

Rapport n° 014289-01
Septembre 2022

Référentiel adapté aux enjeux de l'évaluation socio-économique des projets de transport

La prise en compte de l'empreinte carbone des infrastructures
de transport

Michel Massoni - IGEDD
Vincent Motyka - IGEDD

<https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/>



Les auteurs attestent qu'aucun des éléments de leurs activités passées ou présentes n'a affecté leur impartialité dans la rédaction de ce rapport

Statut de communication	
<input type="checkbox"/>	Préparatoire à une décision administrative
<input type="checkbox"/>	Non communicable
<input type="checkbox"/>	Communicable (données confidentielles occultées)
<input checked="" type="checkbox"/>	Communicable

Sommaire

Résumé.....	5
Liste des recommandations.....	7
Introduction	8
1 Rappel de la mission	9
2 Inventaire des moyens disponibles.....	12
3 Difficultés présentées par la fiche IV-6 et travaux à prévoir.....	14
4 Création d'une base de données de facteurs d'émissions	15
5 Utilisation pour des bilans <i>ex post</i> de la construction	18
6 Réflexion sur la fiabilisation du dispositif d'évaluation (écocomparateurs).....	19
7 Formation des équipes chargées de mettre en œuvre les fiches-outils GES.....	20
8 Analyse d'autres impacts que les émissions de GES	21
Conclusion.....	22
Annexes.....	23
Annexe 1. Lettre de mission	24
Annexe 2. Composition du groupe de travail	28
Annexe 3. Liste des personnes rencontrées	31
Annexe 4. Projet de Fiche-outil : « Les émissions de gaz à effet de serre des infrastructures ».....	32
1 La méthodologie générale d'Analyse du Cycle de Vie (ACV).....	34
2 La définition des objectifs et du champ de l'étude ACV.....	36

2.1	L'unité fonctionnelle	36
2.2	Le périmètre structurel	37
2.2.1	Les infrastructures routières.....	37
2.2.2	Les infrastructures ferroviaires	38
2.2.3	Les infrastructures aéroportuaires.....	38
2.2.4	Les infrastructures maritimes	39
2.2.5	Les infrastructures fluviales	39
2.2.6	Les transports guidés de personnes.....	39
2.3	Le périmètre fonctionnel	40
2.3.1	L'étape de conception.....	40
2.3.2	L'étape de réalisation	40
2.3.3	L'étape d'exploitation	42
2.3.4	L'étape de fin de vie.....	42
2.4	Le périmètre temporel.....	43
2.5	Le suivi des chantiers	43
3	La phase d'inventaire du cycle de vie (ICV)	45
4	La phase d'évaluation de l'impact du cycle de vie (ACVI).....	46
5	La phase d'interprétation du cycle de vie :	48
5.1	Analyse	48
5.2	Interprétation.....	48
6	La communication et la revue critique de l'ACV	49
Annexe 5. Proposition de modifications de la fiche outil IV-6 « Effets sur les émissions de gaz à effet de serre » - version du 1^{er} octobre 2014.....		52
Annexe 6. Quelques logiciels écocompareurs.....		58
Annexe 7. Glossaire des sigles et acronymes.....		62

Résumé

Le 20 janvier 2022, le ministre chargé des transports a demandé au conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD), aujourd'hui devenu l'inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD), de mettre en place un groupe de travail en vue d'établir un référentiel permettant de compléter la note technique de la direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités (DGITM) du 27 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport et ses « fiches-outils » dans le domaine de l'évaluation de l'empreinte carbone des infrastructures de transport aux différentes étapes de leur cycle de vie.

En effet, l'empreinte carbone des infrastructures de transport va voir son importance relative croître dans une économie où les motorisations des véhicules sont progressivement, mais résolument, destinées à être décarbonées, en particulier en ce qui concerne le mode routier.

Dans ce but, conformément à la commande qu'elle avait reçue, l'IGEDD a réuni un groupe de travail en s'appuyant sur les organismes techniques et de recherche du ministère, sur les gestionnaires d'infrastructures publics et privés et en associant les professions du génie civil qui ont déjà engagé des actions dans l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre entraînées par les activités de développement, de maintenance et de renouvellement des infrastructures. Ce groupe a examiné les outils existant déjà utilisés par certains maîtres d'ouvrages qui se sont engagés dans ce type d'évaluation pour éclairer les prises de décision relatives à leurs projets et pour chercher à optimiser la réalisation de ces projets sous l'angle de leur empreinte carbone. Le groupe a également discuté du contenu de fiches-outils destinées à compléter l'ensemble des documents constituant le référentiel d'évaluation de la direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités.

Une première fiche-outil, entièrement nouvelle, traite de l'impact carbone lié à la conception, à la construction, à l'exploitation, à la maintenance et à la fin de vie et reconversion des infrastructures de transport. La méthodologie proposée correspond à l'application de la méthode de l'analyse du cycle de vie au calcul de l'empreinte carbone d'une infrastructure.

Par ailleurs, la fiche-outil IV-6 « Effets sur les émissions de gaz à effet de serre » (Version du 1er octobre 2014) figurant sur le site du ministère n'est pas compatible avec l'adoption de cette nouvelle fiche-outil. Des amendements à cette version sont donc proposés dans le cadre de la présente mission pour rendre cohérentes les deux fiches-outils traitant des émissions de gaz à effet de serre induites tant par la conception, la construction, l'exploitation et l'entretien, la fin de vie et la reconversion de l'infrastructure que par la circulation des véhicules de toutes natures sur cette infrastructure. Toutefois, la version initiale de cette fiche outil IV-6 se réfère à des normes et outils désormais obsolètes compte-tenu de l'évolution du contexte européen. C'est pourquoi la mission recommande qu'une refonte plus complète de cette fiche-outil, qui sortait de son mandat, soit rapidement engagée pour intégrer l'évolution du contexte européen et la prochaine révision de la SNBC.

Le rapport formule également des recommandations sur l'utilisation des bases de données de facteurs d'émissions adaptées aux infrastructures de transports et sur la fiabilisation du dispositif d'évaluation de l'empreinte carbone de ces infrastructures.

Liste des recommandations

- Recommandation 1.** Au-delà des ajustements de cohérence de la fiche IV-6 auxquels la mission a procédé dans le cadre de son mandat (voir annexe 5), la DGITM devrait rapidement réaliser ou faire réaliser une refonte plus complète de cette fiche, afin d'intégrer les évolutions des contextes français et européen lors de la révision de la SNBC.14
- Recommandation 2.** La DGITM devrait rapidement étudier ou faire étudier les conditions de mise en place d'une base de données de facteurs d'émissions spécifiques aux infrastructures qui étendrait le périmètre des bases existantes pour fournir des références communes.17
- Recommandation 3.** La DGITM devrait étudier ou faire étudier la pertinence de la mise en place d'une labellisation par des tiers des écocompareurs accessibles à des maîtres d'ouvrages publics (choix du ou des tiers, durée de validité, périmètre, ...) ..19
- Recommandation 4.** L'adoption des nouvelles fiches-outils devrait être accompagnée d'actions de formation des personnes qui seront chargées de réaliser ou de faire réaliser les études correspondantes.20
- Recommandation 5.** En fonction du retour d'expérience de l'intégration de l'empreinte carbone des infrastructures de transport dans son référentiel d'évaluation, ainsi que de l'évolution de la doctrine de monétarisation des impacts en socio-économie, la DGITM devrait étudier ou faire étudier l'extension de la méthodologie d'analyse du cycle de vie à d'autres impacts que l'émission des gaz à effet de serre en s'inspirant des listes d'impacts traités par les écocompareurs existants.....21

Introduction

L'empreinte carbone des infrastructures de transport aux différentes étapes de leur cycle de vie va voir son importance relative croître dans une économie où les motorisations sont progressivement, mais résolument, destinées à être décarbonées, en particulier en ce qui concerne le mode routier. Or, les pratiques actuelles d'évaluation des infrastructures de transport ne font pas encore une place suffisante à l'empreinte carbone des infrastructures à la différence de ce qui se passe pour l'exploitation des véhicules et progressivement pour l'analyse en cycle de vie (ACV) des véhicules utilisés par les différents modes de transport.

Or, notre pays doit poursuivre le développement et la modernisation de ses réseaux d'infrastructure dans la perspective de la transition écologique et de l'adaptation au changement climatique. Il est donc apparu souhaitable de préparer un cadre méthodologique d'évaluation ciblée énergie - climat, destiné aux volets "construction - exploitation - maintenance" des infrastructures de transport pour permettre aux évaluateurs de fournir aux décideurs une vision plus complète des conséquences des choix qui leur sont proposés. À cet effet, le conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD, devenu aujourd'hui l'inspection générale de l'environnement et du développement durable IGEDD) a réuni un groupe de travail à la demande du ministre chargé des transports. Ce groupe a discuté du contenu de fiches-outils destinées à compléter l'ensemble des documents constituant le référentiel d'évaluation de la direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités (DGITM).

Le présent rapport auquel sont annexées les propositions de fiches-outils résume les travaux de ce groupe dans le cadre du mandat qui lui avait été donné et énonce les questions apparues au cours de ces travaux mais sortant du cadre prescrit.

1 Rappel de la mission

L'évaluation socio-économique des projets de transport fait l'objet d'une méthodologie structurée, régulièrement révisée, discutée et diffusée auprès des parties prenantes dans ce qu'il est convenu d'appeler le « référentiel » contenu dans la note technique de la DGITM du 27 juin 2014, et précisé par des « fiches-outils » de l'évaluation, dans le cadre d'un dispositif constitué sous l'égide de la DGITM.

Le 20 janvier 2022, le ministre chargé des transports a chargé le CGEDD de mettre en place un groupe de travail en vue d'établir un référentiel permettant de compléter le référentiel du 27 juin 2014 dans le domaine de l'évaluation de l'empreinte carbone des infrastructures de transport aux différentes étapes de leur cycle de vie.

La question de cette évaluation est posée depuis longtemps. À l'issue des trois premières phases du Grenelle de l'Environnement tenu en 2007, la proposition de créer un observatoire des transports (Observatoire énergie environnement des transports-OEET) a été retenue. Cette mesure a été adoptée en octobre 2007 et formulée dans l'engagement n°13 : « Créer un observatoire des transports associant les parties prenantes pour évaluer les émissions selon une méthodologie commune et permettre ensuite l'affichage obligatoire des émissions de gaz à effet de serre des commandes et prestations de transport. Réaliser des écocompareurs. Le promouvoir à l'échelon européen. »

La « commission Infrastructures » de l'OEET créée en 2009 a permis d'étendre le périmètre des travaux de l'Observatoire aux problématiques environnementales liées à la construction, l'exploitation et la maintenance des infrastructures empruntées par les véhicules.

Cette commission a produit deux rapports qui traçaient la voie pour la prise en compte des émissions de gaz à effet de serre (GES) liées à la construction, l'exploitation et la maintenance des infrastructures empruntées par les véhicules :

* Un premier rapport (avril 2011) a permis de cadrer l'approche méthodologique de l'évaluation des infrastructures de transport, sur le périmètre de la construction, l'exploitation et la maintenance, et sur les aspects énergie et environnement ;

* Un second rapport (septembre 2012) est un guide de validation des logiciels d'évaluation environnementale (« écocompareurs ») des infrastructures de transport (ou « LEEIT »), destiné à tout organisme chargé de valider ces outils.

