

F - Socio-économie

F.2 - Evaluation carbone

août 2014



Réseau ferré de France (RFF), propriétaire du réseau ferré national et maître d'ouvrage du projet, a initié des études générales et techniques du projet de Liaisons nouvelles Ouest Bretagne – Pays de la Loire.

Ces études sont cofinancées par l'État, les Régions Bretagne et Pays de la Loire, les départements des Côtes-d'Armor, du Finistère, d'Ille-et-Vilaine, du Morbihan et de Loire-Atlantique, les métropoles de Rennes, Nantes, Brest et RFF.

Au stade amont actuel, les études visent à éclairer les fonctionnalités et les enjeux majeurs qui constituent le fondement des orientations possibles. Dans ce contexte, et si l'opportunité du projet était confirmée par le débat public, les analyses feront l'objet d'études de plus en plus détaillées, selon les processus habituels.



Liaisons nouvelles Ouest Bretagne – Pays de la Loire

Etudes préalables au débat public

EVALUATION CARBONE

08/07/2014

SUIVI DES VERSIONS

Indice	Modifications	Emission	Contrôle	Validation
1	17/06/2014 Remise du rapport	VTO	OML	
2	25/06/2014 Intégration des remarques du 24/06/2014	VTO		
3	27/06/2014 Intégration des remarques du 26/06/2014	VTO		
4				
5				

SOMMAIRE

1. PREAMBULE	4
1.1. CONTEXTE	4
1.2. OBJECTIF	4
2. METHODOLOGIE	4
2.1. GENERALITES	4
2.2. OUTILS DISPONIBLES	4
2.3. LIMITES DE LA METHODOLOGIE	4
3. DESCRIPTION DU PROJET	5
3.1. SCENARIOS ETUDIES	5
3.2. DESCRIPTION DES SCENARIOS EN PHASE DE CONSTRUCTION	5
3.3. DESCRIPTION DES SCENARIOS EN PHASE D'EXPLOITATION	5
3.4. SYNTHESE DES FACTEURS D'EMISSIONS	5
4. EVALUATION CARBONE	7
5. CONCLUSION	7

1. PREAMBULE

1.1. CONTEXTE

La réalisation de l'évaluation carbone du projet de liaisons nouvelles Ouest Bretagne – Pays de la Loire (LNOBPL) s'inscrit dans une politique nationale, impulsée par le Grenelle de l'environnement, visant à réduire la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre (GES) afin de limiter la pression des activités anthropiques sur le climat.

Le transport ferré, avec une efficacité énergétique nettement supérieure aux autres modes de transports (un passager ferroviaire consomme environ 10 fois moins d'énergie qu'un automobiliste et 25 fois moins qu'un passager aérien), contribue à limiter la demande d'énergie et de fait les émissions de GES. Le développement du transport ferré est donc un atout majeur pour atteindre les objectifs nationaux de réduction des GES fixés par le Grenelle de l'environnement.

1.2. OBJECTIF

L'estimation des émissions des gaz à effet de serre est un exercice comptable où chaque émetteur identifié doit être quantifié et associé à un coût carbone (ou facteur d'émission de GES). Cette approche permet de comparer différents scénarios d'aménagement en fonction de leur efficacité en termes d'émissions de GES et de définir leur rentabilité carbone.

Le calcul des émissions de GES dans le cadre du projet LNOBPL, est mené très en amont de sa réalisation. Aussi, l'évaluation réalisée se base sur les caractéristiques générales des différents scénarios et des données antérieures obtenues dans le cadre de projets RFF. Il s'agit d'une première évaluation qui évoluera en fonction de l'avancée du projet. Elle prend en compte tant la phase de construction que la phase d'exploitation.

2. METHODOLOGIE

2.1. GENERALITES

La méthodologie utilisée s'est appliquée, dans la limite des données disponibles au stade d'avancement du projet, à quantifier :

- les émissions liées à la construction du projet,
- celles liées à son exploitation (y compris la maintenance).

La phase de conception du projet n'est pas prise en compte dans l'analyse. L'incertitude associée reste mineure compte tenu de l'impact très largement supérieur de la phase de construction.

