

Fiche NOTE D'INFORMATION

TITRE	NOTIONS D'ANALYSE DU CYCLE DE VIE D'UN OUVRAGE
Suivi versions	22 août 2023
Phases de projet	<ol style="list-style-type: none"> 1- Programmation 2- Conception 3- Exécution des ouvrages 4- Exploitation 5- Déconstruction, réemploi, réutilisation, recyclage

Critères d'ECO-CONCEPTION concernés

- ✓ PRESEVATION DES RESSOURCES
- ✓ DECARBONATION
- ✓ POLLUTIONS DE L'EAU, DE L'AIR ET DES SOLS
- ✓ ECONOMIE CIRCULAIRE et GESTION DES DECHETS
- ✓ RESILIENCE/DURABILITE

CE QU'IL FAUT RETENIR

L'Analyse du Cycle de Vie (ACV) est une méthode normalisée, multi-étape et multicritère qui permet de quantifier les impacts environnementaux d'un ouvrage et d'apprécier sa qualité environnementale sur la totalité de son Cycle de Vie.

Elle intègre un ensemble pertinent et cohérent de problématiques environnementales.

TEXTE

DEFINITION DE L'ANALYSE DE CYCLE DE VIE

L'Analyse du Cycle de Vie (ACV) est la méthodologie de référence pour évaluer l'impact environnemental d'un produit, d'un système ou d'un service auquel est attribué une fonction particulière, cette évaluation étant faite en considérant l'ensemble des étapes de son cycle de vie. L'analyse du cycle de vie consiste à réaliser l'inventaire des émissions et des extractions d'un système (structure, ouvrage, produit, service ou procédé) défini par des objectifs, afin d'évaluer les impacts environnementaux, puis d'interpréter les résultats obtenus.

L'ACV fait l'objet d'une méthode normalisée qui s'appuie sur la série des normes de management environnemental ISO 14040 et 14044.

LES FINALITES D'UNE ACV

Une ACV appliquée aux ouvrages permet :

-de déterminer, les impacts environnementaux d'un ouvrage, d'une solution constructive ou d'un matériau,

- D'identifier les points sur lesquels un ouvrage, une solution constructive ou un matériau peuvent être améliorés en maîtrisant et en réduisant ces impacts environnementaux identifiés,
- De comparer des solutions concurrentes et des variantes innovantes répondant aux mêmes objectifs définis
- De comparer les étapes du cycle de vie d'un même ouvrage ou d'une même solution constructive ou d'un même matériau.

Une ACV est généralement réalisée en phase de conception d'un ouvrage, il conviendrait de vérifier en phase d'exécution que les engagements pris par l'entreprise ont été tenus par la réalisation d'une ACV « bilan », après travaux.

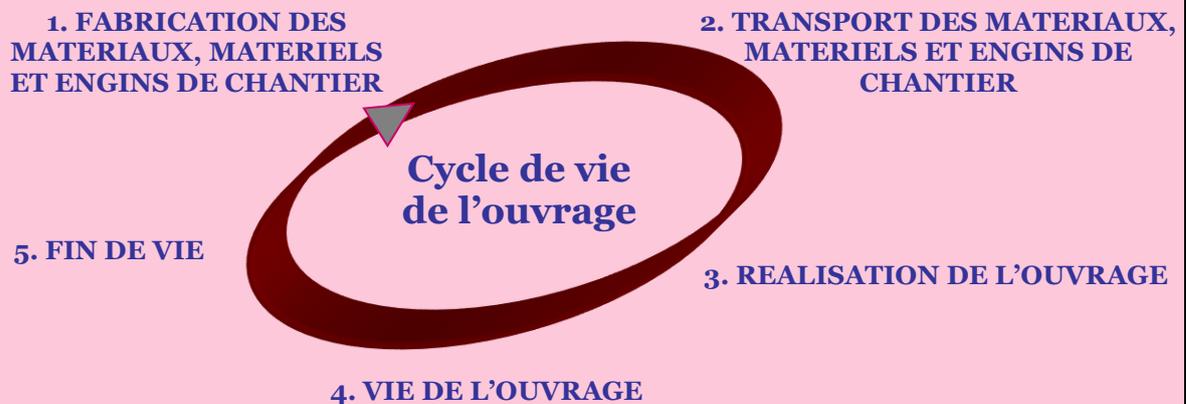
LES QUATRE PHASES DE L'ACV

On distingue 4 phases principales pour effectuer une ACV :

