

Auteur : Desbois Tiffany - Docteur - Cerema

Co-auteurs : Thauvin Benoit - Ingénieur - Cerema et Rouxel Nicolas - Ingénieur - Cerema

Évaluation environnementale des opérations de construction et de réhabilitation pour une réduction de l'impact des infrastructures portuaires et fluviales

Résumé :

Dans la continuité de l'accord de Paris, de la Stratégie nationale Bas Carbone et du plan climat de la France, la réduction des émissions carbonées et la réduction des ressources fossiles est un enjeu majeur des politiques publiques. Le contexte réglementaire relatif aux évaluations environnementales des projets portuaires et fluviaux est en constante évolution, demandant de plus en plus de précisions. Ainsi le décret 2017-725 du 3 mai 2017 relatif aux principes et modalités de calcul des émissions de gaz à effet de serre des projets publics vient ajouter des études à introduire lors du montage des dossiers d'évaluation environnementale. Par ailleurs, les spécificités portuaires (travaux à la marée, engins spécifiques aux travaux en mer) et fluviales influent sur les émissions de GES et ne permettent pas d'utiliser dans l'état les études menées actuellement par le ministère de l'écologie sur la mise en application du décret (études portant sur les infrastructures routières).

Au travers de partenariat avec des gestionnaires d'infrastructures (Grand Port Maritime de Nantes St Nazaire, Région Bretagne, VNF), nous mettons en œuvre des suivis de chantier afin d'évaluer les impacts environnementaux de construction et de réhabilitation d'ouvrages. Cela doit permettre d'amener à la réduction de l'empreinte environnementale des infrastructures.

Après un rappel réglementaire et normatif, la démarche mise en place est présentée.

Mots clés : infrastructure, impacts environnementaux, analyse du cycle de vie.

1. Introduction et enjeux

1.1 Contexte politique en France

En août 2015, la loi de Transition Énergétique pour une Croissance Verte est promulguée. Celle-ci vise à renforcer l'indépendance énergétique et la compétitivité économique de la France, préserver la santé humaine et l'environnement et lutter contre le changement climatique. Elle vise également à promouvoir l'économie circulaire, de la conception des produits à leur recyclage. Pour ce faire, elle stipule des objectifs chiffrés, notamment la réduction de 40% des émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2030 ; la division par 4 des émissions de GES entre 1990 et 2050 ou encore la réduction de la consommation énergétique finale de 50% en 2050, en visant un objectif intermédiaire de 20% en 2030 par rapport à 2012.

Par la suite, le décret n°2017-725 du 3 mai 2017 relatif aux principes et modalités du calcul des émissions de gaz à effet de serre des projets publics a été publié au journal officiel du 5 mai 2017. Il y est indiqué que « Les principes et modalités de calcul des émissions de gaz à effet de serre spécifiés aux articles D.222-1. F. à D. 222-1-I s'appliquent aux projets suivants :

- tout projet public soumis, en application de l'article L. 122-1 du code de l'environnement, à une étude d'impact,
- tout projet public de construction ou de rénovation de bâtiments d'un montant d'investissement supérieur à 20 000 000 euros hors taxes ou d'une surface de plancher supérieur à 10 000 m². »

et également que « Pour les projets qui ne seraient pas soumis à une étude d'impact en application de l'article L. 122-1 ou qui se situeraient en deçà des seuils mentionnés au précédent alinéa, le maître d'ouvrage propose des modalités de calcul simplifiées permettant au financeur de porter une appréciation sur la contribution du projet à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. »

Enfin, en cohérence avec l'accord de Paris du 12 décembre 2015, ratifié le 5 octobre 2016 et du Pacte vert pour l'Europe, la loi n°2021-1104 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets a été promulguée le 22 août 2021. Elle prévoit dans son article 39 les éléments suivants :

« L'article L. 228-4 du code de l'environnement est complété par un alinéa ainsi rédigé : « *A compter du 1er janvier 2030, l'usage des matériaux biosourcés ou bas-carbone intervient dans au moins 25% des rénovations lourdes et des constructions relevant de la commande publique. Un décret en Conseil d'Etat précise les modalités d'application du présent article, en particulier la nature des travaux de rénovation lourde et les seuils au-delà desquels l'obligation est applicable aux acheteurs publics.* » »

1.2 Dans le domaine des infrastructures portuaires et fluviales

Des travaux ont été menés par la Commission Infrastructure de l'Observatoire Energie Environnement des Transports (OEET), ayant abouti à la production d'un guide relatif à l'évaluation environnementale des infrastructures de transport (routières notamment).