Plus précisément les points suivants ont été traités pour la partie construction :

- les travaux préparatoires qui entraînent des émissions indirectes de GES liées aux changements d'affectation du sol,
- l'organisation générale du chantier,
- les terrassements qui intègrent la gestion des matériaux (déblais / remblais) et le traitement à la chaux ou au liant,
- les ouvrages d'art non courants,
- les ouvrages d'art courants,

- l'assainissement,
- les équipements ferroviaires (ballast, traverses, rails, supports de caténaire, caténaires, équipements périphériques),
- la création de nouvelles gares,
- la suppression des passages à niveaux (PN),
- la construction du matériel roulant,
- les travaux connexes (l'amortissement du matériel de construction, les fouilles archéologiques, les déviations de réseaux concessionnaires, les plantations et les clôtures).

Concernant la phase d'exploitation, ont été pris en compte :

- la maintenance du parc roulant,
- la maintenance et l'entretien du réseau,
- la circulation des trains.

Pour déterminer la rentabilité carbone du projet, le report modal est intégré afin de déterminer les émissions de GES que le projet permet d'éviter. Ce calcul repose sur les études de trafic du bilan socio-économique du projet LNOBPL.

2.2. OUTILS DISPONIBLES

La méthode Bilan Carbone® développée par l'ADEME et mise à jour par l'Association Bilan Carbone (ABC), permet d'évaluer les émissions globales de GES d'un projet, d'une entreprise ou d'une collectivité. Les émissions sont estimées en tonne équivalent carbone (TeqC) ou tonne équivalent CO₂ (TeqCO₂) afin de traduire, dans une unité unique, les impacts différents sur le réchauffement climatique de chaque gaz à effet de serre. Cette méthodologie propose un traitement global de l'impact d'un projet en considérant les émissions directes (celles produites lors de l'activité) et les émissions « amont » (celles produites lors de la fabrication de l'entité émettrice).

Afin d'appliquer la méthode Bilan Carbone® aux projets ferroviaires, RFF a développé son propre outil de calcul des émissions carbone dans l'esprit de cette méthodologie. L'approche globale est conservée (prise en compte des émissions directes et « amont ») et appliquée aux principales entités émettrices du projet. Cet outil permet, dans une première approche d'évaluation, qui correspond à l'état d'avancement du projet LNOBPL, de quantifier les émissions de GES sur la base de facteurs d'émissions moyens découlant de précédentes études plus précises.

2.3. LIMITES DE LA METHODOLOGIE

La méthode Bilan Carbone® repose sur une quantification précise et exhaustive de chaque entité émettrice qui constitue le projet. Cela se traduit, par exemple, en tonnes de béton et d'acier utilisées pour la construction d'un ouvrage d'art. Ce niveau d'exhaustivité est prématuré au stade des études préalables au débat public. Il demeure en effet des incertitudes quant aux options de passages et méthodes constructives qui ne sont pas encore arrêtées.

Par conséquent, la quantification des postes émetteurs se basera sur le retour d'expérience d'autres projets RFF ce qui entraînera des incertitudes. Toutefois, l'objectif d'une évaluation des GES à ce stade n'est pas de quantifier de façon précise les émissions, mais de proposer une méthode comparative entre scénarios, basée sur des ordres de grandeurs.

3. DESCRIPTION DU PROJET

3.1. SCENARIOS ETUDIES

Le projet de liaisons nouvelles Ouest Bretagne – Pays de la Loire a fait l'objet d'une étude environnementale et technique. Trois familles de scénarios de lignes nouvelles, A, B et C ont ainsi été proposées comprenant 6 sous-scénarios pour la famille A, 3 pour la famille B et 2 pour la famille C. L'évaluation des GES a porté sur les scénarios A1, B1 et C1.

Un scénario D, qui consiste en une amélioration au plus proche du réseau existant, a également été étudié. Ce scénario reprend une partie des lignes existantes et en crée de nouvelles, soit en déviation (qui supprime la voie existante), soit en voie directe (qui conserve la voie existante).

3.2. DESCRIPTION DES SCENARIOS EN PHASE DE CONSTRUCTION

Quatre scénarios sont étudiés. Le tableau ci-dessous reprend leur caractéristique générale.

