

## ETUDE D'IMPACT DE LA FILIERE TER BIOGNV FRANÇAISE SUR L'EMPLOI

RAPPORT FINAL – MARS 2021

**DE LORGERIL CHARLOTTE**  
Directrice associée  
+ 33 6 24 73 18 34  
[charlotte.delorgeril@sia-partners.com](mailto:charlotte.delorgeril@sia-partners.com)

**RADUREAU STÉPHANE**  
Supervising Senior  
+ 33 6 74 66 25 91  
[stephane.radureau@sia-partners.com](mailto:stephane.radureau@sia-partners.com)

## Introduction & Objectifs

Depuis quelques années, la filière GNV touche des secteurs variés : transports de marchandises, transports de personnes, propreté urbaines, logistique... Il apparaît également que le BioGNV peut être une énergie alternative dans le monde ferroviaire, notamment dans le transport de voyageurs.

Actuellement, 930 TER autorail fonctionnent encore au Diesel. Ils permettent, dans la plupart des cas, de desservir les lignes de desserte fine du territoire et les gares isolées, là où l'électrification représenterait un coût important.

Ces TER sont répartis en 6 modèles différents, trois construits par Alstom en 100% diesel (X72500, X73500 et X73900) et trois modèles construits par Bombardier. Deux modèles sont des bi-modes diesel-caténaire (B81500 et B82500) et le dernier modèle en 100% diesel (X76500).

Sur ce parc de TER, un certain nombre arrive à mi-vie permettant ainsi une maintenance forte ou un remplacement du moteur. Cette période représente une opportunité pour changer les moteurs vers une technologie moins polluante.

Aujourd'hui inexistante dans le ferroviaire français, la technologie BioGNV pourrait s'intégrer facilement dans les structures de trains existants et créer ainsi une nouvelle filière. Cette filière présente des atouts écologiques, avec une forte diminution des émissions de CO<sub>2</sub>, et économiques, en baissant la facture énergétique de l'exploitation des TER. De plus, cette technologie est industrialisée dans le monde routier et bénéficie d'un réseau d'approvisionnement fortement développé avec la présence d'un réseau de transport et de distribution du gaz naturel, et par conséquent du BioGNV, en France.

L'emploi étant un argument fort en faveur de nouvelles filières industrielles, l'évaluation de l'impact de la filière BioGNV en France d'ici 2030 sur l'emploi est un bon vecteur pour appuyer son développement et démontrer ses qualités.

Ainsi, l'étude a pour objectif de déterminer les emplois directs, indirects et induits que cette nouvelle filière pourrait générer par région administrative :

- ETP directs, indirects et induits, actuels et futurs, ainsi que leur progression jusqu'en 2030.
- Co-emplois, c'est-à-dire les emplois identiques pour le diesel.
- Répartition des emplois par type d'acteur, par qualification et par localisation.
- ETP catalytiques : emplois conservés par le maintien des liaisons ferroviaires grâce au gain de compétitivité apporté par le BioGNV. Ces emplois peuvent être directement rattachés à l'exploitation et la maintenance de la ligne ou peuvent être dépendants de la présence d'une gare localement.
- Les impacts économiques de chiffre d'affaires généré en France et en Europe ainsi que les impacts fiscaux.



## Résumé de l'étude

Le TER BioGNV représente **une solution alternative aux TER diesel** qui circulent en France. Cette solution semble répondre aux usages TER pour une grande partie des TER diesel présents en France avec des scénarios, proposés par Sia Partners, estimant **entre 33% et 70% du parc circulant au BioGNV en 2030**.

Le scénario utilisé dans cette étude vise **un parc de 563 TER BioGNV en 2030**, soit 61% du parc de TER, représentant **une consommation annuelle de 560 GWh** ce qui amènerait à **une réduction de 175 000 t/an des émissions de CO<sub>2</sub>**.

D'un point de vue social, la mise en place d'une telle filière représenterait, en 2030, **15 200 emplois pérennes** travaillant sur l'exploitation et la maintenance des TER mais également celle des stations d'avitaillement au BioGNV et des unités de production de biométhane. **2 100 emplois, non pérennes**, seraient également générés sur l'année 2030 pour la finalisation de la mise en place de la filière regroupant les segments d'activité liés à la transformation des TER au BioGNV, à la construction des stations d'avitaillement au BioGNV et à la construction des unités de méthanisation. C'est donc au total **16 750 emplois** qui seraient créés à 2030.

Sur ces 16 750 emplois, 10%, soit près de **1 600 emplois, seraient spécifiques à la filière BioGNV**. Ils concerneraient les activités de construction des stations d'avitaillement, de construction et d'exploitations des unités de méthanisation mais également une part non négligeable des emplois générés par la **transformation des TER au BioGNV**. L'ensemble des emplois directs liés à la R&D des TER BioGNV et des emplois indirects liés à la fabrication des équipements spécifiques au BioGNV dans les TER représenteraient **41% de l'ensemble des emplois générés par la transformation des TER au BioGNV**.

D'un point de vue économique, la filière TER BioGNV générerait un revenu de **1,5 milliard d'euros**, principalement porté par l'exploitation et la maintenance des TER.

Sur ces revenus, **73% seraient diffusés dans l'économie française** sous forme de rémunérations, d'excédents bruts d'exploitation et d'impôts et taxes et **27% serviraient à importer les équipements et produits non fabriqués en France**. A titre de comparaison, lorsque l'industrie française génère une ressource en France (production nationale et importations, pour répondre aux besoins français), elle a recours à **35% d'importations**. La filière TER BioGNV serait donc moins dépendante que la moyenne à l'importation.

Enfin, les TER BioGNV démontrent **une efficacité économique** en consommant moins de carburant, qui est lui-même moins cher. Ainsi, jusqu'à 55% des coûts liés à la consommation de carburant peuvent être évités ce qui représente **65 000 euros par an** pour un TER roulant 100 000 km par an.

Cette rentabilité accrue pourrait venir appuyer **le maintien des lignes de TER dans les communes rurales de France** et ainsi avoir plusieurs effets positifs sur la (re)localisation des emplois et la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.

En effet, il a été estimé que le maintien de ces lignes ferroviaires de desserte fine concernées entraînerait :

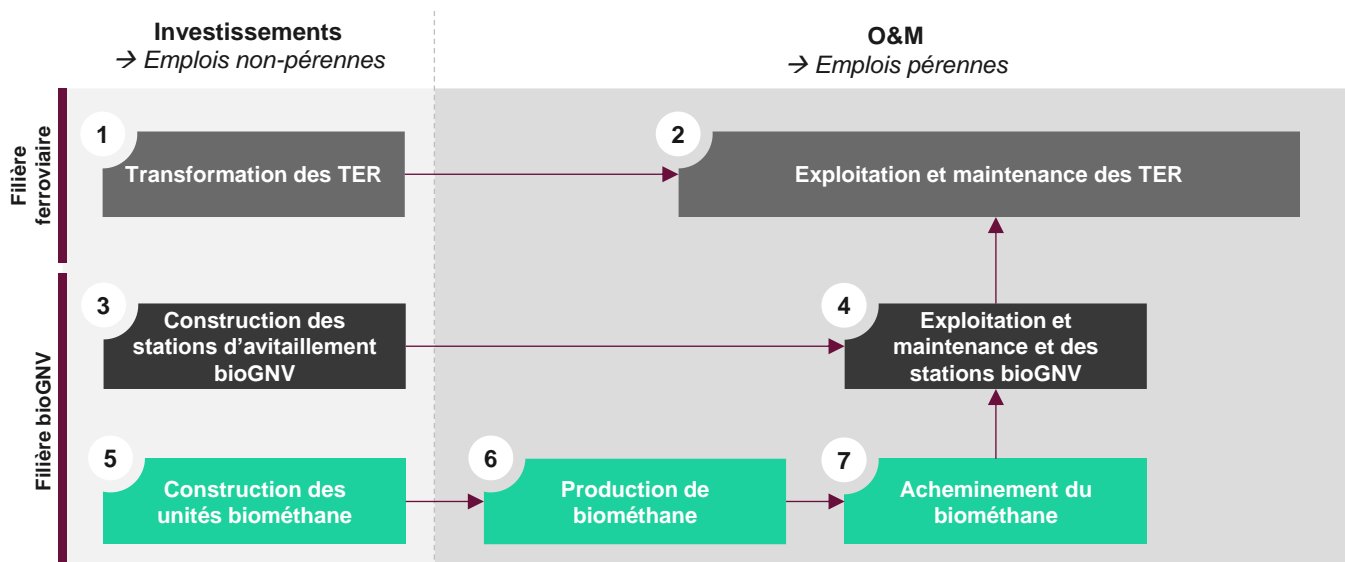
- Le maintien de **16 000 emplois ferroviaires** liés à l'exploitation et la maintenance des infrastructures ferroviaires et des TER,
- Le maintien d'une dynamique territoriale concernant environ **113 000 emplois ruraux**,
- Le maintien du transport ferroviaire pour environ **94 000 personnes** pour se rendre sur leur lieu de travail, leur évitant de prendre la voiture et ainsi d'engendrer des émissions annuelles supplémentaires de **91 000 tonnes de CO<sub>2</sub>**.



# Méthodologie Générale

L'estimation du nombre d'emplois générés par la mise en place d'une filière comprend les emplois directement concernés par la filière en question. La mise en place de la filière BioGNV ferroviaire implique les segments d'activité décrits dans la figure 1.

FIGURE 1 : DESCRIPTION DE LA FILIERE BIOGNV FERROVIAIRE PAR SEGMENT D'ACTIVITE



D'autres emplois s'y ajoutent notamment ceux créés chez les fournisseurs de ces segments d'activité. On parle alors d'emplois indirects qui sont calculés pour l'ensemble des fournisseurs, pour les fournisseurs des fournisseurs, et ainsi de suite.

Enfin, l'estimation du nombre d'emplois comprend également les emplois qui sont créés par les dépenses des salaires des emplois créés directement et indirectement. Ces emplois et impacts économiques sont appelés l'impact induit.

L'ensemble de l'activité BioGNV ferroviaire se traduit également en impact environnemental par la consommation de BioGNV plutôt que de gasoil. Cet impact environnemental est traduit en réduction d'émission de CO<sub>2</sub>, de NOx et de P<sub>M2.5</sub> et PM<sub>10</sub>. L'impact sonore du moteur hybride GNV est également pris en compte sans toutefois être monétarisé.

En complément de ces impacts directs et indirects, cette étude a cherché à quantifier le nombre d'emplois concernés par les liaisons ferroviaires impliquant des TER BioGNV. Ces emplois représentent l'impact dit catalytique de la filière BioGNV ferroviaire. Ces emplois concernent aussi bien les activités d'exploitation et de maintenance des lignes ferroviaires que les activités d'exploitation et de maintenance des TER eux-mêmes. Il est également inclus dans cet impact catalytique l'ensemble des emplois concernés par la présence d'une gare (guichet, entretien, relai...). Cet impact permettrait de souligner l'impact environnemental du maintien de la liaison ferroviaire en évitant le changement modal de transport du train vers la voiture.

## Participants

Nous souhaitons remercier l'ensemble des acteurs ferroviaires et GNV qui ont participé à cette étude :

- 2C-Consulting
- AS24/Total
- Bombardier
- GRDF
- Groupe Iming : Ingéole / SPMO
- Naturgy
- Proviridis

Les résultats et les analyses de cette étude n'engagent que Sia Partners. La vision donnée dans ce document résulte de l'analyse de Sia Partners en totale indépendance.



# Sommaire

1. Etat des lieux géographique et projections	7
A. Parc existant des TER diesel et projection des transformations au BioGNV à 2030	7
B. Production de biométhane et scénario de demande en BioGNV	9
2. Un système ferroviaire remanié pour intégrer le BioGNV	11
A. La transformation des TER au BioGNV	11
B. L'exploitation et maintenance des TER	12
C. La construction de stations d'avitaillement au BioGNV et l'exploitation et maintenance	12
D. La construction des unités de méthanisation et la production de BioGNV	13
E. L'acheminement du biométhane aux stations d'avitaillement	13
3. Des impacts emplois distribués sur le territoire en faveur des régions présentant un tissu industriel développé	14
A. Impact national sur l'emploi des 3 scénarios étudiés	14
B. Caractéristiques des emplois dans le scénario intermédiaire	15
C. Les impacts économiques et fiscaux	21
D. Les impacts environnementaux	23
4. Une filière provoquant des effets de bords en raison de sa compétitivité sur les coûts du carburant	26
A. Les emplois ferroviaires sur les lignes de TER BioGNV	27
B. Les impacts sur la dynamique des communes maintenue par la présence d'une gare TER	28
C. Les impacts du changement de mode de transport par la fermeture d'une ligne TER	30



## 1. Etat des lieux géographique et projections

L'estimation des impacts de la filière TER BioGNV en France commence par la réalisation d'un état des lieux du parc existant de TER et de la projection de ce parc en termes de transformation au BioGNV.

Cette projection permet également de calculer la consommation prévisionnelle de biométhane par cette filière et de la mettre en regard des potentiels de production de biométhane par région et ainsi vérifier la juste corrélation entre production et consommation locale.

### A. Parc existant des TER diesel et projection des transformations au BioGNV à 2030

La France dispose d'un parc de TER dont une partie, 930, consomme du diesel. Ce parc de TER diesel est composé de 6 modèles répartis entre les constructeurs Bombardier et Alstom. Sur ces 6 modèles, 2 sont bi-modes (dis BGC), c'est-à-dire qu'ils peuvent circuler sous caténaire lorsque la ligne est électrifiée et peuvent également circuler sur des lignes non-électrifiées grâce à leur moteur diesel. Les 4 autres modèles sont 100% diesel.

