

**DOSSIER
D'AUTORISATION
ENVIRONNEMENTALE
(DAE)**

Pièce D02_III_Annexe_Bilan carbone-
décembre 2021



un nouveau souffle pour nos mobilités



Phase

Bilan Carbone

Émetteur : AMO Technique

EGIS
5D rue Louis Blériot
CS 50402
63017 Clermont-Ferrand
Tél : 04.73.61.27.91

N° d'identification

	BC						AMOT		A
réf. pièce du projet	Ligne	Zone	Phase	Discipline	Type	Statut	Émetteur	N° d'ordre	indice

Révision de ce document

Indice	Date	Pages	Objet de la révision
A	12/10/20	Toutes	Édition du document
B	09/12/21	Toutes	Mises à jour EPv3 / CIS
C			
D			
E			
F			
G			

Validation du document

Émetteur : AMO Technique

Rédaction	Vérification	Validation
Aurélie EUGENE		Arnaud GESLAIN
08/12/2021	Date	09/12/2021
Visa	Visa	Visa

SOMMAIRE

I. MÉTHODOLOGIE.....	4
I.1. Généralités.....	4
I.1.1 La phase construction	4
I.1.2 La phase exploitation	4
II. CALCUL ET RÉSULTATS	6
II.1. En phase construction.....	6
II.2. En phase exploitation.....	7
II.3. Le bilan carbone global	7
II.4. Test de sensibilité «100% Énergie verte »	8

I. Méthodologie

I.1. Généralités

Le bilan carbone doit permettre d'évaluer l'impact du projet pour l'année de mise en service et les années d'exploitation suivantes (30 ans après mise en service).

Le calcul du bilan prend également en compte l'impact carbone de la phase de construction (avant mise en service du BHNS). L'impact de cette phase dépend à la fois des méthodes de production, mais également de la distance parcourue par les matériaux de construction depuis leurs lieux d'extraction ou de production.

Ce bilan carbone est donc réalisé pour la phase travaux (matériaux utilisés et transportés), ainsi que pour la phase de fonctionnement (fonctionnement du réseau de transport urbain et report modal attendu des voitures particulières vers les transports collectifs).

Ainsi, l'objectif principal de l'évaluation carbone d'un projet de type BHNS est de faire ressortir les différents postes d'émissions de GES (gaz à effet de serre) tout en les comparant aux émissions qui pourront être évitées grâce aux reports modaux qui seront convertis en tonnes équivalent carbone.

L'évaluation d'un projet de ligne nouvelle constitue une quantification ex-ante de l'impact en termes de gaz à effet de serre de l'infrastructure, ce qui implique une estimation a priori des émissions qui sont générées par la mise en chantier du BHNS. Pour la collecte des données, il s'agit de s'appuyer sur les éléments du projet au stade actuel et autres documents de programmation et de planification du projet afin de déterminer les besoins en matériels et en matériaux.

Les résultats sont exprimés en masse équivalent CO₂, une des deux unités utilisées dans les évaluations carbonées. Elle sera notée par la suite « t.eq.CO₂ » ou « kg.eq.CO₂ ».

Les facteurs d'émission sont issus de la Base Carbone. La Base Carbone est une base de données publiques de facteurs d'émissions nécessaires à la réalisation d'exercices de comptabilité carbone, concernant l'ensemble des facteurs d'émissions applicables sur le territoire français. Elle est administrée par l'ADEME, mais sa gouvernance est multifacteur et son enrichissement est ouvert.

I.1.1 La phase construction

Cette phase concerne la construction de la ligne et des ouvrages d'art incluant l'utilisation de matériaux de construction (béton, pavé ...), dont la fabrication est énergivore et émet un volume important de gaz à effet de serre, et qu'il est nécessaire de faire parvenir jusqu'aux sites du chantier (mode de transport utilisé et distance parcourue).

Pour qu'elle soit complète, cette évaluation doit également considérer les émissions générées par la construction du matériel roulant qui circulera sur la ligne.

I.1.2 La phase exploitation

La mise en service du projet de BHNS va générer un report modal de la voiture particulière vers les transports en commun urbains pour les déplacements dans le périmètre d'étude, diminuant par conséquent la circulation automobile, et donc les émissions de gaz à effet de serre associées.

En plus de ce report modal, il est nécessaire de prendre en compte les émissions supplémentaires générées par la restructuration du réseau de transports en commun. En effet, la mise en service du BHNS

s'accompagne d'une restructuration du réseau bus augmentant le volume de véhicules kilomètres et ainsi les émissions de GES des bus.

Les rejets sont quantifiés à l'aide de la méthode du bilan carbone développée par l'ADEME et issue la Base Carbone. Basée sur des ratios nationaux conventionnels, cette méthode permet de disposer d'un ordre de grandeur des rejets de gaz à effet de serre sur la liaison considérée.

