

# Application de l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) à un Matériau de Construction

## Exemple d'un lavabo en céramique sanitaire

Chaire R5BC Team

10 mars 2026

## 1 Principe de l'Analyse du Cycle de Vie (ACV)

L'Analyse du Cycle de Vie (ACV) est une méthode normalisée permettant d'évaluer les impacts environnementaux associés à un produit tout au long de son cycle de vie. Cette approche est définie par les normes ISO 14040 et ISO 14044 et constitue aujourd'hui une référence pour l'évaluation environnementale des matériaux dans le secteur du bâtiment.

Dans le cadre de la réglementation environnementale française RE2020, l'ACV est utilisée pour quantifier les impacts carbone des composants du bâtiment à partir des données issues de la base INIES, notamment à travers les FDES (Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire).

L'ACV permet ainsi d'évaluer les impacts environnementaux associés aux différentes étapes du cycle de vie d'un produit, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à sa fin de vie, en passant par les phases de production, de transport, d'utilisation et de recyclage.

## 2 Structure du cycle de vie d'un matériau

Dans le secteur du bâtiment, les ACV sont généralement structurées selon les modules définis par la norme EN 15804.

### 2.1 Phase de production (Modules A1–A3)

- extraction des matières premières
- transport des matières premières
- fabrication du produit

## **2.2 Phase de construction (Modules A4–A5)**

- transport vers le chantier
- mise en œuvre du produit

## **2.3 Phase d'utilisation (Modules B1–B7)**

- utilisation
- maintenance
- réparation
- remplacement
- consommation d'énergie ou d'eau

## **2.4 Phase de fin de vie (Modules C1–C4)**

- déconstruction
- transport vers centre de traitement
- recyclage ou valorisation
- élimination

## **2.5 Module D : bénéfices au-delà du cycle de vie**

Ce module prend en compte les bénéfices environnementaux liés au recyclage ou à la réutilisation des matériaux.

# **3 Exemple d'ACV appliquée à un lavabo en céramique**

Considérons un lavabo sanitaire en céramique vitrifiée utilisé dans un bâtiment résidentiel.

## **3.1 Unité fonctionnelle**

L'unité fonctionnelle correspond à :

1 lavabo en céramique installé et utilisé pendant 30 ans

# **4 Inventaire du cycle de vie**

## **4.1 Matières premières**

Les principales matières utilisées sont :

- argile
- feldspath
- quartz
- eau

Ces matières sont extraites puis transportées vers l'usine de fabrication.

## 4.2 Processus de fabrication

La fabrication du lavabo comprend :

1. préparation de la pâte céramique
2. moulage
3. séchage
4. cuisson dans un four à haute température (environ 1200°C)
5. émaillage

La cuisson représente la phase la plus énergivore du processus.

## 5 Évaluation des impacts environnementaux

Les impacts environnementaux sont généralement exprimés à travers plusieurs indicateurs :

- émissions de gaz à effet de serre (kgCO<sub>2</sub>e)
- consommation d'énergie primaire
- consommation d'eau
- production de déchets

### 5.1 Exemple de bilan carbone

Phase	Impact carbone (kgCO <sub>2</sub> e)
Production (A1-A3)	35
Transport (A4)	2
Installation (A5)	1
Utilisation (B)	0
Fin de vie (C)	3
Total	41

TABLE 1 – Exemple d'impacts carbone pour un lavabo en céramique

## 6 Scénario de réemploi dans une logique d'économie circulaire

Dans le cadre du modèle R5BC, il est possible de comparer deux scénarios.

### 6.1 Scénario 1 : remplacement par un lavabo neuf

$$CO_2^{neuf} = 41 \text{ kgCO}_2\text{e} \quad (1)$$

### 6.2 Scénario 2 : réemploi d'un lavabo existant

Opérations nécessaires :

- dépose
- nettoyage
- inspection
- transport
- réinstallation

Impact estimé :

$$CO_2^{reemploi} = 6 \text{ kgCO}_2\text{e} \quad (2)$$

## 7 Calcul du carbone évité

Le carbone évité par le réemploi est donné par :

$$CO_2^{evite} = CO_2^{neuf} - CO_2^{reemploi} \quad (3)$$

$$CO_2^{evite} = 41 - 6 = 35 \text{ kgCO}_2\text{e} \quad (4)$$

Ainsi, le réemploi d'un lavabo permet d'éviter environ :

**35 kg de CO<sub>2</sub> par unité**

## 8 Intégration dans le passeport numérique R5BC

Les résultats de l'ACV sont intégrés dans le Passeport Numérique du matériau.

