Le trafic voyageur progresse rapidement, porté par une hausse de la capacité des trains

Evolution des trains-kilomètres et répartition 2024 par type de service (millions de trains.km) – « Offre »



Evolution des passagers-kilomètres et répartition par type de service (milliards de p-km) – « Demande »



Le **trafic ferroviaire mesuré en passagers-kilomètre a significativement cru depuis 2000** (+1,7% par an). La progression du nombre de voyageurs transportés n'est toutefois pas linéaire : on observe une croissance marquée de 2000 à 2008 (+2,8% en TCAM) suivie d'un plateau jusqu'à la crise COVID (+0,5%) avant une augmentation de près de 6% entre 2023 et 2024. En parallèle, **l'offre est restée quasiment stable** : les trains-kilomètres n'ont progressé que de 0,2% / an entre 2000 et 2024. En conséquence, le ratio Demande / Offre a très fortement augmenté sur les 24 dernières années, passant de **202** MPKM / TKM en 2000 à **291** en 2024. Cette progression s'explique principalement par une **amélioration du taux d'occupation** d'une part (~+10 points en 10 ans pour le TAGV) et – dans une moindre mesure – par une **augmentation de l'emport moyen** d'autre part.

Il est par ailleurs à noter que les TER/TET représentent plus de la moitié de l'offre mais seulement un quart de la demande.

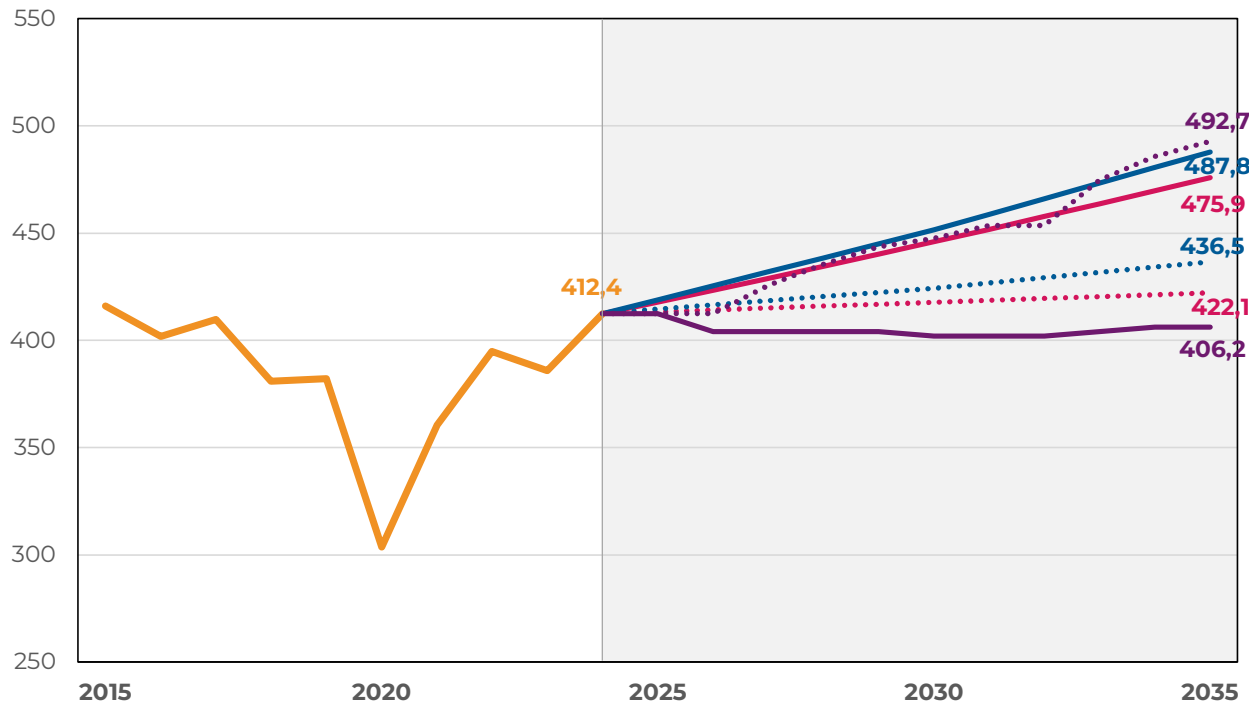
Note : (\*) TCAM : Taux de croissance annuel moyen

# Quelles perspectives pour le trafic ferroviaire voyageurs à 2035 ?

Le **trafic ferroviaire voyageurs** (mesuré en trains.km) **dépend de plusieurs facteurs**, notamment de l'état du réseau, la taille du parc et de la ventilation de l'offre. En tendance et sur longue période, le trafic évolue peu. Toutefois, au vu des **ambitions nationales en matière de transition écologique, on peut faire l'hypothèse d'une croissance plus rapide d'ici à 2035. Les implications de ces scénarios en matière d'effectifs de maintenance sont décrits plus loin.**

Pour scénariser l'évolution du trafic, **3 dimensions ont été investiguées : atteinte des objectifs de la Stratégie Nationale Bas Carbone 3 (SNBC), poursuite de la tendance historique, évolution de l'investissement dans le réseau.** Chaque dimension a été déclinée en 2 sous-dimensions.

Evolution des trains-kilomètres à 2035 par scénario (millions de trains.km)



6 scénarios ont été construits pour prévoir l'évolution des trains.kilomètres « voyageur » à 2035 :

- ..... **Scénario transition écologique réseau** : d'après ART, hausse de l'investissement dans le réseau **+1,6%**
- **SNBC « constant »** : atteinte des objectifs PKM de la SNBC à ratio PKM/TKM constant (~emport) **+1,5%**
- **Fil de l'eau 2019** : poursuite de la tendance historique 2019-2024 (TCAM +1,3%) **+1,3%**
- ..... **SNBC « capacitaire »** : atteinte des objectifs PKM de la SNBC en poursuivant la hausse historique du ratio PKM/TKM (~emport) **+0,5%**
- ..... **Fil de l'eau 2000** : poursuite de la tendance historique 2000-2024 (TCAM +0,2%) **+0,2%**
- **Scénario tendanciel réseau** : d'après ART, investissement tendanciel dans le réseau **-0,1%**

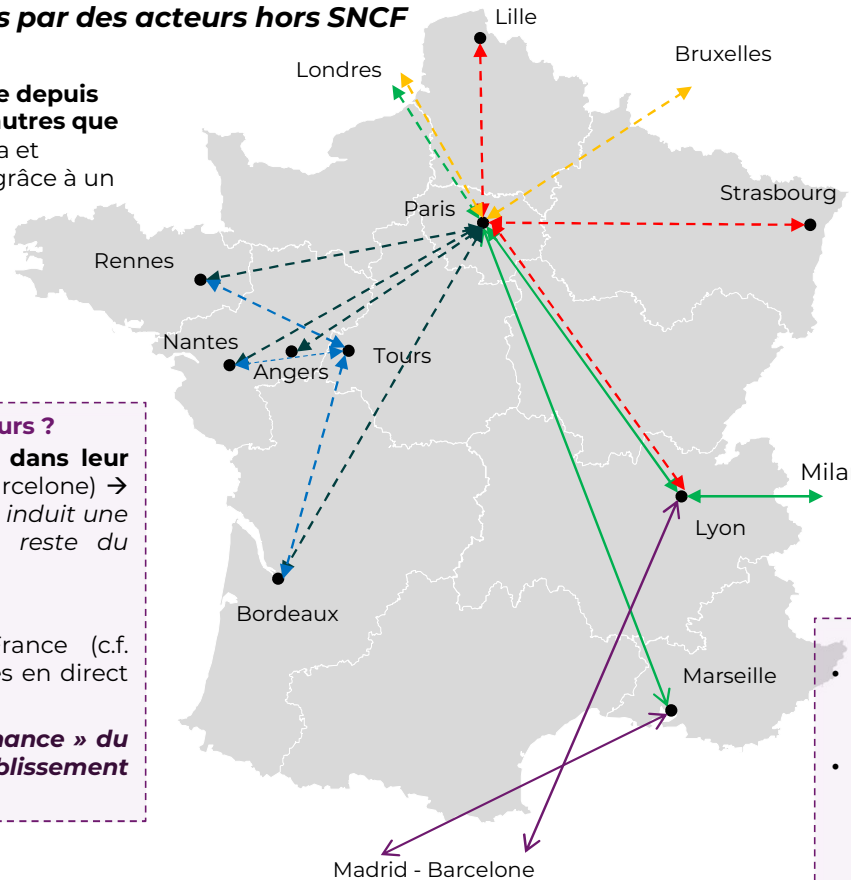
Note : les TKM ont été réestimés en croisant les données ART et SDES

# Zoom National - De nouveaux acteurs se positionnent sur le national, des effets marginaux sur la maintenance

## Liaisons exploitées et projets annoncés par des acteurs hors SNCF

La longue distance (SLO) est ouverte à la concurrence depuis 2019. A date, 5 liaisons sont opérées par des acteurs autres que SNCF. Les opérateurs historiques frontaliers (Trenitalia et Renfe) ont pu pénétrer rapidement le marché français grâce à un matériel roulant déjà disponible et déployable sur des lignes à forte fréquentation.