Le parc de TER est réparti sur l'ensemble du territoire suivant le tableau ci-dessous :

TABLEAU 1 : REPARTITION REGIONALE DES TER ROULANT AU DIESEL<sup>1</sup>

Région	B81500	B82500	X76500	X72500	X73500	X73900	Total
Auvergne Rhône-Alpes	40	28	26	16	82		192
Nouvelle Aquitaine	51	10		23	53		137
Hauts de France		46	34	6	12		98
Grand Est		15	59		21	17	112
Bourgogne Franche Comté	39		5		39		83
Occitanie	28			8	38		74
Normandie		9	14	14	25		62
PACA	26		9	17			52
Pays de la Loire			16	10	14		40
Centre-Val de Loire	1			16	16		33
Ile de France		24					24
Bretagne		8			15		23
<b>France métropolitaine</b>	<b>185</b>	<b>140</b>	<b>163</b>	<b>110</b>	<b>315</b>	<b>17</b>	<b>930</b>

L'opération de transformation au BioGNV consiste à changer le moteur diesel existant, en partie ou en totalité, afin de le faire fonctionner à partir de BioGNV. Plusieurs éléments techniques nécessitent d'être installés : stockage de BioGNV, systèmes de contrôle des moteurs et de l'injection de BioGNV... Dans le modèle de train BioGNV étudié, une batterie est également ajoutée afin d'optimiser la consommation des TER et de pouvoir éteindre le moteur du TER lors de son passage en gare permettant une réduction des émissions de polluants en gare mais également une réduction du bruit.

Dans cette étude, il est étudié la transformation des trains au BioGNV comme solution de remplacement des TER diesel en fonction des usages identifiés. Il se pourrait que les régions, aux vues des années de vie restantes des TER et des investissements conséquents, préfèrent renouveler le matériel roulant en fin de vie plutôt que d'opter pour un retrofit ou un changement du moteur entre 2025 et 2030.

<sup>1</sup> Source : Le matériel roulant de la SNCF, Denis Redoutey



Sur ce parc existant, plusieurs options de modification de carburant sont envisagées : les batteries, le B100 et le BioGNV. L'électrification des lignes n'est pas considérée comme une solution possible à court et moyen terme en raison de son coût élevé. Le choix de l'énergie utilisée se fait en fonction de plusieurs critères environnementaux, économiques, techniques ou contraintes d'exploitation :

- **Critère 1** : Le TER BioGNV n'est intéressant que sur des liaisons présentant des lignes non-électrifiées d'une distance supérieure à 80 km. En dessous de cette distance, le TER à batterie apparaît comme une solution plus intéressante économiquement et environnementalement. Les batteries permettraient de convertir 50% du parc des TER bi-modes, le reste pouvant être couvert par le BioGNV. Cette contrainte détermine la part de TER bi-modes transformée dans le scénario haut.
- **Critère 2** : L'électrification frugale des terminus des lignes permettrait une recharge des batteries augmentant ainsi les usages batteries qui pourraient être faits sur les modèles bi-modes. Cette hypothèse amène à réduire la part des TER bi-modes convertibles au BioGNV et à la ramener à 25% du parc. Cette hypothèse est utilisée pour déterminer la part des bi-modes transformée dans le scénario bas et intermédiaire.
- **Critère 3** : Leetrofit du modèle de TER X72500 ne présente pas beaucoup d'intérêt pour les régions. Les régions devraient donc probablement attendre la fin de vie des TER de ce modèle pour faire un renouvellement total (BioGNV ou autre), une opération qui devrait se réaliser après 2030. Cette contrainte élimine le modèle X72500 du potentiel de transformation au BioGNV. Elle est appliquée pour l'ensemble des scénarios.
- **Critère 4** : Une dernière énergie alternative disponible à court terme et à faible coût est le B100. Les principales régions produisant du colza et de l'agrosol prioriseraient potentiellement cette énergie. Des régions comme les Hauts-de-France, le Grand-Est, la Normandie, la Bourgogne-Franche-Comté, l'Occitanie et PACA présentent à la fois des surfaces de colza développées et des unités industrielles de production d'agrosol importantes. Cette hypothèse est utilisée dans le scénario bas.

A partir de ces 4 critères, 3 scénarios de transformation des TER ont été dessinés :

- **Scénario bas** : Les régions productrices de colza et d'agrosol préfèrent le déploiement de TER B100 (grosol d'origine 100% huile de colza) plutôt que les trains BioGNV. Par ailleurs, l'électrification frugale, permettant le déploiement de recharge en bout de ligne des TER BGC<sup>2</sup>, limite les usages BioGNV à 25% sur ces modèles. Le scénario bas amène à un taux de transformation du parc de TER grosol de 33% vers du BioGNV.
- **Scénario intermédiaire** : L'ensemble des TER 100% grosol sont convertis au BioGNV. Pour les BGC, l'électrification frugale permet d'envisager la transformation ou le renouvellement de 25% du parc existant au BioGNV. Le scénario intermédiaire, qui sera le scénario principal pour la présentation des résultats amène à un taux de transformation du parc de TER de 61%.
- **Scénario haut** : Les TER 100% grosol sont convertis ou renouvelés entièrement au BioGNV. Pour les BGC, l'électrification frugale ne se fait pas ce qui permet d'envisager 50% de ces TER circulant au BioGNV. Le scénario haut permet d'atteindre un taux de transformation de 70% du parc existant de TER.

La période sur laquelle la transformation des TER est réalisée a été estimée entre 2025 et 2030. La transformation se ferait en 2 paliers. Le premier consisterait à réaliser un petit nombre

---

<sup>2</sup> Un TER BGC regroupe les deux modèles bi-modes (électrique et grosol) de Bombardier qui peuvent circuler aussi bien sur des lignes électrifiées que sur des lignes non-électrifiées.

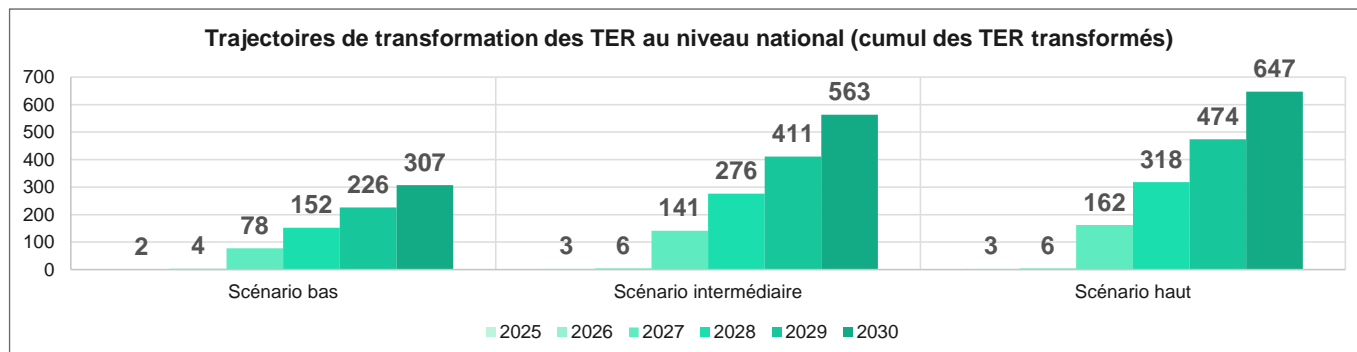




de transformations sur les deux premières années, 2025 et 2026, afin de mettre en place l'organisation nécessaire pour réaliser une phase industrielle sur les trois années suivantes.

L'ensemble de ces hypothèses amène aux trajectoires décrites dans le graphique ci-dessous :

**FIGURE 1 : EVOLUTION DU MATERIEL ROULANT AU BIOGNV JUSQU'À 2030 (CUMUL DES TER TRANSFORMES)<sup>3</sup>**

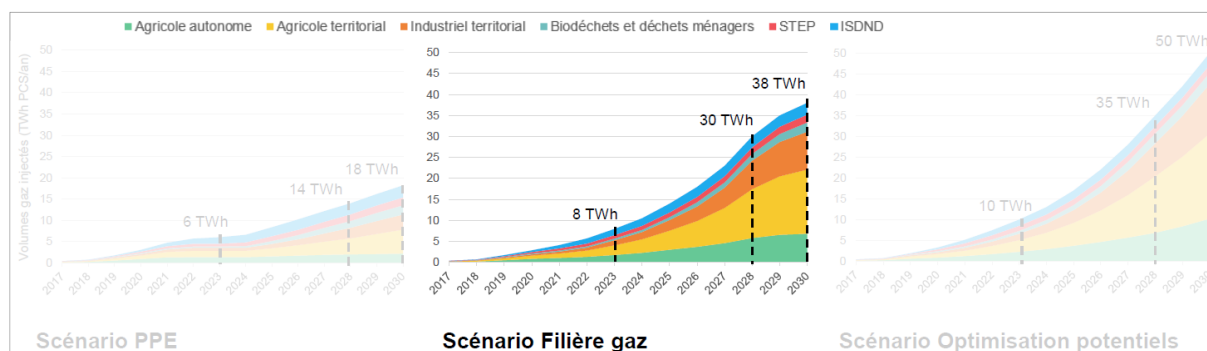


### B. Production de biométhane et scénario de demande en BioGNV

Dans le cadre de cette étude, les emplois liés à la construction et à la production de BioGNV sont également estimés. Afin de pouvoir rendre compte de ces emplois, il est nécessaire d'utiliser un scénario de production de biométhane qui a été défini par la filière méthanisation.

Le scénario de production de biométhane retenu est celui de la filière gaz, qui est décrit ci-dessous :

**FIGURE 2 : SCENARIO DE PRODUCTION DE BIOMETHANE RETENU<sup>4</sup>**



Source : Etude emploi biogaz GRDF - 2019

Le scénario de développement du biométhane introduit un volume annuel de production ainsi qu'une structure de la filière de production en termes de typologies d'unités d'injection. Connaître la typologie des unités de méthanisation déployées est important pour estimer le nombre d'emplois sur la construction et l'exploitation et maintenance des unités d'injection. Ce dernier dépend du type d'unité de méthanisation. Par exemple, les unités de méthanisation agricoles sont plus intensives en emplois que les unités adossées à une STEP ou à une ISDND.

Par ailleurs, ces scénarios donnent également des trajectoires de développement régionales différentes ce qui permet d'affiner la régionalisation des impacts liés à la production de

<sup>3</sup> Source : Sia Partners d'après Le matériel roulant de la SNCF de Denis Redoutey

<sup>4</sup> Source : Etude d'impact emploi de la filière biogaz en France, Transition – GRDF, 2019



biométhane mais également de vérifier les capacités de production régionales par rapport à la consommation de BioGNV ferroviaire.

Afin de réaliser cette vérification, les consommations régionales en 2030 ont été calculées pour chacune des régions à partir du parc transformé par région et des données de consommation fournies par les bureaux d'étude ferroviaire.

**TABEAU 2 : CONSOMMATIONS ANNUELLES DE BIOGNV PAR REGION<sup>5</sup>**

Région	Distance annuelle moyenne parcourue par TER (km/an)	BioGNV consommé (GWh)
Auvergne Rhône-Alpes	86 000	<b>126,0</b>
Nouvelle Aquitaine	93 000	<b>69,9</b>
Hauts de France	72 500	<b>47,7</b>
Grand Est	72 600	<b>85,8</b>
Bourgogne Franche Comté	96 000	<b>59,1</b>
Occitanie	107 000	<b>56,1</b>
Normandie	80 000	<b>38,0</b>
PACA	77 000	<b>12,5</b>
Pays de la Loire	78 000	<b>28,5</b>
Centre-Val de Loire	103 000	<b>20,1</b>
Ile de France	34 000	<b>1,8</b>
Bretagne	79 000	<b>14,4</b>

Ces consommations sont comparées aux productions estimées par région dans le scénario de la filière gaz :

**FIGURE 3 : ESTIMATION DES CAPACITES D'INJECTION A 2030 (SCENARIO FILIERE GAZ)<sup>6</sup>**

Région	Capacités d'injection en 2030 (GWh)
Auvergne Rhône-Alpes	<b>3 831</b>
Nouvelle Aquitaine	<b>4 407</b>
Hauts de France	<b>3 897</b>
Grand Est	<b>3 700</b>
Bourgogne Franche Comté	<b>2 269</b>
Occitanie	<b>2 845</b>
Normandie	<b>3 042</b>
PACA	<b>1 266</b>
Pays de la Loire	<b>3 585</b>
Centre-Val de Loire	<b>2 269</b>
Ile de France	<b>2 664</b>
Bretagne	<b>4 226</b>

Sur l'ensemble de la France, la consommation de BioGNV en 2030 par le parc TER BioGNV atteindrait **560 GWh par an**, soit la consommation de **2 240 bus**, et représenterait environ **1,5% de la production de biométhane**. La région présentant le plus fort taux de consommation de biométhane produit serait la région **Auvergne – Rhône – Alpes avec 3,3% de sa production** consommée par les TER transformés au BioGNV.

La mise en place de la filière TER BioGNV à l'horizon 2030 ne représenterait donc qu'une part minimale de la production de biométhane en France .en 2030.

<sup>5</sup> Source : Sia Partners d'après ARAFER 2016, Bombardier, 2C-Consulting, GRDF

<sup>6</sup> Source : Etude d'impact emploi de la filière biogaz en France, Transition – GRDF, 2019



## 2. Un système ferroviaire remanié pour intégrer le BioGNV

Le développement de la filière TER BioGNV en France nécessiterait la mobilisation des acteurs industriels du ferroviaire et la mise en place d'un ensemble d'infrastructures pour produire et acheminer le BioGNV jusqu'à l'avitaillement des TER au BioGNV.

Ainsi, les bureaux d'étude ferroviaire, les constructeurs (Bombardier et Alstom), les ateliers de maintenance et les exploitants ferroviaire seraient mobilisés sur le développement des TER BioGNV, leur transformation ainsi que sur leur exploitation et maintenance.

Du côté de la filière BioGNV, le réseau d'acheminement du biométhane est déjà bien en place mais les filières de production et d'avitaillement nécessitent d'être déployées plus largement. Les acteurs autour de la construction des unités de méthanisation ainsi que la construction des stations d'avitaillement des TER seront mobilisés tout comme ceux participant à l'exploitation et la maintenance de ces unités

L'estimation des impacts emplois sur l'ensemble de ces blocs se fait à partir d'unités d'œuvres, décrites dans les parties suivantes. Ces unités d'œuvre sont ensuite associées à des ratios ETP par unité d'œuvre qui sont collectés lors des entretiens avec la filière.

### A. La transformation des TER au BioGNV<sup>7</sup>

La transformation des trains au BioGNV se réalise en 3 étapes. L'unité d'œuvre associée à cette activité est le TER.