Les informations enregistrées comprennent :

- identifiant du produit
- référence FDES INIES

- scénario ACV utilisé
- impact carbone neuf
- impact carbone réemploi
- carbone évité

Ces données peuvent ensuite être :

- certifiées via blockchain
- utilisées pour la conformité RE2020
- valorisées sous forme de tokens carbone dans le modèle R5BC

## 9 Figure scientifique ACV complète, exemple FDES/INIES et modèle mathématique appliqué à un lavabo en céramique

### 9.1 Figure scientifique ACV complète : cycle de vie d'un lavabo en céramique

La Figure 1 présente une structuration complète de l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) d'un lavabo en céramique sanitaire selon les modules de la norme EN 15804. Cette représentation couvre les principales phases du cycle de vie du produit, à savoir la production, la construction, l'utilisation, la fin de vie, ainsi que les bénéfices potentiels au-delà du cycle de vie via le module D.

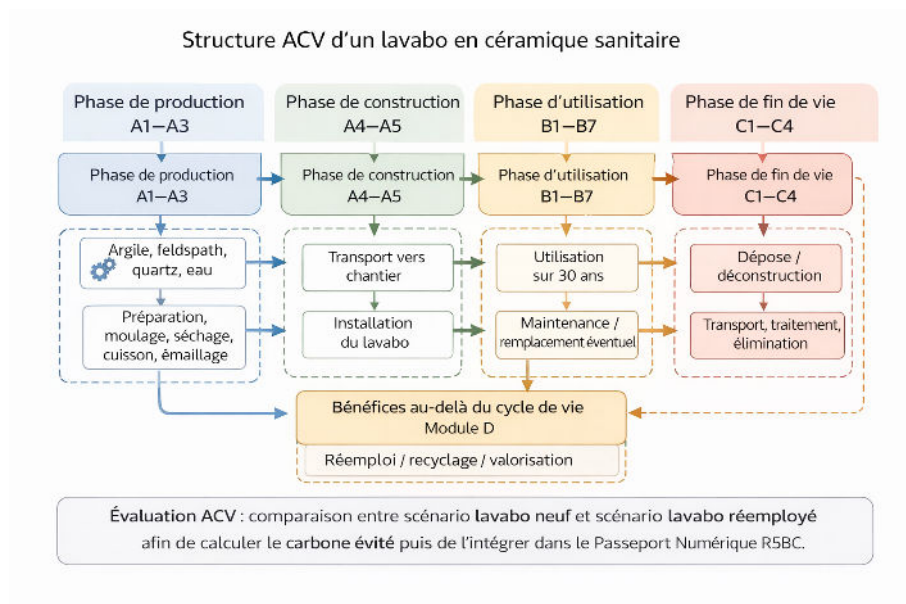


FIGURE 1 – Structure ACV d'un lavabo en céramique sanitaire selon les modules EN 15804, intégrant les phases de production, de construction, d'utilisation, de fin de vie et les bénéfices potentiels liés au réemploi ou au recyclage.

Dans ce schéma, la phase de production (**A1–A3**) comprend l’extraction et la préparation des matières premières telles que l’argile, le feldspath, le quartz et l’eau, ainsi que les opérations de préparation, moulage, séchage, cuisson et émaillage. La phase de construction (**A4–A5**) intègre le transport vers le chantier et l’installation du lavabo. La phase d’utilisation (**B1–B7**) couvre l’usage du lavabo sur une période de 30 ans, ainsi que les opérations éventuelles de maintenance ou de remplacement. La phase de fin de vie (**C1–C4**) englobe la dépose, la déconstruction, le transport, le traitement et l’élimination. Enfin, le module **D** permet d’intégrer les bénéfices potentiels liés au réemploi, au recyclage ou à la valorisation. Cette figure met également en évidence la logique comparative entre un scénario de lavabo neuf et un scénario de lavabo réemployé, dans le but de calculer le carbone évité et de l’intégrer au Passeport Numérique R5BC.