Les valeurs unitaires fournies par l'ADEME prennent en compte un ensemble comprenant la phase de fonctionnement et la phase amont :

- La phase de fonctionnement correspond à l'utilisation du moyen de transport, et donc à la combustion de la source d'énergie (carburants) ;
- La phase amont correspond aux activités mises en œuvre pour que le moyen de transport dispose de sa source : il peut donc s'agir de l'extraction du pétrole, de son raffinage, de la distribution du carburant depuis la raffinerie jusqu'à la pompe.

Les calculs intègrent également l'évolution du parc automobile pour les 30 années considérées, et l'évolution de la circulation routière¹.

	Facteur émission (grammes eq.CO2)	2015	2030	2050	2070
Véhicule Diesel	190	75%	44%	2.5%	-
Véhicule Essence	202	25%	38%	3.5%	-
Véhicule Électrique	103	-	18%	94%	100%

Le taux de croissance de la demande routière est de -0.7% entre 2015 et 2070 (projections issues du scénario Avec Mesures Supplémentaires de la Stratégie Nationale Bas Carbone).

Entre 2025 et 2039, nous intégrons une prise en compte d'un verdissement progressif du parc lié à loi de transition énergétique pour la croissance verte.

Au-delà de 2039, tous les bus sont à faibles émissions, soit 0,207 kg.eq.CO2 par bus.km (électricité générée à 50% par une installation photovoltaïque).

¹ Valeurs fournies par les fiches-outils thématiques associées à la note technique du 27 juin 2014 relatives à l'évaluation des projets de transport de la Direction Générale des Infrastructures de Transport et de la Mer (version du 3 mai 2019).

II. Calcul et résultats

II.1. En phase construction

La phase construction est évaluée sur la base d'études similaires réalisées précédemment par EGIS, et sur une analyse bibliographique.

Le calcul réalisé prend en compte les postes suivants :

- L'infrastructure et le matériel roulant,
- La signalisation, les stations, l'éclairage, les plantations,
- Le centre de maintenance et de remisage et ses installations photovoltaïques (production de 3.184 GWh/an),
- Les parcs-relais.

Ces différents postes, à travers les matériaux utilisés, sont convertis en tonnes équivalent CO₂.

La phase de travaux correspond à une émission de 37 650 tonnes équivalents CO₂ décomposées comme suit :

Poste	Volumes et unités	Tonnes équivalents CO ₂ par unité	Tonnes équivalents CO ₂
Infrastructure	28.2 km	9 90	+27 951
Signalisation	28.2 km	32	+897
Mobilier urbain	28.2 km	25	+706
Plantations	28.2 km	-120	-3 343
Centre de maintenance et de remisage	1 dépôt	900	+904
Parking	108 places créées	< 1	+91
Stations	59 stations	10	+667
Matériel roulant	40 bus	130	+5 174
Ouvrages d'art	2 OA élargis 514 m ²	2	+1 079
Installation photovoltaïque	3 184 000 kWh / an	0.0000439	+140 / an²
Total			37 650

Hors matériel roulant, les émissions s'élèvent à 32 480 tonnes équivalents CO₂ soit un ratio moyen de 1 152 tonnes par kilomètre de BHNS.

² D'après la Base Carbone, « La durée de vie est fixée à 25,2 ans, cette durée est conforme aux garanties des fabricants mais les panneaux ont une durée de vie plus importante. »

Hors matériel roulant et ouvrages d'art, les émissions s'élèvent à 31 400 tonnes équivalents CO₂ soit un ratio moyen de 1 113 tonnes par kilomètre de BHNS.

II.2. En phase exploitation

Les données d'entrées sont issues du calcul du bilan socio-économique et se décomposent comme suit :

Poste (en véhicules.km annuel)	En 2030	En 2045	mul 30 ans
Voiture particulière	7 734 051	5 960 507	5,1 millions
Bus	-513 500	-513 500	5 405 000
BHNS	-804 300	-804 300	4 129 000

Pour cette phase et pour l'année 2030 (5 années après mise en service), les émissions économisées s'élèvent à 57 910 tonnes équivalents CO₂. La diminution de la circulation routière (report modal) compense les émissions supplémentaires liées aux circulations TC supplémentaires.