Opérateurs présents à date



De nouveaux acteurs privés se sont positionnés sur diverses liaisons et pourraient exploiter des trains dans les années qui viennent. La concrétisation des projets est toutefois dépendante de multiple facteurs (levée de fonds, livraison des rames, autorisation de l'ART, accès aux sillons...).

Opérateurs aspirants

Sur le segment domestique	Sur le segment international
<p>2028 12 TGV Alstom (commande ferme)</p>	<p>2026+</p> <p><b>Evolyn, Gemini, Arriva, GoVolta, Virgin Trains, Heuro &amp; European Sleeper</b></p> <p>ex. 10 TGV Siemens Mobility, financés par Rock Rail (ROSCO) → Maintenance Temple Mills (hors France)</p>
<p>2028 10 TGV Talgo</p>	
<p>2030 20 TGV Alstom</p>	

**Quelle stratégie de maintenance pour ces acteurs ?**

- **Utilisation des ateliers de maintenance localisés dans leur pays d'origine** (pour les lignes Paris-Milan, Lyon-Barcelone) → Peu d'investissements dans un premier temps mais induit une vulnérabilité et limite le développement sur le reste du territoire
- **Sous-traitance de la maintenance à la SNCF**
- **Construction d'ateliers de maintenance** en France (c.f. Trenitalia qui a remporté un appel d'offres) exploités en direct et ouverts à d'autres opérateurs

> **Pas d'impact - à date - sur les effectifs « Maintenance » du périmètre Métallurgie - quelle CC pour l'établissement Trenitalia Maintenance en France ?**

**Quelle stratégie de maintenance ?**

- Sur le segment domestique, **seul Velvet a annoncé des commandes fermes** auprès d'Alstom qui **sera également en charge** de la maintenance des trains
- La stratégie de maintenance des autres acteurs (constructeur / en propre / sous-traitée) n'est pas connue mais pourrait générer des besoins en effectifs sur le périmètre « Métallurgie ».

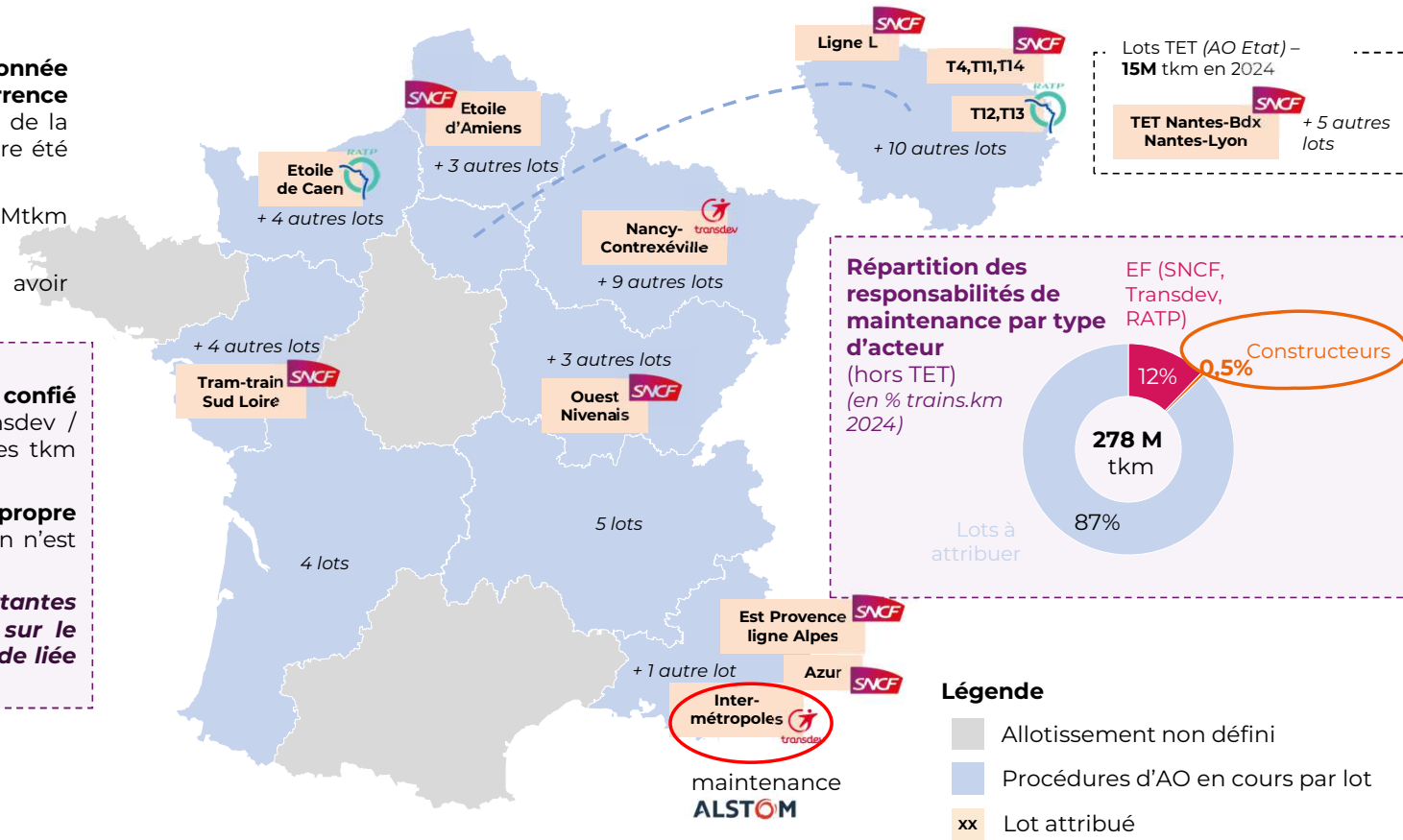
> **Des besoins potentiels supplémentaires sur le périmètre**

**Légende** Lignes exploitées  
 Lignes en projet

# Zoom Régional - L'ouverture à la concurrence TER / TET pourrait générer des besoins en emploi pour la Métallurgie

## Lots régionaux conventionnés attribués (et attributaires) à fin 2025

- A fin 2025, 22 % de l'offre ferroviaire conventionnée (64,1 Mtkm) a fait l'objet d'une mise en concurrence (marché attribué ou en cours d'attribution). Près de la moitié de l'offre mise en concurrence n'a pas encore été attribuée.
- 3 prestataires ont remporté les lots relatifs aux 30,2 Mtkm attribués : la SNCF, Transdev et la RATP
- Le process de mise en concurrence devra avoir abouti d'ici à 2034 au plus tard.



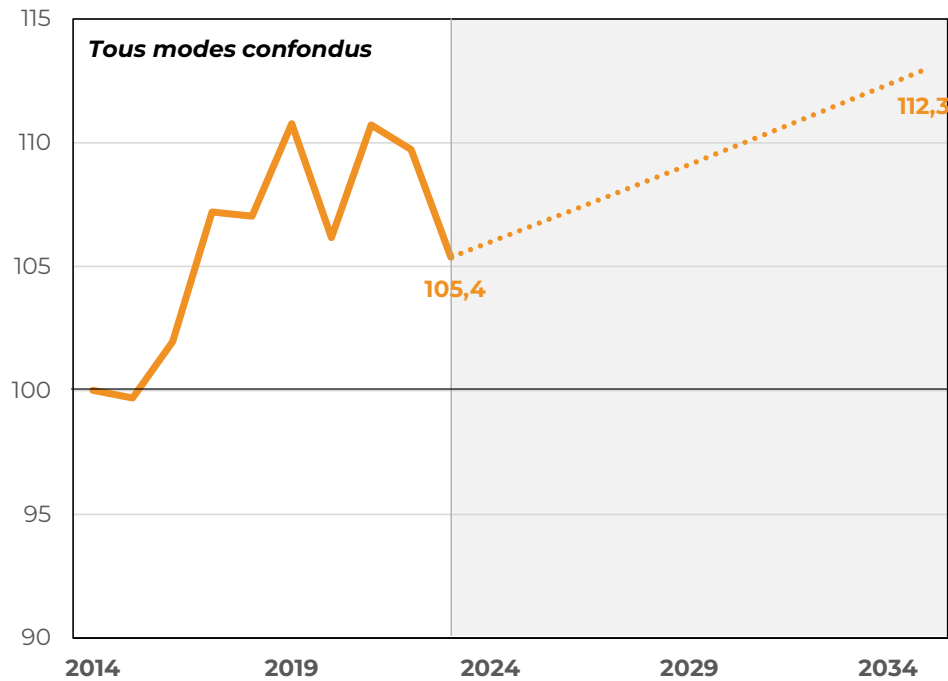
### Quels enjeux pour la maintenance ?