Ces sujets n'ont pas été intégrés au référentiel de 2014 qui se focalisait prioritairement sur la mise à jour de l'instruction-cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport du 25 mars 2004 (dite instruction De Robien) pour tenir compte des recommandations du rapport paru en 2013 de la mission présidée par Émile Quinet, « L'évaluation socioéconomique des investissements publics » commandé par le commissariat général à la stratégie et à la prospective (CGSP).

Toutefois, un certain nombre d'initiatives d'acteurs du secteur des infrastructures de transport ont commencé à produire des méthodes et outils permettant la prise en compte au moins partielle des émissions de gaz à effet de serre liées à la construction, l'exploitation et la maintenance des

infrastructures empruntées par les véhicules :

- Dans le domaine ferroviaire, SNCF Réseau (alors RFF) a évalué *ex ante* les émissions liées à la construction de la LGV Rhin-Rhône Phase 1 et développé un logiciel de calcul des émissions de ce type (TUVALU).

- Dans le domaine routier, des logiciels écocompareurs ont été développés (SEVE, ECORCE, ...). Le CEREMA a établi le bilan carbone de certains projets (A31 bis en 2015) et, à la demande de la DGITM, il a publié en 2020 des « recommandations pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des projets routiers ».

- L'AFGC¹ a développé et entretient une base de données (DIOGEN) et un outil d'évaluation (CIOGEN) permettant de réaliser des évaluations environnementales d'ouvrages de génie civil selon une méthodologie de type Analyse de Cycle de Vie (ACV) appliquant un certain nombre de normes AFNOR.

- La FNTP et l'ADEME ont réalisé un Guide sectoriel 2015 visant à aider les entreprises du secteur à réaliser une analyse environnementale dans les travaux publics. Entre autres choses ce guide décrit le cadre méthodologique commun qui repose sur les principes de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) et sa déclinaison aux travaux publics.

- Parallèlement, certaines ingénieries ont produit des bilans carbone et développé des outils (par exemple, Egis a élaboré en 2015 un bilan des émissions de GES de l'aménagement des RN154 et RN12 avec son outil propriétaire VARIWAYS).

Par ailleurs, les travaux européens² pour la prise en compte des enjeux climatiques dans les projets d'infrastructure recommandent clairement de « détailler l'analyse du projet eu égard à la neutralité climatique à l'horizon 2050, l'économie circulaire, et l'utilisation de l'évaluation du cycle de vie pour les émissions de GES, y compris les solutions de substitution pertinentes » dans la phase de Stratégie/Planification d'un projet et de « viser des options et des solutions à faible intensité de carbone entre autres en intégrant le coût des émissions de GES à l'analyse coût-bénéfice et à la comparaison des solutions de substitution » dans la phase Faisabilité/Conception.

Dans l'annexe D « Prise en compte des enjeux climatiques et évaluation des incidences sur l'environnement (EIE) du document (2021/C 373/01) précité, la Commission appelle l'attention sur les incidences du projet sur le changement climatique du fait des émissions de gaz à effet de serre qu'elles induisent. Elle recommande sans ambiguïté³ :

« L'EIE devrait inclure une évaluation des émissions de GES directes et indirectes du projet, lorsque ces incidences sont notables :

- Les émissions de GES directes générées par la construction du projet et par son exploitation tout au long de sa durée de vie (par exemple par la combustion de combustibles fossiles ou la consommation d'énergie sur place). [...] »

¹ Association française du génie civil

² Communication de la Commission « Orientations techniques pour la prise en compte des enjeux climatiques dans les projets d'infrastructure pour la période 2021-2027 » (2021/C 373/01) ; Annexe C : Prise en compte des enjeux climatiques et gestion du cycle de projet.

³ Page 69 du document précité

Le travail demandé par le ministre chargé des transports contribuera à la mise en œuvre de ces orientations européennes par notre pays.

Sur la base des informations échangées pendant la mission au sein du groupe de travail, la mission propose (voir annexe 5) le contenu d'une nouvelle fiche-outil d'une vingtaine de pages, présentant la méthode à suivre, largement fondée sur les principes de l'Analyse en Cycle de Vie, pour évaluer l'empreinte carbone d'une infrastructure de transport, avec des documents de référence attachés.

2 Inventaire des moyens disponibles

Il existe actuellement des éco-comparateurs qui facilitent les évaluations d'empreinte carbone et qui permettent, en particulier, de choisir la meilleure option de projet. On peut citer TRACC EXPERT (Techniques Routières Adaptées au Changement Climatique) réalisé par l'IFSTTAR et les membres du partenariat SUDOE TRACC (CEREMA DTER Sud-Ouest, Conseil Général de la Haute Garonne et SPRIR Midi Pyrénées) qui vise la réalisation d'études routières en phase amont ; CANOPÉE, réalisé à la demande de *Canalisateurs de France*, qui permet d'évaluer les impacts en termes d'émissions de GES d'un chantier de travaux de canalisation, de comparer plusieurs solutions pour la réalisation d'un ouvrage donné et de comparer des solutions offrant le même niveau de service ou ECOFRO (éco-comparateur de méthodes de fragmentation de roches) réalisé par le SYNDUEX (Syndicat National des Entrepreneurs de Travaux Publics Spécialisés dans l'Utilisation de l'Explosif) et le SFEP (Syndicat des fabricants d'explosifs, de Pyrotechnie et d'Artifices), qui permet de comparer rapidement les émissions de gaz à effet de serre et la consommation énergétique du forage-minage et des autres méthodes de fragmentation de roches. On peut aussi citer le calculateur carbone EFFC DFL réalisé par *Carbone 4* pour la fédération européenne des entrepreneurs en fondations (EFFC) et le *Deep Foundations Institute* (DFI) pour rendre les analyses de l'empreinte carbone des projets de fondations d'ouvrages cohérentes et comparables dans tout le secteur en Europe.

Si on veut calculer les émissions entraînées par la réalisation de l'option de projet finalement retenue et les comparer à celles entraînées par l'option de référence au sens du référentiel de 2014, il faut se tourner vers des outils plus complets tels que SEVE, ECORCE, PERCEVAL, TUVALU ou CIOGEN en France.

On constate qu'un certain nombre de ces outils appliquent la méthodologie de l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) qui est devenue un outil incontournable pour la conception de produits plus respectueux de l'environnement dont l'empreinte est plus réduite que celle d'autres produits présentant les mêmes fonctionnalités mais réalisés sans précautions particulières en matière de développement durable.

Ces analyses sont généralement effectuées sur la durée de vie du produit considéré. Pour les infrastructures de transport, qui sont composées d'éléments avec des durées de vie hétérogènes et très longues pour certains d'entre eux, il est recommandé de recourir plutôt à une « durée de référence », qu'il est proposé de fixer à 50 ans.

Dans la pratique, une ACV comprend la réalisation d'un inventaire des flux de matières et d'énergies entrants et sortants à chaque étape du cycle de vie. On appelle cette démarche « Inventaire du Cycle de vie » (ICV). On procède ensuite à l'évaluation des impacts environnementaux à partir des données ainsi recueillies grâce à des coefficients préétablis permettant de calculer la contribution de chaque flux aux divers impacts environnementaux étudiés. Le choix judicieux de ces coefficients constitue une étape cruciale de la réalisation d'une ACV⁴.

La réalisation d'une ACV est schématiquement un processus qui se déroule en quatre étapes principales, qui sont :

⁴ Pour l'évaluation des gaz à effets de serre, ces coefficients sont nommés « facteurs d'émission ».

- La définition des objectifs et du champ de l'étude
- L'analyse de l'inventaire des flux
- L'évaluation des impacts des flux
- L'interprétation des résultats.

La normalisation internationale, constituée en particulier par les normes de management environnemental NF EN ISO 14040 et 14044, fournit un cadre général de réalisation des études ACV, pouvant être appliqué à tous types de produits (incluant les services) fabriqués et consommés.

Les méthodes appliquées à la construction doivent se conformer en particulier à la norme EN NF 15643 de juin 2021 « Contribution des ouvrages de construction au développement durable – Cadre pour l'évaluation des bâtiments et des ouvrages de génie civil » qui énonce les principes et les exigences de l'évaluation des performances environnementales, sociales et économiques des bâtiments et des ouvrages de génie civil en tenant compte de leurs caractéristiques techniques et fonctionnelles⁵.

On trouvera en annexe 6 un tableau de synthèse présentant des outils existants accessibles à des maîtres d'ouvrage publics.

⁵ La fiche-outil en annexe 4 liste les éléments à prendre en compte dans le périmètre fonctionnel, pour les différents modes de transport. Afin de tenir pleinement compte des caractéristiques de chaque mode, la mission a choisi de laisser les maîtres d'ouvrages proposer ces listes, d'où un résultat qui peut paraître hétérogène.

3 Difficultés présentées par la fiche IV-6 et travaux à prévoir

La fiche-outil IV-6 « Effets sur les émissions de gaz à effet de serre » (Version du 1er octobre 2014) figurant sur le site internet du ministère⁶ en charge des transports dispose dans son §2 « Méthode et outils proposés » que « Pour les autres postes (conception, construction, exploitation et entretien, fin de vie et reconversion), le calcul des émissions, s'il est mené, doit être réalisé au cas par cas ». Cette manière de faire n'est pas compatible avec l'adoption d'une fiche-outil spécifique rendant systématique le calcul des émissions induites par les postes de conception, construction, exploitation et entretien, fin de vie et reconversion de l'infrastructure.

Des amendements à la version actuelle de la fiche-outil IV-6 sont donc proposés dans le cadre de la présente mission pour rendre cohérentes les deux fiches-outils traitant des émissions de gaz à effet de serre induites tant par la conception, la construction, l'exploitation et l'entretien, la fin de vie et la reconversion de l'infrastructure que par la circulation des véhicules de toutes natures sur cette infrastructure. Il est en particulier proposé de modifier le titre de cette fiche pour rendre parfaitement compréhensible le fait qu'elle traite exclusivement des effets de l'utilisation d'une infrastructure sur les émissions de gaz à effet de serre.

Toutefois, la version initiale de cette fiche outil IV-6 se réfère à des normes et outils désormais obsolètes compte-tenu de l'évolution du contexte européen. En particulier l'outil logiciel CopCETE de calcul des émissions du trafic automobile, développé à l'époque par le Réseau scientifique et technique du ministère du développement durable (CETEs, CERTU, SETRA, INRETS) et s'appuyant sur la méthodologie européenne COPERT IV a été remplacé par l'outil CopCerema qui applique la méthodologie COPERT V, avec une approche tronçon par tronçon ; et la base de données de l'IFSTTAR relative à la composition du parc automobile roulant français a évolué depuis 2014 pour intégrer les normes anti-pollution Euro et les dernières avancées technologiques connues (projections du parc roulant global jusqu'en 2050 avec l'introduction de nouvelles catégories : VL électrique et hydrogène, VUL hybride et GNL, PL hybride et électrique...).

De même, la fiche n'aborde pas la prise en compte des émissions liées à la fabrication des véhicules qui utilisent l'infrastructure : il paraît nécessaire de fixer des règles sur le sujet, pour l'ensemble des modes.