1. La définition des objectifs et du système précisant les frontières du système étudié et l'unité fonctionnelle qui caractérisent l'objet de l'étude et le périmètre précis des informations et données entrant dans le champ de l'étude ;
2. La réalisation de l'inventaire du cycle de vie (ICV) qui consiste à collecter et compiler **les entrants ou extractions** (matières ou énergies consommées) et **les sortants ou émissions** (émissions dans l'eau, dans l'air et dans le sol et déchets produits) à chaque étape du Cycle de Vie de l'ouvrage ;
3. L'évaluation sous forme d'indicateurs de l'impact sur l'environnement des extractions et émissions inventoriées ;
4. L'interprétation des résultats obtenus.

UNE DEMARCHE MULTI-ETAPE

L'ACV inclut toutes les étapes du Cycle de Vie, de l'extraction des matières premières jusqu'à la valorisation des composants de l'ouvrage en fin de vie. Ainsi, les **impacts environnementaux** générés par l'ouvrage au cours de son Cycle de Vie sont déterminés en intégrant l'ensemble des processus associés à l'extraction des matières premières, à la fabrication et aux transports des produits et matériaux, à la réalisation de l'ouvrage, son utilisation et sa fin de vie. Cette prise en compte des différentes étapes du cycle de vie est communément appelée « du berceau à la tombe ».



UNE DEMARCHE MULTICRITERE

L'approche multicritère de l'ACV identifie l'ensemble des paramètres environnementaux d'une solution constructive et évite des transferts de pollution d'un impact vers un autre.

LES FLUX ENTRANTS ET SORTANTS

Elle intègre les flux qui sont répartis dans les diverses catégories suivantes :

Les entrants :

- Les **consommations de matières premières extraites à savoir de ressources naturelles et énergétiques, naturelles non énergétiques, d'eau, d'énergie et matières secondaires.**

Les sortants :

- Les **émissions** de substances (gazeuses, liquides et solides) dans l'air, dans l'eau et dans le sol ;

- en particulier, la **production de déchets** en vue d'une élimination et d'une destination au recyclage.

Les résultats de l'ACV sont ensuite agrégés, traduits et restitués sous forme d'une série d'indicateurs associés à une durée d'utilisation donnée de l'ouvrage et tenant compte des durées de vie de référence des matériaux et systèmes de l'ouvrage.

LES OBJECTIFS : CHAMP DE L'ETUDE, UNITE FONCTIONNELLE ET FRONTIERE DU SYSTEME

L'ACV appliquée à un ouvrage nécessite la définition précise de :

- La description de l'ouvrage
- Les fonctions de l'ouvrage ;
- L'unité fonctionnelle (unité de fonction) qui sert de référence pour les flux entrants et les flux sortants de l'inventaire ;
- Les frontières du système ;
- La durée de vie de référence de l'ouvrage (en général identique à la durée d'utilisation du projet et prise égale à 100 ans pour les ouvrages de Génie Civil) ;
- Le système associé à l'ouvrage : la modélisation du système doit intégrer l'ensemble des phases du Cycle de Vie de l'ouvrage, elle décrit la décomposition de l'ouvrage en processus élémentaires ;
- La méthodologie d'évaluation des impacts ;
- Les limites du système étudié ;
- Les règles d'affectation spécifiques pour la réutilisation et le recyclage ;
- Les critères de coupure.

Critères de coupure

Il est possible d'appliquer une règle de coupure sur les flux afin de ne pas prendre en compte les flux peu significatifs. Les normes proposent une règle de coupure massique dont le seuil est fixé à 98 % (les intrants dont la masse est inférieure à 2% sont exclus).

SYNOPTIQUE DE L'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE D'UN OUVRAGE SELON UNE ANALYSE DU CYCLE DE VIE

ENTRANTS

- Consommations de ressources naturelles
- Consommations d'eau
- Consommations d'énergie

SORTANTS

- Émissions dans l'air
- Émissions dans l'eau
- Émissions dans le sol
- Déchets

OUVRAGE

Méthode de calcul

Indicateurs environnementaux

Évaluation environnementale

CYCLE DE VIE D'UN OUVRAGE

La démarche globale de l'Analyse du Cycle de Vie intègre la durée de vie complète de l'ouvrage en décomposant son cycle de vie en 5 grandes étapes décrites ci-après.