- Parmi les titulaires des 12 lots déjà attribués, un seul a confié la maintenance à un acteur de la Métallurgie (Transdev / Alstom en région PACA). Ce contrat représente 16% des tkm déjà attribués en France
  - Sur les autres lots, la maintenance est effectuée en propre par les titulaires (ou sous-traitée mais cette information n'est pas disponible)
- > La mise en concurrence offre des perspectives importantes pour le développement de l'activité de maintenance sur le périmètre Métallurgie, avec toutefois une forte incertitude liée à une méconnaissance des stratégies des acteurs

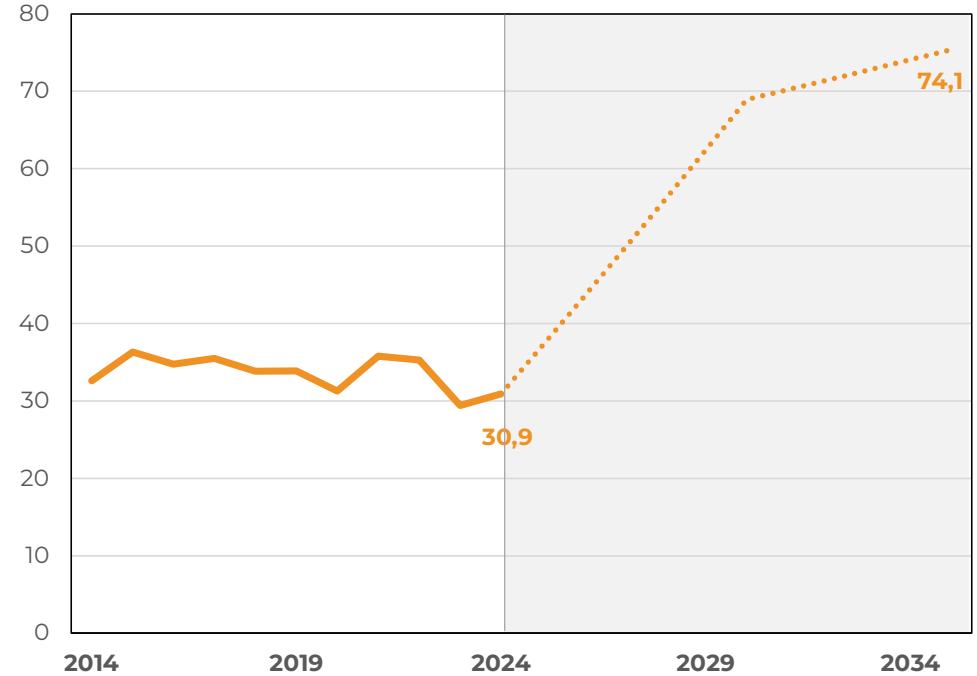
# Quelles perspectives pour le trafic ferroviaire fret à 2035 ? (1/2)

Le gouvernement a fixé **une cible sur la part modale du fret dans le transport de marchandises (20% à 2030, 25% à 2050)**, cette cible est utilisée comme base pour la projection. Pour estimer les tonnes.kilomètres associés à cette stratégie, il convient donc de projeter une évolution du transport intérieur de marchandises pour en déduire le volume de tonnes.kilomètres associés;

**Evolution du transport intérieur terrestre de marchandises** (base 100 2014) – hypothèse de croissance 2024-2035 sur la base du TCAM 2014-2023)



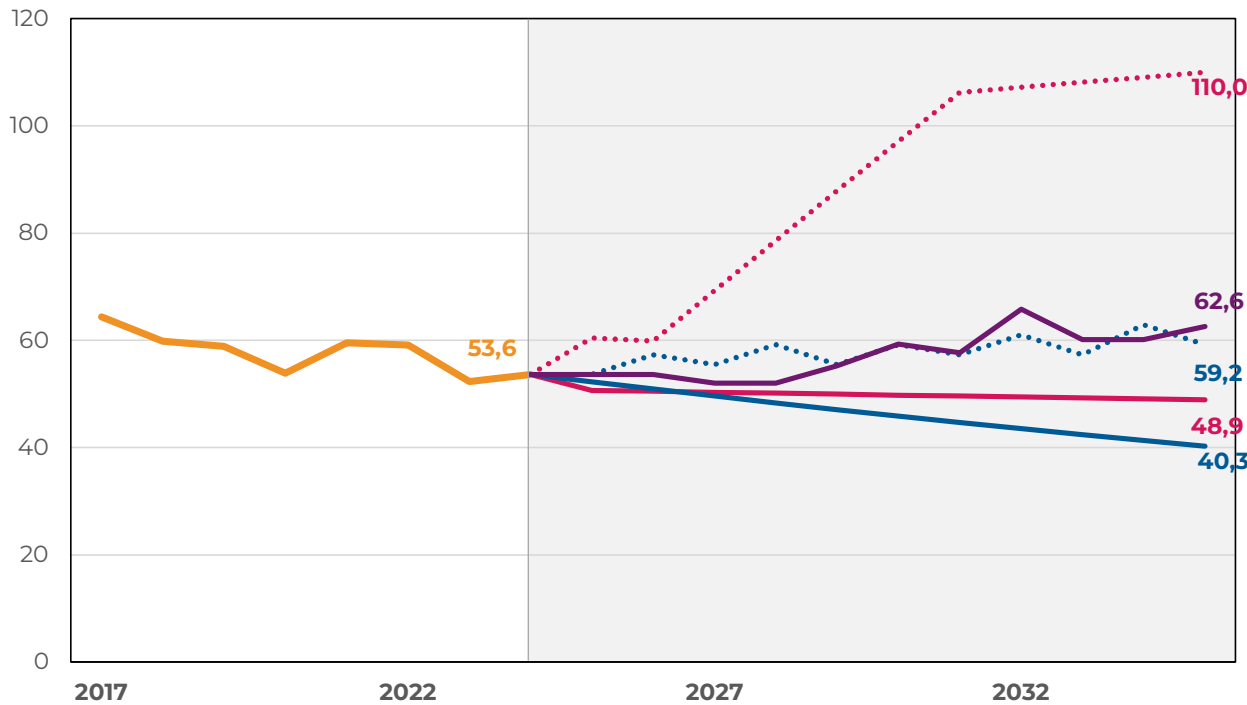
**Evolution du transport ferroviaire de marchandises** (Mrd Tonnes.KM – part modale cible gouvernementale)



# Quelles perspectives pour le trafic ferroviaire fret à 2035 ? (2/2)

Le **trafic fret doit être mesuré en trains.kilomètres** pour faciliter l'estimation des effectifs de maintenance associés. Plusieurs scénarios peuvent être construits selon 3 dimensions : **atteinte des objectifs de la Stratégie Nationale Fret**, **poursuite de la tendance historique**, **évolution de l'investissement dans le réseau (2 sous-scénarios)**. L'emport (tonnes transportées par train) a été projeté sur la base de l'évolution historique.

Evolution des trains-kilomètres à 2035 par scénario – fret (millions de trains.km)

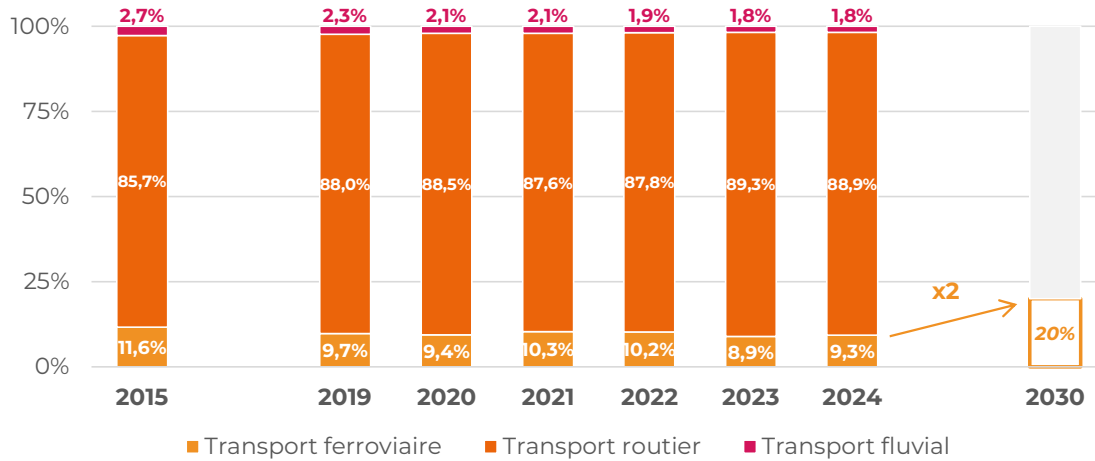


5 scénarios ont été construits pour prévoir l'évolution des trains.kilomètres « fret » à 2035 :

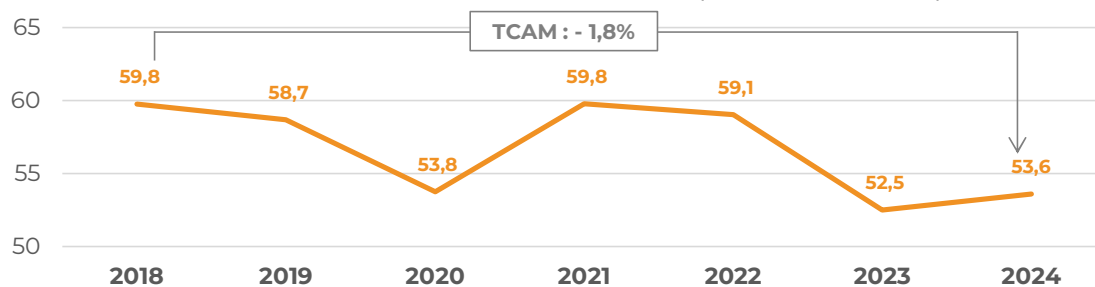
- Atteinte de l'objectif Stratégie Fret** : part modale à 20% en 200 – au vu des développements récents sur le marché du fret ferroviaire, ce scénario apparaît comme peu pertinent **+6,8%**
- Scénario transition écologique réseau** : d'après ART, investissement accru dans le réseau **+1,4%**
- Scénario tendanciel réseau** : d'après ART, investissement tendanciel dans le réseau **+0,9%**
- Part modale stable** : objectifs de la stratégie non atteints **-0,8%**
- Poursuite de la tendance historique** : poursuite de la tendance historique 2017-2024 (TCAM -2,6%) **-2,6%**

# Zoom fret - Un marché du fret en difficulté malgré des ambitions fortes

Parts modales du transport intérieur terrestre de marchandises (% des t-km)



Evolution des trains-kilomètres (millions de t-km)



Le marché du fret français présente des difficultés structurelles et s'affiche en recul, loin des ambitions de doublement de la part de marché à 2030. La part de marché du fret ferroviaire dans le transport de marchandises est aujourd'hui de 9% en France contre 18% dans l'UE. L'évolution du tonnage transporté est fortement dépendant de l'activité économique européenne et du poids de l'industrie.