Recommandation 1. Au-delà des ajustements de cohérence de la fiche IV-6 auxquels la mission a procédé dans le cadre de son mandat (voir annexe 5), la DGITM devrait rapidement réaliser ou faire réaliser une refonte plus complète de cette fiche, afin d'intégrer les évolutions des contextes français et européen lors de la révision de la SNBC.

⁶ Accessible par le lien <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/IV.6.pdf>

4 Création d'une base de données de facteurs d'émissions

Il convient de distinguer les facteurs d'émission élémentaires (génériques) et les facteurs d'émission agrégés reflétant des actions composites effectuées lors de la construction d'une infrastructure. De nombreux facteurs d'émissions élémentaires existent dans des bases de données publiques ou non. Les facteurs agrégés sont souvent plus spécifiques aux infrastructures d'un mode de transport ou à une entreprise donnée.

Pour certains membres du groupe de travail, il est pertinent d'utiliser des facteurs d'émission agrégés durant les phases amont d'un projet, puis des facteurs de plus en plus désagrégés au fur et à mesure de la mise au point de plus en plus détaillée du projet. Pour d'autres, il est préférable de se fonder d'emblée sur des facteurs d'émission élémentaires, pour permettre une mise à jour plus aisée au cours de l'élaboration du projet. Dans ce cas, il semble qu'il faille disposer d'écocompareurs s'appuyant sur des bases de données de facteurs d'émissions plus étendues que lorsqu'on applique la première méthode.

On constate que les ingénieries utilisent un large éventail de bases de données en fonction de l'outil de calcul utilisé. En ce qui concerne les outils les plus couramment utilisés selon les retours faits à la mission :

- SEVE : Toutes les données sont issues des inventaires de cycles de vie (ICV) des spécialités (Euro Bitume, Union nationale des producteurs de granulats, etc.) et/ou justifiées. Les responsables d'industrie et entreprises peuvent ajouter des produits avec justification et certification des impacts.

- TUVALU : Les facteurs d'émissions sont issus de bases de données publiques ou de retours d'expérience de travaux ferroviaires. En revanche, il est impossible pour l'utilisateur d'avoir accès à la base de données et d'ajouter des facteurs d'émissions.

- AFD Carbon footprint tool : C'est un outil développé par l'AFD et Carbone 4 pour évaluer les émissions de projets de nature très différentes qui utilise des données recueillies auprès de nombreuses sources {ADEME, GIEC, Carbone 4, ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement), ECOINVENT, EIB (Banque européenne d'investissement), IEA (Agence internationale de l'énergie), Office des asphaltes, SNCF Réseau (ex RFF), UNFCC (Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques)}.

Plus généralement, il a été signalé que les outils internes développés par les entreprises d'ingénierie s'appuient sur différentes bases de données dans l'analyse, en particulier :

- Base Carbone© et Base Impact© de l'ADEME (L'ADEME a signalé la fusion prochaine de ces deux bases)
- ECOINVENT
- Données Constructeurs (ATILH)
- Fiches de déclaration environnementales et sanitaires (FDES) issues d'INIES qui est principalement orientée vers le bâtiment
- The Inventory of Carbon and Energy (ICE)
- Product Environmental Footprint (Commission Européenne)
- GIEC
- Données issues d'autres écocompareurs (SEVE)

- BETIE (configurateur béton prêts à l'emploi)
- SAVE (configurateur acier, charpente métallique)
- DEBois (configurateur bois)
- Diogen (données environnementales ouvrages génie civil)
- CimBéton
- CERIB
- La base ADEME telle VIZCAB
- La base Elodie du CSTB
- La base HDMGlobal
- Mix bases INSEE, CITEP, Eurostat, ENTD
- One Click LCA qui intègre les données de toutes les plateformes DEP disponibles (base de données de l'UE conformes à la norme EN 15804 ; bases de données nord-américaines conformes à la norme ISO 14040/44 ; les données spécifiques aux fabricants ; des données moyennes spécifiques – INIES, Ökobaudat, ecoinvent)

Du côté des sociétés d'autoroute, les bases et outils les plus généralement utilisés sont la Base Carbone, ECORCE, SEVE, Cerema, INIES, Copert V (pour le calcul des émissions liées à l'utilisation des infrastructures autoroutières). Pour sa part, comme évoqué ci-avant, SNCF Réseau a développé et utilise un outil qui lui est propre (TUVALU) avec des bases pour partie spécifiques.

Bien qu'il existe des bases de données internationales pour les facteurs d'émission (GIEC, ECOINVENT), la majorité des outils cités utilisent des bases de données nationales comme celles citées ci-dessus. Un phénomène analogue est constaté dans d'autres pays européens. La visibilité de ces bases de données et les facteurs varient entre les outils et, dans certains cas, l'utilisateur n'est pas pleinement informé des paramètres utilisés.

Idéalement, tous les écocompareurs devraient pouvoir utiliser une base de données génériques de portée internationale fondée sur les meilleures connaissances internationales (GIEC, ECOINVENT) pour faciliter les comparaisons, complétée, le cas échéant, par des ensembles de valeurs nationales disponibles pouvant être sélectionnés par l'utilisateur. Il convient toutefois de noter que les infrastructures de transport sont généralement réalisées avec des matériaux spécifiques et que l'étape de production de ces matériaux spécifiques pèse d'un poids particulièrement important dans l'ACV d'une infrastructure. C'est ce qui explique le développement de bases spécifiques, comme par exemple la base DIOGEN pour les ouvrages d'art français qui ne peuvent la plupart du temps être correctement décrits avec le seul contenu de la base INIES. C'est également ce qui explique que les utilisateurs d'écocompareurs soient particulièrement enclins à utiliser des facteurs d'émissions qu'ils jugent plus adaptés à leurs problèmes que ceux contenus dans les bases générales.

Cependant, l'utilisation de facteurs d'émission définis par l'utilisateur ne devrait se faire qu'avec la mise en œuvre d'un processus transparent de validation externe sur la base de données accessibles au public afin d'éviter les problèmes d'accès aux données privées (confidentialité, coûts associés à l'accès aux données privées, interrogation sur leur transposabilité, etc.). Tel n'est pas encore le cas dans le domaine des infrastructures de transport françaises.

Devant cette situation, certains membres du groupe ont recommandé de développer pour les infrastructures de transport une base qui serait l'analogue d'INIES pour le bâtiment. Après discussion, un large consensus s'est dégagé pour reconnaître la simplification qu'apporterait à la généralisation des calculs d'empreinte carbone des infrastructures de transport l'existence de

références communes pour les facteurs d'émission. Il a toutefois été souligné que la mise en place de telles références dans une base spécifique aux infrastructures nécessiterait une organisation rigoureuse qui resterait à définir.

Outre le contenu de cette base qui devrait intégrer des facteurs d'émission utilisés par les logiciels existants orientés infrastructures routières (ÉCORCE, SEVE, PERCEVAL...), ouvrages d'art (CIOGEN et sa base DIOGEN), ferroviaires (TUVALU), il faudrait définir les éléments de gouvernance qui garantiraient la qualité permanente du contenu. Ces éléments pourraient être analogues à ceux d'INIES (base propriété de l'association HQE-GBC, administration de la base par le CSTB, programme de vérification du contenu géré par l'AFNOR) ce qui veut dire qu'il faudrait définir une organisation propriétaire, une organisation administrateur et une organisation supervisant les vérificateurs. Plutôt que de créer une nouvelle base spécifique dotée de ses propres éléments de gouvernance, une autre solution possible serait d'intégrer les facteurs d'émission utiles à l'ACV des infrastructures de transport à la Base Carbone© de l'ADEME qui possède déjà une telle structure de gouvernance en tenant compte du projet de l'ADEME de fusionner les bases Base Carbone® et Base Impacts®. Le choix entre les différentes solutions possibles suppose une analyse qui déborde le champ de la présente mission.

Recommandation 2. La DGITM devrait rapidement étudier ou faire étudier les conditions de mise en place d'une base de données de facteurs d'émissions spécifiques aux infrastructures qui étendrait le périmètre des bases existantes pour fournir des références communes.

5 Utilisation pour des bilans *ex post* de la construction

Le maître d'ouvrage d'un projet peut demander que soit effectué un bilan de la réalisation au moins à la fin du chantier. Un tel bilan de fin de chantier permet d'intégrer sans perte d'information les effets du chantier au bilan *ex post* prévu par l'article L.1511-6 du code des transports.

Pour réaliser un bilan de fin de chantier décrivant bien la réalité, il faut à la fois collecter les données physiques réelles pour réaliser un inventaire de cycle de vie représentatif de la construction mais aussi savoir quelles sont les caractéristiques des matériaux réellement mis en œuvre. Le premier point suppose que le chantier soit finement suivi par le maître d'ouvrage. Le second point peut théoriquement être traité en demandant aux entreprises des fiches FDES des matériaux réellement utilisés en phase travaux afin d'intégrer les données correspondantes. Il n'en reste pas moins que la connaissance des caractéristiques réelles des émissions induites par les matériaux mis en œuvre qui constituent en général la part majoritaire des émissions liées à la construction d'une infrastructure requiert un travail complexe qui doit être organisé dès la préparation du chantier. On doit aussi observer que la modification des facteurs d'émission ou l'intégration de nouveaux matériaux n'est pas facilement réalisable dans tous les écocomparateurs ce qui peut constituer un critère de choix préférentiel d'outil adapté pour réaliser des bilans *ex post*. Il est enfin à noter qu'un certain nombre d'ingénieries ont rapporté à SYNTEC leur capacité à réaliser de tels bilans avec des outils internes réputés plus souples d'emploi que les outils généraux, au prix toutefois de spécificités qui peuvent alourdir la vérification de conformité telle qu'elle est pratiquée notamment pour la base INIES.

Finalement, deux options sont ouvertes pour la réalisation des bilans après mise en service, utiles pour les retours d'expérience et les bilans *ex post* au sens du code des transports :

- Les bilans après mise en service sont réalisés par la mise à jour des valeurs utilisées dans les évaluations antérieures (sur les quantités de matériaux, les facteurs d'émission des produits effectivement achetés etc.), démarches qui sont relativement simples à réaliser et pourraient être systématisées.

- Les bilans après mise en service sont réalisés par analyse de toutes les émissions du projet, sur la base de toutes les données collectées pendant les différentes phases d'étude et de réalisation : ce travail lourd ne semble pas pouvoir être réalisé de manière systématique mais peut être très utile pour générer des facteurs d'émissions agrégés réutilisables pour des opérations similaires.

6 Réflexion sur la fiabilisation du dispositif d'évaluation (écocompareurs)

Le groupe de travail s'est interrogé sur l'intérêt d'organiser un dispositif de labellisation des outils permettant de guider les maîtres d'ouvrages publics dans leurs choix à l'instar de ce que pratiquent l'IDRRIM ou l'Association Bilan Carbone (ABC). La question est complexe tant pour des raisons techniques que pour des raisons opérationnelles.