	A1	B1	C1	D1	
Coûts (CE 01/2012) 4 200	3 100 M€	3 650 M€	5 550 M€	4 200 M€	
Linéaires					
<i>Longues sections de ligne nouvelle</i>	165 km	185 km	270 km		
<i>Courtes sections de ligne nouvelle</i>				145 km	Dont 53 PN supprimés
<i>Rectifications</i>				105 km	
TOTAL	165 km	185 km	270 km	250 km	

Tableau 1 : Caractéristiques générales des différents scénarios

3.3. DESCRIPTION DES SCENARIOS EN PHASE D'EXPLOITATION

L'étude de trafic montre qu'en phase d'exploitation, les différents modes de transports se réorganisent du fait de l'offre ferroviaire nouvelle. Les trafics ferroviaires induits par le projet LNOBPL et le report modal de la route et de l'air sur le fer ont été évalués :

- Le scénario A1 concerne 17,9 millions de voyageurs ferroviaires par an. Par rapport à la situation sans le projet LNOBPL, cela représente un gain de 2,3 millions de voyageurs/an, dont 1,31 million de reportés de la route et 0,04 million de reportés de l'air.
- Le scénario B1 concerne 17,9 millions de voyageurs ferroviaires par an. Par rapport à la situation sans le projet LNOBPL, cela représente un gain de 2,3 millions de voyageurs/an, dont 1,31 million de reportés de la route et 0,04 million de reportés de l'air.
- Le scénario C1 concerne 17,9 millions de voyageurs ferroviaires par an. Par rapport à la situation sans le projet LNOBPL, cela représente un gain de 2,3 millions de voyageurs/an, dont 1,32 million de reportés de la route et 0,04 million de reportés de l'air.
- Le scénario D1 concerne 17,5 millions de voyageurs ferroviaires par an. Par rapport à la situation sans le projet LNOBPL, cela représente un gain de 1,9 million de voyageurs/an, dont 1,11 million de reportés de la route et 0,03 million de reportés de l'air.

3.4. SYNTHÈSE DES FACTEURS D'ÉMISSIONS

Le tableau suivant présente les facteurs d'émissions utilisés pour l'évaluation des émissions liées au transport des passagers pour chaque mode (source ADEME).

Mode de transport	Facteur d'émission
Train	8,90 geqCO ₂ /(voy.km)
Véhicule particulier	256,00 geqCO ₂ /(veh.km)
Avion	313,00 geqCO ₂ /(voy.km)

Tableau 2 : Synthèse des facteurs d'émissions par mode de transport

Le tableau suivant reprend l'ensemble des facteurs d'émissions utilisés pour établir le bilan de la phase de construction et d'exploitation hors transport des usagers.