La première étape consiste au développement des modèles TER BioGNV. Cette étape inclut les travaux de recherche, d'ingénierie et de prototypage des systèmes développés. Elle représenterait un coût pouvant varier de 15 et 20 M€ par modèle de TER développé.

La seconde étape est celle de l'homologation des systèmes BioGNV. Elle concerne l'homologation du moteur BioGNV, l'homologation du système moteur combiné à l'électronique de contrôle et une dernière homologation du système de stockage du BioGNV. Ces homologations sont nécessaires afin de vérifier le respect des normes de sécurité et environnementales définies par le cadre réglementaire européen et français.

L'ensemble des coûts de recherche, développement, prototypage et homologation reviennent à 100 000 € par TER dans le cadre du scénario intermédiaire qui voit 563 TER transformés sur 4 modèles BioGNV développés.

La dernière étape consiste à réaliser la transformation dans les ateliers industriels. Pour cette étape, les principaux postes de coûts sont le moteur, le système de stockage de gaz, l'électronique de contrôle, la catalyseur, le système d'hybridation et l'assemblage. La transformation est évaluée autour de 650 000 € par TER, hors coûts de recherche, développement et homologation.

La somme de ces coûts détermine un coût total du retrofit de l'ordre de 750 000 € par TER.

Parmi ces coûts, la recherche, développement, prototypage et homologation sont considérés comme spécifiques au BioGNV, soit 100 000 € par TER. Au niveau des équipements, 120 000 € liés au stockage du BioGNV et à l'hybridation du moteur sont spécifiques aux modèles hybrides BioGNV. Sur les 750 000 € de coût de retrofit d'un TER au BioGNV, un total de 220 000 € serait spécifique au BioGNV, soit 29% du coût de transformation du TER.

---

<sup>7</sup> Les données sur la transformation des TER sont issues des entretiens avec les acteurs de la filière



## B. L'exploitation et maintenance des TER

L'exploitation et la maintenance des TER est effectuée sur la région propriétaire de matériel roulant. L'unité d'œuvre associée à ce bloc est la distance parcourue par région par l'ensemble des TER transformés sur cette région, cette unité est le TER.km.

D'après l'étude 2016 de l'ARAFER<sup>8</sup> (ART maintenant) sur l'exploitation et la maintenance des TER, les principaux postes de coûts sont les suivants :

- Péages d'utilisation des infrastructures ferroviaires
- Conduite
- Accompagnement
- Charge matériel roulant
- Distribution
- Autres charges

Ce rapport de l'ARAFER indique également qu'en moyenne 18 agents de la SNCF travaillent sur le segment exploitation et maintenance des TER pour 100 000 TER.km parcourus dans la région.

Les entretiens ont également révélé qu'une très faible différence se ferait sur la maintenance des moteurs BioGNV par rapport aux moteurs diesel, n'impliquant pas d'emplois, ni de dépenses, supplémentaires. Ainsi, ce ratio de 18 emplois pour 100 000 TER.km est appliqué aux distances parcourues par région des TER BioGNV.

## C. La construction de stations d'avitaillement au BioGNV et l'exploitation et maintenance<sup>9</sup>

L'avitaillement en BioGNV passe par la mise en place d'infrastructures nouvelles et différentes des stations d'avitaillement en gasoil. Cette activité est spécifique à la filière TER BioGNV.

L'unité d'œuvre principale de ce bloc est la quantité de BioGNV consommée (en GWh) par région. Elle permet de calculer un nombre de stations d'avitaillement à construire mais également d'estimer l'ensemble des coûts d'exploitation et de maintenance liés à l'activité des stations. Le dimensionnement d'une station d'avitaillement ferroviaire a été supposé similaire à celui d'une station privative d'avitaillement d'une petite flotte de bus : 10 à 12 bus nécessitant l'avitaillement de 2 bus en parallèle.

Pour ce qui est de la partie construction des stations BioGNV, 3 grands postes de coûts composent son prix :

- L'ingénierie et les études : étude et prospection foncière, étude technique des besoins d'avitaillement et dimensionnement des équipements, études de faisabilité (raccordement et débit proposé par l'opérateur de réseau de gaz, raccordement électrique) et étude géotechnique. L'ensemble de cette étape représente autour de 90 à 100 k€ par station.
- Les travaux : Génie Civil, Pilotage et Conduite des travaux, VRD, électricité... Ce poste de coûts se situe autour de 300 k€. Plus faible que pour une station routière en raison d'un coût du génie civil limité lié à des terrains déjà viabilisés (terrassment et raccordement électrique principalement).
- Les équipements : Compresseurs, distributrices, cuves de stockage du gaz comprimé, vidéo surveillance et système de contrôle. Les compresseurs sont d'origine européenne mais non française. On retrouve comme principaux fabricants de

<sup>8</sup> ARAFER – Bilan annuel du marché français du transport ferroviaire de voyageurs, 2015-2016

<sup>9</sup> Données issues des entretiens avec les acteurs de la filière GNV



compresseur l'allemand Bauer et les italiens Fornovo Gas et Safe. L'ensemble de ce poste de coûts représente jusqu'à 900 000 €.

Une station d'avitaillement revient aux alentours d'1,3 million d'euros, un budget un peu plus faible que les stations routières en raison du moindre aménagement des terrains pour accueillir la station GNV (sites déjà viabilisés).

#### D. La construction des unités de méthanisation et la production de BioGNV<sup>10</sup>

La construction des unités de méthanisation et la production de BioGNV sont des activités spécifiques à la filière BioGNV et qui représentent donc des emplois supplémentaires par rapport à la filière diesel. Dans le cadre de la filière diesel, l'ensemble investissement et exploitation des unités de production de gasoil sont des activités réalisées en dehors de la France amenant à l'importation de 100% du gasoil consommé par les TER.

L'ensemble des données et informations sur la construction des unités biométhane et la production de BioGNV ont été extraites de l'étude des impacts emploi de la filière biogaz réalisée par Transition pour le compte de GRDF en 2019.

Ces résultats ont été retranscrits sous forme de ratio par GWh et sont divisés en deux segments :

- La construction des unités de méthanisation : les ratios emploi par GWh sur le segment construction des unités de méthanisation ont été multipliés par la quantité de BioGNV consommée par les rames de TER nouvellement transformées. Les postes de coûts pour la construction des unités de méthanisation ont quant à eux été récupérés dans l'étude sur la feuille de route industrielle de la filière biométhane réalisée en 2018 par GRDF.
- Le segment production de biométhane tire également ses données des deux études mentionnées précédemment. Ces ratio €/MWh ou emploi/GWh sont multipliés par les quantités de BioGNV consommées par l'ensemble de la flotte de TER BioGNV.

#### E. L'acheminement du biométhane aux stations d'avitaillement

Le bloc acheminement constitue l'activité de transport du biométhane depuis son lieu d'injection jusqu'à son lieu de consommation. Les opérateurs des réseaux de transport et de distribution du gaz naturel sont inclus dans ce scope tout comme les opérateurs des sites de stockage du gaz naturel. En revanche, les entreprises de gestion des terminaux méthaniers ne sont pas considérés car ils n'agissent pas dans le cadre du marché du biométhane/BioGNV.

Cette activité est considérée comme similaire à l'activité d'acheminement du gasoil ce qui implique la comptabilisation des emplois de cette activité dans le segment « co-emploi ».

L'ensemble des postes de coûts ont été calculés sur les rapports de la CRE sur les charges des opérateurs de transport, de distribution et de stockage de gaz naturel : GRTgaz, GRDF et Storengy.

Les emplois 2019 ont été identifiés sur l'ensemble des acteurs de ce segment pour calculer les ratios emplois par TWh de gaz naturel consommé en France en 2019. L'impact emploi de ce segment a été calculé en combinant ces ratios aux quantités annuelles consommées par les TER transformés au BioGNV.

---

<sup>10</sup> GRDF / Transition – Etude d'impact de la filière biogaz sur l'emploi en France de 2018 à 2030, 2019

### 3. Des impacts emplois distribués sur le territoire en faveur des régions présentant un tissu industriel développé

Les impacts de la mise en place d'une filière TER BioGNV sont d'ordre direct, indirect et induit<sup>11</sup>. Ces impacts sont estimés pour les trois scénarios définis précédemment. Le détail des impacts est présenté uniquement pour le scénario intermédiaire.

#### A. Impact national sur l'emploi des 3 scénarios étudiés

Les impacts emplois des trois scénarios sont situés entre 9 400 et 19 100 emplois, en 2030. Cette grande différence est la conséquence du nombre de TER transformés au BioGNV dans les trois scénarios.

Ces emplois estimés sont séparés en deux catégories :

- Les emplois non-péreennes liés à la construction, en 2030, des unités de méthanisation, des stations d'avitaillement au BioGNV et de la transformation des derniers TER,
- Les emplois pérennes liés à l'exploitation et la maintenance, en 2030, des unités de méthanisation, des stations d'avitaillement et des TER BioGNV et en plus des réseaux de gaz permettant d'acheminer le BioGNV de l'unité de méthanisation à la station d'avitaillement.

Dans le scénario bas, où le BioGNV est en concurrence directe avec les TER à batterie et les TER roulant au B100 (agrogasoil produit en France), le nombre d'emplois en 2030 atteindrait 9 400 ETP.

Le scénario haut, dans lequel le TER BioGNV est en concurrence avec le TER à batterie mais avec des usages plus développés sur les TER bi-modes, permettrait d'atteindre un nombre d'emplois de l'ordre de 19 100 ETP en 2030.

Enfin, le scénario intermédiaire, sur lequel seront détaillées les caractéristiques des emplois (pérennité, spécificité au BioGNV, catégorie professionnelle de l'emploi et localisation géographique) démontre un potentiel de 16 750 ETP en 2030.

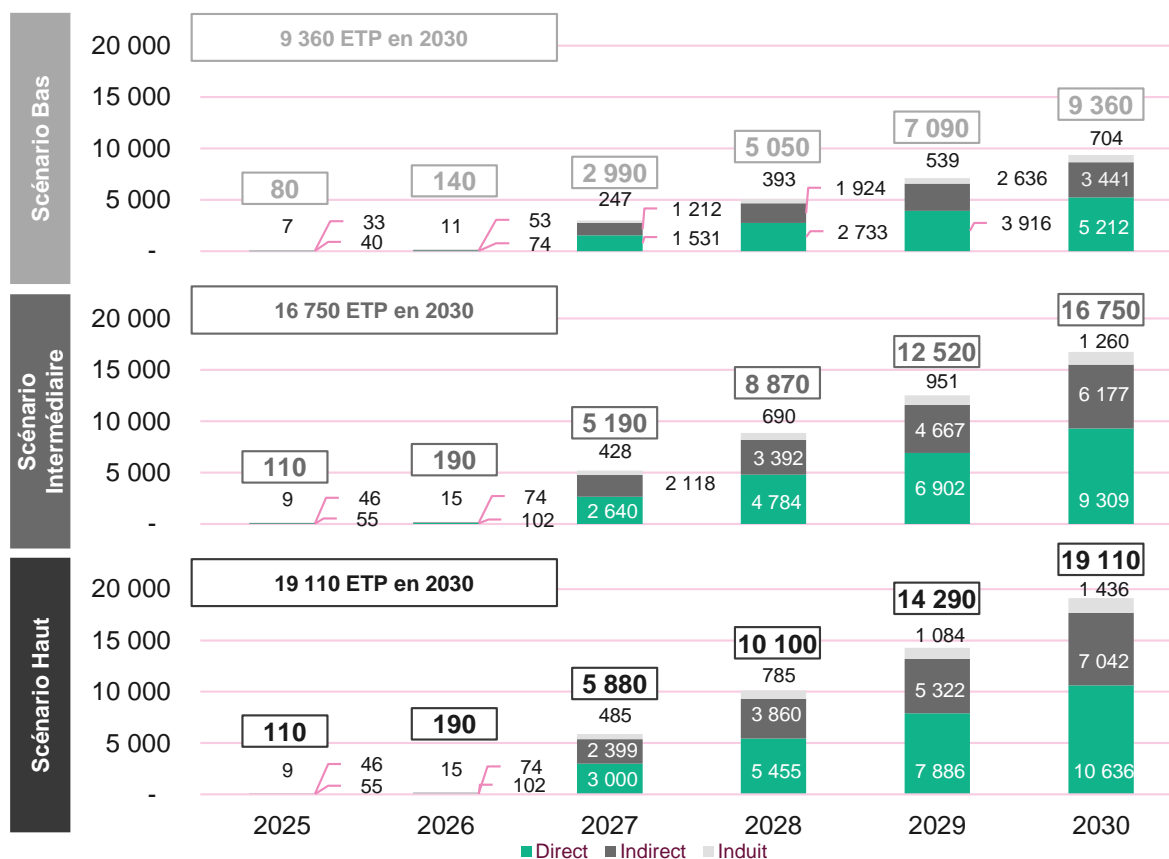
Sur l'ensemble de ces scénarios, 56% des emplois sont générés par l'activité directe, 36% par l'activité indirecte des fournisseurs et 8% par l'activité induite par les rémunérations.

---

<sup>11</sup> L'impact direct concerne les activités de construction d'unité de biométhane, de production de biométhane, d'acheminement du biométhane jusqu'aux stations d'avitaillement de BioGNV, la construction des stations d'avitaillement au BioGNV, l'exploitation et la maintenance des stations d'avitaillement, la transformation des TER au BioGNV et l'exploitation et la maintenance des TER BioGNV. L'impact indirect concerne l'ensemble des fournisseurs de ces activités, par exemple, les fournisseurs d'équipements pour les TER (moteurs, stockage BioGNV, modules d'hybridation...) ou encore les fournisseurs de compresseurs, de distributrices... pour les stations d'avitaillement. L'impact induit est la conséquence de la rémunération des emplois créés dans les impacts directs et indirects. Cette rémunération va permettre la génération de dépenses des ménages et ainsi la création d'activité supplémentaire.



**FIGURE 4 : EVOLUTION DES EMPLOIS PAR TYPOLOGIE D'IMPACT SUR LES 3 SCENARIOS ETUDIES**



La dynamique affichée dans ces graphiques est le résultat d'une combinaison de facteurs d'accélération :

- Un premier facteur est la croissance du nombre de TER transformés par an entre la phase d'expérimentations sur les deux premières années (2025 et 2026) , la phase d'industrialisation sur les années qui suivent, et la phase de finalisation des transformations sur l'année 2030..
- Le second facteur d'accélération est lié au premier et repose sur l'incrémentation des TER transformés dans l'exploitation, la maintenance et l'avitaillement de ces derniers. Ainsi, l'activité générée par l'exploitation et la maintenance est décuplée par la mise en place annuelle d'une quantité en accélération au fil des années de TER à exploiter, maintenir et avitailler au BioGNV.