D'un point de vue technique, il faut observer que la plupart des écocompareurs généraux dont le groupe a eu connaissance ont besoin de données issues de bases de données externes qui, comme on l'a rappelé, disposent d'une gouvernance visant à garantir la qualité permanente de leur contenu. Mais dans la pratique, ces outils ont aussi besoin de données complémentaires spécifiques pour l'application à une infrastructure donnée. La labellisation d'un éco-comparateur n'est donc pas suffisante en soi pour garantir la qualité des résultats issus d'un calcul avec un outil labellisé.

En plus de l'analyse de la validité de l'outil, c'est-à-dire de celle de la méthodologie et des données intégrées, il convient de procéder à l'analyse de la validité des données complémentaires spécifiques introduites pour l'application à une infrastructure donnée (données de type ICV et hypothèses retenues).

D'un point de vue opérationnel, il paraît utile que les outils utilisés pour les infrastructures de transport soient labellisés par un tiers, sans viser une certification au sens strict qui paraît devoir entraîner une procédure trop lourde. La mise en œuvre de ces labellisations devrait être précisée : choix du ou des tiers (ABC ? IDRRIM ? ...), durée de validité, périmètre (compte tenu de leur influence sur les résultats, les facteurs d'émission génériques et spécifiques utilisés par l'outil devraient faire l'objet d'avis de tiers), etc.

Bien que certains membres considèrent que ce serait utile, il n'est en revanche pas proposé par la majorité du groupe d'exiger un avis de tiers pour chaque bilan carbone compte tenu de la lourdeur d'un tel dispositif dans le cas des infrastructures de transport. En effet, ces bilans carbone ont vocation à être intégrés aux documents d'instruction des autorisations ministérielles des infrastructures et, à ce titre, ils sont déjà soumis à des procédures de contre-expertise (SGPI), d'avis (AE) et d'enquête publique qui s'appliquent à ces documents d'instruction.

Recommandation 3. La DGITM devrait étudier ou faire étudier la pertinence de la mise en place d'une labellisation par des tiers des écocompareurs accessibles à des maîtres d'ouvrages publics (choix du ou des tiers, durée de validité, périmètre, ...).

7 Formation des équipes chargées de mettre en œuvre les fiches-outils GES

Lors de la parution de la note technique de la DGITM du 27 juin 2014 et des « fiches-outils » destinées à en préciser la mise en œuvre, la DGITM avait mis en place avec le réseau scientifique et technique un cycle de formation à la mise en œuvre de cette nouvelle méthodologie. En effet, il était apparu que même si les techniques de base des évaluations n'étaient pas radicalement modifiées par le nouveau référentiel, l'introduction de nouvelles exigences comme celle de l'analyse stratégique préalable pouvait rendre utiles une explicitation des motivations des changements introduits et une comparaison des résultats de l'application de l'ancien et du nouveau référentiel sur des dossiers inspirés de projets déjà réalisés.

La systématisation souhaitable du calcul des émissions de GES induites par les postes de conception, construction, exploitation et entretien, fin de vie et reconversion de l'infrastructure, et l'utilisation systématique corrélative de logiciels écomparateurs vont exiger un enrichissement des compétences des personnes qui seront chargées de réaliser ou de faire réaliser les études correspondantes.

Il en va de même pour la mise en œuvre de la fiche-outil IV-6 que la mission recommande de compléter en fonction du contexte national et européen. En effet, la mise en œuvre de cette fiche nécessite la maîtrise des études prévisionnelles de trafic et de leur traduction en termes d'émissions de gaz à effet de serre qui sont des sujets techniques relativement complexes.

Recommandation 4. L'adoption des nouvelles fiches-outils devrait être accompagnée d'actions de formation des personnes qui seront chargées de réaliser ou de faire réaliser les études correspondantes.

8 Analyse d'autres impacts que les émissions de GES

La commande ministérielle porte expressément sur l'empreinte carbone des infrastructures. Les fiches-outils discutées durant les travaux du groupe sont donc focalisées exclusivement sur le sujet des émissions de gaz à effet de serre.

Certains membres du groupe se sont interrogés sur l'extension de la démarche à d'autres impacts ce qui permettrait de déployer la pleine puissance de l'outil ACV et de réduire le risque de transfert d'impacts que peut entraîner une application trop parcellaire de l'ACV.

La mission remarque que de nombreux autres impacts que l'émission des gaz à effet de serre sont étudiés dans le cadre des études d'impact réalisées en application du Code de l'environnement et que tous les impacts étudiés ne sont pas intégrés à l'analyse socioéconomique faute de méthodologie reconnue d'établissement des valeurs tutélaires permettant de monétariser les impacts ainsi évalués.

Si une commande était passée par une autorité compétente (DGITM ou ministre chargé des transports) pour développer le traitement d'autres impacts, il faudrait bien-sûr définir précisément la liste des impacts concernés et, dans cette perspective, la logique du système d'évaluation "référentiel + fiches-outils" mis en place en 2014 impliquerait la rédaction d'une fiche-outil par impact concerné.

La liste des impacts concernés pourrait s'inspirer de celles des écocompareurs existant tels que SEVE, ECORCE, PERCEVAL ou CIOGEN qui sont toutefois différentes ce qui signifie qu'il y aurait un choix normatif à faire.

Outre les émissions de GES, cette liste pourrait couvrir les consommations d'énergie en MJ, les consommations d'eau, les quantités de transport en t.km, les tonnages de granulats naturels, de matériaux recyclés, de déblais de chantiers réutilisés sur l'emprise du projet, les tonnages d'enrobés, d'acier, de cuivre et autres métaux utiles à la construction. Une priorité pourrait être donnée aux intrants intégrables au calcul des caractéristiques socioéconomiques des projets d'infrastructures.

Recommandation 5. En fonction du retour d'expérience de l'intégration de l'empreinte carbone des infrastructures de transport dans son référentiel d'évaluation, ainsi que de l'évolution de la doctrine de monétarisation des impacts en socio-économie, la DGITM devrait étudier ou faire étudier l'extension de la méthodologie d'analyse du cycle de vie à d'autres impacts que l'émission des gaz à effet de serre en s'inspirant des listes d'impacts traités par les écocompareurs existants.

Conclusion

À l'issue d'un cycle de quatre réunions avec des échanges riches et féconds, la mission tient à remercier les participants pour la qualité des contributions exprimées en séance ou par écrit, et pour leur engagement dans les travaux du groupe de travail. C'est grâce à cette qualité que les délais fixés par le ministre ont pu être tenus et qu'un large consensus a pu être formé autour des textes des fiches-outils proposés, annexés au présent rapport.

Les travaux du groupe de travail montrent que des outils sont déjà disponibles pour traiter des volets "construction – exploitation – maintenance" des infrastructures de transport, même si des améliorations sont encore possibles en particulier pour harmoniser les facteurs d'émission à utiliser.

La mission propose le texte d'une nouvelle fiche-outil traitant spécifiquement de la méthodologie de ce type d'étude en s'appuyant largement sur la méthodologie de l'analyse en cycle de vie.

S'agissant de la prise en compte des effets de l'utilisation d'une infrastructure sur les émissions de gaz à effet de serre, la mission a proposé des amendements minimaux, de cohérence, pour la fiche IV-6 existante dont la version en vigueur date de 2014 alors que le contexte, notamment européen, a notablement évolué. La mission recommande donc que des travaux complémentaires soient menés pour tenir compte, en particulier de la prochaine révision de la SNBC.

Il appartient à la DGITM de décider si elle transmet les projets de fiches-outil au comité des utilisateurs du référentiel.

Michel Massoni



**Ingénieur général
des ponts, des eaux
et des forêts**

Vincent Motyka



**Ingénieur général
des ponts, des eaux
et des forêts**

Annexes

Annexe 1. Lettre de mission



Paris, le 20 JAN. 2022

Référence : MT/2022-01/2454

Vos réf :

Le ministre

à

Monsieur le vice-président du
conseil général de l'environnement
et du développement durable

L'évaluation socio-économique des projets de transports est essentielle pour éclairer les décisions de les réaliser ou pour optimiser leur conception. Elle fait l'objet d'une méthodologie structurée, régulièrement révisée, discutée et diffusée auprès des parties prenantes dans ce qu'il est convenu d'appeler le « référentiel » contenu dans la note technique de la DGITM du 27 juin 2014, et précisé par des « fiches-outils » de l'évaluation, dans le cadre d'un dispositif constitué sous l'égide de la DGITM.

L'empreinte carbone des infrastructures de transport aux différentes étapes de leur cycle de vie va voir son importance relative croître dans une économie où les motorisations sont progressivement, mais résolument, destinées à être décarbonées. Or les pratiques actuelles d'évaluation des infrastructures de transports ne font pas encore une place suffisante à l'empreinte carbone des infrastructures, et à leur analyse en cycle de vie (ACV) et ne portent que peu d'attention à leur gestion patrimoniale alors que d'importants programmes de régénération sont en cours. De même, pour les projets de modernisation et de développement d'infrastructures linéaires, certains avis récents du SGPI (Ligne nouvelle Montpellier-Perpignan par exemple) recommandent la prise en compte de l'ensemble des étapes du cycle de vie de ces infrastructures, y compris la phase chantier, dans l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre. La fiche ci-annexée indique quelques pistes de travail.

Je vous demande de mettre en place, sous la présidence d'une équipe du CGEDD et en y associant étroitement la DGITM, le CGDD et la DGEC, un groupe de travail en vue d'établir un référentiel adapté à ces enjeux (et permettant de compléter le référentiel du 27 juin 2014) que les différents acteurs des projets d'infrastructures de transports devront mettre en œuvre dans les phases de préparation des décisions du gouvernement les concernant. Vous veillerez notamment à associer à ces travaux l'Agence de la transition écologique (ADEME) et le Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique (CITEPA) afin d'assurer la cohérence de ce référentiel avec la méthodologie qui préside à l'établissement des bilans nationaux officiels des émissions de gaz à effet de serre dues aux transports.

246 boulevard Saint-Germain - 75007 Paris
Tél : 33(0)1 40 81 21 22
www.ecologie.gouv.fr

Par ailleurs, il conviendra d'y associer les maîtres d'ouvrages et gestionnaires d'infrastructures (notamment SNCF Réseau, SGP, RATP, Aéroports de Paris, VNF, les sociétés concessionnaires d'autoroutes...), le Cerema qui a déjà publié des recommandations pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des projets routiers, les réseaux de la recherche et de l'université (comme l'Institut Gustave Eiffel et le LAET de l'Université Lyon 2), la Fédération des industries ferroviaires (FIF) et les professions du génie civil qui ont déjà engagé des actions dans l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre entraînées par les activités de développement, de maintenance et de renouvellement des infrastructures de transport.

Je souhaite qu'une première version de ce référentiel soit rendue disponible courant juin 2022.



Jean-Baptiste DJEBBARI

Annexe

Suivant la méthodologie d'ACV aujourd'hui bien définie dans de nombreux domaines économiques, le cadre méthodologique à établir doit spécifier les quatre étapes qui composent une ACV : définition des objectifs et du champ de l'étude, inventaire, évaluation des impacts et interprétation de l'étude.