## 9.2 Exemple FDES/INIES complet pour un lavabo

La présente sous-section propose un exemple illustratif de fiche technique de type FDES/INIES, rédigé dans un style académique. Il s’agit d’un exemple de structuration utile à la fois pour un article scientifique et pour l’alimentation d’un passeport numérique de matériau dans le cadre du modèle R5BC.

### 9.2.1 Identification générale du produit

Le produit considéré est un **lavabo en céramique sanitaire vitrifiée**. Il appartient à la famille des **équipements sanitaires pour bâtiment**. L’unité déclarée ou fonctionnelle retenue est **un lavabo installé et utilisé pendant 30 ans**. Son usage correspond à des applications en **salle de bain ou sanitaire résidentiel ou tertiaire**. Le référentiel environnemental mobilisé est **INIES / FDES**, avec une **durée de vie de référence de 30 ans**.

### 9.2.2 Composition indicative

La composition indicative du lavabo peut être présentée comme suit :

Composant	Part massique indicative
Argile	35 %
Feldspath	25 %
Quartz	20 %
Eau et auxiliaires de process	10 %
Émail / finition	10 %

TABLE 2 – Composition indicative d’un lavabo en céramique sanitaire.

### 9.2.3 Frontières du système

Les frontières du système couvrent les modules suivants :

- **A1–A3** : extraction, transport amont et fabrication ;
- **A4** : transport vers chantier ;
- **A5** : pose / installation ;
- **B1–B7** : usage et entretien éventuel ;
- **C1–C4** : dépose, transport de fin de vie, traitement et élimination ;
- **D** : bénéfices potentiels de recyclage ou de réemploi.

### 9.2.4 Inventaire simplifié du scénario neuf

Un inventaire simplifié des impacts carbone du scénario neuf est présenté dans le Tableau 3.

Module	Description	Impact carbone indicatif
A1–A3	Matières premières + fabrication + cuisson	35 kgCO <sub>2</sub> e
A4	Transport vers chantier	2 kgCO <sub>2</sub> e
A5	Installation	1 kgCO <sub>2</sub> e
B	Usage	0 kgCO <sub>2</sub> e
C1–C4	Fin de vie	3 kgCO <sub>2</sub> e
Total		41 kgCO <sub>2</sub> e

TABLE 3 – Inventaire simplifié du scénario neuf pour un lavabo en céramique.

### 9.2.5 Indicateurs environnementaux complémentaires

Les principaux indicateurs environnementaux complémentaires sont les suivants :

Indicateur	Valeur indicative
Potentiel de réchauffement global (GWP)	41 kgCO <sub>2</sub> e
Consommation d'énergie primaire	520 MJ
Consommation d'eau de fabrication	95 L
Déchets non dangereux	8 kg
Déchets dangereux	négligeable

TABLE 4 – Indicateurs environnementaux complémentaires pour le lavabo étudié.

### 9.2.6 Scénario de réemploi

Dans le cadre d'un scénario R5BC, le lavabo existant est :

- déposé avec précaution ;

- nettoyé ;
- inspecté ;
- transporté ;
- réinstallé.

Les impacts indicatifs du scénario de réemploi sont donnés dans le Tableau 5.

Poste	Impact carbone
Dépose	1.2 kgCO <sub>2</sub> e
Nettoyage	0.8 kgCO <sub>2</sub> e
Inspection / contrôle	0.5 kgCO <sub>2</sub> e
Transport	1.5 kgCO <sub>2</sub> e
Réinstallation	2.0 kgCO <sub>2</sub> e
Total réemploi	6.0 kgCO <sub>2</sub> e

TABLE 5 – Impacts indicatifs du scénario de réemploi pour un lavabo en céramique.

### 9.2.7 Résultat environnemental principal

Le carbone évité grâce au réemploi du lavabo peut être calculé par :

$$CO_2^{\text{évité}} = CO_2^{\text{neuf}} - CO_2^{\text{réemploi}} \quad (5)$$

$$CO_2^{\text{évité}} = 41 - 6 = 35 \text{ kgCO}_2\text{e} \quad (6)$$

Le réemploi d'un lavabo en céramique permet donc d'éviter **35 kgCO<sub>2</sub>e par unité**.

