

Bilan Gaz à Effet de Serre

Définition et objectifs

Le bilan carbone d'une infrastructure se détermine à travers l'analyse de ses caractéristiques techniques, ses méthodes de construction, d'entretien, ses choix de matériaux et les niveaux de trafic futurs.

L'empreinte carbone de l'axe est ainsi estimée à la fois en phase de construction, d'exploitation et d'entretien. En identifiant les principaux postes d'émissions de gaz à effet de serre et leurs causes, la mesure de l'empreinte carbone aide aussi à identifier les actions utiles pour diminuer ces émissions.

L'empreinte carbone en phase de construction

Les calculs de l'empreinte carbone sont décomposés dans 8 catégories distinctes :

- Changement d'affectation des sols
- Terrassements
- Ouvrages d'art
- Assainissements
- Chaussées
- Équipements routiers
- Trafic routier (usage)
- Entretien et fin de vie de l'infrastructure

A partir des données fournies, les flux de matière et d'énergie nécessaires à la construction de l'infrastructure, à sa maintenance, mais aussi liées à son usage (véhicules motorisés) sont identifiés, listés et quantifiés, sous forme d'unités d'activité.

A chaque unité d'activité est associé un facteur d'émission. Les principaux facteurs d'émission sont :

- Le carbone organique du sol lors d'un changement d'affectation de celui-ci (kg eqCO₂/m²)
- Les terrassements (kg eqCO₂/m³) dépendant principalement de 3 facteurs d'émission :
- l'usage des carburants (kg eqCO₂/m³)
- l'usage de chaux (kg eqCO₂/T)
- l'usage de liant hydraulique routier (kg eqCO₂/T)
- Le béton des ouvrages d'art et des ouvrages d'assainissement (kg eqCO₂/m³)
- Les aciers d'armatures du béton, aciers de charpentes, aciers galvanisés d'équipements (kg eqCO₂/T)
- Les enrobés routiers (kg eqCO₂/T)
- Les trafics (kg eqCO₂/VL.km et kg eqCO₂/PL.km)
- L'entretien routier (kg eqCO₂/m².an)

« L'équivalent CO₂ » est la masse de dioxyde de carbone qui aurait le même potentiel de réchauffement climatique qu'une quantité donnée d'un autre gaz à effet de serre.

L'empreinte carbone en phase d'exploitation et d'entretien

L'empreinte carbone en phase d'exploitation est calculée sur la base des évolutions de trafic jusqu'en 2070, pour les VL d'une part et les PL d'autre part ; évolutions exprimées en véhicules.km, sur le réseau modélisé.

La stratégie SNBC considère comme nulles les émissions de GES émises par les véhicules à partir de 2050, notamment grâce à l'électrification du parc de véhicules. Il faut cependant tenir compte des émissions de GES générées par le renouvellement du parc de véhicules (notamment pour passer aux motorisations électriques). L'évolution de la vitesse moyenne de circulation est également prise en compte ; la consommation de carburant variant en fonction de la vitesse.

Compte-tenu de la période d'utilisation de l'infrastructure considérée, on considère en première approche 3 ou 4 entretiens sur l'horizon 2070, variable selon la date de mise en service.

Bilan carbone des différents scénarios

Dans le cadre de l'évolution des voies de communication terrestre entre Poitiers et Limoges, divers projets sont engagés ou envisagés :

- **Un scénario de référence**, qui prévoit, sur l'itinéraire existant, l'aménagement d'opérations déjà engagées dans le cadre du contrat de plan Etat Région Nouvelle-Aquitaine (CPER) sur une longueur totale de 32 km ; Ce qui représente avec les 7,5 km de la déviation de Fleuré, 39,5 km aménagés.
- **Un scénario de projet alternatif**, appelé « scénario alternatif », qui prévoit, en plus du scénario de référence, 33 km d'aménagements neufs en parallèle de la RN147 existante ;
- **Un scénario de projet autoroutier**, appelé communément « scénario autoroutier », qui prévoit, en plus du scénario de référence, 70 km d'aménagement neufs, pour former un itinéraire à 2x2 voies de 110 km , en parallèle de la RN147 existante ;