La normalisation internationale constituée en particulier par les normes de management environnemental NF EN ISO 14040 et 14044 fournit un cadre général de réalisation des études ACV, pouvant être appliqué à tous types de produits (incluant les services) fabriqués et consommés. Toutefois, ce cadre doit être adapté pour une application aux infrastructures de transports, qui sont des produits complexes, et, en dépit de textes et règlements techniques communs, relativement spécifiques par leurs conditions de réalisation. Dans le cas des infrastructures, il convient ainsi de porter une attention toute particulière à la définition de l'unité fonctionnelle analysée et de motiver le plus complètement possible cette définition. Cette définition qui doit décrire le système de produits étudiés ainsi que les processus associés doit servir de périmètre de référence auquel les intrants et extrants sont rattachés, ce qui permet de déterminer la quantité nécessaire de produits pour remplir la fonction prévue pour l'infrastructure.

La mission s'attachera à dresser un état de l'art des outils et méthodes disponibles pour les différents composants des infrastructures (terrassements, chaussées et berges, voies ferrées, caténaires, ouvrages d'art, bâtiments et matériels spécifiques associés à l'exploitation, canaux et écluses...) et à pointer les manques aux différents stades d'élaboration du projet (étude d'opportunité, avant-projet/DUP, autorisation environnementale, études de projet, DCE). Dans ce cadre, une difficulté importante pour l'évaluation au stade des études est que le résultat d'une ACV d'infrastructure est très sensible à la cinématique du chantier et aux variantes d'entreprise, qui par définition ne peuvent être connues à ce stade. La mission pourra examiner la façon dont cette difficulté est traitée dans d'autres domaines plus avancés comme celui du bâtiment.

Par ailleurs, compte tenu des spécificités des infrastructures considérées, la notion de "durée de vie" utilisée dans d'autres domaines peut être mal adaptée à l'exercice d'évaluation comparée de différents types d'infrastructures, il faudra donc que la méthodologie à établir s'appuie plutôt sur une notion de "durée de référence" établie après consultation des différents gestionnaires d'infrastructures permettant d'inclure dans l'analyse les opérations d'entretien propres aux différents types d'infrastructures afin de refléter la réalité de leur cycle de vie et de permettre la prise en compte de tous les flux de matière associés au maintien de la fonction initiale de l'infrastructure sur la durée de service projetée. La mission pourra s'attacher à l'établissement de scénarios-types d'entretien par types d'infrastructures. Compte tenu des durées des différentes phases d'études, de construction et d'exploitation des infrastructures de transport, les efforts de diminution des émissions de gaz à effet de serre, notamment prévus par la Stratégie nationale bas-carbone, peuvent avoir un impact significatif sur l'empreinte carbone effective d'une infrastructure donnée. La mission pourra utilement proposer une méthode pour évaluer cet impact.

Pour les études ACV d'infrastructures, l'unité fonctionnelle devrait être l'infrastructure dans son ensemble incluant les différents éléments constitutifs du projet étudié en intégrant les aménagements annexes qu'il induit, destinée à supporter un trafic projeté, défini en nombre de véhicules, de passagers, de trains.km ou de tonnage de fret pendant la « durée de référence » prévue qui doit être expressément définie. Conformément à la définition générale issue des normes ISO qui précise que la définition de l'unité fonctionnelle doit clairement spécifier les fonctions et les caractéristiques de performance du système étudié il doit en être ainsi pour l'infrastructure soumise à une ACV. Lorsqu'il s'agit d'un nouveau projet, cette spécification doit pouvoir s'appuyer utilement sur l'analyse stratégique prescrite par la note technique de la DGITM du 27 juin 2014.

Dans le cadre de la définition de la méthodologie applicable aux ACV des infrastructures de transport, il faudra décrire les éléments constitutifs des types infrastructures examinées et les principales spécificités de chacune d'entre eux, associées aux processus en jeu dans leur réalisation, leur exploitation et leur maintenance ou leur régénération quand elle est jugée nécessaire.

La méthodologie à établir n'aura pas à prendre en compte les impacts énergie-climat [environnement] ou les impacts sur l'eau et les milieux aquatiques liés à l'usage des infrastructures, ceux-ci étant déjà couverts par des méthodologies bien établies et diffusées chez les gestionnaires d'infrastructures et leurs administrations de contrôle et tutelle. Le champ d'étude de cette méthodologie doit donc exclusivement couvrir la conception, la réalisation et l'exploitation des infrastructures en veillant à la cohérence avec les méthodologies d'évaluation des impacts liés à leur usage.

Annexe 2. Composition du groupe de travail

entité	Nom/fonctions
DGITM	<p>Sandrine Delahondès DGITM/SDBSCA (sous-direction du budget, de la synthèse stratégique et de l'appui aux services)</p> <p>Eric Ollinger DGITM/DMR/TEDET – département de la transition écologique, de la doctrine et de l'expertise technique ;</p> <p>Daniel Pendarias, chef de pôle, DMP/TEDET/PL</p> <p>Elois Divol, chef de mission, DGITM/SDBSA/BSA5</p> <p>Stéphanie Cubier, adjointe au sous-directeur des Ports, DGITM/DTFFP/SDP</p> <p>Louis Lallemand-Kirche, Chef du bureau du développement du réseau ferroviaire et des actions transverses, DGITM/DTFFP/IF1</p> <p>Thomas Doublic, Chef du bureau des voies navigables, DGITM/DTFFP/DTF/TF1</p> <p>Teodora Popescu</p> <p>Léa Cherki, Chargée d'opérations à la sous-direction du développement et de la gestion des réseaux ferroviaires, DGITM/DTFFP/IF1</p> <p>Alexandre Barbusse, Chargé de projets ferroviaires et collectifs en Île-de-France, DGITM/DTFFP/SF3</p>
DGAC	Thierry Delort
CGDD	<p>Vincent MARCUS, sous-directeur, Sous-direction de l'économie et de l'évaluation CGDD/SEVS/SDEE</p> <p>Sylvano DOMERGUE (SDEE)</p> <p>Tomas Hidalgo, chef du bureau transports, aménagements, risques</p> <p>Daniel Berthault, SDPPD2</p> <p>Floriane SAUVAGE, Chargée de mission évaluation environnementale, SEVS/SDPPD2</p> <p>Didier Rouchaud</p>
DGEC	Mickaël Thiery
ADEME	<p>Marc Cottignies animateur de l'OEET</p> <p>Laurent Gagnepain, expert en méthodes d'évaluation au sein du service Transports de l'Ademe</p>
CITEPA	Romain Bort, expert sur les bilans/impacts carbone et GES

entité	Nom/fonctions
Maîtres d'ouvrages : SNCF Réseau	Corinne Roecklin Responsable du pôle partagé Environnement & Projets
SGP	Stéphane Gaffié, responsable de l'unité « innovation et expertises environnement » au sein de la direction « stratégie environnement innovation » (SEI)
RATP	Sophie Mazoué, responsable du Développement durable du Groupe RATP Aurélie Mencer, Responsable du pôle Energie, climat et écoception
Aéroports de Paris	Stanislas LEGO William LEROY
VNF	Anthony PETITPREZ, responsable développement durable et innovation Benjamin CHAMBERLIN, responsable du projet MAGEO
Société du canal seine Nord Europe	Benoît Deleu, directeur technique
Sociétés concessionnaires d'auto-routes	Christophe Boutin, directeur général de l'ASFA. 01 49 55 33 11 Noémie Frontère, chef de projet environnement et transport MM. Christophe Hug Vinci Autoroutes Florent Delval Vinci Autoroutes M. Julien Pointillart Sanef Claire Brun
Port	Guillaume Debril, chargé d'études environnement au GMPD Gwénaëlle Cottonnec David Lefranc, GPMD

entité	Nom/fonctions
	Frédéric Caron, Chef du Département Infrastructures Portuaires Oussama Ben Jemaa, responsable technique du projet Cap 2020
CEREMA	Laurent MORICEAU
Recherche : Université G Eiffel	Michel Dauvergne, Laurédan Le Guen, Anne Ventura
LAET	Yves Crozet
CIRED	Fabien Leurent
FIF	Igor BILIMOFF délégué général de la FIF, Jean-Jacques Mogoro, responsable technique
FNTP	Stéphane Rutard, Directeur développement durable de la FNTP, Dominique Chevillard, Directeur technique et de la recherche de la FNTP
Routes de France	Brice Delaporte, adjoint au directeur des affaires techniques, Christine Leroy, directrice des affaires techniques
FNE	Geneviève Laferrère, Jean Thevenon IDTPE honoraire
SYNTEC Ingénierie	- Nathalie Monin, Cheffe de l'unité Infrastructures Grands Ouvrages France, André Guilsou, directeur de projet chez Setec et expert en bilan CO2 des projets d'infrastructures, Virginie Willaert, Egis

Annexe 3. Liste des personnes rencontrées

Nom	Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
CHERKI	Léa	MTE/DGITM/DTFFP		01/04/2022
CUBIER	Stéphanie	MTE/DGITM/DTFFP		01/04/2022
DE LA HONDES	Sandrine	MTE/DGITM/SDBSA		01/04/2022
DIVOL	Elois	MTE/DGITM/SDBSA		01/04/2022
DOUBLIC	Thomas	MTE/DGITM/DTFFP		01/04/2022
LALLEMAND-KIRCHE	Louis	MTE/DGITM/DTFFP		01/04/2022
OLLINGER	Éric	MTE/DGITM/DMR		01/04/2022
LEDENVIC	Philippe	IGEDD	Président de l'autorité environnementale	11/05/2022
CROQUETTE	Gilles	IGEDD	Autorité environnementale	11/05/2022
HELARD	Laure	Syndicat Français des industriels du ciment	Déléguée générale	25/05/2022
DAUBILLY	Benjamin	Syndicat Français des industriels du ciment	Directeur génie civil	25/05/2022
REDRON	François	Syndicat Français des industriels du ciment	Directeur du pôle applications	25/05/2022

Introduction

L'évaluation permet d'apprécier la cohérence du projet avec la politique nationale des transports, telle qu'elle est décrite dans le I de l'article L. 1211-3 du code des transports qui dispose que la politique globale des transports prévoit le développement des modes de transports individuels et collectifs, en prenant en compte leurs avantages et leurs inconvénients respectifs notamment en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'autres polluants.

En outre, l'analyse des incidences sur le climat d'un projet d'investissement de transport dont l'évaluation environnementale est requise par l'annexe de l'article R. 122-2 du code de l'environnement nécessite que son impact en termes d'émissions de gaz à effet de serre fasse l'objet d'une évaluation.

Il est donc nécessaire que l'évaluation des projets de transports concernés tienne compte de l'empreinte carbone des infrastructures au cours de leur cycle de vie. Cette analyse doit évidemment intégrer la gestion patrimoniale des infrastructures alors que d'importants programmes de régénération sont en cours.

L'impact carbone lié à la conception, à la construction, à l'exploitation, à la maintenance et à la fin de vie et reconversion des infrastructures de transport est l'objet de la présente fiche. La méthodologie présentée ici correspond à l'application de la méthode de l'analyse cycle de vie au calcul de l'empreinte carbone d'une infrastructure au cours de son cycle de vie.

Les émissions liées à l'utilisation de l'infrastructure par les véhicules qui l'empruntent sont traitées dans la fiche-outil IV.6 «Effets de l'utilisation de l'infrastructure sur les émissions de gaz à effet de serre » à laquelle il convient de se référer.