En complément, le pacte d'engagement de l'IDRRIM de janvier 2021, engagement 1 de la partie A stipule qu'il faut « développer une infrastructure bas carbone, en réduisant l'empreinte environnementale des infrastructures existantes sur la base d'une analyse de cycle de vie, en évitant ou réduisant les impacts et en développant des solutions de compensation des impacts ».

Enfin, comme présenté précédemment, les projets portuaires et fluviaux doivent répondre au décret n°2017-725. Des travaux sur son application ont été commandés au Cerema par le ministère de l'écologie afin d'aider les maîtres d'ouvrage. Ceux-ci ont consisté en la rédaction d'un guide méthodologique pour l'étude des émissions de GES de la construction d'infrastructures en phase amont d'évaluation de projet. Celui-ci propose différents niveaux de facteurs agrégés (par exemple x kg de CO_2/m^2 de tablier pour la réalisation d'un ouvrage d'art ou y kg de CO_2/m^3 de béton de fondation), permettant selon les informations dont dispose le maître d'ouvrage une étude plus ou moins détaillée. Ce guide, paru en 2020, est un premier volet appliqué aux projets routiers. Il n'est pour l'instant pas prévu de l'étendre aux projets portuaires et fluviaux. Il en revient donc à chaque maître d'ouvrage de développer sa méthode dans le cas de projets non routiers et de déterminer quels facteurs il utilise.

Il apparaît donc nécessaire de disposer d'une connaissance plus fine et d'outils pour évaluer et réduire l'empreinte carbone et plus globalement environnementale des travaux, notamment de modernisation et de rénovation, menés sur les ouvrages portuaires et fluviaux, dans une approche d'écoconception et d'Analyse de Cycle de Vie (ACV).

2. Démarche

2.1 La méthode d'Analyse du Cycle de Vie

L'Analyse de Cycle de Vie est une méthode qui permet d'estimer les flux de matières et d'énergies, ainsi que les impacts environnementaux potentiels d'un produit ou d'un service au cours de son cycle de vie et donc de relier les procédés technologiques et leurs effets sur l'environnement [1].

Il s'agit d'une méthode multi-étapes, qui examine tout le cycle de vie d'un produit ou d'un service et multicritères, qui permet de déterminer des indicateurs d'impacts environnementaux et des

indicateurs de flux. Son objectif principal est ainsi d'éviter les déplacements de pollutions (ex: moins d'impacts à la construction de l'infrastructure mais plus pendant l'entretien). Elle est régie par des normes, dont les normes internationales ISO 14040 et ISO 14044 qui définissent le cadre général et les lignes directrices. Elle comporte quatre étapes dont les liens sont représentés sur le schéma Figure 1.

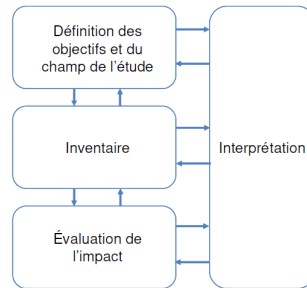


Figure 1 Cadre de l'Analyse du Cycle de Vie d'après la norme ISO 14040

Les résultats d'une ACV sont exprimés en termes d'impacts potentiels sur l'environnement générés tout au long du cycle de vie. Ils sont rapportés à une unité fonctionnelle intégrant une durée de vie. Celle-ci doit être définie avec précision et en cohérence avec les objectifs et le champ d'étude car toutes les données d'entrée et de sortie du système ainsi que les flux lui sont affectés. Sa définition doit permettre une analyse comparative de scénarii alternatifs d'un point de vue environnemental.

L'analyse de cycle de vie s'avère être un outil utile afin de concevoir un projet, dans sa phase amont pour déterminer le meilleur scénario d'un point de vue environnemental, voir également économique et sociétal : quels matériaux ? quelle structure ? etc. Elle présente également un grand intérêt dans le choix des scénarii de maintenance, associée à une analyse des coûts.

Les études décrites dans la littérature montrent l'importance d'adapter les ACV aux différents domaines. Ainsi, même si la démarche d'ACV est globalement la même dans le domaine des routes, que dans celui des ponts ou des tunnels, les spécificités propres à chaque domaine doivent être considérées.