Phase	Emetteurs	Description	Facteur d'émission associé	Source de la donnée
Réalisation	Travaux préparatoires	Largeur de la bande qui sera définitivement sans végétation.	367,00 TeqCO ₂ /ha	Outil RFF
	Terrassement	Gestion des déblais remblais, réaménagement de la zone terrassée, piste, décapage, mise en dépôt, traitement des matériaux, géotextile, fourniture des matériaux provenant d'une carrière extérieure, mise en œuvre de couche de forme et de sous-couche ferroviaire, enduit de protection, revêtement de terre végétale et engazonnement.	1641,00 TeqCO ₂ /km	Bilan Carbone de la LGV Bretagne-Pays de la Loire
		Traitements à la chaux ou liant de la couche de forme et de la plateforme supérieure de terrassement.	1570,00 TeqCO ₂ /km	Bilan Carbone de la LGV Bretagne-Pays de la Loire
	Ouvrages d'art non courants	Tunnel / tranchée couverte	25000,00 TeqCO ₂ /km	Bilan Carbone de la ligne nouvelle Paris - Normandie
		Saut de mouton	2567,00 TeqCO ₂ /km	
		Viaduc	36500,00 TeqCO ₂ /km	
	Ouvrages d'art courants	Facteur d'émission moyen des ouvrages d'art	367,00 TeqCO ₂ /u	Outil RFF
	Gare nouvelle	Facteur d'émissions par ha	0,44 TeqCO ₂ /m ²	Outil RFF
	Organisation du chantier	Déplacements et grands déplacements du personnel	183,40 TeqCO ₂ /km	Bilan Carbone de la LGV Bretagne-Pays de la Loire
		Amortissement du matériel	18,33 TeqCO ₂ /km	
		Fret des matériaux	73,33 TeqCO ₂ /km	
		Consommation électrique des bases de vie	7,33 TeqCO ₂ /km	
	Assainissement	Drainages longitudinaux à la ligne, ouvrages hydrauliques, fossés et rétablissements routiers, rescindements de cours d'eau et bassins d'écrêtement.	251,00 TeqCO ₂ /km	Bilan Carbone de la LGV Bretagne-Pays de la Loire
	Suppression des PN	Création d'un pont-rail	367,00 TeCO ₂ /u	Outil RFF
		Réaménagement de la voie	37,00 TeCO ₂ /u	Outil RFF
	Equipements ferroviaires	Emission par linéaire de voie nouvelle ou rectifiée	733,00 TeCO ₂ /km	Outil RFF
Emissions connexes	Chaussée, déviations provisoires et réfection de voiries, travaux particuliers VRD	60,00 TeCO ₂ /km	Bilan Carbone de la LGV Bretagne-Pays de la Loire	
	Fouilles archéologiques, déviations de réseaux concessionnaires, plantations et clôtures	183,30 TeCO ₂ /km	Bilan Carbone de la LGV Bretagne-Pays de la Loire	
Matériel roulant	Facteur d'émission par tonne de matériel. Chaque TER est considéré faisant 276 T	6,1 TeCO ₂ /T	Bilan carbone de la LGV Rhin-Rhône	
Exploitation	Entretien des voies	Facteur d'émission considéré comme identique au facteur d'émission de création des équipements ferroviaires sur un amortissement de 50 ans	14,66 TeqCO ₂ /an	Outil RFF
	Renouvellement du matériel roulant	Facteur d'émission considéré comme identique à la fabrication d'un matériel roulant neuf sur un amortissement de 30 ans	561,20 TeqCO ₂ /an	Bilan carbone de la LGV Rhin-Rhône

Tableau 3 : Synthèse des facteurs d'émissions pour les phases de réalisation et d'exploitation

4. EVALUATION CARBONE

Les résultats de l'évaluation carbone sont présentés dans le tableau ci-dessous. Il distingue les émissions liées à la réalisation du projet, son exploitation et sa maintenance, et les gains attendus grâce aux reports modaux des modes routier et aérien.

	unité	A1	B1	C1	D1
Production de CO₂ sur 50 ans	kTeqCO ₂	1 710	1 990	2 950	2 220
<i>Réalisation</i>	kTeqCO ₂	1 400	1 630	2 510	1 860
<i>Exploitation et maintenance de la ligne</i>	kTeqCO ₂	120	140	200	180
<i>Renouvellement du matériel roulant</i>	kTeqCO ₂	30	30	30	30
<i>Trafic ferroviaire</i>	kTeqCO ₂	160	190	210	150
Economie de CO₂ sur 50 ans	kTeqCO ₂	-2650	-2550	-2890	-1960
<i>Emissions de la route évitées</i>	kTeqCO ₂	-2250	-2170	-2400	-1610
<i>Emissions "air" évitées</i>	kTeqCO ₂	-400	-380	-490	-350
Différence entre production et économie de CO₂	kTeqCO ₂	-940	-560	60	260

	unité	A1	B1	C1	D1
Production de CO₂ sur 50 ans	kTeqCO ₂	1 710	1 990	2 950	2 220
<i>Réalisation</i>	kTeqCO ₂	82%	82%	85%	84%
<i>Exploitation et maintenance de la ligne</i>	kTeqCO ₂	7%	7%	7%	8%
<i>Renouvellement du matériel roulant</i>	kTeqCO ₂	2%	2%	1%	1%
<i>Trafic ferroviaire</i>	kTeqCO ₂	9%	10%	7%	7%
Economie de CO₂ sur 50 ans	kTeqCO ₂	-2650	-2550	-2890	-1960
<i>Emissions de la route évitées</i>	kTeqCO ₂	85%	85%	83%	82%
<i>Emissions de l'aérien évitées</i>	kTeqCO ₂	15%	15%	17%	18%

Tableau 4 : Production et économie des GES par poste pour chaque scénario

La phase de réalisation du projet génère, en fonction des scénarios, des émissions de 1,7 à 2,9 millions de TeqCO₂ soit de 82 à 85 % des émissions totales de l'opération. Le trafic ferroviaire induit par le projet, émet de 7 à 10% des émissions totales.