Rappel méthodologique :

En application des principes du « Référentiel méthodologique pour l'évaluation des projets de transport » du 26 juin 2014, l'impact d'un projet de transports en termes d'émissions de gaz à effet de serre doit s'apprécier au regard des émissions que produirait une option de référence. Il est très rare que l'option de référence appropriée corresponde à une totale inaction. Le plus souvent, l'option de référence comprend l'ensemble des investissements les plus probables que réaliserait le maître d'ouvrage du projet étudié dans le cas où ce dernier ne serait pas réalisé. Ces investissements hypothétiques peuvent correspondre à des actions en matière d'infrastructure (par exemple une modernisation de l'existant pour pousser celui-ci jusqu'à sa limite) ou en matière de services de transport fournissant une solution alternative, fut-elle partielle, au problème de transport que cherche à résoudre le projet envisagé. Dans certains cas, des adaptations de l'offre de transport relevant d'autres maîtrises d'ouvrage sont également à considérer.

L'impact d'un projet de transports en termes d'émissions de gaz à effet de serre est égal à la différence d'émissions de gaz à effet de serre entre l'option de projet qui est l'option choisie par le maître d'ouvrage et faisant l'objet de l'étude d'impact et l'option de référence précitée.

Les options sont étudiées dans le cadre d'un scénario de référence qui décrit l'ensemble des hypothèses exogènes au projet et jugées les plus probables par le maître d'ouvrage, constituant le contexte d'évolution future, sur la durée de projection retenue pour l'évaluation. Ces hypothèses portent sur le cadre économique, social et environnemental et sur les aménagements (réseaux de transport, localisation des habitats et des activités) indépendants du projet étudié.

Dans ces chapitres il n'est question que de l'impact de la réalisation de l'infrastructure étudiée en matière d'émission de gaz à effet de serre (GES). Si d'autres impacts doivent être étudiés en particulier en vue de leur inclusion dans l'analyse socioéconomique de l'infrastructure, il faut se référer aux fiches-outils correspondantes.

Il convient enfin de rappeler que ces études doivent être menées au moins à deux étapes de la vie d'un projet d'infrastructure : il s'agit en premier lieu des **études *ex ante*** pour la constitution du dossier d'autorisation du projet qui doit comprendre en particulier l'étude d'impact prescrite par le code de l'environnement et l'analyse socioéconomique prescrite par le code des transports. Il s'agit, en second lieu, des études menées pour la constitution du dossier du **bilan *ex post*** prescrit par le code des transports au plus tard cinq ans après la mise en service de l'infrastructure afin de mesurer l'écart éventuel entre les prévisions au moment de la prise de décision et les réalisations une fois le projet construit et entré en exploitation.

Bien évidemment, ces études doivent être menées en application des principes de proportionnalité et de progressivité décrits au §2.4 du Référentiel méthodologique pour l'évaluation des projets de transport de la DGITM⁹.

9 Accessible par le lien : <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Note%20technique%20270614.pdf>

- les aires de repos et de service,
- les bâtiments liés aux opérations d'exploitation,
- les espaces verts et paysagers dans l'emprise routière et les éventuelles zones de compensation.

2.2.2 *Les infrastructures ferroviaires*

Les principaux éléments constitutifs d'une infrastructure ferroviaire sont :

- les installations de chantier et équipements provisoires,
- le génie civil,
- les voies ,
- les ouvrages d'art tous types (ponts, tunnels, soutènements, barrages,...),
- les gares, stations et haltes, aires de stationnement (périmètre à préciser par SNCF R),
- l'alimentation électrique (caténaies, sous stations, ...),
- la signalisation et les télécommunications,
- les autres aménagements (bâtiments et installations techniques liés aux opérations d'exploitation et de maintenance de l'infrastructure...).

2.2.3 *Les infrastructures aéroportuaires*

Les principaux éléments constitutifs d'une infrastructure aéroportuaire sont :

- les installations de chantier et équipements provisoires,
- les pistes d'atterrissage et de décollage, taxiways,
- les aires de manœuvres, de stationnement et d'accès aux bâtiments aéroportuaires (destinés aux avions ou véhicules routiers),
- les aérogares et équipements,
- les installations et bâtiments techniques d'exploitation et de maintenance,
- les tours de contrôle et autres bâtiments abritant les services de l'aéroport,
- les équipements et matériels spécifiques associés à l'exploitation (véhicules techniques, incendie, passerelles,...),
- les infrastructures routières ou ferroviaires d'accès à l'aéroport, dédiées au projet.

Dans le cas de réseaux routiers et ferroviaires existants et prolongés vers une infrastructure aéroportuaire, le périmètre d'évaluation doit être élargi à cette section spécifique :

- les pistes d'atterrissage et de décollage,
- les taxiways (y compris dégagement grande vitesse et taxilane), les aires de manœuvre et postes avions,
- le balisage aéronautique,
- Les aérogares et équipements,
- les installations et bâtiments techniques d'exploitation et de maintenance,
- les tours de contrôle et autres bâtiments abritant les services de l'aéroport,
- les équipements et matériels spécifiques associés à l'exploitation (véhicules techniques, incendie, passerelles,...),
- les infrastructures routières ou ferroviaires d'accès à l'aéroport, dédiés au projet, en zone publique comme en zone réservée,
- les ouvrages d'art (ponts, tunnels),
- les parcs de stationnement,
- les aires de dégagements et prairies aéronautiques nécessaires au respect des servitudes aéronautiques,

- les zones d'activité non aéroportuaires bien incluses dans l'emprise aéroportuaire,
- les espaces verts et paysagers dans l'emprise aéroportuaire et les éventuelles zones de compensation.

2.2.4 Les infrastructures maritimes

Les principaux éléments constitutifs d'une infrastructure maritime sont :

- les mers, océans, canaux maritimes,
- les accès nautiques au port,
- les installations de chantier et équipements provisoires,
- les digues d'enclôture,
- les bassins de marées, bassins à flots avec écluses,
- les quais, équipements de quais et ducs d'Albe,
- suivant la nature du port : terre-pleins, hangars, citernes et silos ; gare maritime, zone d'accès et rampes d'embarquement paquebots ou ferry... ; accueil de la plaisance : marina, anneaux, pontons; accueil de la pêche : hangars frigorifiques, criée...;
- la capitainerie et autres bâtiments abritant les services des autorités portuaires, postes douanes,
- les installations, bâtiments techniques et outillage d'exploitation, d'avitaillement, de maintenance et de réparation,
- les accès terrestres : voies ferrées, gare de triage, routes, aires de stationnement, voies navigables, oléoducs et gazoducs.

Généralement, le port maritime englobe ou est cerné d'un dense tissu urbain, industriel et logistique : entrepôts, usines...

2.2.5 Les infrastructures fluviales

Les principaux éléments constitutifs d'une infrastructure fluviale sont :

- le fleuve
- les ouvrages linéaires ou biefs (digues, défenses de berges, chemin de service, ...),
- les écluses, échelles d'écluses, ascenseurs et pentes d'eau, pont mobiles,
- les ouvrages d'art fluviaux (pont canaux et tunnels canaux),
- les bâtiments techniques adjacents aux ouvrages et postes de commande ou de surveillance,
- les quais et plates-formes portuaires, même si elles ne relèvent pas de la maîtrise d'ouvrage de VNF, et leurs accès terrestres et aires de stationnement.
- éléments d'infrastructures de gestion hydraulique et environnementale du réseau fluvial :
 - les barrages fixes et les barrages mixtes et mobiles : barrages de navigation, barrages de prise d'eau,
 - les rigoles gravitaires, les barrages réservoir et ouvrages du système alimentaire des canaux,
 - les stations de pompes, les usines élévatoires et polders,
 - les autres ouvrages d'art de gestion hydraulique et environnementaux (ponts aqueducs et les passes piscicoles).

2.2.6 Les transports guidés de personnes

Les transports guidés de personnes concernent notamment les infrastructures de métros, tramways ou encore transport par câble. Les principaux éléments constitutifs d'un transport guidé

sont :

- les installations de chantier et équipements provisoires,
- les tunnels pour les sections souterraines,
- les ouvrages d'art (par exemple des ponts pour des sections aériennes), la voie et sa plateforme (la fonction de la voie se traduit pour du transport par câble par des câbles et éventuellement des pylônes),
- les stations et leurs accès (les stations offrent dans certains cas des équipements en faveur de l'intermodalité, exemple stationnement vélo), dont les couloirs de correspondance, quais, espaces de vente, locaux d'exploitation et techniques et commerces (cas des stations de métro),
- les ouvrages de service (accès de secours, ventilation),
- les infrastructures d'alimentation électrique,
- la signalisation et les télécommunications,
- les bâtiments liés aux opérations d'exploitation de maintenance : sites de maintenance et de remisage des matériels roulants, sites de maintenance des infrastructures, poste de commandement centralisé.

2.3 Le périmètre fonctionnel

Comme dans d'autres secteurs de l'économie, l'impact d'un projet de transports en termes d'émissions de gaz à effet de serre doit être évalué sur les différentes phases du cycle de vie de ce projet « du berceau à la tombe » : **la conception, la réalisation, l'exploitation et la fin de vie.**

2.3.1 L'étape de conception

L'étape de conception de l'infrastructure, qui comprend toutes les phases d'études amont, influence généralement peu le résultat final de l'ACV d'une infrastructure. Le retour d'expérience de projets antérieurs permet d'adopter une approche fondée sur des ratios de type « tonne de CO₂eq émis/euro dépensé ». Dans ce cas, il convient d'intégrer les coûts de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre. Lorsque c'est pertinent, il convient d'intégrer les émissions liées aux études techniques de sol ou de matériaux afférents aux études préliminaires réalisées avant la constitution du dossier d'autorisation de l'infrastructure.