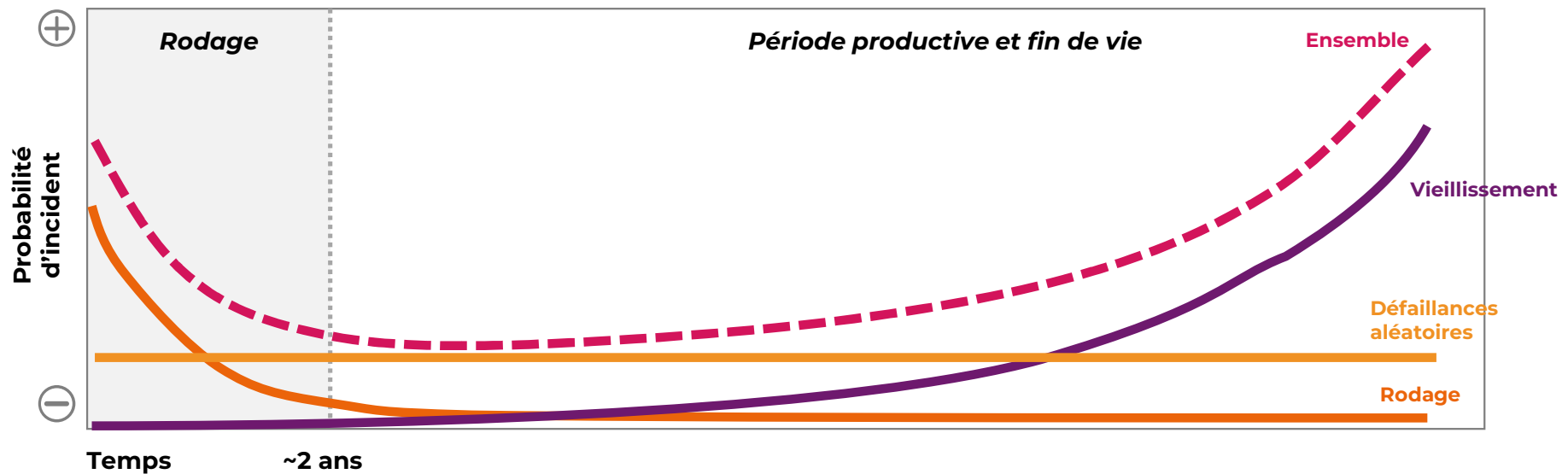
Si elles sont évidemment corrélées à l'activité, les activités de maintenance du matériel de fret sont également dépendantes de l'âge du parc (la réglementation impose des révisions obligatoires des wagons tous les 6 ans ; par ailleurs un parc âgé nécessite davantage de maintenance).

Le fret ferroviaire étant par ailleurs un marché européen, il existe une concurrence entre les acteurs nationaux. Certains marchés étant conséquents, certains acteurs nationaux n'atteignent pas la taille critique nécessaire pour traiter les volumes attendus dans les cahiers des charges.

Les métiers de la maintenance des wagons de Fret présentent par ailleurs des enjeux de qualification importants : contrôle non destructif, soudure, certification ECM...

# L'âge et la structure du parc ferroviaire impactent les besoins en maintenance

Probabilité d'incidents matériels durant au cours de l'exploitation d'un train



Âge moyen du parc à fin 2024 (en années) et tendance d'évolution passée

18,3 →  
TAGV

15,8 →  
TER

16,7 →  
Transilien-RER

Les livraisons à venir sont susceptibles de générer des besoins de maintenance en phase de rodage, et ce dans les 2 années qui suivent la mise en service du train. Le parc TER devrait vieillir modérément à l'avenir après avoir rajeuni suite aux nombreuses livraisons de nouveaux automoteurs. Le parc Transilien-RER bénéficiera de nombreuses livraisons de matériel dans les années à venir, laissant prévoir une stabilisation de l'âge moyen du parc. Enfin côté TAGV, l'âge moyen pourrait également augmenter légèrement mais sera tiré à la baisse par la livraison des TGV-M et la radiation potentielle des rames les plus anciennes ainsi que par l'arrivée de nouveaux acteurs.



## ■ 3.3 Prévisions d'emploi






# Des effectifs de maintenance courante dépendants du trafic ferroviaire

La prévision des effectifs liés à la maintenance est établie sur la base des données d'activité disponibles. A partir des effectifs « Maintenance » communiqués par les entreprises ferroviaires et des TKM maintenus par ces mêmes entreprises, il est possible d'estimer un ratio effectif / TKM utilisé pour la prévision des effectifs, sur la base des perspectives d'activité.

## Effectifs de maintenance courante connus par opérateur et / ou technicentre

Pour benchmark

						
	Technicentre Atlantique (TGV)	Technicentre Sud-Est Européen (TGV)	Technicentre Bretagne (TER)	Technicentres ARA (TER)	Pays-Bas (Nedtrain)	Espagne (Maintenimiento)
Effectifs	779	850	220	806	3 500	3 392
TKM maintenus	37 Mtkm	37 Mtkm	7,6 Mtkm	30 Mtkm	130 Mtkm	158 Mtkm
Ratio effectif / MTKM	21	23	29	27	27	21

→ Soit un ratio à retenir de 22 effectifs / MTKM pour le TGV et 28 effectifs / MTKM pour le TER

## Effectifs estimés « maintenance courante » – d'après ratios

Mode de transport	MTKM	Ratio effectif / MTKM	Effectifs calculés
TACV et TGL	122	22	2 700
TER et assimilés	291	28	8 150
<b>Total</b>			<b>~11 000</b>



# La maintenance lourde et la garantie dépendent de la structure et de l'âge du parc

Les effectifs nécessaires à réaliser la maintenance lourde (mi-vie) peuvent être estimés à partir de ratios communiqués par les acteurs du marché.

## Effectifs de « maintenance lourde » (mi-vie) connus

	SNCF		ALSTOM
	Technicentre Industriel St-Pierre-des-Corps	OPTER (rénovation TER)	Modernisation trains Metrolinx (Alstom - Canada)
effectif	250*	5 600**	1 235***
Trains traités	50	~1 000	181
Ratio effectif / train	5,0	5,6	6,2

## Effectifs estimés (maintenance lourde) – d'après ratios

100 TER rénovés par an dans le cadre d'OPTER

~25 rames TGV à rénover en 2026/27 (programme O2D)

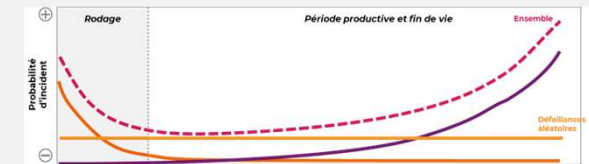
= ~125 trains à rénover / an occupant 700 personnes

Le delta concernant les programmes de rénovation mi-vie hors SNCF (par des acteurs de de la Métallurgie type AFF) est plus complexe à estimer

Notes : (\*) 400 000 heures (\*\*) 9 mio d'heures sur 10 ans (\*\*\*) 250 emplois / an sur une durée estimée à 4,5 ans

## Effectifs de maintenance « garantie » estimés

Sur la base des probabilités d'incident en période de rodage (c.f. graphique probabilité d'incident x temps), on considère un besoin en maintenance / train



équivalent en période de garantie et en « vie courante ». Le parc de matériel roulant étant estimé à 6 400 unités en 2024, les effectifs de « maintenance courante » à 11 000 salariés, on obtient un ratio **d'1,7 salarié par rame / an en période de garantie**. Avec environ 180 livraisons / an estimées ces deux dernières années, on estime donc à environ **600 ETP les effectifs liés à la maintenance en période de garantie**.




## Effectifs de maintenance « fret » estimés

Sur la base des entretiens et à partir des données fournies par Hexafret et Technis, on estime les besoins en maintenance à 1 salarié / locomotive en circulation. Hexafret exploite 481 locomotives pour 43% de part de marché (2024), on estime donc à environ 1 100 le nombre de locomotives en circulation. Les besoins en maintenance « fret » sont donc estimés à 1 100 salariés.

Cette estimation constitue une fourchette basse car elle ne prend pas en compte les wagons.