Pour cette phase, les émissions évitées et générées sont les suivantes (par poste) :

Poste (en t.eq.CO2)	En 2030	En 2045	Cumul 30 ans
Émissions économisées VP	0	0	90
Émissions supplémentaires bus			0
Émissions supplémentaires BHNS			0
TOTAL émissions évitées	0	0	10

II.3. Le bilan carbone global

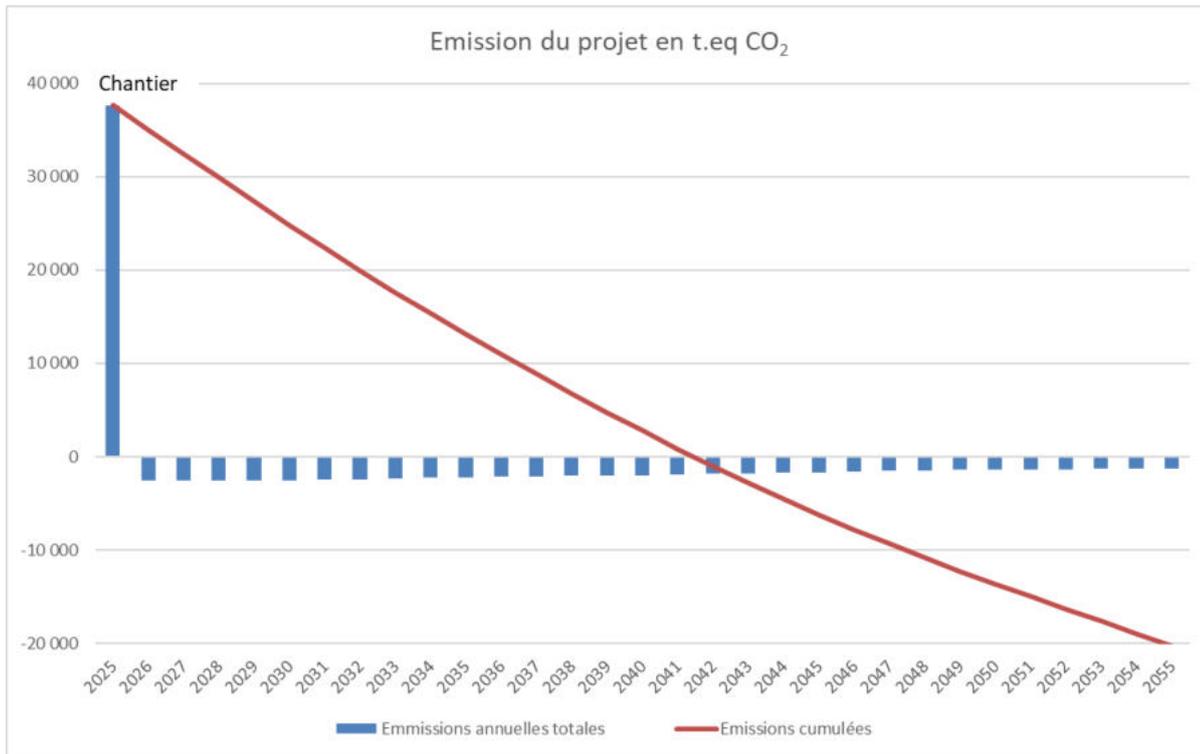
En comparant les deux phases sur une période de 30 ans, les tonnes.eq.CO₂ au terme de la période sont les suivantes :

Construction :	+ 37 650 T equ. CO ₂
Exploitation sur 30 ans :	- 57 910 T equ. CO ₂
Cumul au bout de 30 ans	- 20 260 T equ. CO ₂

Les émissions évitées en phase exploitation et cumulées sur une période de 30 ans compensent les émissions générées par la construction et permettent ainsi d'afficher un bilan positif (c'est à dire que le projet permet d'éviter des émissions sur la période du bilan).

Comme dans toute évaluation Carbone, les résultats obtenus présentent un niveau d'incertitude en corrélation étroite avec le niveau de précision des données utilisées. Malgré les approximations effectuées pour l'évaluation de la phase Chantier, des éléments chiffrés disponibles sur des études précédentes ou dans la littérature ont permis de fixer des ratios quantitatifs permettant une comparaison des gains obtenus en phase d'exploitation vis-à-vis des émissions induites par le chantier.

La compensation du chantier (incluant Matériel roulant et ouvrages d'art) est atteinte en 15 années d'exploitation, en 2042.



II.4. Test de sensibilité «100% Énergie verte »

Nous avons testé un scénario 100% énergie verte à l'horizon 2030 (avec une étape à 75% à la mise en service en 2026) pour l'alimentation des bus³.

L'achat d'énergie verte qui a un facteur d'émission plus faible par rapport au facteur d'émission moyen du réseau électrique permet de diminuer les tonnes de CO₂ émises par les lignes de bus de 4 220 tonnes.

Poste (en t.eq.CO2)	Scénario Énergie verte	Scénario Base
Émissions économisées VP	0	0
Émissions supplémentaires bus	0	0
Émissions supplémentaires BHNS	0	0
TOTAL émissions évitées	0	0

L'année d'équilibre est atteinte en 2041, soit 1 an plus tôt qu'avec une énergie conventionnelle.

Au global, en considérant une énergie verte à 100%, le bilan Carbone permet d'économiser 24 480 tonnes.eq.CO₂. La compensation du chantier est atteinte en 14 années d'exploitation.

³ Hypothèse d'une énergie peu carbonée produite à partir mix énergétique éolien et photovoltaïque.