2.3.2 L'étape de réalisation

L'étape de réalisation de l'infrastructure contient trois des étapes usuelles du cycle de vie des produits entrant dans la construction : production des matériaux qu'elle soit spécifique au chantier étudié ou générique dans le cas de l'utilisation de matériaux standardisés utilisables pour différents chantiers, transports et mise en œuvre. Le poids des différents impacts entraînés par cette étape représente généralement une fraction importante du total des valeurs d'impacts directs en particulier lorsque l'infrastructure nécessite une production significative de matériaux. Les phases de transport et de mise en œuvre constituent également des postes importants en termes d'impacts environnementaux. Plus précisément on doit considérer les facteurs suivants :

- Production des matériaux constitutifs : il y a lieu de prendre en compte l'ensemble des phases de production des matériaux :
 - l'extraction des matières premières (hors construction des moyens de production),

- les transports d'approvisionnement vers le(s) site(s) de production des matériaux (hors construction des moyens de transports),
 - les étapes directement impliquées par la production des matériaux y compris pertes et rebuts (ensemble des processus industriels directs ou indirects, hors réalisation des moyens de production), incluant la part incorporée de matériaux recyclés ou valorisés, transports et traitement associés le cas échéant,
 - les éventuels stockages intermédiaires et transports associés le cas échéant (hors aménagement des sites correspondants et fabrication des moyens de transports).
- Transport et construction : les phases de transport et de construction constituent également des postes importants en termes d'impacts environnementaux. En particulier, la construction d'une infrastructure requiert souvent d'importants déblais et remblais pour lesquels sera consommée une quantité significative d'énergie. Une liste non exhaustive des processus à considérer pour les phases de transport et de construction est donnée ci-après :
 - les transports d'approvisionnement des matériaux et produits depuis les sites de production vers le chantier de réalisation de l'infrastructure (hors réalisation des moyens de transport),
 - les éventuelles étapes de transformation intermédiaires des matériaux en produits finis (ex : façonnage et soudure d'armatures, éléments préfabriqués, etc.) y compris ensemble des transports induits (hors construction des moyens de transformation et de transport),
 - la production des matériaux utilisés pour la réalisation de l'infrastructure (ex : produit de cure, huile de décoffrage, métal d'apport des soudures, etc.) (hors transport d'approvisionnement),
 - la production des matériels utilisés dans le cadre de la construction de l'infrastructure de telle sorte que leur amortissement soit significatif sur la durée du chantier (ex : coffrage, étaie, etc.), y compris transports d'approvisionnement et d'évacuation (hors construction des moyens de transport de ces matériels),
 - les actions d'acheminement, repli et utilisation de l'ensemble des matériels (hors outillage) utilisés pendant la construction de l'infrastructure (ex : groupe électrogène, composants de la base de chantier, etc.) (hors réalisation des moyens de transport de ces matériels). En cas de chantiers de longue durée (significative à l'échelle de vie du matériel), prise en compte des impacts de production à hauteur de la fraction imputable au chantier,
 - les actions d'acheminement repli et utilisation des engins utilisés pendant la construction (ex : pelles, grues, tombereaux, etc., hors réalisation des moyens de transport de ces engins). En cas de chantiers de longue durée (significative à l'échelle de vie des engins), prise en compte des impacts de production à hauteur de la fraction imputable au chantier,
 - l'évacuation des déchets vers les centres de valorisation ou de traitement (hors réalisation des moyens de transports),
 - les processus liés aux aménagements du site des travaux et à leur remise en état (aires de stockage, parkings, installation-désinstallation de la base de chantier, voies d'accès, etc.). Prise en compte des matériaux utilisés, des transports et de l'ensemble des consommations d'énergie associées,
 - les transports professionnels liés à la réalisation du chantier (entreprises, maître d'œuvre, contrôles extérieurs notamment). En cas de chantiers de longue durée (significative à l'échelle de vie des véhicules professionnels), prise en compte des

4 La phase d'évaluation de l'impact du cycle de vie (ACVI)

Cette phase de l'étude consiste à utiliser les données recueillies pour calculer les impacts climatiques engendrés sur le périmètre de l'unité fonctionnelle. Elle comprend l'ensemble des résultats d'indicateurs des différentes catégories d'impact.

Il convient notamment de s'assurer que la qualité des données et des résultats de l'ICV est suffisante pour répondre aux objectifs de l'étude et que les frontières du système et les règles de coupure garantissent la disponibilité des résultats de l'ICV nécessaires pour calculer les résultats d'indicateur.

Le choix des catégories d'impact, des indicateurs et des modèles de caractérisation doit être cohérent avec l'objectif et le champ de l'étude. La norme ISO 14044 détaille les relations entre ces différents éléments : des méthodes de calcul des impacts sont détaillées par exemple dans la NF P 01-010. Il convient que ces méthodes (méthode des équivalences, méthode des volumes critiques) soient appliquées selon ces prescriptions. Il faut prêter une attention particulière au choix des paramètres (facteur d'équivalence, etc.) qui peuvent évoluer dans le temps, les plus récents étant préférables dans la mesure où ils traduisent une mise à jour des connaissances scientifiques.

Lorsque l'inventaire des données physiques a été réalisé, la conversion de ces données en émissions de gaz à effet de serre s'effectue au moyen de facteurs d'émissions. Le choix de ces derniers est évidemment d'une grande importance dans l'obtention du résultat en termes d'émissions. Des facteurs d'émission correspondant aux activités relatives aux infrastructures de transport peuvent être trouvés dans la Base Carbone®¹¹ et la base IMPACTS® de l'ADEME. Il convient de noter que ces bases de données publiques qui traitent de tous les secteurs de l'économie contiennent des facteurs qui ont un caractère générique qui peut ne pas être bien adapté aux spécificités d'une infrastructure particulière. Elles sont néanmoins utiles dans les phases d'études préliminaires lorsque l'infrastructure est encore définie de manière imprécise.

Des bases plus spécifiques aux infrastructures de transport existent, généralement associées à des logiciels d'utilisation (souvent appelés écocompareurs) en particulier ceux développés par des organismes professionnels ou des organismes de recherche. Sans être exhaustif, on peut ainsi citer les logiciels orientés vers les infrastructures routières développés par l'IFSTTAR, désormais fusionné au sein de l'Université Gustave Eiffel (le logiciel ECORCE 2¹²), Routes de France (le logiciel SEVE), le SFIC (le logiciel Perceval), les logiciels généraux orientés vers les travaux publics comme celui développé par la FNTP (le logiciel Omega-TP) ou plus spécifiques orientés vers les ouvrages d'art comme celui développé par l'AFGC (le logiciel CIOGEN). Il convient de noter que SNCF Réseau a développé un logiciel spécifique aux infrastructures ferroviaires et à leurs installations annexes (le logiciel Tuvalu) et des facteurs d'émission adaptés à des opérations répétitives sur ces infrastructures. Il convient de se rapprocher des organismes précités pour déterminer les conditions d'accès à ces outils dans le cadre de l'application à une phase précise d'étude d'un projet spécifique.

Il convient de souligner que la production et la fourniture d'énergie doivent refléter les différents

11 La Base Carbone® est une base de données publiques de facteurs d'émissions nécessaires à la réalisation d'exercices de comptabilité carbone. Elle est administrée par l'ADEME, mais sa gouvernance est multi acteurs et son enrichissement est ouvert

12 À la date de rédaction de cette fiche, la diffusion du logiciel à des fins opérationnelles par l'Université Gustave Eiffel est arrêtée.

traitées dans la fiche-outil « Les émissions de gaz à effet de serre des infrastructures » à laquelle il convient de se référer.

2. Méthode et outils proposés

La quantification des émissions liées à l'utilisation de l'infrastructure ou de service de transports, repose, schématiquement, sur la décomposition suivante :

- projections annuelles des trafics (pour l'infrastructure ou le service de transport faisant l'objet de l'évaluation ainsi que pour le système global de transport, i.e. l'ensemble des infrastructures et services de transport impactés dans la zone d'influence du projet pour l'ensemble des modes de transport) ;
- consommations unitaires d'énergie des véhicules ou moyens de transport concernés ;
- facteurs d'émission des sources d'énergie utilisés par les modes de transport.

Pour les facteurs d'émission, la Base Carbone® de l'ADEME¹⁶ fournit des données référentielles (valeurs moyennes plus ou moins agrégées) validées qui couvrent les différents modes de transport ainsi que les phases production et utilisation des carburants. Les valeurs à utiliser sont celles intégrant l'ensemble des gaz à effet de serre et correspondant aux émissions cumulées des phases amont et de fonctionnement.

Les projections sur des horizons futurs constituent une étape clé d'évaluation. Les méthodes et outils devront être cohérents avec les méthodes et outils utilisés pour les projections de demande de transports. Ces méthodes et outils devront être présentés de façon suffisamment transparente.

Pour le mode routier, des données prévisionnelles sur les consommations unitaires d'énergie des véhicules et sur l'évolution des émissions par type de véhicule sont disponibles et intégrées dans des modélisations de la composition du parc automobile roulant. En effet, les facteurs d'émission sont fonction de la vitesse moyenne de circulation, mais sont liés également au vieillissement des véhicules (au travers du kilométrage total) et peuvent fluctuer selon leur typologie, leurs normes de conception et selon la composition des carburants. L'outil CopCerema¹⁷ implémente le niveau de précision Tier 3 de la méthodologie COPERT 5, avec une approche tronçon par tronçon. Il permet de calculer les émissions des transports routiers de façon plus précise pour la phase de fonctionnement seule avec des facteurs d'émissions provenant de l'Université Gustave Eiffel, déclinée par grand type de réseau (urbain / rural / autoroute). La base de données de l'Université Gustave Eiffel relative à la composition du parc automobile roulant français s'appuie sur la structure de parc automobile européenne COPERT 5 (Computer Program to calculate Emission from Road Transport) ou HBEFA v4.2¹⁸ (Handbook Emission Factors for Road Transport) et intègre les normes anti-pollution Euro et les avancées technologiques connues (projections du parc roulant global jusqu'en 2050 avec l'introduction de nouvelles catégories : VL électrique et hydrogène, VUL hybride et GNC, PL hybride et électrique...).

¹⁶ <https://bilans-ges.ademe.fr/>

¹⁷À l'époque de rédaction de la fiche la dernière version est la V5_v1 d'août 2020 voir : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/copcete-copcerema-outil-calcul-emissions-du-traffic-routier>

¹⁸<https://www.hbefa.net/e/index.html> ; version 4.2 de 02/2022

	<ul style="list-style-type: none"> • L'évaluation peut donc s'appuyer sur des hypothèses précises sur les moyens de transport utilisés (par exemple : motorisation diesel ou électrique des locomotives...). Une attention particulière peut être portée sur les dessertes terminales des circuits logistiques envisagés (exemple : les dessertes ferrées terminales, souvent complexes dans leur cheminement et réalisées par des locomotives diesel, peuvent être fortement émettrices de GES). Pour l'évaluation des émissions indirectes lorsque celle-ci est effectuée, l'évaluation des émissions de GES peut prendre en compte les émissions de GES des bâtiments logistiques.
--	--

4. Limites et précautions

Les trajectoires prospectives disponibles à ce jour pour les émissions unitaires sont encore insuffisantes pour couvrir l'ensemble de la durée de référence du projet quel que soit le mode transport considéré.

En particulier, pour le mode routier, la prospective pour le parc automobile roulant français – régulièrement réactualisée par l'Université Gustave Eiffel – est actuellement limitée à 2050 et intègre les normes anti-pollution Euro 6d à respecter pour les nouveaux types de véhicules (M1) mis en service à partir de 2020 et Euro 7 à venir probablement en 2025.

Il convient de porter une attention particulière au degré d'internalisation des externalités CO₂ dans certaines phases de la production des infrastructures et services de transports.

Ainsi, selon les instruments qui seront retenus à l'avenir pour lutter contre le changement climatique, tout ou partie des externalités CO₂ pourront se retrouver internalisées dans certains coûts (exemple : dans le prix du carburant pour les émissions dues à la circulation ; dans le prix du projet pour les émissions de CO₂ dues à sa construction) : il conviendra donc de faire attention aux risques de double-compte.