	Scénario de référence (opérations du CPER)	Scénario de Projet alternatif	Scénario de Projet autoroutier
Description	<ul style="list-style-type: none"> • Aménagement de l'accès sud-est de Poitiers – 14 km 2x2voies • Déviation de Lussac-les-Châteaux – 8 km à 2x2 voies • Aménagement de 2 créneaux à 2x2 voies à Berneuil et Chamboret –(2x1,5) 3km • Aménagement au nord de Limoges – 7 km à 2 x 2 voies <p>Soit 32 km d'aménagements neufs sur l'itinéraire en plus des secteurs déjà aménagés (Fleuré)</p> <p>Vitesse de conception 110 km/h ou 90 km/h</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Déviation de Lhommaizé - 11 km à 2x2 voies • Élargissement de la déviation de Bellac et prolongement jusqu'au créneau de Berneuil – 12 km à 2x2 voies • Aménagement de la section Chamboret-Nord Limoges – 10 km à 2x2 voies <p>Soit 33 km d'aménagements neufs supplémentaires sur l'itinéraire en plus des opérations du CPER et des secteurs aménagés.</p> <p>Vitesse de conception 110 km/h</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mise aux normes autoroutières • 110 km d'autoroute <p>Soit 70 km d'aménagements neufs supplémentaires sur l'itinéraire en plus des opérations du CPER et des secteurs aménagés</p> <p>Vitesse de conception 130 km/h</p>
Emprises	326 ha	235 ha	599 ha
Surface imperméabilisée	Environ 685 000 m ²	Environ 806 000 m ²	Environ 1 850 000 m ²
Volume des mouvements de terre : déblais + remblais	5,6 millions de m ³	5,7 millions de m ³	14,7 millions de m ³
Surface de tablier d'ouvrages d'art	26 340 m ²	32 600 m ²	46 000 m ²
Quantités d'enrobés mises en œuvre	415 000 t	520 000 t	1 200 000 t
Linéaire de glissières latérales	42km	44 km	94 km

	Scénario de référence (opérations du CPER)	Scénario de Projet alternatif	Scénario de Projet autoroutier
Empreinte carbone de la construction	160 000 tCO ₂ eq	127 500 tCO ₂ eq	296 000 tCO ₂ eq
Empreinte carbone de l'entretien et l'exploitation sur 50 ans	20 000 tCO ₂ eq	15 000 tCO ₂ eq	40 000 tCO ₂ eq
Empreinte carbone potentiellement induite sur le trafic sur 50 ans	105 000 tCO ₂ eq	60 000 tCO ₂ eq	Inférieur à 5 000 tCO ₂ eq
	Total	202 500 tCO ₂ eq	341 000 tCO ₂ eq

Le projet alternatif, en partie du fait de sa gratuité, à un effet d'induction de trafic plus important que le projet autoroutier. Mais en totalisant 202 ktCO₂eq (construction – exploitation - circulation pendant 50 ans), il reste bien en deçà du projet autoroutier qui totalise 341 ktCO₂eq sur le même périmètre.

La valorisation monétaire de cette différence, avec des valeurs tutélaires (fiche outils du référentiel d'évaluation des infrastructures de transports du 3 mai 2019), représente 34 M€ en valeur 2030 (246 €/tCO₂), 68 M€ en valeur 2040 (491 €/tCO₂) et 107 M€ en 2050 (775 €/tCO₂e).

Solutions de réductions des émissions

Changement d'affectation des sols

Réduire au maximum les zones imperméabilisées en **drainant les eaux sur des aménagements végétalisés** et non bétonnés à chaque fois que possible. Chaque mètre carré de prairie non artificialisé évite le rejet de 29 kg d'équivalent CO₂ dans l'atmosphère.

De même, des terres agricoles qui se retrouvent dans l'emprise de l'autoroute et ne peuvent pas être exploitées doivent **retourner au maximum à l'état de prairies** (-0,18 kg eq CO₂ /m².an) avec quelques **plantations d'arbres** laissant l'herbe pousser à leur pied.

Terrassements

L'optimisation des emplois de matière et l'équilibre entre déblais et remblais est déjà dans les règles de l'art du terrassier depuis longtemps. Toutefois, lorsque le déséquilibre entre déblais et remblais est très excédentaire, comme c'est le cas ici, il est pertinent de chercher à **réduire encore l'export des matériaux en optimisant le réemploi sur place**. Des merlons de terre peuvent être réalisés pour des fonctions habituellement remplies par des équipements à intensité carbone élevée, comme des écrans acoustiques par exemple.