### B. Caractéristiques des emplois dans le scénario intermédiaire

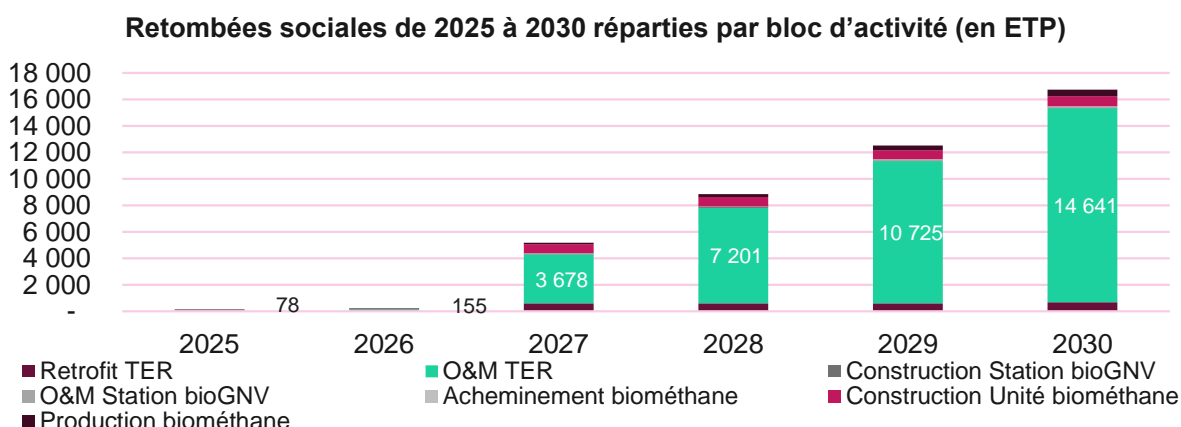
L'ensemble de ces emplois ne sont pas similaires. Ainsi, plusieurs caractéristiques viennent qualifier ces emplois comme le segment d'activité dans lequel l'emploi est généré, la pérennité dans le temps de cet emploi, la catégorie professionnelle impactée ainsi que la localisation dans les différentes régions de la France métropolitaine. Les emplois sont également définis comme spécifiques à la filière BioGNV ou alors comme co-emploi. Un emploi spécifique à la filière BioGNV est un emploi qui n'aurait pas été généré par le retrofit des TER au diesel. Ainsi les emplois liés à la production de biométhane, à la construction des unités de méthanisation et à la construction des stations d'avitaillement sont considérés comme spécifique. De même, les travaux de recherche et de développement de TER BioGNV sont spécifiques à la filière BioGNV.



En ce qui concerne la part des différents segments d'activité étudiés, l'exploitation et la maintenance des TER BioGNV générerait la majeure partie des emplois de la filière des TER BioGNV, atteignant ainsi 14 600 emplois combinés entre le direct, l'indirect et l'induit (cf. figure 5)

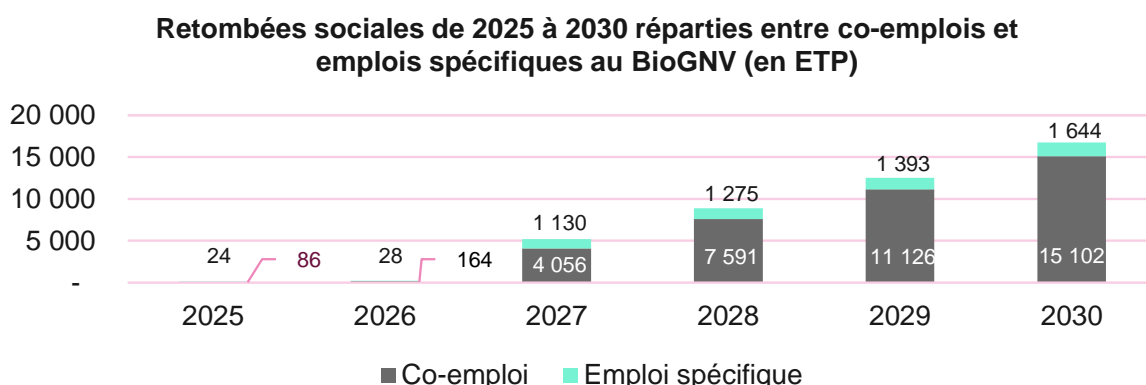
Le deuxième segment créateur d'emploi serait celui de la construction des unités de méthanisation avec 770 ETP créés en 2030 suivi de la transformation des TER au BioGNV approchant les 700 ETP. Ces emplois, non-pérennes, seraient principalement créés chez les fournisseurs d'équipements qui représentent près de 70% du chiffre d'affaires de ces segments.

**FIGURE 5 : ESTIMATION DES EMPLOIS GENERES SUR LES DIFFERENTS SEGMENTS D'ACTIVITE**



Sur l'ensemble de ces emplois, une majeure partie seraient des emplois communs entre les filières TER diesel et TER BioGNV. Ces emplois communs représenteraient 90% des emplois générés (cf. figure 6). Les emplois spécifiques (10% des emplois générés) seraient portés par des segments tels que la construction, l'exploitation et la maintenance des unités de méthanisation ainsi que la construction des stations d'avitaillement au BioGNV et la partie spécifique au BioGNV de la transformation des TER.

**FIGURE 6 : ESTIMATION DES EMPLOIS SPECIFIQUES GENERES**



En ce qui concerne la pérennité des emplois, une très grande partie de ces emplois seraient pérennes, notamment en raison de l'importance du segment d'exploitation et de maintenance

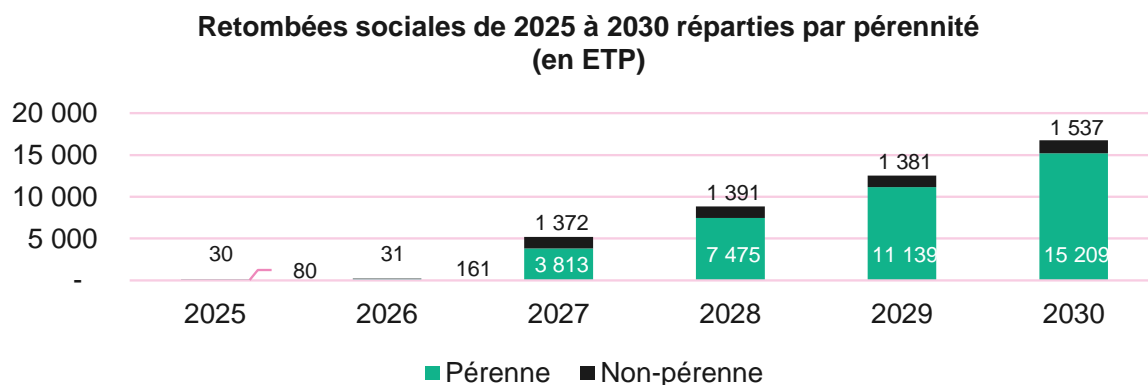




des TER, qu'ils aient une motorisation diesel ou BioGNV. Ces emplois pérennes représenteraient 91% des emplois (cf. figure 7).

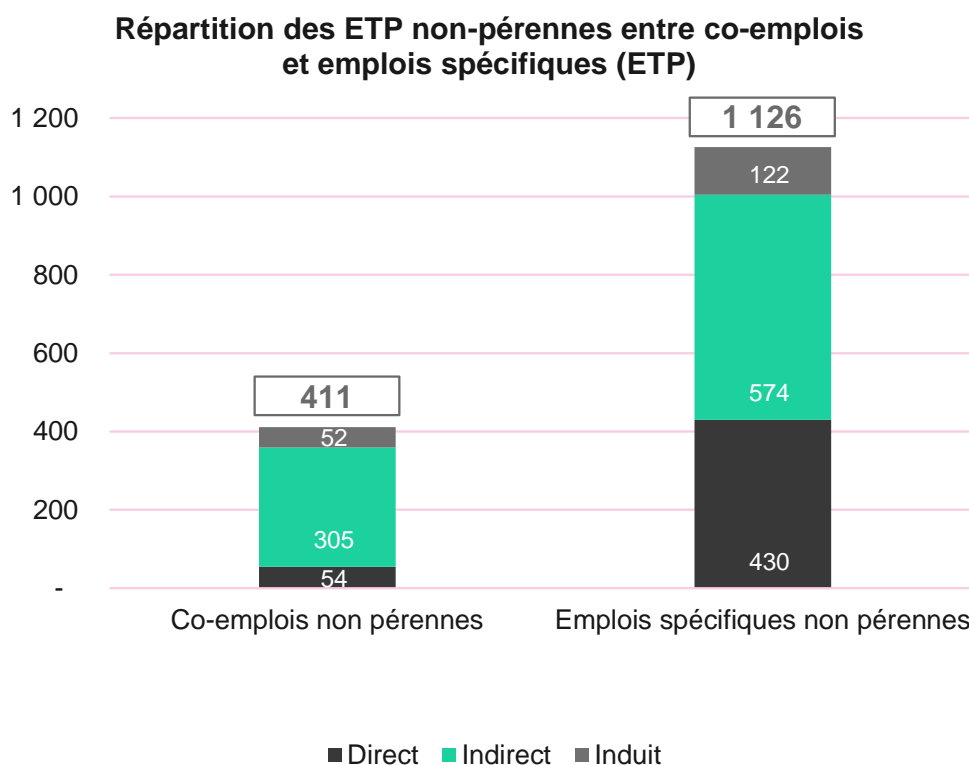
Les emplois non-pérennes seraient quant à eux portés par les activités de transformation des TER et de construction des infrastructures nécessaires au bon fonctionnement des TER au BioGNV. Ils compteraient pour 9% des emplois générés.

**FIGURE 7 : ESTIMATION DES EMPLOIS PERENNES ET NON-PERENNES**



Parmi ces emplois non-pérennes, une grande partie seraient issus de l'activité de construction des unités de méthanisation (50%) alors que la transformation des TER au BioGNV représenterait 46% des emplois (cf. figure 8). Les 4% restant seraient générés par l'activité de construction des stations d'avitaillement en BioGNV. Néanmoins, ce sont les activités spécifiques au BioGNV qui représenteraient le plus d'emplois non-pérennes avec 73% des emplois générés contre 10% sur l'ensemble des activités.

**FIGURE 8 : REPARTITION DE LA SPECIFICITE DES EMPLOIS POUR LES ACTIVITES NON-PERENNES**

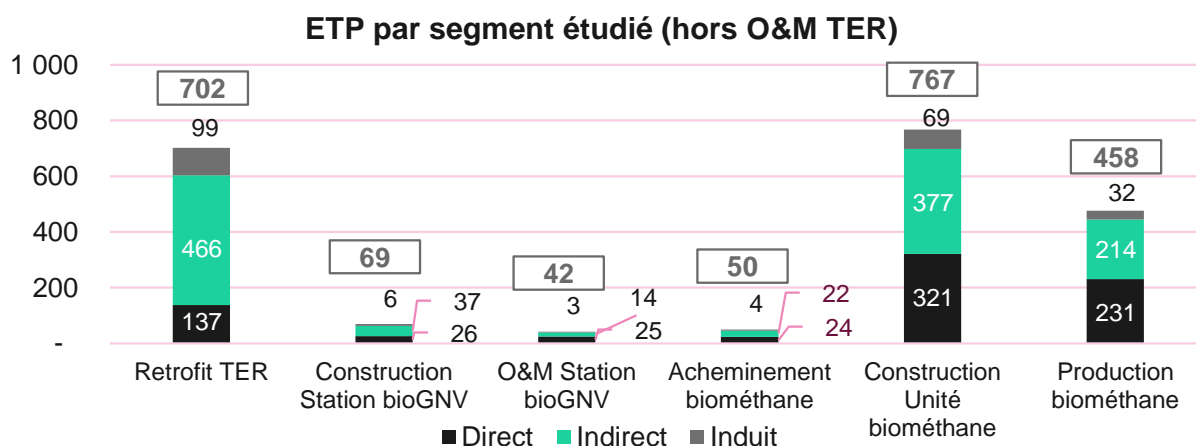


Les emplois spécifiques au BioGNV non-péreennes seraient portés par trois segments d'activité que sont la construction des stations d'avitaillement, la construction des unités de méthanisation et la partie spécifique au BioGNV de la transformation des TER :

- La construction des stations d'avitaillement au BioGNV représenteraient 66 ETP en 2030 soit 6% des emplois non-péreennes spécifiques au BioGNV ferroviaire
- La construction des unités de méthanisation représenteraient 767 ETP soit 68% des emplois non-péreennes spécifiques au BioGNV
- La partie spécifique au BioGNV du retrofit des TER représenterait 291 ETP soit 26% des emplois non pérennes spécifiques au BioGNV

En dehors de l'exploitation et maintenance des TER, qui représenterait 87% des emplois générés par cette filière, ce sont les activités de transformation des TER et de construction des unités de méthanisation qui porteraient l'emploi avec 1 400 emplois (cf. figure 9). L'ensemble des emplois hors O&M des TER atteindrait 2 110 ETP.

**FIGURE 9 : REPARTITION DES EMPLOIS PAR SEGMENT D'ACTIVITE (HORS O&M DES TER)**



Deux typologies d'activité se démarquent : les activités de transformation et de construction et les activités d'exploitation et de maintenance.

Les investissements réalisés sur la construction des infrastructures et la transformation du matériel roulant génèreraient une majeure partie des emplois (hors O&M des TER). Sur les 2 110 ETP au total, ces investissements entraîneraient la création de 1 540 ETP, soit 73% des emplois hors exploitation et maintenance des TER.

Les 570 ETP restants seraient les emplois générés par l'exploitation et la maintenance de ces infrastructures.

Les 1 540 emplois liés aux investissements seraient principalement générés chez les fournisseurs en raison de l'importance des équipements industriels nécessaires pour ces trois segments (transformation des TER, construction des stations d'avitaillement et construction des unités de méthanisation).