5. Références méthodologiques

Guide méthodologique information CO₂ des prestations de transports, accessible par le lien : www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_Information_CO2-2.pdf

La valeur de l'action pour le climat -Une valeur tutélaire du carbone pour évaluer les investissements et les politiques publiques ; Rapport de la commission présidée par Alain Quinet, FRANCE STRATÉGIE-Février 2019 accessible par le lien: <https://www-vie-publique-fr.ezproxy.u-pec.fr/sites/default/files/rapport/pdf/194000174.pdf>

Monétarisation des externalités environnementales, Setra, 2010

Observatoire Energie Environnement des Transports (OEET), 2011, Evaluation énergie environnement des infrastructures de transport (note méthodologique, version provisoire)

Bilan Carbone® V8 : Guide méthodologique (janvier 2018, 40 p) accessible par le lien <http://www.associationbilancarbone.fr/>

Annexe 6. Quelques logiciels écomparateurs

OUTIL	TRACC France	CANOPEE	ECO FRO	Calculateur Carbone EFFC-DFL
Domaine	Routes	Canalisations	Fragmentation des roches	sondages, forages et fondations spéciales
Objectif	Outil d'aide à la décision pour la promotion des Techniques Routières Atténuant le Changement Climatique reconnues pour leur qualité technique. Disponible depuis 2011. Actuellement en version 2 (TRACC-France). Évaluation relative et non absolue	Permet de comparer plusieurs solutions présentant les mêmes fonctionnalités pour la réalisation d'un ouvrage de canalisation en terme d'émission de gaz à effet de serre. Évaluation relative et non absolue, pas adapté pour la réalisation d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre (GES)	Comparer rapidement les émissions de gaz à effet de serre et la consommation énergétique du forage – minage et des autres méthodes de fragmentation de roches	Évaluer l'empreinte carbone d'un chantier de fondations
Phases couvertes	Construction, entretien préventif ou curatif, deux étapes du cycle de vie (Matériaux et Mise en œuvre)	Pose ou réhabilitation de canalisation, deux étapes du cycle de vie (Matériaux et Mise en œuvre)	Opérations de fragmentation dans une carrière ou un chantier de TP	Opérations de construction de fondation
Editeur	IFSTTAR	Canalisateurs de France	Syndicat National des Entrepreneurs de TP Spécialisés dans l'Utilisation de l'Explosif et Syndicat des fabricants d'explosifs, de Pyrotechnie et d'Artifices	La « European Federation of Foundation Contractors » et le « Deep Foundations Institute »
Lien vers informations	https://tracc-expert.ifsttar.fr/	https://www.canalisateurs.com/sites/default/files/images_files/files/Guide_methodologique_v1.1_-_26112013.pdf	https://www.synduex.com/fr/ecofro	www.geotechnicalcarboncalculator.com
Base de données	Base de données spécifique Produits qui recense l'ensemble des techniques routières utilisées sur le territoire français et décrit pour chacune d'entre elles des informations techniques sur son usage, son référentiel, ses qualités en terme de préservation de l'environnement et de la qualité de vie, l'aspect économique...	Facteurs d'émission tirée des bases publiques (Base Carbone ADEME, Eco-Invent2.2, base de facteurs d'émissions d'Omega TP, ATILH, Office des Asphaltes, CERIB, UNPG, ...) complétées par des données spécifiques des canalisateurs	Base Carbone ADEME	Base de données génériques utilisant les sources internationales (GIEC, Eco-Invent). Possibilité d'introduire des valeurs nationales disponibles qui peuvent être sélectionnées par l'utilisateur avec un processus de validation par des spécialistes de l'IFD et de l'EFFC
Indicateurs évalués	Émissions de GES (CO ₂ équivalent), Consommation énergétique (MJ)	Émissions de GES (CO ₂ équivalent)	Émissions de GES (CO ₂ équivalent)	Émissions de GES (CO ₂ équivalent)

Outil	SEVE	ECORCE 2	PERCEVAL	
Domaine	Routes	Routes	Routes, voiries et aménagements urbains ; Ouvrages de sécurité et d'assainissement de la route ; Valorisation des matériaux en place aux Lians Hydrauliques Routiers	
Objectif	Comparer l'impact environnemental de solutions de construction et d'entretien d'infrastructures offrant le même niveau de service et les mêmes fonctionnalités (dont la durée de vie) dans le domaine de la route, voirie et réseaux divers	Comparer l'impact environnemental de solutions techniques et de leur réalisation pour un chantier de chaussée NB :la diffusion du logiciel à des fins opérationnelles est arrêtée	Comparer les impacts économique et environnemental de solutions techniques et de leur réalisation pour un chantier de chaussée	
Phases couvertes	Consultation des entreprises pour les marchés de travaux. Capacité de modéliser l'impact environnemental sur le cycle de vie complet en intégrant l'entretien et la fin de vie	En avant-projet, et en phase d'analyse des offres comparer différentes solutions techniques alternatives. Après la réalisation de l'ouvrage, établir un bilan environnemental des travaux exécutés. Permet une ACV partielle (sans prise en compte la phase «exploitation de l'infrastructure »)	ACV pour les structures routières. Phase construction pour les ouvrages annexes et la valorisation des matériaux en place	
Éditeur	Routes de France	Université Gustave Eiffel (ex IFSTTAR)	CIMbéton	
Lien vers informations	https://www.seve-tp.com/	http://ecorce2.ifsttar.fr/	https://www.infociments.fr/calculateur-perceval	
Base de données	Base Carbone ADEME, Eco-Invent3.6, INIES, ATILH, Office des Asphaltes, CERIB, UNPG, ...) complétées par des données spécifiques d'experts de Routes de France	Base de données environnementales spécifique fournie avec le logiciel sous forme d'un fichier indépendant de l'application logicielle. Elle était mise à jour par l'administrateur ECORCE	Base de données spécifique rassemblant les différents ICV des constituants de base des matériaux routiers fondée sur les données UNPG, ATILH, ecoinvent complétées par des calculs CIMbéton	
Indicateurs évalués	7 indicateurs quantitatifs : * Consommation d'énergie en MJ *Émission de GES (T. CO ₂ éq) *Quantité de transport en t.km *Tonnage granulats naturels	Calcule les indicateurs suivants pour une solution technique et une organisation de chantier données: Émissions de GES (CO ₂ éq)	6 indicateurs environnementaux : émissions de gaz à effet de serre ; consommation d'énergie ; épuiement des ressources naturelles ; consommation d'eau ;	

Outil	SEVE	ECORCE 2	PERCEVAL	
	*Tonnage matériaux recyclés *Tonnage d'agrégats d'enrobés *Tonnage de déblais du chantier réutilisés sur l'emprise du projet. 2 indicateurs qualitatifs (optionnels) : * La gestion de l'eau (y/c recyclage) * Modalités d'action pour préserver la biodiversité	Consommation énergétique (MJ) Consommation de granulats Valorisation d'agrégats d'enrobés Acidification, Toxicité chronique Consommation d'eau Ecotoxicité, Eutrophisation Consommation de matériaux, Ozone photochimique	acidification de l'air ; eutrophisation de l'eau. 1 indicateur économique : coût global	

Outil	TUVALU	CIOGEN		
Domaine	Projets ferroviaires	Ouvrages d'art		
Objectif	Calculer les émissions de GES pour faciliter la conception bas carbone des projets ferroviaires, permettre la comparaison des émissions de différentes variantes d'un projet. Calculateur fondé sur la méthode BilanCarbone©, en cours de certification par l'ABC	Calculer les impacts environnementaux d'un ouvrage d'art (pont, passerelle ; en béton, en acier ou mixte béton/acier) suivant la norme NF EN 15804+A2		
Phases couvertes	Tous les projets de renouvellement, modernisation et développement • Toutes les phases d'études, de l'émergence à la réalisation • Émissions travaux et émissions évitées du fait du report modal	ACV partielle (jusqu'à réception de l'ouvrage) : Version 1 ACV totale: Version 2 en développement		
Editeur	SNCF Réseau	Association Française du Génie Civil		
Lien vers informations	Outil interne à SNCF Réseau	Site : www.diogen.fr		
Base de données	Base Carbone© de l'ADEME plus données INIES. En outre SNCF Réseau produit des facteurs d'émissions spécifiques au ferroviaire sur la base des bilans carbone produits et des expériences accumulées. Ces facteurs ne sont pas encore validés par l'ADEME.	*DIOGEN ne traitant que la production des matériaux jusqu'à la sortie d'usine, avant l'arrivée sur chantier * ecoinvent (pour les matériaux non disponibles sur DIOGEN et pour les process tels que énergie, transports, ...) * Valeurs forfaitaires de mise en œuvre		

Outil	TUVALU	CIOGEN		
		établies à partir de relevés de suivis de chantiers sous pilotage Cerema.		
Indicateurs évalués	Émissions GES seulement.	10 indicateurs : - Épuisement des ressources - Changement climatique - Destruction de la couche d'Ozone - Pollution de l'air - Pollution de l'eau - Formation d'Ozone photochimique - Acidification atmosphérique - Consommation d'eau - Consommation d'énergie non renouvelable - Consommation d'énergie renouvelable		

Annexe 7. Glossaire des sigles et acronymes

Acronyme	Signification
Ae	Autorité environnementale
AASQA	Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air
ACV	Analyse des cycles de vie
Ademe	Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'Énergie
ALEC	Agence locale de l'Énergie et du Climat
AME	Scénario « Avec mesures existantes » de la SNBC
AMS	Scénario « Avec mesures supplémentaires » de la SNBC
BC	Bilan carbone®
BEGES	Bilan des émissions de gaz à effet de serre
CCNUCC	Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
Cerema	Centre d'études et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement
CETE	Centre d'études techniques de l'équipement
CGDD	Commissariat général au Développement durable
CGEDD	Conseil général de l'Environnement et du Développement durable
Citepa	Centre interprofessionnel technique de la pollution atmosphérique
COPERT	Computer program to calculate emission from road transport
DGITM	Direction générale des Infrastructures des Transports et des Mobilités
Dreal	Directions régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
EFDB	Emission Factor Data Base (base de données sur les facteurs d'émission)
ELCD	European reference Life Cycle Database (plate-forme européenne sur l'analyse du cycle de vie)
EPCI	Établissements publics de coopération intercommunale
ERC	Éviter-réduire-compenser
FER	Facteur d'émissions de GES
FE	Fiche de déclaration environnementale et sanitaire d'un produit de construction
FDES	Gaz à effet de serre
GES	Greenhouse gas (gaz à effet de serre – GES)
GHG	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du Climat
GIEC	Haut conseil pour le Climat
HCC	Installation classée pour la protection de l'Environnement
ICPE	Institut des routes, des rues et des infrastructures pour la mobilité
IDRRIM	Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux
IFSTTAR	Inspection générale de l'environnement et du développement durable
IGEDD	Intergovernmental Panel on Climate Change (groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du Climat - GIEC)
IPCC	Inventaire régional spatialisé
IRS	Organisation internationale de normalisation
ISO	Ligne à grande vitesse
LGV	Loi relative à la Transition énergétique pour la croissance verte
LTECV	Mécanisme de développement propre
MDP	Mise en œuvre conjointe
MOC	Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des Territoires
MTECT	Open Data Air-Climat-Énergie
ODACE	Observatoire Énergie Environnement Transport
OEET	Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France
OMINEA	Objectif neutralité carbone
ONC	Observatoire régional de l'Énergie et des gaz à effet de serre
Oreges	Pôle national de coordination des inventaires territoriaux
PCIT	Plan Climat-Air-Énergie territorial
PCAET	Polluants à effet sanitaire

[Site internet de l'IGEDD : « Les derniers rapports »](#)