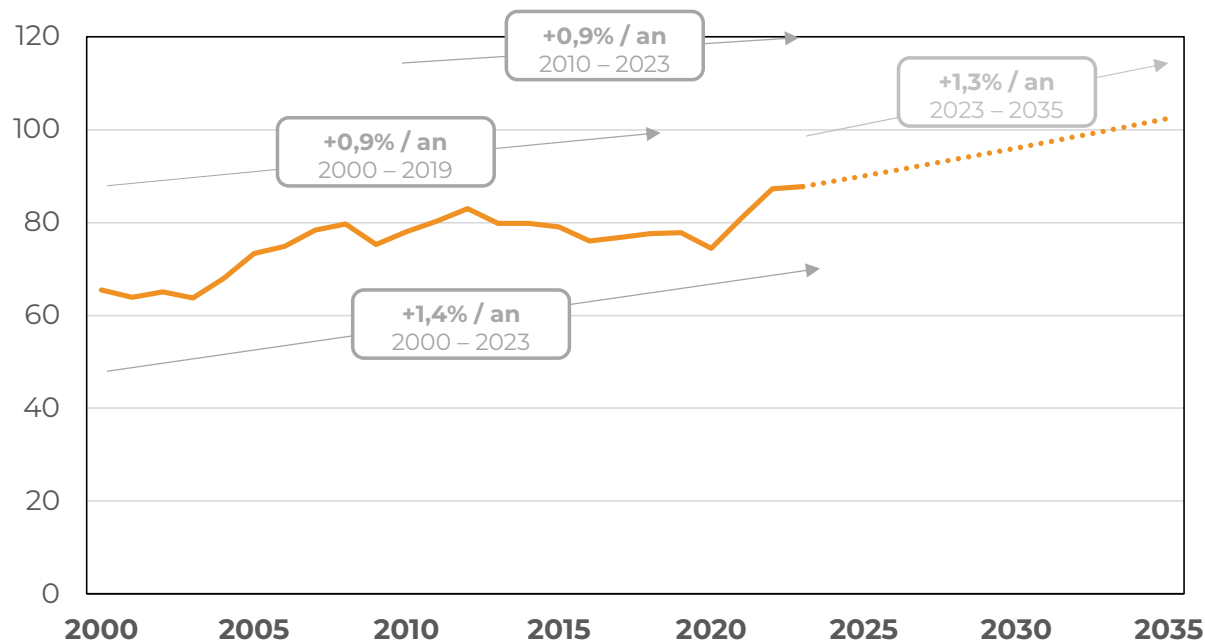
# Zoom productivité - Les gains de productivité devraient progresser de façon modérée

Tendance	Description	Investissements à réaliser	Impacts potentiels sur la productivité	Impacts par acteur	Impacts
Maintenance conditionnelle	Mise en place d'un diagnostic en continu et temps quasi-réel sur l'état du train, pendant qu'il est en opération	<ul style="list-style-type: none"> <li>Installation de capteurs et analyse des données</li> <li>Changements organisationnels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réduction de l'ordre de 60% des diagnostics manuels</li> <li>Réduction globale des coûts de maintenance de 10-15%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concentré sur les opérateurs réalisant les diagnostics</li> <li>Pas ou peu d'impact sur les ECM 4</li> </ul>	 <b>Faible</b>
Maintenance prédictive	Diagnostic plus complet que la maintenance conditionnelle avec l'analyse des facteurs extérieurs affectant l'état du train	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capteurs externes au train</li> <li>Analyse de données conséquentes et peu « propres »</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réduction des coûts supplémentaire de 10% pour les opérateurs de maintenance réalisant les diagnostics</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concentré sur opérateurs réalisant les diagnostics</li> <li>Pas ou peu d'impact sur les ECM 4</li> </ul>	 <b>Faible</b>
Industrie 4.0 et nouvelles technologies train	Automatisation et numérisation des opérations, fabrication additive, IA Nouveaux trains (TGV-M)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nouveaux équipements (impacts des donneurs d'ordre)</li> <li>GED « 4.0 »</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Numérisation, GMAO, impression 3D</li> <li>Optimisation de la gestion documentaire (suivi, recherche...)</li> <li>Gains liés aux nouvelles générations de matériel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Impact sur les opérations de maintenance (exécution)</li> </ul>	 <b>Modéré</b>

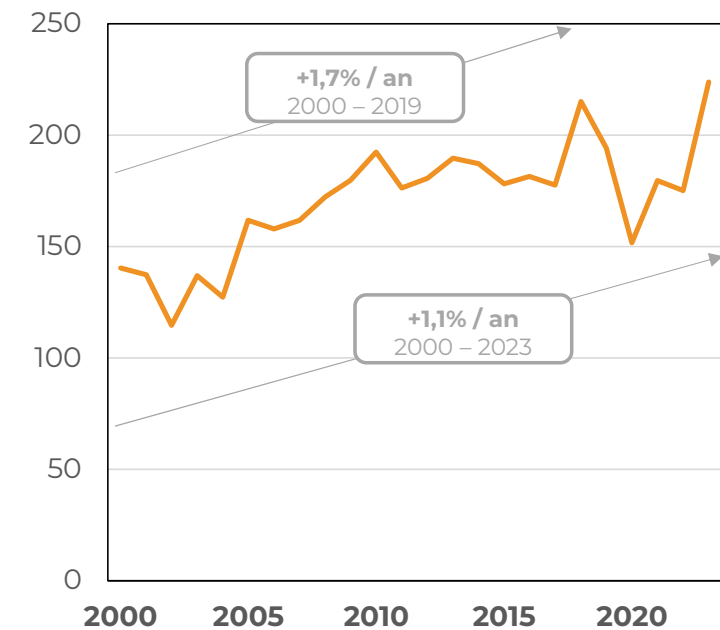


# Des gains de productivité attendus dans la moyenne haute de l'historique grâce aux progrès technologiques

Productivité par tête du secteur NAF « Réparation et installation de machines et d'équipements » (milliers d'euros)



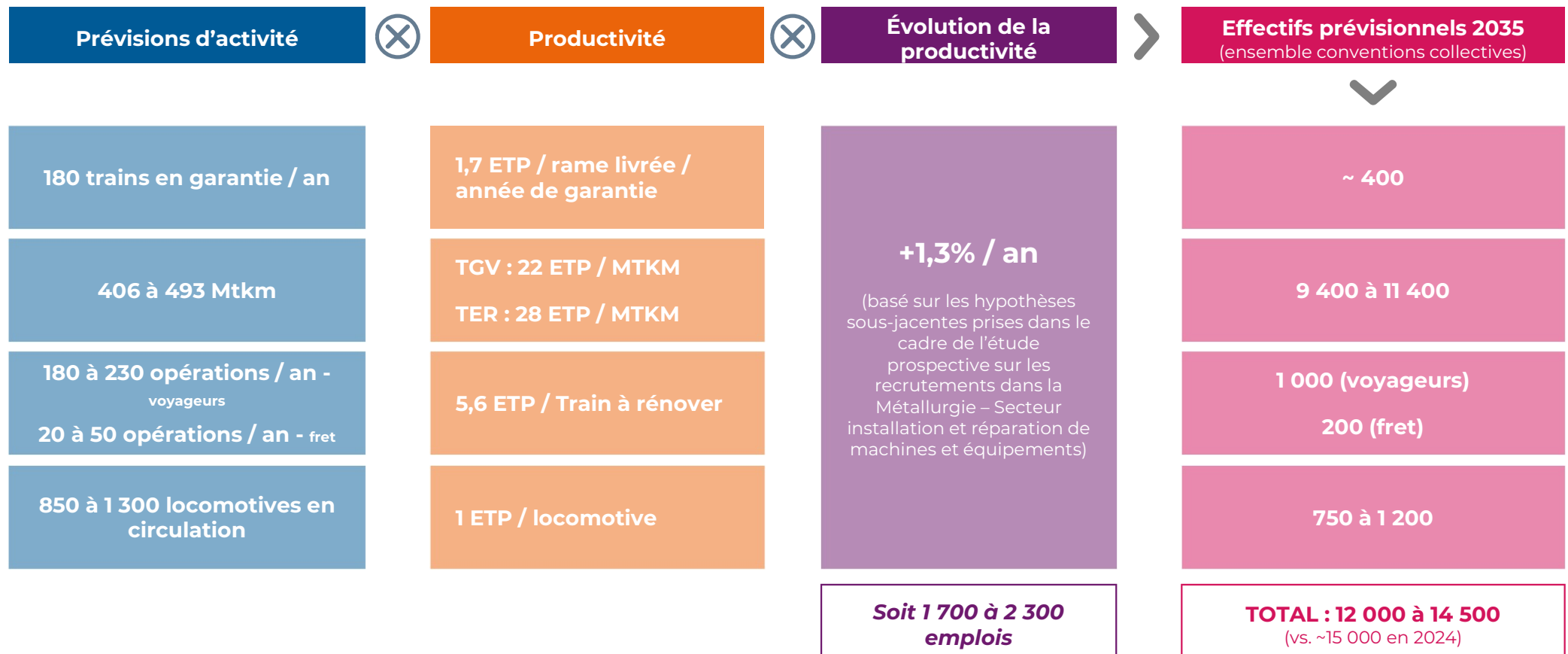
Productivité par tête du secteur NAF « Fabrication d'autres matériels de transport » (milliers d'euros)



Les tendances à l'œuvre ne devraient **pas permettre de gains très significatifs de productivité** pour les activités d'exécution (principalement représentées dans la Métallurgie). L'activité fret faisant face à des équilibres économiques complexes, des investissements importants permettant une hausse de la productivité sont peu probables. **Dans le voyageur, le progrès technologique, l'IA, la transition numérique permettront de réaliser des gains de productivité estimés comme étant en ligne avec la tendance historique de long terme, en accélération par rapport à la tendance de court / moyen terme.** Les hypothèses prises s'inscrivent par ailleurs dans les pas des scénarios construits dans le cadre de l'étude évaluant les besoins de recrutement à 2035 dans la branche Métallurgie.