LES POINTS DE VIGILANCE POUR REALISER ET ANALYSER UNE ACV

La réalisation d'une ACV nécessite d'intégrer certains points de vigilance tels que :

- Définir les frontières du système, la durée d'utilisation de l'ouvrage (et la durée de vie de référence - DVR- des matériaux) et surtout l'unité fonctionnelle ;
- Prendre en compte les flux entrants et sortants pertinents et représentatifs sans rentrer dans des détails non significatifs ;
- Disposer de données environnementales récentes (moins de 5 ans) fiables et représentatives ;
- Maitriser les incertitudes sur les données opérationnelles (quantités de matériaux, consommation des engins de chantier...) et les facteurs d'émissions ;
- Décomposer la construction de l'ouvrage en étapes adaptées et pertinentes ;
- Estimer les scénarios d'entretien plausibles de l'ouvrage sur l'ensemble de son cycle de vie ;

Lors de l'analyse des résultats les points de vigilance suivants doivent être suivis :

- Ne pas privilégier un indicateur plutôt qu'un autre, l'analyse doit rester multicritère.
- Identifier les étapes à l'origine des impacts les plus importants de façon à savoir où agir prioritairement, l'analyse doit être multi-étape.
- Ne pas se contenter de comparaisons à l'échelle du matériau, analyser à l'échelle de l'ouvrage tout en identifiant à l'échelle du matériau l'origine des résultats obtenus, l'analyse doit être multi échelle.

L'ANALYSE DE SENSIBILITE

L'Analyse de sensibilité permet d'évaluer l'incidence des certains paramètres et critères sur les valeurs des impacts environnementaux.

Par exemple, pour des ouvrages en béton, on peut analyser l'incidence :

- De réaliser l'ouvrage avec des bétons de résistance 80 MPa au lieu de 40 MPa ;
- De remplacer les ciments de type CEM I par des ciments de type CEM III ;
- De choisir une centrale à béton distante de 30 km du chantier au lieu d'une autre située à 15 km.

LES LIMITES DE L'ACV POUR UN OUVRAGE DE GENIE CIVIL

La démarche d'Analyse du Cycle de Vie a quelques limites liées :

- à la pertinence du choix des indicateurs pour des ouvrages de Génie Civil ;
- au choix des frontières du système, de l'unité fonctionnelle, des sources de données et des catégories d'impacts ;
- au choix des modèles de calculs et d'évaluation des impacts ;
- aux précisions sur l'évaluation des flux de matières et d'énergies et aux variabilités des données du cycle de vie ;
- aux accessibilités, disponibilités et qualités des données environnementales sur de nombreux matériaux de construction ou de matériels de chantier ;
- aux précisions sur la transcription des flux en impact environnemental et sur l'agrégation des impacts ;
- aux précisions sur les règles d'imputation, de coupure ou d'exclusion de certains flux ;
- à la représentativité des écarts entre 2 solutions ;
- aux précisions sur la durée de la période d'analyse et sur les évolutions possibles des techniques d'entretien et de maintenance des ouvrages et de recyclage et valorisation des matériaux d'ici plusieurs décennies.

ÉTUDE DE CAS

Cette méthode a été utilisée pour réaliser l'ACV d'un pont (voir la fiche REX ACV d'un pont courant en béton).

Ci-après est donnée une description du système en processus élémentaires pour cette application

ETAPE 1 – FABRICATION DES MATERIAUX, MATERIELS ET ENGINS DE CHANTIER

Cette phase inclut :

- L'extraction des matières premières nécessaires à la fabrication des matériaux : telles que les granulats pour la fabrication du béton et le calcaire et l'argile pour la fabrication du ciment ;
- La fabrication des matériaux nécessaires à la réalisation de l'ouvrage : tels que par exemple les coffrages et les huiles de décoffrage ou les produits de cure ;
- La fabrication (par exemple du béton en centrale BPE) la transformation, le montage ou l'assemblage des matériaux ;
- La fabrication des matériels et engins de chantier utilisés pour la réalisation de l'ouvrage dans le cas particulier où leur durée d'utilisation sur le chantier par rapport à leur durée de vie théorique soit significative.