2.2 Application de l'ACV aux constructions et aux rénovations des infrastructures portuaires et fluviales

Afin de pouvoir réaliser des ACV relatives à des travaux de construction et de rénovation des infrastructures portuaires et fluviales, nous nous appuyons sur des partenariats avec des gestionnaires.

2.2.1 Étape 1 : Définition des objectifs et du champ de l'étude

La première étape consiste à définir les objectifs et le champ de l'étude. Il convient alors de délimiter les frontières de l'étude.

L'ACV permet la prise en compte de l'ensemble du cycle de vie d'une infrastructure. Toutefois il est possible de faire des ACV tronquées qui ne considèrent qu'une partie du cycle de vie. Les études que nous menons portent principalement sur les étapes A1 à A5, à savoir jusqu'à la réception du chantier, de la norme NF EN 15804+A1 relative à l'application de l'ACV dans la construction, Figure 2.

Les flux pris en compte sont généralement :

- les matériaux utilisés avec leur production et leur transport jusqu'au chantier,
- les matériels et les engins avec leur production (en considérant un amortissement), leur utilisation et leur transport,
- les consommations d'eau et d'électricité du chantier,
- les déchets générés par le chantier avec leur transport et leur traitement.

En complément, lorsque l'information est disponible, le transport des personnels et les installations de chantier sont pris en considération.

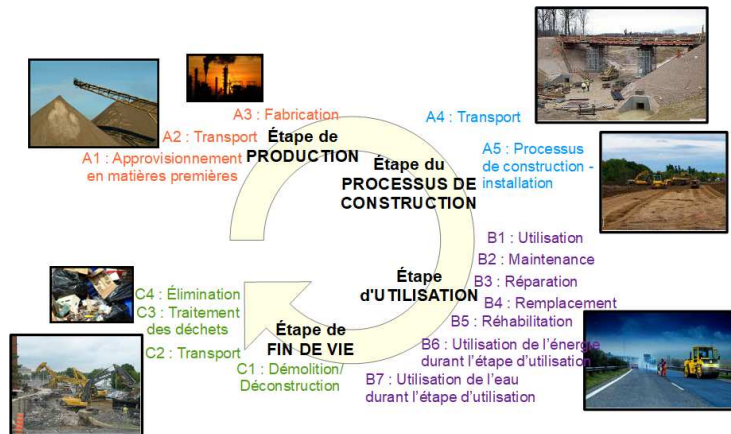


Figure 2 Étapes du cycle de vie d'après la norme NF EN 15804+A1 de 2012

2.2.2 Étape 2 : Inventaire

L'objectif de cette étape est de recenser tous les intrants et les extrants du chantier. Pour cela, nous fournissons aux gestionnaires des éléments de rédaction de CCTP et de bordereau des prix devant permettre de récolter les données nécessaires auprès des entreprises de travaux durant le chantier. Cela permet d'obtenir des données précises et complètes. Une grille de récolte est également fournie pour avoir une trame commune aux études et permettre des comparaisons ultérieures. La Figure 3 présente un exemple de grille pour les matériaux consommés sur le chantier.

DESIGNATION, QUANTITE ET APPROVISIONNEMENT DES MATERIAUX CONSTITUTIFS DE L'OUVRAGE OU EMPLOYES AU TITRE DE LA MISE EN ŒUVRE								
Catégorie	Désignation	Désignation précise	Quantité (y compris déchets et rebus de chantier)	Unité	Approvisionnement « site production - chantier »			Commentaires (inclus notamment les modes de transport pour l'approvisionnement et données complémentaires sur l'utilisation des matériaux)
					Distance aller (km)	Moyens de transport	Distance retour (km)	
Béton	Béton C20							
Béton	Béton C40							
Béton	Béton C30							
Béton	Béton C30							
Béton	Autre béton							
Métal	Autre acier							

Figure 3 Exemple de grille de recueil de données relatives aux matériaux

Dans certains cas de figure, des études a posteriori peuvent être menées à partir du dossier d'ouvrage exécuté. Il convient alors que ce dernier soit suffisamment documenté.

Ces données récoltées pour le chantier complet sont par la suite ramenées à une unité fonctionnelle qui aura été définie à l'étape 1. Les impacts environnementaux seront ainsi exprimés selon cette unité. Son choix s'avère primordial, puisque celle-ci permettra la comparaison avec d'autres infrastructures du même type ou avec d'autres scénarii.