# Méthodologie de prévision des effectifs





# Prévisions des effectifs – périmètre Métallurgie

Segments	2024		2035		
	% des effectifs dans la branche	Effectifs <i>estimés</i> Métallurgie	Potentiel pour la branche	Déterminants	Variation des effectifs
Garantie	100%	625		- Nombre de livraisons en baisse	- 200
Maintenance courante	Limitée	425		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ouverture à la concurrence (Pour TER, 2 hypothèses % Métallurgie : 4% vs. 20%)</li> <li>- Développement du leasing</li> <li>- Développement centres essieux</li> </ul>	- 60 à + 1 650
Maintenance mi-vie	Limitée	250		- Sous-traitance des activités	- 30 à + 130
Fret	Importante	450		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Activité du fret</li> <li>- Développement du leasing</li> </ul>	- 150 à + 10
<b>Ensemble</b>		<b>~1 750</b>			<b>- 450 à + 1 500</b>



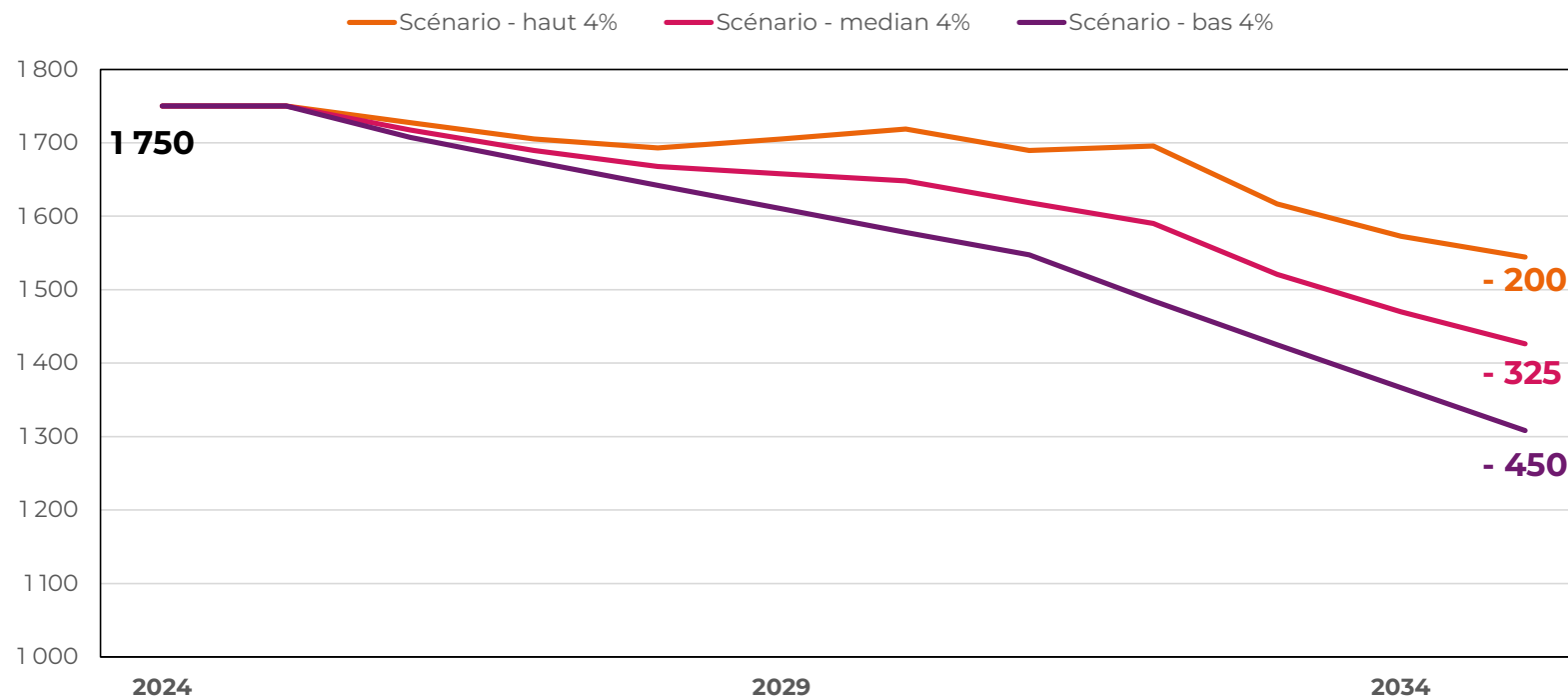
# Les emplois de la branche Métallurgie pourraient reculer sans gains de parts de marché sur le voyageur

## Description des scénarii

- Le **scénario haut** reprend le scénario « Transition écologique réseau » des projections de trains.kms du trafic fret et voyageurs.
- Le **scénario bas** reprend les scénarios « Tendanciel réseau » des projections de trains.kms du trafic voyageurs et « TCAM » du trafic fret.
- Le **scénario median** est une moyenne entre le scénario haut et bas.

*NB : L'évolution des effectifs pour la garantie et la maintenance lourde (fret et voyageurs) est identique dans les 3 scénarii.*

Evolution des effectifs à 2035 par scénario – 4%\* des entreprises de la Métallurgie sur la maintenance légère et lourde pour le transport de voyageurs



\*A ce jour, il est estimé que les trains de voyageurs sont maintenus à hauteur de ~4% par les entreprises de la Métallurgie. Le scénario à 4% prend pour hypothèse que cette part de marché reste constante sur la période 2025-2035.

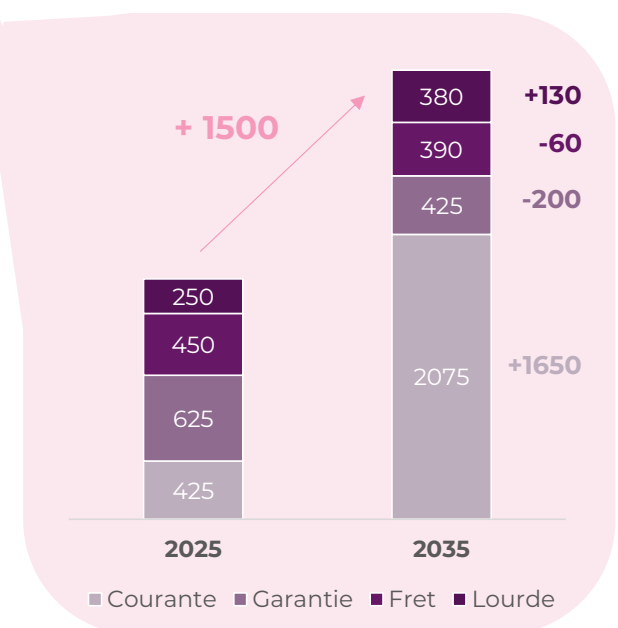
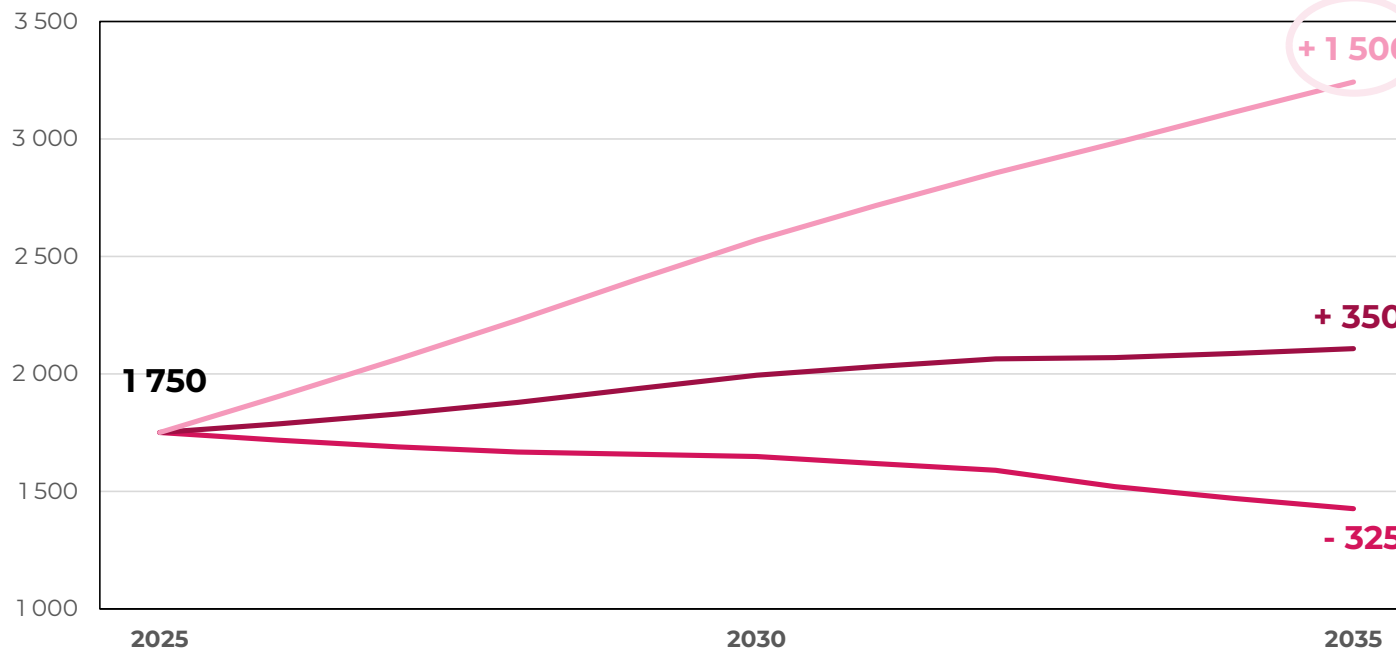