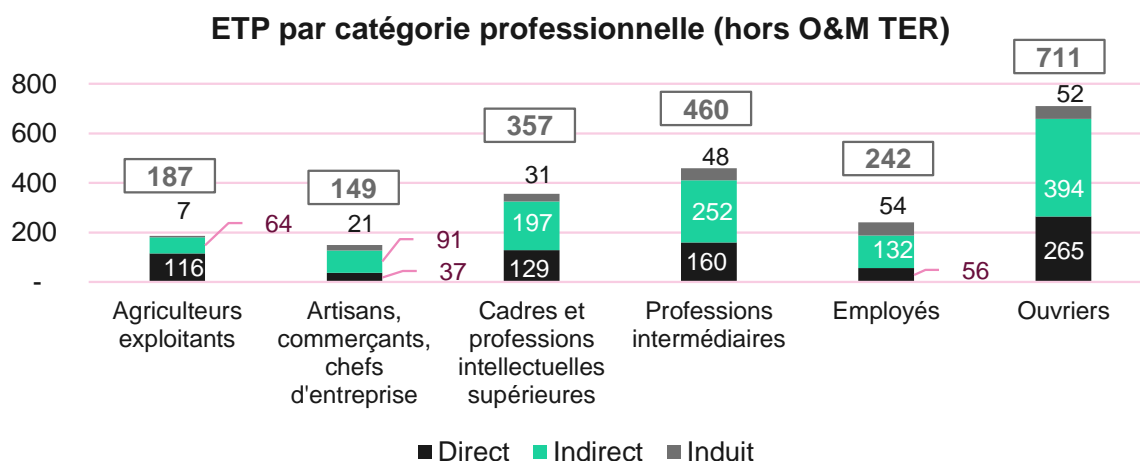
L'ensemble des catégories professionnelles seraient concernées, y compris les agriculteurs exploitants (cf. figure 10). Cette catégorie professionnelle se retrouverait intégrée dans l'activité économique grâce au recours au BioGNV principalement produit à partir de matières premières issues des déchets agricoles. Parmi les autres catégories professionnelles, les ouvriers représenteraient une forte partie de l'emploi en raison de l'importance de la partie fabrication des équipements pour les TER, stations d'avitaillement et unités de méthanisation ainsi que du besoin de génie civil pour ces deux segments d'activité. La catégorie des



professions intermédiaires, dans laquelle se situent les techniciens, serait également fortement représentée. Ils seront notamment fortement mobilisés sur les phases de montage des équipements ainsi que dans la maintenance des stations d'avitaillement et des unités de méthanisation.

Les cadres et professions intellectuelles seraient également fortement représentés et appuyés par le besoin important d'études et d'ingénierie pour l'ensemble des segments d'activité de la mise en place de la filière TER BioGNV.

**FIGURE 10 : REPARTITION DES EMPLOIS PAR CATEGORIE PROFESSIONNELLE**

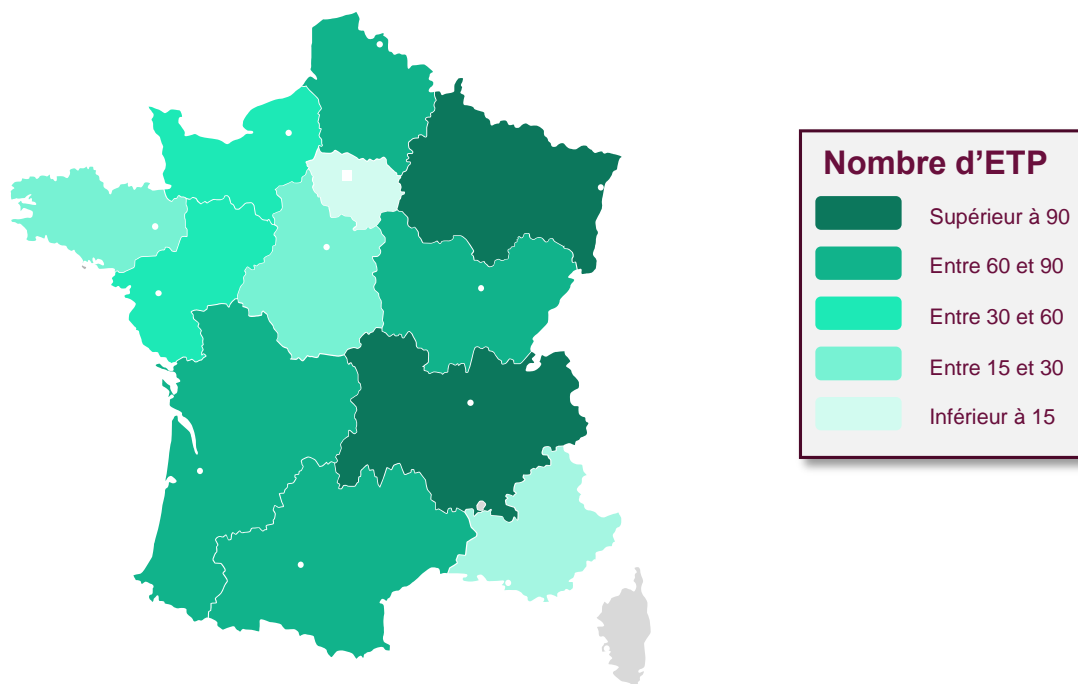


La répartition territoriale de création d'emploi n'est pas uniforme (cf figure 11). Pour ce qui est de l'impact direct, la disparité de la répartition des emplois serait la conséquence d'une localisation centralisée des technicentres industriels de la SNCF équipés pour la transformation des TER. Cette disparité géographique peut également s'expliquer par l'inégalité des usages BioGNV entre les différentes régions. Par exemple, la région Auvergne-Rhône-Alpes bénéficie à la fois d'un parc TER important et d'un technicentre industriel. Elle cumule donc les emplois liés à la filière BioGNV (forte consommation locale avec un nombre plus important de méthaniseurs) et les emplois générés par la présence sur son territoire du technicentre. Bien qu'ayant un potentiel de TER BioGNV moins important, les régions comme

le Grand-Est et la Nouvelle-Aquitaine bénéficient quant à elles d'un potentiel important de création d'emplois en raison de la présence de deux technicentres industriels chacune.

FIGURE 11 : REPARTITION DES EMPLOIS DU DIRECT ENTRE LES REGIONS

### Carte des emplois directs liés au BioGNV ferroviaire, en 2030



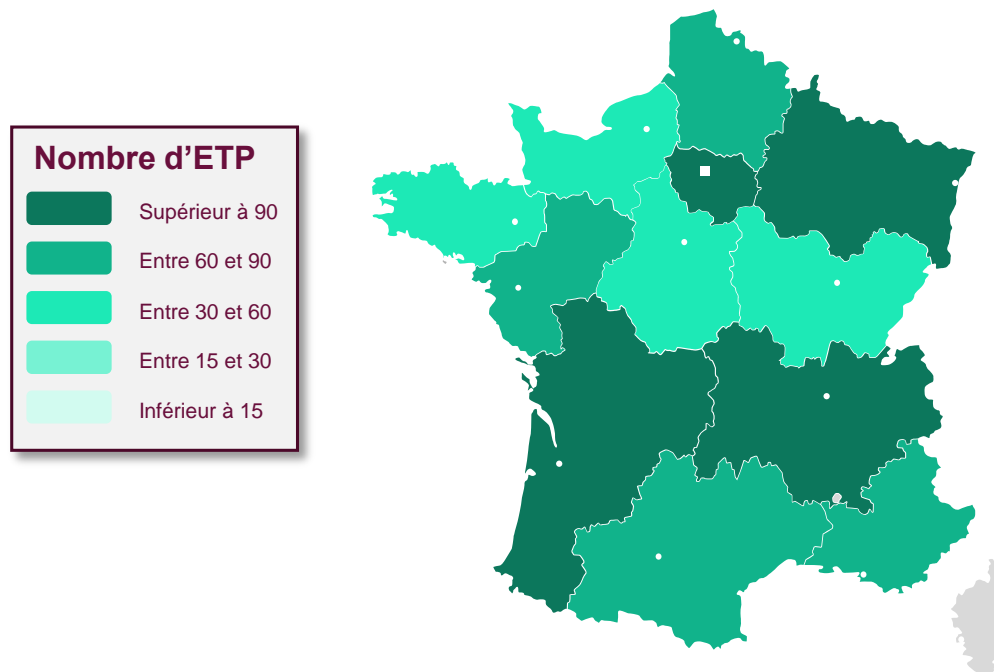
A l'inverse, des régions comme Ile-de-France ou Provence-Alpes-Côte d'Azur ne bénéficieraient pas de l'impact direct de la mise en place de la filière TER BioGNV en raison de la faible quantité de TER transposables en BioGNV.

Cependant, la structure de l'industrie française permettrait une diffusion de ces impacts au niveau de l'indirect avec la fourniture en matériel et en équipement provenant de l'ensemble des territoires (correction faite des importations). Ainsi, la région Ile-de-France verrait le nombre d'emplois générés sur l'impact indirect grimper en raison de l'importance de l'industrie

du numérique et des bureaux d'études permettant de réaliser la recherche, le développement et l'ingénierie nécessaire à la mise en place de la filière TER BioGNV (cf. figure 12).

FIGURE 12 : REPARTITION DE L'IMPACT INDIRECT ENTRE LES REGIONS

### Carte des emplois indirects liés au BioGNV ferroviaire, en 2030



Au-delà de la région Ile-de-France, les régions Occitanie, Hauts-de-France, Grand-Est et Auvergne-Rhône-Alpes présentent des sites industriels ferroviaires importants leur permettant de capter une partie de l'activité indirecte. De son côté, la région PACA bénéficierait d'une industrie du numérique fortement développée, notamment à Sophia-Antipolis ou dans le Pays d'Aix en Provence, pour récupérer de l'activité liée à la mise en place de la filière TER BioGNV dans ce secteur.

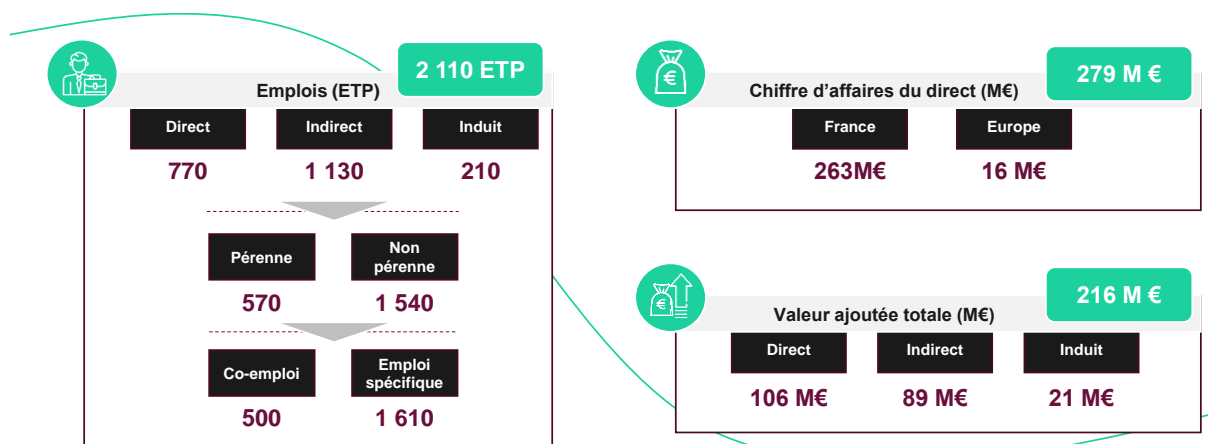
#### C. Les impacts économiques et fiscaux

En termes d'impact économique, la filière TER BioGNV générerait un revenu de 1,5 milliard d'euros dont 1,2 serait réalisé par l'exploitation et la maintenance des TER, soit 82% des revenus.

Sur les 279 millions d'euros d'activité restants, 16 millions seraient importés d'Europe. Cette importation concerne les équipements qui ne peuvent être produits en France en raison d'une avance industrielle trop importante des acteurs concernés dans les autres pays européens. Par exemple, les moteurs BioGNV intégrables dans les TER seraient exclusivement produits par le constructeur MAN en Allemagne. Pour les stations d'avitaillement, ce sont les compresseurs qui présenteraient une forte part d'importations auprès des acteurs allemands (Bauer) ou italiens (Fornovo Gas ou Safe).

Enfin, 263 millions d'euros proviendraient de l'activité à destination des acteurs français. Ils se répartissent en 106 millions d'euros de valeur ajoutée sur les activités du direct, 89 millions d'euros de valeur ajoutée sur les activités de l'indirect et 21 millions d'euros de valeur ajoutée sur les activités de l'induit (cf. figure 13).

**FIGURE 13 : DECOMPOSITION DES IMPACTS ECONOMIQUE ET SOCIAL (HORS O&M TER)**

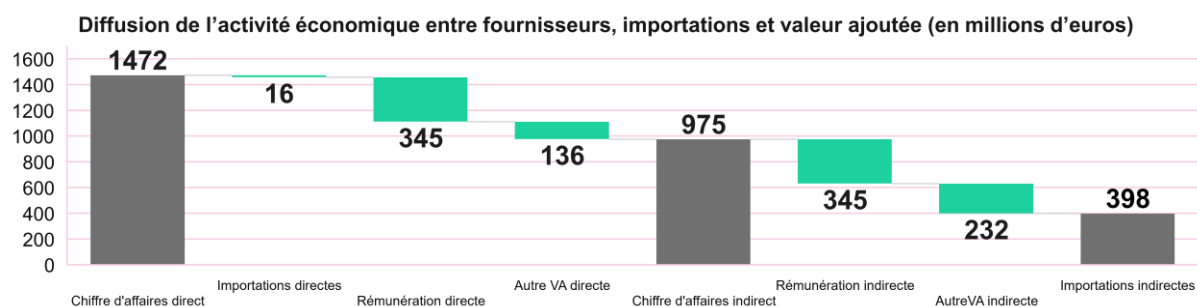


Sources : Modèle IES Sia Partners d'après SNCF Open Data, filière GNV, GRDF, 2C-Consulting, Bombardier, INSEE

En incluant l'activité d'exploitation et maintenance des TER BioGNV, la valeur ajoutée du direct serait de 481 millions d'euros décomposée en 345 millions d'euros de rémunération et 136 millions d'euros d'EBE, impôts et taxes. Les 975 millions d'euros restant représenteraient les consommations intermédiaires du direct équivalent au chiffre d'affaires de l'ensemble des activités de l'indirect. Sur cette activité indirecte, la valeur ajoutée atteindrait 577 millions d'euros décomposée en 345 millions d'euros de rémunérations et 232 millions d'euros d'EBE, impôts et taxes.