Elle prend en compte tous les impacts entre l'extraction des matières premières jusqu'à la sortie du produit, du matériel ou de l'engin de son site de production. Elle inclut tous les transports nécessaires en amont pour livrer les divers constituants ou composants des matériaux, matériels et engins de leurs sites initiaux jusqu'à leur site de production final.

On distingue :

- les matériaux structurants : bétons, armatures de précontrainte, armatures passives, poutres en acier ou en bois... ;
- les équipements de l'ouvrage : par exemple pour un pont, étanchéité, couche de roulement, joints de chaussée, appareils d'appuis, dispositifs de retenue... ;
- les matériaux nécessaires à la réalisation de l'ouvrage : coffrages, étaielements, huiles de décoffrage... ;
- les matériels et engins de chantier utilisés pour la réalisation de l'ouvrage.

ETAPE 2 – TRANSPORT DES MATERIAUX, MATERIELS ET ENGINS DE CHANTIER

Cette étape inclut tous les transports nécessaires pour assurer toutes les livraisons de la sortie de chaque site de fabrication jusqu'au chantier pour les divers

matériaux structurants, les équipements et les matériaux nécessaires à la construction de l'ouvrage ainsi que les livraisons des matériels et engins de chantier à partir du dépôt des entreprises jusqu'au chantier.

Nota :

La collecte des données doit différencier pour chaque type de matériaux, matériels et engins, les véhicules spécifiques nécessaires à leur transport (camion toupie, camion benne, semi-remorque, camion pour transport de palettes) et les natures de livraison (livraison complète, livraison partielle...).

Elle prend en compte en particulier la production et la combustion du gazole consommé par les transports et les distances parcourues (en charge et à vide).

ETAPE 3 – REALISATION DE L'OUVRAGE

La réalisation de l'ouvrage regroupe toutes les phases nécessaires à sa construction sur le site et les moyens généraux et humains déployés pendant toute la période d'exécution.

Elle est décomposée en différentes phases afin de distinguer les travaux réalisés par l'entreprise générale présente sur le site pendant toute la durée du chantier et les travaux réalisés, par les divers sous-traitants qui interviennent de manière ponctuelle au cours de la réalisation de l'ouvrage.

Elle intègre également :

- l'ensemble des moyens généraux spécifiques au chantier : installations de chantier, consommation d'eau, éclairage et chauffage des installations de chantier
- les impacts des véhicules lors des déplacements effectués par tous les intervenants sur le chantier, pendant toutes les étapes de la construction : déplacements du personnel de chantier et de l'encadrement (entreprise générale et entreprises sous-traitantes) à partir de leur domicile personnel ou du siège de leur entreprise
- les consommations en carburant et énergie de l'ensemble des matériels et engins utilisés sur le chantier : groupe électrogène, pompe à béton, grue mobile.

ETAPE 4 – VIE DE L'OUVRAGE

L'ouvrage fait l'objet, au cours de l'ensemble de sa durée d'utilisation (par exemple prise égale à 100 ans pour un ouvrage d'art), d'un ensemble d'interventions réalisées régulièrement qui sont regroupées en trois catégories : la surveillance, l'entretien courant et l'entretien spécialisé incluant les petites réparations.

Nota : Les impacts pris en compte sont relatifs :

- aux consommations en gazole utilisé par les divers intervenants pour se rendre sur le chantier ;
- aux consommations en fioul des divers matériels lors des interventions ;
- à la fabrication des diverses fournitures, produits et matériaux, à leur livraison sur le site et à leur mise en œuvre.

ETAPE 5 – FIN DE VIE

Cette étape couvre par exemple la déconstruction de l'ouvrage en fin de vie et la prise en charge des matériaux pour un réemploi ou une réutilisation (transport et opérations de reconditionnement), ou la prise en charge des matériaux pour un recyclage (transport et opérations de recyclage), ou le transport des matériaux dans un centre de valorisation, et leur stockage.

DOCUMENTS DE REFERENCE

NF EN 15804 A1 CN Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Déclarations environnementales sur les produits - Règles régissant les catégories de produits de construction - Complément national à la NF EN 15804+A1, juin 2016

Ecoconception dans le bâtiment en 37 fiches outils, DUNOD, 2014

ACV d'un pont courant en béton, CIMbéton T87, 2010