Les traitements des terres ont une contribution très significative dans l'empreinte carbone d'un projet de terrassement, notamment le traitement à la chaux. L'emploi de matériaux sensibles à l'eau en périodes humides est gourmande en chaux, alors que les mêmes matériaux mis en œuvre dans des conditions sèches en nécessitent moins, voire peuvent s'en passer, à la mise en œuvre. Ainsi les plannings pourraient intégrer cette contrainte et s'imposer de **travailler les matériaux sensibles à l'eau hors des périodes humides**.

Aussi, des études fines d'optimisation intégrant l'empreinte carbone dans le choix du traitement des matériaux peuvent être menées lors des reconnaissances de terre, de façon à **réduire l'emploi des liants routiers** pour les mêmes performances garanties.

Ouvrages d'art

Le premier levier est la réduction de la surface au sol des ouvrages, ce qui passe notamment par le choix de tracé.

La réduction des rétablissements de communication est également un levier. *Certaines continuités de voies peuvent être supprimées* (un simple passage faune sera moins contributeur d'émissions de GES qu'un ouvrage routier), *là où d'autres peuvent être regroupées*.

Sur les ouvrages eux-mêmes, se pose ensuite le *choix de la conception de matière* :

- *Culées en simples sommiers* posés sur des remblais et non pas ouvrage de génie civil
- *Tablier mixte* et non pas entièrement en béton.
- Géométrie favorisant un moindre travail de la matière que d'autres.
- L'équilibre à trouver entre le parti architectural et les choix esthétiques, par exemple en *limitant les grands porte-à-faux* amenant un accroissement des contraintes ce qui nécessite des bétons de plus grande résistance, en plus grande quantité et avec davantage d'armatures.

Le *choix des matériaux* joue également son rôle :

- *Le choix de classes* adaptées de résistance mécanique des bétons pour éviter les surdosages en liant ;
- *Le choix des ciments* : le principal émetteur de gaz à effet de serre étant la réalisation du clinker. Des ciments moins dosés en clinker, à moindre empreinte carbone, peuvent ralentir les cadences de production pour certaines parties d'ouvrage (décintrages de tabliers par exemple). Le choix est à arbitrer entre les choix plannings (et parfois l'optimisation des coûts) et une diminution pouvant aller sans rupture technologique majeure jusqu'à 20% ou 30% de l'empreinte carbone.

Chaussées

L'abaissement de la température des mélanges bitumineux permet – à performance égale – de réduire leur empreinte carbone. On notera également la possibilité de favoriser les sous-couches de la structure de chaussée pour diminuer le besoin en épaisseur d'enrobés. Sur le plan de la surface, tout comme sur la question du changement d'affectation des sols, *réduire au maximum les bandes d'arrêt d'urgence* dans les zones faiblement fréquentées où une bande dérasée de droite suffit. De même, la question de la *réduction de la bande dérasée de gauche* peut se poser.

Assainissements

Le premier levier, comme pour les ouvrages, consiste à *réduire les quantités de béton*. Les revêtements de cunettes, par exemple, peuvent faire appel à des géomembranes plutôt qu'à du béton. En première approche, on peut retenir qu'une tonne de CO₂ est évitée à chaque fois que trois mètres cubes de béton ne sont pas mis en œuvre. En action complémentaire, on peut travailler à la réduction de l'intensité carbone de ces bétons, en diminuant leur teneur spécifique en clinker.

Également, privilégier les *bassins filtrants ou étanché par géomembrane* sont des alternatives « bas carbone » à étudier au cas par cas.

Équipements

Favoriser les équipements les plus légers sur le plan de l'empreinte carbone sans surdimensionner inutilement le niveau de performance. Une *glissière métallique légère GS4* (1 poteau tous les 4 mètres ; niveau de protection N2-W6) a un facteur d'émission relativement bas (75 kg eq CO₂ par mètre linéaire).

On notera également que la possibilité s'ouvre à *l'introduction d'une partie de métal recyclé* dans la composition des glissières métalliques, ce qui allège de 7% leur empreinte carbone par tranche de 10% de composition issue de recyclage des ferrailles.

Étudier la faisabilité du *remplacement des barrières métalliques par un merlon en terre*, lorsque cela est possible.

Enfin, la mise en place d'un *fonds d'arbitrage Carbone* est une piste pour la recherche, durant les phases de conception et de réalisation, de l'efficacité énergétique.