La somme restante, 398 millions d'euros, représenterait l'ensemble des importations effectuées pour produire l'impact indirect (cf. figure 14).

**FIGURE 14 : DECOMPOSITION DU CHIFFRE D'AFFAIRES DE LA FILIERE TER BIOGNV EN 2030**



Ainsi, la filière TER BioGNV en 2030 permettrait une diffusion de 73% de son chiffre d'affaires dans l'économie et seulement 27% utilisé pour importer des produits et équipements dont la France ne dispose pas sur son territoire. A titre de comparaison, la part des ressources industrielles françaises (production et importations) repose à 35% sur les importations.

Sur l'ensemble des activités étudiées, les retombées fiscales pour l'état français sont décomposées entre taxes sur les consommations d'énergie (TICGN ou TICPE), les impôts sur la production (hors TICGN ou TICPE et TVA), les impôts sur les sociétés et la TVA.

Un total de 241 millions d'euros de taxes et impôts serait généré grâce à cette activité décomposés de la manière suivante :

- TICGN : 2,9 million d'euros,



- Impôts sur la production et les sociétés : 196 millions d'euros,
- TVA sur la billetterie des TER et sur la consommation des ménages : 43 millions d'euros.

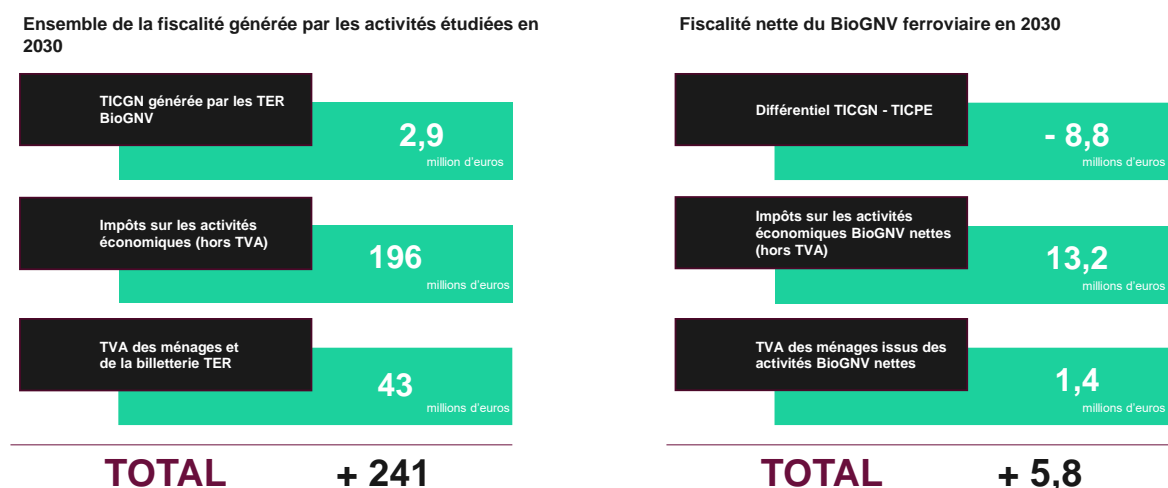
Sur la taxation de la consommation d'énergie, il a été supposé que la consommation de BioGNV par les TER serait taxée à hauteur de 5,23 €/MWh. Ce tarif a été supposé stable jusqu'en 2030. Afin de calculer les pertes liées au changement de régime TICPE vers TICGN, le tarif TICPE pris en compte a été de 18,82 €/MWh, supposé stable jusqu'en 2030 en raison de l'application du tarif réduit de la TICPE pour le secteur ferroviaire sur le Réseau Ferré National.

Ainsi, l'état éprouverait une perte de 8,8 millions d'euros sur la taxation du BioGNV au tarif de la TICGN par rapport à la taxation du gasoil au tarif de la TICPE, en 2030.

Cette perte serait toutefois compensée par les impôts sur la production générés par les activités spécifiques au BioGNV, représentant 13,2 millions d'euros ainsi que la TVA générée par la dépense des ménages rémunérés par les activités spécifiques au BioGNV, 1,4 million d'euros.

Ainsi, la différence de taxation entre TICGN et TICPE serait compensée par les revenus générés par les activités spécifiques au BioGNV pour l'état (cf. figure 15).

**FIGURE 15 : BILAN FISCAL DES ACTIVITES LIEES A LA FILIERE TER BIOGNV**



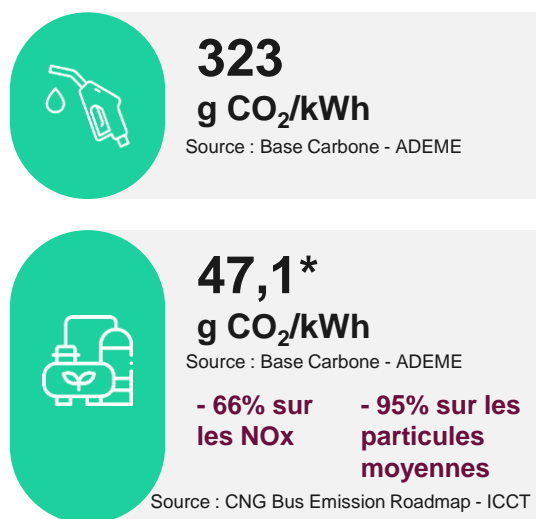
#### D. Les impacts environnementaux

En plus des impacts social et économique qu'apporte la filière TER BioGNV, l'impact le plus recherché dans la mise en place d'une telle filière est l'impact environnemental à savoir la baisse des émissions de dioxyde de carbone mais également des émissions de NOx et de particules moyennes.

En ce qui concerne les émissions de CO<sub>2</sub>, les valeurs utilisées correspondent aux valeurs d'émissions liées à la combustion du gasoil ou du BioGNV présentes dans la base carbone de l'ADEME et calculée suivant les règles d'analyse de cycle de vie du carburant. Ainsi, les valeurs utilisées sont représentées dans la figure 16.

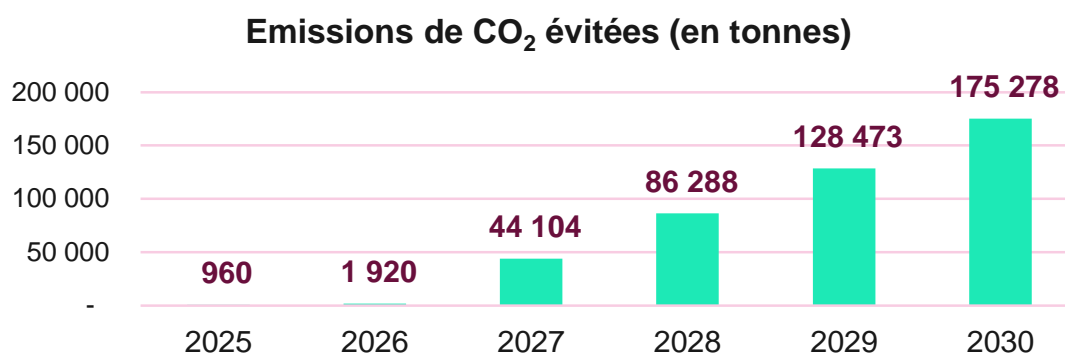
FIGURE 16 : DONNEES ENVIRONNEMENTALES DE LA COMBUSTION<sup>12</sup> DE GAZOLE ET DE BIOGNV

**Données environnementales :**



Associés aux consommations de carburants calculés dans le scénario intermédiaire, la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> atteindraient **175 000 tonnes/an de CO<sub>2</sub> en 2030** (cf figure 17), soit l'équivalent de **69 000 voitures particulières**.

FIGURE 17 : TRAJECTOIRE DE REDUCTIONS DES EMISSIONS DE CO<sub>2</sub> POUR LE SCENARIO INTERMEDIAIRE

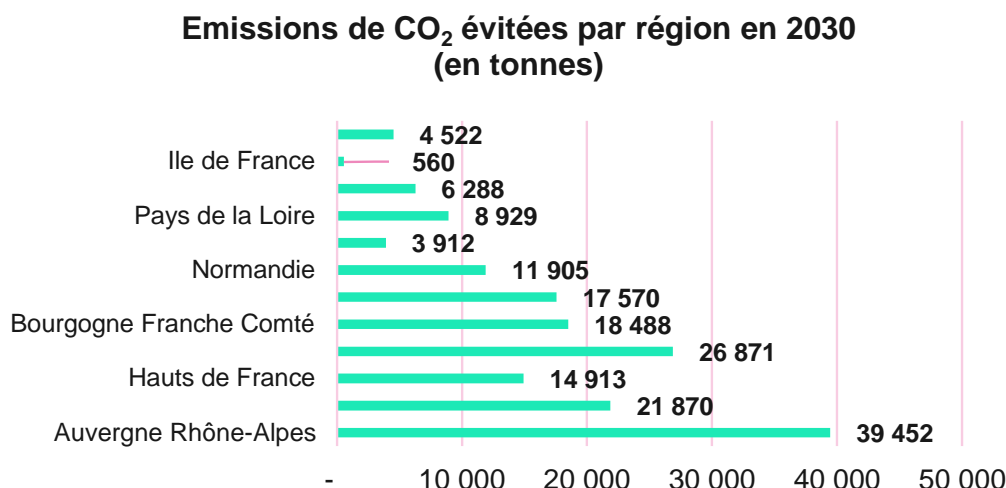


La région Auvergne-Rhône-Alpes est la région dont le passage au BioGNV permet la plus forte baisse avec une réduction de ses émissions de l'ordre de 39 000 tonnes de CO<sub>2</sub> en 2030 (cf. figure 18).

<sup>12</sup> La valeur de 47,1 gCO<sub>2</sub>/kWh correspond à la production de biométhane (44,1 gCO<sub>2</sub>/kWh) à laquelle s'ajoute la compression pour avitailler les TER (3 gCO<sub>2</sub>/kWh). Cependant, cette valeur n'inclut pas les externalités positives du biométhane et qui viendraient en déduction et donneraient une valeur d'émissions nettes à 26,4 gCO<sub>2</sub>/kWh (23,4 + 3 gCO<sub>2</sub>/kWh) d'après la filière biométhane.



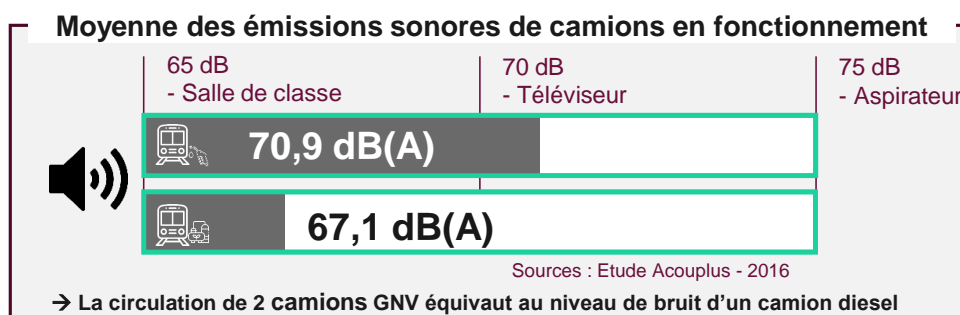
FIGURE 18 : REPARTITION REGIONALE DES REDUCTIONS D'EMISSIONS DE CO<sub>2</sub>



En ce qui concerne les réductions des émissions de NOx et de particules moyennes, une évaluation quantitative ne peut être réalisée en raison d'un manque d'étude technique sur ce sujet pour le ferroviaire et de la dépendance des résultats à la typologie du moteur, des normes qu'il doit respecter ainsi que du régime d'utilisation du moteur. Ainsi, seuls les résultats pour un bus peuvent être montrés dans cette étude sans toutefois pouvoir réaliser une estimation juste techniquement pour un train, pour les raisons évoquées (cf. figure 17). Ainsi, pour un bus, les NOx peuvent être réduits de 66% et les particules moyennes jusqu'à 95% ce qui fait du moteur GNV un atout considérable pour la réduction de la pollution locale, notamment dans les gares. Une étude publiée en janvier 2021 d'AirParif<sup>13</sup> sur sa flotte de 2000 bus a démontré que la réduction de NOx entre un moteur Euro VI diesel et un moteur Euro VI GNC pouvait atteindre un potentiel de 86% de réduction.

Le passage au moteur BioGNV permettrait un dernier gain environnemental : la réduction du bruit. Encore une fois, les résultats concernent le bruit d'un moteur pour un camion et seule une comparaison d'un moteur de camion diesel et BioGNV peut être réalisée. De ce côté, un moteur diesel atteindrait 70,9 décibels contre 67,1 décibels pour un moteur BioGNV. Cette différence, sur l'échelle des décibels amènerait à dire que le niveau de bruit d'un camion diesel équivaut au bruit engendré par la circulation simultanée de deux camion BioGNV (cf. figure 19).

FIGURE 19 : COMPARAISON DES NIVEAUX DE BRUIT DE CAMIONS DIESEL ET BIOGNV



<sup>13</sup> Lien vers le communiqué de presse : <https://www.airparif.asso.fr/actualite/detail/id/302>

## 4. Une filière provoquant des effets de bords en raison de sa compétitivité sur les coûts du carburant

Un dernier type d'impact peut être assimilé à la mise en place d'une filière de TER roulant au BioGNV, l'impact catalytique. Il représente l'ensemble des effets de bords de cette filière.

Dans le cadre de cette étude, l'impact catalytique prend en compte les effets liés aux gains économiques sur l'exploitation des TER en raison d'une dépense en carburant inférieure par rapport aux TER diesel. Une étude de 2C-Constulting démontre que, pour un TER parcourant 100 000 km par an, la réduction du coût du carburant est de 65 000 € par an soit une baisse de 55% de ce poste de coût.