# La hausse de la part de marché de la maintenance sur le voyageur pourrait en revanche faire croître l'emploi



Evolution des effectifs à 2035 – scénario médian & évolution de la part de marché des entreprises de la Métallurgie sur la maintenance légère et lourde pour le transport de voyageurs (4%, 10% et 20%)

— Scénario - median 4%    — Scénario - median 10%    — Scénario - median 20%





# Synthèse des scénarios emploi – Branche Métallurgie

	Scénario bas	Scénario médian – 4%	Scénario médian – 10 %	Scénario médian – 20 %	Scénario haut
Emploi à 2035	1 300	1 400	2 100	3 300	1 600
Hypothèses clés	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investissements réseau limités, poursuite de la tendance fret</li> <li>&lt; 5% de la maintenance attribuée hors opérateurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investissements réseau intermédiaire entre scénario bas / haut</li> <li>4% de la maintenance attribuée hors opérateurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investissements réseau intermédiaire entre scénario bas / haut</li> <li>10% de la maintenance attribuée hors opérateurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investissements réseau intermédiaire entre scénario bas / haut</li> <li>20% de la maintenance attribuée hors opérateurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investissements réseau permettant une hausse du trafic voyageurs ; soutien du fret</li> <li>&lt; 5% de la maintenance attribuée hors opérateurs</li> </ul>
Enjeux du scénario	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacité des acteurs hors opérateurs ferroviaires à capter une partie de l'activité de maintenance ferroviaire</li> <li>Evolution de l'activité fret, en lien avec l'activité économique et le soutien à la filière</li> <li>Investissements réseaux permettant une progression plus rapide (vs. historique) des trains-kilomètre ; capacité d'opérateurs alternatifs à proposer une offre viable économiquement</li> </ul>				

*L'activité de maintenance ne devrait pas connaître de progression majeure dans les années à venir : dans ce contexte, l'emploi dans la branche Métallurgie dépendra davantage de sa part dans le total que du volume global d'emploi.*

*Le chemin / scénario suivi par les entreprises de la branche Métallurgie dépend principalement de facteurs externes, **notamment la capacité des acteurs industriels à se voir attribuer les appels d'offres pour la réalisation des opérations de maintenance des trains régionaux.** Le développement de l'activité fret est un second facteur dimensionnant sur lequel les entreprises de la Métallurgie ont peu de prise.*



# Synthèse des scénarios emploi – Branche Métallurgie

		Scénario bas	Scénario médian – 4%	Scénario médian – 10 %	Scénario médian – 20 %	Scénario haut
<b>Emploi à 2035</b>		<b>1 300</b>	<b>1 400</b>	<b>2 100</b>	<b>3 300</b>	<b>1 600</b>
<b>Hypothèses clés</b>	Scénario	Voyageur : « tendanciel réseau » (CAPEX limités) Fret : « tendance histo. »	Voyageur et fret : Moyenne entre scénarios haut et bas (CAPEX réseau intermédiaire entre scénario bas / haut)			Voyageur et fret : « transition écologique réseau » (hausse CAPEX)
	PDM	<5%	4%	10%	20%	<5%
	Garantie	<b>180 trains en garantie / an</b> <i>Productivité : 1,7 ETP / rame livrée / année de garantie</i>				
	Maintenance courante	<b>406 Mtkm à 2035</b>	<b>449 Mtkm</b>			<b>493 Mtkm</b>
	Maintenance mi-vie	<b>240 opérations en moyenne / an pour le voyageur et le fret</b> <i>Productivité : 5,6 ETP / train à rénové</i>				
	Fret	<b>40 Mtkm à 2035</b>	<b>51 Mtkm</b>			<b>63 Mtkm</b>
<b>Enjeux du scénario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacité des acteurs hors opérateurs ferroviaires à capter une partie de l'activité de maintenance ferroviaire</li> <li>• Evolution de l'activité fret, en lien avec l'activité économique et le soutien à la filière</li> <li>• Investissements réseaux permettant une progression plus rapide (vs. historique) des trains-kilomètre ; capacité d'opérateurs alternatifs à proposer une offre viable économiquement</li> </ul>					

L'activité de maintenance ne devrait pas connaître de progression majeure dans les années à venir : dans ce contexte, l'emploi dans la branche Métallurgie dépendra davantage de sa part dans le total que du volume global d'emploi.

Le chemin / scénario suivi par les entreprises de la branche Métallurgie dépend principalement de facteurs externes, **notamment la capacité des acteurs industriels à se voir attribuer les appels d'offres pour la réalisation des opérations de maintenance des trains régionaux**. Le développement de l'activité fret est un second facteur dimensionnant sur lequel les entreprises de la Métallurgie ont peu de prise.



# Des besoins en emploi par métier contrastés selon les scénarios

## Evolutions de l'emploi par métier de la maintenance ferroviaire

<b>Effectifs estimés 2025</b>	450	300	250	100	150	n.a.	500
<b>Métiers</b>	Opérateur / Opératrice d'installation ou maintenance industrielle	Technicien / Technicienne de maintenance freiniste	Technicien / Technicienne de maintenance	Responsable maintenance	Electrotechnicien (ne)	Conducteur / Conductrice de manœuvre	Ingénieur / Ingénieure maintenance
<b>Effectifs prévisionnels par scénario</b>							
<b>Médian 4%</b>	- 100	- 60	- 50	- 20	- 30	n.a.	- 100
<b>Médian 10%</b>	+ 100	+ 60	+ 50	+ 20	+ 30	n.a.	+ 100
<b>Médian 20%</b>	+ 400	+ 250	+ 200	+ 100	+ 150	n.a.	+ 430

## 4. Enjeux formation et recommandations



## ■ 4.1 Adéquation de l'offre de formation



# L'offre de formation est globalement adaptée aux besoins, des évolutions attendues toutefois

Dans le ferroviaire, **les métiers de la maintenance présentent la caractéristique d'être par nature très polyvalents**. Par ailleurs, il n'existe pas de formation colorée « maintenance ferroviaire », **l'apprentissage des spécificités liées aux interventions sur le matériel roulant étant réalisé en entreprise**.

Au-delà d'un besoin évident de **maîtrise des connaissances techniques et savoir-faire fondamentaux** (hydraulique, électricité, pneumatique, soudure, maintenance en condition opérationnelle, préparation et réalisation des opérations de maintenance...), la **curiosité** et les **savoir-être** sont des compétences précieuses, recherchées par les entreprises.

**Les évolutions décrites dans la présente étude induiront des besoins de mise à jour de l'offre de formation, sans toutefois induire un bouleversement des programmes.**

**L'analyse des 5 CQPM/TPM délivrés par la CPNE de la branche Métallurgie laissent apparaître un besoin de renforcement, sensibilisation et formation complémentaire sur les compétences suivantes :**



## Connaissance du ferroviaire

Connaissance de l'univers, de la réglementation, des débouchées et des spécificités de l'écosystème ferroviaire absente des référentiels de certification



## Sensibilisation à la cybersécurité

Sensibilisation aux enjeux « cyber »  
Adopter une « culture cyber », intervenir sur un matériel en respectant les règles d'usage



## Sensibilisation à l'IA

Utilisation possible des outils d'IA pour naviguer dans la documentation, diagnostiquer des pannes...



## Communiquer avec des outils numériques

Adapter ses pratiques de communication aux outils numériques (tablettes, smartphone...)