2.2.3 Étape 3 : Évaluation de l'impact

A chaque donnée technique récoltée dans l'inventaire est associée une donnée environnementale issue d'une base de données environnementales, dans notre cas Ecoinvent. Dès lors, les indicateurs d'impact (réchauffement climatique, appauvrissement de la couche d'ozone, etc.) et de flux (déchets dangereux éliminés, utilisation de l'énergie primaire renouvelable, etc.) tels que définis par la norme NF EN 15804+A1 sont calculés, avec le logiciel OpenLCA.

2.2.4 Étape 4 : Interprétation

Tout du long de l'étude, des hypothèses sont émises. Afin d'en évaluer l'incidence, des analyses de sensibilité sont menées, amenant parfois à des modifications de données et à des recalculs. Cette démarche itérative permet dès lors une meilleure appréciation des résultats.

3. Exemples de mise en application

Les exemples ci-après présentent des évaluations environnementales menées pour des chantiers couramment réalisés, sans recherche spécifique de diminution des impacts par l'utilisation de matériaux biosourcés ou bas-carbone.

3.1 Restauration d'une écluse

L'évaluation [2] a été réalisée à partir des données contenues dans le DOE. Ainsi les bons de livraison des matériaux, les bons de suivi des déchets, les sous-détails des prix, les demandes d'agrément, les plans techniques, le fichier de suivi du marché avec les quantités facturées et les mémoires d'exécution ont été pris en considération. Ils ont permis de quantifier les consommations de matériaux, les déchets générés, les consommations des engins, les transports des matériaux, des déchets et des engins, etc.

L'étude a été menée de sorte qu'en complément de l'impact sur l'environnement du chantier global, soient établis pour certains travaux spécifiques des ratios. Il s'agit des impacts environnementaux de ces travaux ramenés à une unité de référence permettant aisément une réutilisation de ces chiffres. Ainsi les impacts environnementaux suivants ont été déterminés : la pose de palplanches par mètre linéaire et le remplacement d'une estacade par mètre linéaire (comprenant le terrassement, les dragages, les palplanches, les butons, les estacades et les avant-ports métalliques, les bétons, la fourniture et la fixation des rails de guidage, etc.).

3.2 Construction d'un quai

Cette étude [3] a été menée en parallèle du chantier, à partir de données récoltées par l'entreprise en charge des travaux. Elle a permis de déterminer les impacts sur l'environnement de l'ensemble du chantier et de calculer un ratio d'impacts au mètre carré de quai construit. Des recommandations ont été émises pour diminuer les impacts d'un futur chantier. Elles mettent en avant l'importance du choix de la solution technique, notamment en ce qui concerne les matériaux employés.

4. Conclusion et perspectives

Ce travail, mené en collaboration avec les gestionnaires d'infrastructures portuaires et fluviales, répond à des objectifs de court à long terme.

A court terme, les résultats obtenus permettent aux gestionnaires de connaître des pistes d'amélioration de leurs émissions pour de futurs travaux.

A moyen terme, il doit permettre

- aux gestionnaires d'évaluer au stade de l'avant-projet l'impact sur l'environnement du projet, répondant ainsi à l'obligation réglementaire sur le sujet ;
- d'établir des comparaisons entre différentes solutions techniques afin de prendre en considération des critères d'éco-conception ;

A long terme, ce travail doit permettre d'établir une base de données recensant des valeurs d'impacts environnementaux pour les différents types de construction et de rénovation d'infrastructures portuaires et fluviales. De plus, nous sommes porteur du projet CIOGEN, lauréat de l'appel à projet



2021 de la fondation Ferec. Il consiste à établir un outil de calcul des impacts environnementaux de ponts et de passerelles. Il pourrait être envisagé d'intégrer cette base à l'outil pour que celui-ci prenne en charge les infrastructures portuaires et fluviales.

Ce travail se poursuit, nécessitant la poursuite de suivis de chantier.

Bibliographie

- [1] Jolliet O., Saadé-Sbeih M., & Crettaz P., Jolliet-Gavin, N., Shaked, S., Analyse du cycle de vie comprendre et réaliser un écobilan, *presses polytechniques et universitaires romandes*, 2017
- [2] Desbois T., Evaluation carbone et environnementale de la modernisation et rénovation des ouvrages fluviaux, *Rapport d'étude du Cerema*, 2022
- [3] Desbois T., Aménagement du TMDC, *Rapport d'étude du Cerema*, 2019