Sur 50 ans, les reports modaux permettent d'éviter de 1,9 à 2,6 millions de TeqCO₂ avec une répartition de l'ordre de 85 % pour le routier et 15 % pour l'aérien.

Le tableau ci-dessous présente les périodes d'équilibre entre les émissions et les gains. Sur les quatre scénarios, seuls le A1 et le B1 atteignent l'équilibre et deviennent rentables au bout de 30-35 ans. Ils génèrent respectivement une économie de 940 et 560 kTeqCO₂

	A1	B1	C1	D1
Année d'équilibre	2060 à 2065	2065 à 2070	Au-delà de 2080	Au-delà de 2080
Emissions après 50 ans d'exploitation en kTeqCO ₂	- 940	- 560	+ 60	+ 260

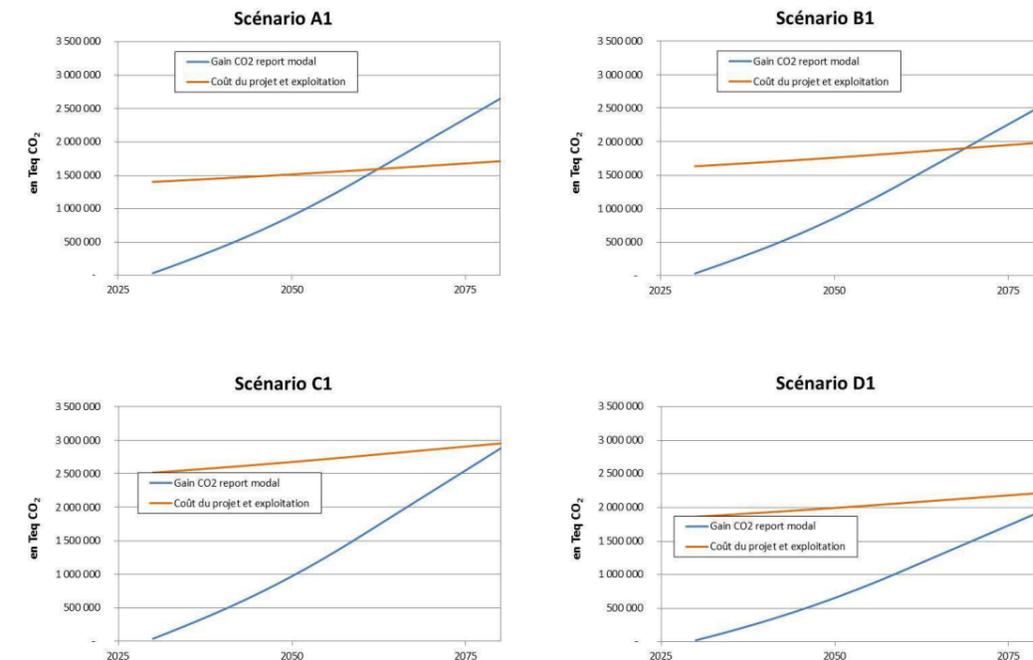
Tableau 5 : Année d'équilibre et bilan après 50 ans d'exploitation

5. CONCLUSION

L'évaluation des GES dans le cadre du projet LNOBPL a été réalisée, compte tenu de l'état d'avancement des études préalables au débat public, sur la base d'hypothèses et de facteurs d'émissions issus de projets RFF plus avancés.

Le projet génère un gain de GES au bout de 30 à 60 ans suivant les scénarios (le report modal compensant l'impact de la réalisation, de la maintenance et de l'exploitation). Il s'agit d'une première évaluation qui permet d'illustrer la performance du mode ferroviaire. L'appréciation des impacts générés par les différents scénarios en termes de GES nécessitera d'être approfondie et précisée lors des phases ultérieures du projet.

Illustration de l'évolution des émissions et gains de CO₂ par scénario



RÉSEAU FERRÉ DE FRANCE
92 avenue de France 75 013 Paris

www.rff.fr

RÉSEAU FERRÉ DE FRANCE – **Direction Régionale Bretagne - Pays de la Loire**
Immeuble Le Henner – 1, rue Marcel Paul – BP 11802 – 44008 Nantes Cedex 1