*Les certifications professionnelles UIMM suivantes ont été analysées :*

- TPM Opérateur maintenance industrielle
- TPM Technicien maintenance industrielle
- CQP Technicien maintenance productive
- CQPM Chargé de maintenance industrielle
- Technicien spécialisé maintenance avancée

# L'offre de certification est globalement adaptée aux évolutions des métiers

Certifications	Adéquation	Commentaires
<b>TPM Opérateur en Maintenance Industrielle ; TPM Technicien en Maintenance Industrielle</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les compétences de base liées à la maintenance ferroviaire (maintenance corrective sur des systèmes mécaniques, pneumatiques, hydrauliques...) sont présentes dans le référentiel</li> <li>• Les enjeux liés à la fabrication additive ne sont pas mentionnés dans le référentiel (utilisation d'une imprimante 3D, arbitrage entre pièce à imprimer / à commander...)</li> <li>• Absence de mention du contexte ferroviaire dans le référentiel de la certification (contexte, équipements)</li> <li>• Les enjeux relatifs à la cybersécurité, à l'usage d'outils numériques, à l'utilisation de l'IA pour la GED ne sont pas mentionnés dans le référentiel</li> </ul>
<b>CQP Technicien de maintenance productive</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence de mention du contexte ferroviaire dans le référentiel de la certification (contexte, équipements)</li> <li>• Bien que les enjeux liés à la traçabilité des actions préventives et correctives soient présentés dans les blocs de certification, l'usage d'outils numériques (GMAO, tablettes...) à ces fins n'est pas mentionné explicitement – les compétences liées à la maîtrise des outils digitaux de maintenance et à l'exploitation des données techniques sont peu mises en avant dans le référentiel</li> <li>• Les enjeux liés à la cybersécurité ne sont pas mentionnés</li> </ul>
<b>CQP Chargé de maintenance industrielle</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence de mention du contexte ferroviaire dans le référentiel de la certification (contexte, équipements)</li> <li>• La GMAO et l'usage d'outils numériques est mentionné dans le référentiel, de la même manière que le suivi d'indicateurs</li> <li>• Les enjeux liés à la cybersécurité sont absents du référentiel</li> </ul>
<b>Technicien spécialisé en maintenance avancée</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le référentiel est globalement en ligne avec les attendus du métier, notamment sur la dimension numérique / industrie 4.0. La cyber est toutefois absente, tout comme la maintenance prédictive</li> <li>• Les spécificités du ferroviaire (sécurité, normes...) ne sont pas présentes dans le référentiel mais le secteur est mentionné comme une débouchée potentiel</li> </ul>

Légende : adaptation des référentiels de certification aux besoins : Bonne Moyenne Insuffisante



## ■ **4.2** Synthèse de l'étude et recommandations



# Principaux enseignements de l'étude (1/2)

## Evolution des marchés et de l'emploi



Les **besoins en maintenance dépendent de l'activité ferroviaire d'une part** (trains-kilomètre fret et voyageur) et de **l'état / âge du parc d'autre part**. D'ici à 2035, l'activité ferroviaire voyageurs est amenée à croître de façon modérée (entre -0,1% et 1,6% /an selon les scénarios), l'activité fret affiche des tendances plus contrastées selon les scénarios retenus (entre -2,6% / an et +1,4% / an). Les rénovations de mi-vie liées à l'âge du parc devraient se stabiliser d'ici à 10 ans. En prenant en compte l'évolution de la productivité, les besoins globaux en maintenance devraient progresser modérément à l'échelle de l'activité ferroviaire (toutes branches confondues).



L'évolution des effectifs de maintenance dans le périmètre Métallurgie **sera fortement dépendante du bilan de l'ouverture à la concurrence et des stratégies des acteurs retenus** (maintenance chez l'opérateur / maintenance chez le constructeur) ainsi que de la capacité des acteurs à accéder aux infrastructures de maintenance. Dans le **scénario le plus favorable, environ 1 500 emplois pourraient être créés** dans le périmètre de la branche pour réaliser les opérations de maintenance courante. A l'inverse, dans un scénario plus pessimiste, près de **300 emplois pourraient être détruits**.



L'activité de maintenance représente une **part significative de la valeur économique générée par un train tout au long de sa vie**. Ces activités sont aujourd'hui réalisées en très grande partie par l'opérateur historique. **L'accès au marché de la maintenance** représente un **enjeu majeur pour les entreprises de la branche de la Métallurgie** en ce qu'elle permet aux constructeurs et à l'ensemble de la chaîne de valeur de sous-traitance de **trouver un équilibre économique plus favorable**, permettant ainsi le **soutien à une filière ferroviaire sous pression**. Par ailleurs, les PME ne disposent pas de la taille critique pour répondre aux appels d'offres internationaux à gros volumes.



Le **transport de fret et de voyageurs** suivent des **dynamiques contrastées**. Malgré des ambitions publiques fortes pour la filière, **l'activité fret est à la peine**. Elle est très exposée à la conjoncture économique, à la concurrence internationale d'une part et à la concurrence entre les modes de transport d'autre part (notamment le routier). **L'emploi lié à la maintenance des matériels de fret dans la branche Métallurgie est voué à se stabiliser / légèrement décroître**.



# Principaux enseignements de l'étude (2/2)

## Evolution des métiers et compétences



La **maintenance prédictive impactera de façon limitée les métiers et compétences**. Elle concernera principalement les acteurs ECM 1 ou les grands groupes / les constructeurs mais induira peu de changements sur les TPE / PME qui agissent principalement en tant qu'exécutants. Les métiers d'analyse de la donnée (Data Analyst, Data Scientist...) seront amenés à progresser pour améliorer les modèles de maintenance mais cette évolution s'observera principalement chez les donneurs d'ordre. Par ailleurs, la technologie se heurte aux difficultés liées à la collecte de la donnée (qualité des capteurs notamment). La **propriété de la donnée d'usage produite par les capteurs** est un enjeu majeur pour permettre le déploiement de stratégies de maintenance prédictive.



Les **compétences cœur / savoir-faire traditionnels** de l'industrie ferroviaire resteront clés, indépendamment des transitions à l'œuvre dans le secteur. Les compétences en électrotechnique, câblage, pneumatique, hydraulique, électronique de puissance, chaudronnerie, soudure... sont et resteront particulièrement importantes.



La maintenance ferroviaire **connaîtra des évolutions mais pas de révolutions** : l'industrie ferroviaire étant une industrie du temps long, la maintenance s'inscrit dans la même temporalité. Les innovations en cours de déploiement **n'induiront pas de bouleversement des besoins métiers / compétences** ni ne conduiront à des gains de productivité majeurs. Ces innovations doivent toutefois être anticipées dès aujourd'hui pour préparer demain, notamment via une stratégie de formation adaptée.



La **transition numérique** représente un enjeu pour les TPE / PME, globalement peu matures sur le sujet. Ces dernières sont toutefois **dépendantes des pratiques de leurs clients / donneurs d'ordre encore hétérogènes en matière de numérisation et de standardisation des informations**. La numérisation des process (diagnostic, suivi des matériels...) suivra des chemins hétérogènes selon les entreprises / activités (fret/voyageurs) / positionnement dans la chaîne de valeur.



Les **impacts de l'intelligence artificielle** sur la maintenance devraient principalement concerner la **gestion de la documentation et la transmission des savoirs**. L'IA apportera une aide pour **naviguer dans la documentation technique et consigner les connaissances / savoirs** qui sont encore pour partie dépendants des personnes. A plus moyen terme, l'IA pourra également **appuyer le diagnostic et l'organisation des opérations de maintenance** mais ce changement concernera principalement les ECM de niveaux 1 / 2.

## Enjeux formation



La **formation aux métiers de la maintenance fait la part belle à l'apprentissage terrain**, au-delà des compétences techniques « cœur ». L'offre de formation paraît **globalement adaptée** aux besoins mais pourra évoluer pour y intégrer les spécificités du milieu ferroviaire (acteurs, réglementation, niveaux de maintenance, sécurité des circulations et équipements spécifiques) et les impacts des transitions à l'œuvre dans le secteur. La maîtrise du Contrôle non destructif représente toutefois un enjeu important, les tensions sur la compétence sont fortes en raison notamment d'un process de certification / d'habilitation long et complexe.



# Recommandations pour répondre aux enjeux emplois, métiers et compétences de la maintenance

**1**

## Poursuivre les efforts visant à améliorer l'attractivité des métiers de la maintenance

- 1 Continuer à mettre en avant les métiers de la maintenance ferroviaire et leur criticité pour le fonctionnement des trains ; mettre en avant leur polyvalence
- 2 En cas de gains de parts de marché, favoriser les passerelles depuis la branche « transport ferroviaire » pour faciliter les recrutements et capitaliser sur l'expérience existante

**2**

## Adapter la formation pour répondre aux potentiels enjeux de recrutement

- 1 Proposer une coloration « ferroviaire » aux certifications professionnelles UIMM (projets d'évaluation dans un contexte ferroviaire, mention dans les débouchés, ancrer les spécificités ferroviaires dans un module commun : acteurs, réglementation, niveaux de maintenance, sécurité des circulations et équipements spécifiques)
- 2 Intégrer une sensibilisation/formation des enjeux identifiés dans l'étude (sensibilisation cybersécurité, IA, communication avec des outils numériques...)
- 3 Dans un contexte de compétences « qui se bonifient avec le temps », favoriser les parcours de formation type AFEST et de reconversion pour attirer les profils polyvalents et curieux

**3**

## Sensibiliser aux enjeux économiques et humains liés à la maintenance pour l'industrie

- 1 Assurer une juste et libre répartition des marchés de la maintenance pour permettre à la filière ferroviaire industrielle de maintenir ou créer de la valeur en France (donneurs d'ordre et chaîne de sous traitance)
- 2 Sensibiliser la filière ferroviaire et les pouvoirs publics aux enjeux d'accès au foncier (centres de maintenance)
- 3 Soutenir le développement du ferroviaire et inciter les pouvoirs publics et les opérateurs à offrir de la visibilité aux industriels



[observatoire-competences-industries.fr](http://observatoire-competences-industries.fr)



[www.industrie-des-possibles.fr](http://www.industrie-des-possibles.fr)



**MINISTÈRE  
DU TRAVAIL  
ET DES SOLIDARITÉS**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



COMPÉTENCES  
INDUSTRIES