Ce gain économique peut jouer sur la rentabilité d'une ligne de TER et faire basculer la décision des politiques vers un maintien de la ligne. Au-delà de l'aspect économique, le maintien du transport ferroviaire est un moyen d'éviter les congestions dans les agglomérations ayant un impact environnemental désastreux. Les liaisons ferroviaires sont également moteurs de la dynamique économique rurale permettant de connecter les communes entre-elles.

Le maintien de la ligne de TER aurait deux impacts en termes d'emplois et un impact environnemental :

- Le maintien des emplois sur la ligne de TER<sup>14</sup>. Ainsi les activités suivantes sont concernées : exploitation et maintenance des TER, exploitation et maintenance des infrastructures ferroviaires mais aussi les emplois liés aux investissements pour la modernisation des infrastructures ferroviaires.
- Le maintien local d'emplois. Il est proposé d'étudier l'impact d'une gare sur le maintien d'un tissu économique favorisant l'emploi. La présence d'une gare permet ainsi à certains commerces et activités de rester sur le territoire. Une fermeture de ligne de TER pourrait entraîner des coûts supplémentaires aux employés ou entreprises qui ne pourraient plus exercer leur activité dans ces localités et seraient donc contraints de changer de commune d'implantation. Cet impact ne mesure pas une perte d'emplois potentielle mais plutôt une perte de dynamique d'un territoire.
- La suppression des TER engendrerait un report de mode de transport du TER vers la voiture pour les personnes allant travailler en transport en commun depuis, et en direction, des communes n'étant desservies que par des TER diesel. Le maintien de ces lignes grâce aux TER BioGNV éviterait ces émissions<sup>15</sup>.

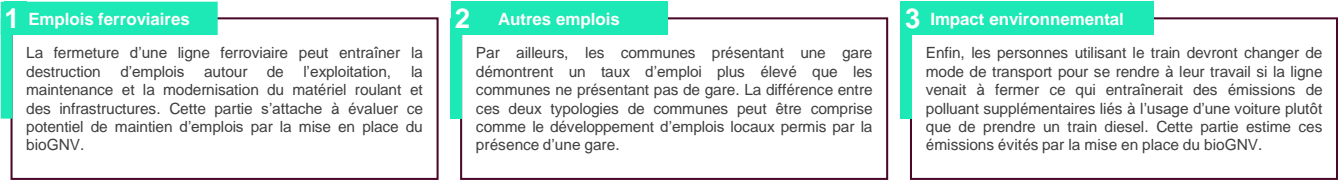
---

<sup>14</sup> Il ne faut pas sommer les impacts direct – indirect – induit avec les impacts catalytiques sous risque de faire un double comptage des emplois liés à l'exploitation et la maintenance des TER.

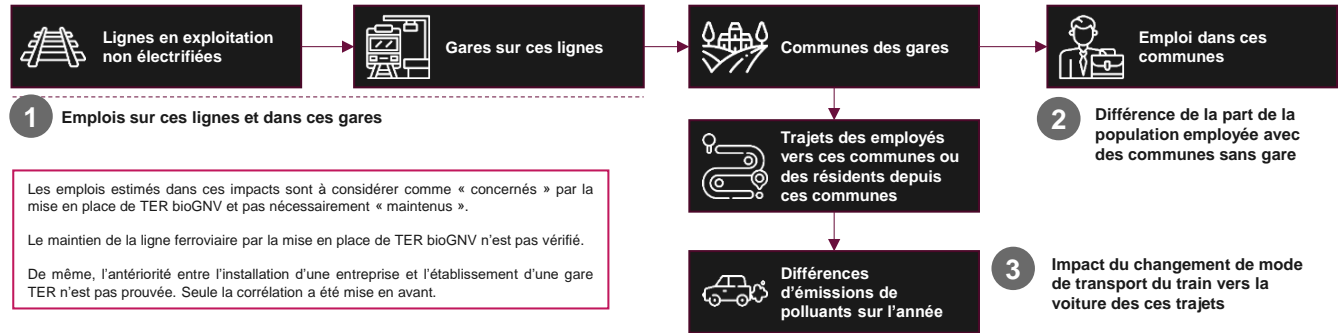
<sup>15</sup> La délocalisation infra-nationale des emplois n'est pas compatible avec l'impact « changement de mode de transport ». Il y a un choix : l'entreprise/emploi délocalise vers une commune mieux desservie ou alors l'employé change de mode de transport si l'entreprise reste.

**FIGURE 20 : SCHEMA DE LA METHODOLOGIE DE CALCUL DES IMPACTS CATALYTIQUES**

**Les 3 effets de bords identifiés :**



**Etapas de calcul des impacts :**



Dans le cadre de la filière TER BioGNV, ces impacts sont estimés mais ne bénéficient pas d'une certitude sur leur réalité en raison des arguments non uniquement économiques du maintien des liaisons TER sur les petites lignes isolées. Le gain en compétitivité, bien que démontré, ne permet de définir si la liaison TER sera maintenue car cela dépend de la force politique présente sur la liaison ou encore du gain par rapport à l'exploitation de la ligne entière (nombre de passagers et coût des infrastructures). Pour ces raisons, l'impact catalytique est calculé mais séparé des impacts direct, indirect et induit.

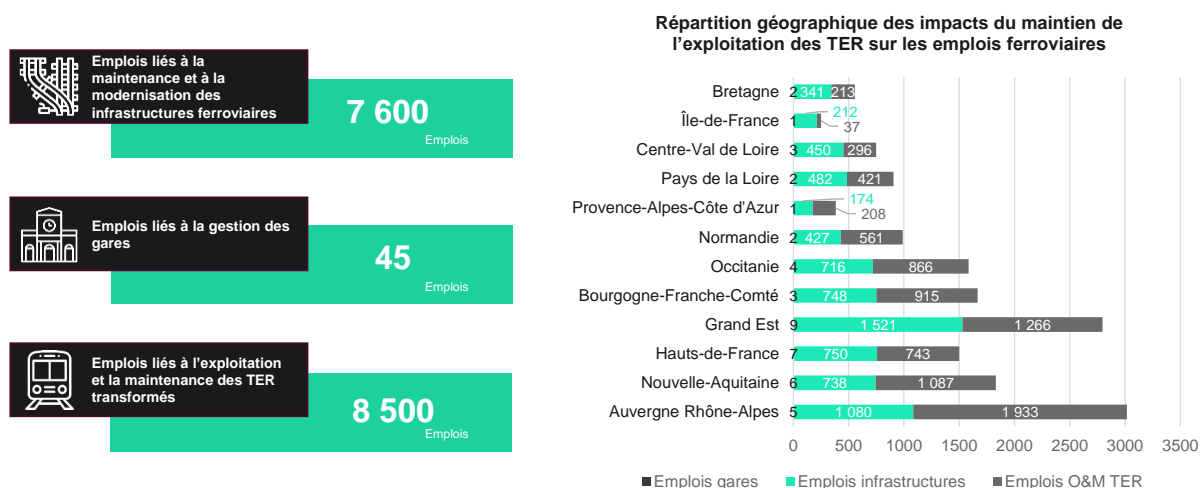
**A. Les emplois ferroviaires sur les lignes de TER BioGNV**

L'impact catalytique sur les emplois ferroviaires concerne trois typologies d'emplois différents que sont les emplois liés à l'exploitation, la maintenance et la modernisation du réseau ferroviaire, les emplois liés à la gestion des gares et enfin les emplois liés à l'exploitation et la maintenance des TER BioGNV. En raison de la reprise des emplois liés à l'exploitation et la maintenance des TER, l'addition des impacts emplois des périmètres direct, indirects et induit avec les impacts catalytique serait faux et engendrerait un double compte.

Pour le scénario intermédiaire, ces emplois représenteraient en 2030 près de 16 000 emplois (cf figure 21).



FIGURE 21 : IMPACT SUR LES EMPLOIS FERROVIAIRES ET REGIONALISATION



L'impact sur la gestion des gares n'intègre que les effectifs de SNCF Gares et Connexions impliqués dans la gestion de ces dernières. L'ensemble des emplois liés à l'exploitation et la maintenance n'ont pu être estimés.

Le nombre d'emplois liés à la gestion des infrastructures représente un vivier fort d'emplois qui pourrait être vitaminé par la rentabilité de l'exploitation des TER BioGNV permettant de dégager un budget supplémentaire pour l'entretien des lignes utilisées. Cet entretien permettrait d'améliorer des lignes entraînant potentiellement une diminution des coûts de maintenance des TER.

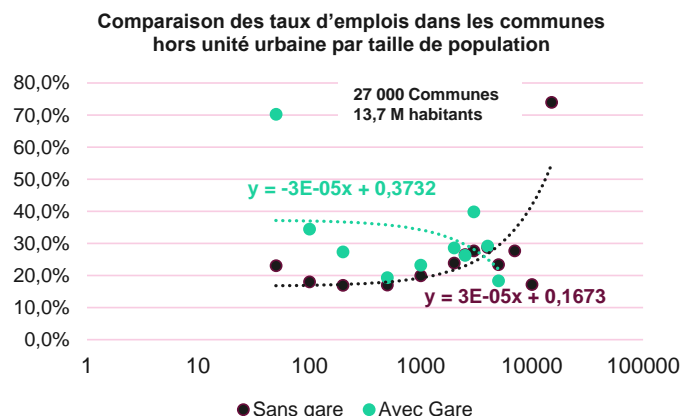
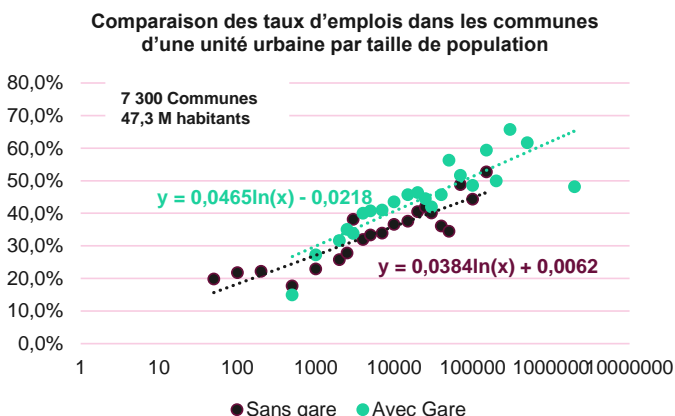
### B. Les impacts sur la dynamique des communes maintenue par la présence d'une gare TER

La présence d'une gare dans une commune implique un taux d'emplois plus important. Cette corrélation existe pour les villes appartenant à une aire urbaine, c'est-à-dire une aire géographique où les communes d'une même aire présentent une continuité urbaine (cf. figure 22). Bien souvent, ces aires urbaines sont des zones d'emploi et de dynamisme. Cette corrélation est aussi vérifiée pour les communes « isolées », c'est-à-dire n'appartenant pas à une aire urbaine. En revanche, cette corrélation n'est pas vérifiée pour les plus grosses communes « isolées » soit en raison de la présence d'une gare dans une commune voisine ou alors du fait qu'une importante commune « isolée » génère elle-même son activité.

## FIGURE 22 : CALCUL DES TAUX D'EMPLOIS PAR TYPOLOGIE DE COMMUNE

Dans les aires urbaines, plus la taille augmente, plus les communes présentent un écart important en termes de localisation d'emplois. Pour des villes supérieures à 70 000 habitants, le rapprochement des communes sans gares en termes d'emplois vient du fait que ces villes sont dans de grandes unités urbaines desservies par d'autres moyens de transport commun ferroviaire que le TER (Boulogne-Billancourt, Montrouge, Neuilly-sur-Seine, Villeurbanne, etc.)

Pour les communes en dehors d'une air urbaine, la présence d'une gare va impacter les emplois pour les plus petites communes plus fortement que pour les plus grandes.



Sont exclus de l'analyse les communes disposant d'une gare de fret sans gare de voyageurs : 420 communes représentant 3,6 M hab

Cette corrélation, démontrée, permet d'estimer un taux d'emplois suivant les caractéristiques de la commune.

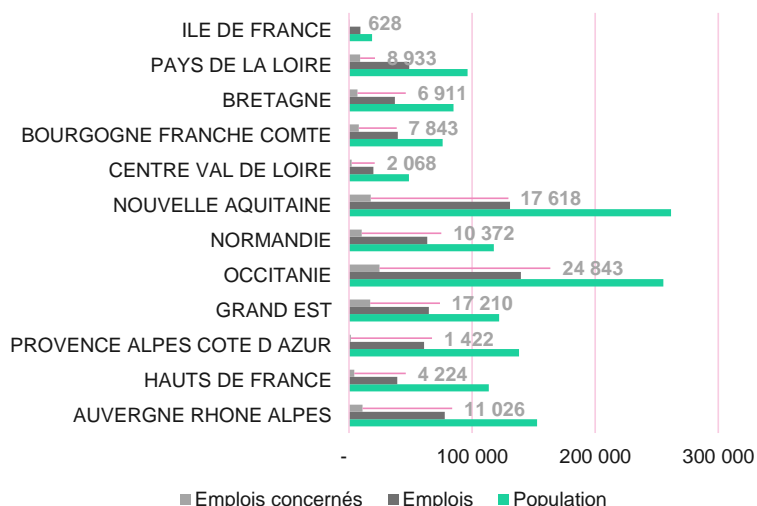
Ainsi, pour chaque commune présentant une gare de voyageurs reliée au réseau ferroviaire par une ligne non-électrifiée, et demandant donc la mise en place d'un train de voyageurs circulant au diesel, le taux d'emplois de cette commune si la gare n'existait pas a été estimé. La différence entre le taux effectif de la commune et le taux des communes similaires sans gare permet de calculer le nombre d'emplois maintenus localement par la présence d'une gare. Ce calcul est réalisé pour l'ensemble des communes répondant aux critères mentionnés précédemment. La somme des emplois ainsi calculés est corrigée à l'échelle d'une région par la part de TER transformés au BioGNV.

Ce résultat donne le nombre d'emplois maintenus localement par la mise en place d'une solution améliorant la rentabilité de la ligne ferroviaire et permettant le maintien de son exploitation (cf figure 23).

## FIGURE 23 : RESULTATS NATIONAUX ET REGIONAUX DES EMPLOIS CONCERNES PAR LE MAINTIEN DES LIGNES FERROVIAIRES



### Répartition géographique des impacts de la fermeture de gares dans des communes « isolées »



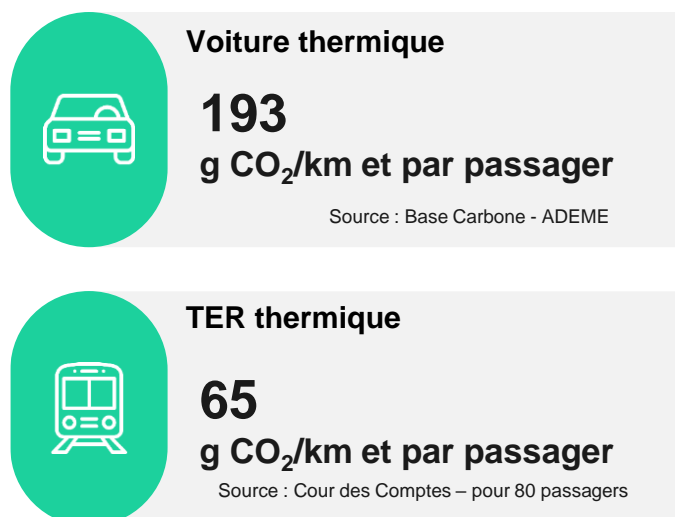
Les régions comme Occitanie et Nouvelle-Aquitaine démontrent d'une forte dépendance au réseau ferroviaire. Dans ces régions, le linéaire de lignes non-électrifiées est important, surtout en Nouvelle-Aquitaine. De son côté, Occitanie présente trois villes conséquentes en termes de population et d'emplois : Colomiers, Rodez et Auch, dont les lignes ne sont pas électrifiées. Sur ces trois villes, la suppression des lignes ferroviaires impacterait 17 000 emplois.

Au total, ce serait près de 113 000 emplois qui seraient protégés localement en raison du maintien de ces lignes permis, en partie, par la mise en place d'une filière TER BioGNV et la volonté de maintenir un tissu ferroviaire responsable au niveau environnemental (cf. figure 23).

### C. Les impacts du changement de mode de transport par la fermeture d'une ligne TER

La fermeture d'une ligne de TER entraînerait également le changement de moyen de locomotion d'une personne pour se rendre sur son lieu de travail. Ainsi, il est proposé dans cette étude de quantifier le nombre de personnes qui se verrait changer de modalité de transport passant ainsi du transport en TER faiblement émetteur, même si ce dernier roule au gasoil, au transport en voiture particulière (cf. figure 24).

**FIGURE 24 : COMPARAISON DES FACTEURS D'EMISSION DE CO<sub>2</sub> PAR KILOMETRE ET PASSAGER ENTRE UNE VOITURE THERMIQUE ET UN TER THERMIQUE**



D'un point de vue méthodologique, cet impact est mesuré en identifiant le nombre de personnes<sup>16</sup> résidant ou travaillant dans une commune dont la gare permet le transport de voyageurs<sup>17</sup> et se situe sur une ligne non électrifiée<sup>18</sup>. Par ailleurs, seules les personnes ayant déclaré utiliser les transports en commun pour se rendre sur son lieu de travail sont considérées.

L'impact environnemental ainsi calculé est corrigé d'un coefficient représentant la part de TER roulant au BioGNV de la région afin d'estimer les émissions de polluants évités par la mise en place d'une filière TER BioGNV dans la région.

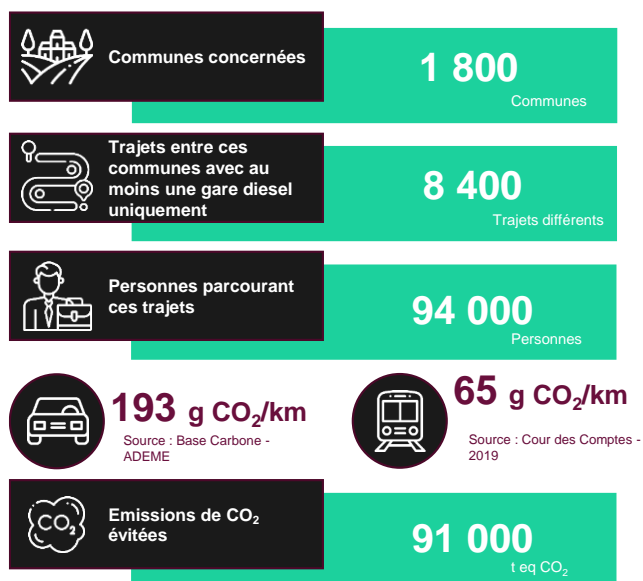
<sup>16</sup> INSEE 2017 – Recensement de la population : Mobilité professionnelle

<sup>17</sup> SNCF 2020 – Open data : Gares en exploitations en France

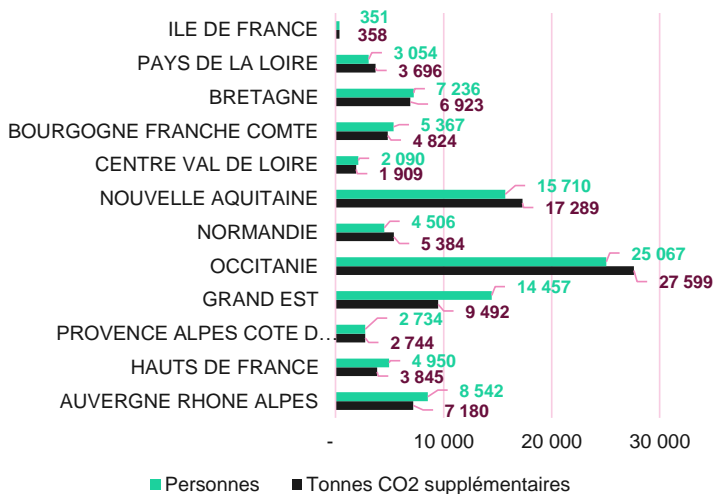
<sup>18</sup> SNCF 2020 – Open data : Lignes non-électrifiées

Ainsi, 94 000 personnes seraient concernées par le changement de mode de transport ce qui représenterait une émission supplémentaire de CO<sub>2</sub> de l'ordre de 91 000 tonnes annuellement (cf figure 25).

**FIGURE 25 : IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU CHANGEMENT DE MODE DE TRANSPORT DES PERSONNES HABITANT OU TRAVAILLANT DANS DES COMMUNES DESSERVIES PAR DES TER DIESEL**



**Régionalisation des impacts environnementaux du changement de mode de transport du train vers la voiture**



Dans cet impact, seule la différence entre le TER diesel et la voiture thermique est estimée en raison de l'estimation déjà réalisée dans la partie directe des réductions des émissions de CO<sub>2</sub> entre les TER diesel et les TER BioGNV.

## Conclusion

L'atteinte des objectifs de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> que s'est fixé la SNCF passe par le remplacement des moteurs diesels dans les TER que ce soit par la transformation de ces moteurs ou le renouvellement du parc. La mise en place d'une filière BioGNV apparaît comme une solution pertinente à court terme et à moindre coût pour répondre à ces objectifs. Cette énergie démontre les atouts suivant :

- Technologie mature prête à être implémentée sur les TER à court-moyen terme
- Réduction de 86% des émissions de CO<sub>2</sub> comparativement aux TER diesel mais également des émissions de NOx et de particules moyennes
- Réalisation d'une économie de 55% sur les coûts de carburant d'un TER (65 000 euros par an) dépassant les surcoûts de la mise en place de la filière (220 000 euros par TER)
- Valorisation des résidus agricoles et autres déchets (ménagers, industriels, agroalimentaires...) dans une logique d'économie circulaire
- Production d'un engrais organique naturel (digestat), co-produit de la méthanisation qui peut être épandu sur les terres agricoles et se substituer ainsi aux engrais chimiques
- Création nette d'emplois liée à la consommation d'une énergie produite en France pour des moteurs très proches du diesel ne nécessitant que peu de formation pour les techniciens
- Offre des débouchés complémentaires à la filière méthanisation qui pourrait créer jusqu'à 50 000 emplois d'ici 2030





## Glossaire

- **BioGNV** : Gaz Naturel Véhicule renouvelable (produit à partir de matières premières biologiques à renouvellement annuel ou des déchets)
- **dB - décibel** : Unité de mesure du bruit utilisé pour la comparaison du bruit produit entre un moteur diesel et un moteur au BioGNV
- **Economie – Autres impôts sur la production** : Les autres impôts sur la production recouvrent pour l'essentiel la taxe sur les salaires, les versements compensatoires liés au transport, la contribution économique territoriale (qui remplace la taxe professionnelle depuis 2010), les taxes foncières et la contribution sociale de solidarité des sociétés. (def. INSEE)
- **Economie – Consommations intermédiaires** : Valeur des biens et services transformés ou entièrement consommés au cours du processus de production. L'usure des actifs fixes mis en œuvre n'est pas prise en compte ; elle est enregistrée dans la consommation de capital fixe. (def. INSEE)
- **Economie – EBE** : Excédent Brut d'Exploitation, agrégat comptable intégré dans la valeur ajoutée d'une entreprise
- **Economie – Impôts sur les produits** : Les impôts sur les produits sont constitués essentiellement de la taxe sur la valeur ajoutée, de la taxe intérieure sur les produits pétroliers, des droits de mutation à titre onéreux, des droits sur les alcools et les tabacs. (def. INSEE)
- **Economie – Rémunérations** : Ensemble des rémunérations en espèces et en nature que les employeurs versent à leurs salariés en paiement du travail accompli par ces derniers : salaires et traitements bruts en espèces et en nature, cotisations sociales effectives et imputées à la charge des employeurs. (def. INSEE)
- **Economie – Valeur ajoutée** : Solde du compte de production. Elle est égale à la valeur de la production diminuée de la consommation intermédiaire. (def. INSEE)
- **eq** : équivalent
- **ETP** : Equivalent Temps-Plein
- **GNV** : Gaz Naturel Véhicule
- **GRDF** : Gaz Réseau Distribution France
- **GRTgaz** : Gaz Réseau Transport
- **NAF** : Nomenclature d'Activité Française
- **NOx** : Oxydes d'azote - Pollution émise lors de la combustion d'énergie fossile par des moteurs
- **OM** : Exploitation et maintenance (Operations & Maintenance)
- **PACA** : Provence-Alpes-Côte d'Azur
- **PM** : Particules Moyennes - Particules émises lors de la combustion d'énergie fossile par des moteurs
- **Retrofit/Transformation des TER** : Action de transformer une motorisation existante d'un TER
- **SNCF** : Société Nationale des Chemins de Fer Français
- **TER** : Train Express Régional
- **TICGN** : Taxe sur la Consommation de Gaz Naturel
- **TICPE** : Taxe sur la Consommation de Produits Energétiques
- **TVA** : Taxe sur la Valeur Ajoutée
- **Unité d'œuvre** : Unité utilisée pour la modélisation des impacts : Nombre de TER transformés, Distance parcourue par TER, Consommation par TER, Nombre d'unités méthanisation...
- **VRD** : Voirie et réseau divers
- **Wh** : Wattheure - Unité de mesure de l'énergie consommée



## Sources bibliographiques

- **2C-Consulting** – Etude de conversion et d'hybridation d'AGC au BioGNV
- **ACOUPLUS** – Etude Caractérisation des niveaux de bruit des poids lourds : comparatif diesel/GNV
- **ADEME** – Base Carbone
- **AFG** – Etude emploi du secteur gazier, 2020
- **AirParif** – Etude sur les émissions de polluants de l'air des bus en conditions réelles d'exploitation, 2021
- **ARAFER/ART** – Bilan Annuel marché ferroviaire de voyageurs, 2016 et 2018
- **CRE** – Audit et charges d'exploitation des opérateurs de réseau de gaz
- **Denis Redoutey** – Le matériel moteur de la SNCF, 2016
- **Douanes** – Circulaire du 27 Août 2020 relative à la Taxe Intérieure de Consommation de Gaz Naturel
- **GRDF / Transition** – Etude d'impact de la filière biogaz sur l'emploi en France de 2018 à 2030, 2019
- **GRDF** – Renforcer la compétitivité de la filière biométhane française
- **ICCT** – CNG Bus Emission Roadmap
- **INSEE** – Tables Emplois-Ressources, 2017
- **INSEE** – Comptes de branche, 2017
- **INSEE** – Dépenses des ménages, 2017
- **INSEE** – Qualification des emplois, 2017
- **INSEE** – Répartition des valeurs ajoutées par région et par secteur NAF 17, 2017
- **INSEE** – Recensement de la population : démographie des communes, 2017
- **INSEE** – Recensement de la population : Mobilité professionnelle, 2017
- **INSEE** – Unités urbaines, 2017
- **Ministère de l'économie, des finances et de la relance** – Projet de loi Finance 2021
- **SNCF Open data** – Gares en exploitations en France
- **SNCF Open data** – Lignes non-électrifiées
- **SNCF Open data** – Technicentres industriels

Copyright © 2017 Sia Partners

Any use of this material without specific permission of Sia Partners is strictly prohibited



## A PROPOS DE SIA PARTNERS

Pionnier du Consulting 4.0, Sia Partners réinvente le métier du conseil et apporte un regard innovant et des résultats concrets à ses clients. Nous avons développé des solutions basées sur l'Intelligence Artificielle et le design pour augmenter l'impact de nos missions de conseil. Notre présence globale et notre expertise dans plus de 30 secteurs et services nous permettent d'accompagner nos clients dans le monde entier. A travers notre démarche "Consulting for Good", nous mettons notre expertise au service des objectifs RSE de nos clients et faisons du développement durable un levier de performance pour nos clients..

Abou Dhabi  
Amsterdam  
Baltimore  
Brussels  
Casablanca  
Charlotte  
Chicago  
Denver  
Doha  
Dublin  
Dubai

Frankfurt  
San Francisco  
Hambourg  
Hong Kong  
Houston  
London  
Luxembourg  
Lyon  
Milan

Montréal  
New York  
Panama\*  
Paris  
Riyad  
Rome  
Seattle  
Singapore  
Tokyo  
Toronto

\*Sia Partners Panama, membre du réseau Sia Partners

Suivez-nous sur [LinkedIn](#) and [Twitter @SiaPartnersFR](#)  
Pour plus d'informations : [www.sia-partners.com](http://www.sia-partners.com)