## 9.3 Modèle mathématique ACV plus scientifique

Afin de renforcer la portée analytique de l'étude, il est possible de proposer une formulation mathématique plus générale de l'ACV appliquée au lavabo en céramique.

### 9.3.1 Définition générale

Soit un matériau ou un produit  $p$ , ici un lavabo en céramique. L'impact environnemental total sur l'ensemble du cycle de vie est défini par :

$$I_p = \sum_{m \in \mathcal{M}} I_{p,m} \quad (7)$$

où :

- $I_p$  est l'impact total du produit  $p$  ;
- $\mathcal{M}$  est l'ensemble des modules ACV ;

—  $I_{p,m}$  est l'impact du produit  $p$  pour le module  $m$ .

Dans le cas d'une ACV bâtiment selon EN 15804, l'ensemble des modules est donné par :

$$\mathcal{M} = \{A1, A2, A3, A4, A5, B1, \dots, B7, C1, C2, C3, C4, D\} \quad (8)$$

### 9.3.2 Scénario neuf

L'impact total du lavabo neuf est exprimé par :

$$I_p^N = \sum_{m \in \mathcal{M}_N} I_{p,m}^N \quad (9)$$

où :

- $I_p^N$  désigne l'impact total du scénario neuf ;
- $\mathcal{M}_N$  est l'ensemble des modules considérés dans le scénario neuf ;
- $I_{p,m}^N$  représente l'impact du lavabo neuf pour le module  $m$ .

Dans l'exemple étudié :

$$I_p^N = I_{p,A1-A3}^N + I_{p,A4}^N + I_{p,A5}^N + I_{p,B}^N + I_{p,C1-C4}^N \quad (10)$$

$$I_p^N = 35 + 2 + 1 + 0 + 3 = 41 \text{ kgCO}_2\text{e} \quad (11)$$

### 9.3.3 Scénario de réemploi

Pour le scénario de réemploi, l'impact total est donné par :

$$I_p^R = \sum_{k \in \mathcal{K}} I_{p,k}^R \quad (12)$$

où :

- $I_p^R$  est l'impact total du scénario de réemploi ;
- $\mathcal{K}$  représente l'ensemble des opérations nécessaires au réemploi ;
- $I_{p,k}^R$  correspond à l'impact de l'opération  $k$ .

Dans le cas présent :

$$\mathcal{K} = \{\text{dépose, nettoyage, inspection, transport, réinstallation}\} \quad (13)$$

Ainsi,

$$I_p^R = I_{p,\text{dépose}}^R + I_{p,\text{nettoyage}}^R + I_{p,\text{inspection}}^R + I_{p,\text{transport}}^R + I_{p,\text{réinstallation}}^R \quad (14)$$

$$I_p^R = 1.2 + 0.8 + 0.5 + 1.5 + 2.0 = 6.0 \text{ kgCO}_2\text{e} \quad (15)$$

### 9.3.4 Carbone évité

Le bénéfice environnemental du réemploi peut alors être formulé comme la différence entre l'impact du scénario neuf et celui du scénario de réemploi :

$$\Delta I_p = I_p^N - I_p^R \quad (16)$$

Dans le cas du potentiel de réchauffement global :

$$\Delta I_p^{\text{GWP}} = 41 - 6 = 35 \text{ kgCO}_2\text{e} \quad (17)$$

Cette grandeur  $\Delta I_p^{\text{GWP}}$  constitue l'indicateur central à intégrer dans le Passeport Numérique R5BC pour la traçabilité environnementale, la justification méthodologique vis-à-vis de la RE2020 et, le cas échéant, la tokenisation carbone.

### 9.3.5 Formulation généralisée multi-indicateurs

De manière plus générale, pour un ensemble d'indicateurs environnementaux  $\mathcal{J}$  tels que le potentiel de réchauffement global, la consommation d'énergie primaire, la consommation d'eau ou la production de déchets, on peut écrire :

$$I_{p,j} = \sum_{m \in \mathcal{M}} I_{p,m,j} \quad \forall j \in \mathcal{J} \quad (18)$$

Le gain environnemental lié au réemploi devient alors :

$$\Delta I_{p,j} = I_{p,j}^N - I_{p,j}^R \quad \forall j \in \mathcal{J} \quad (19)$$

Cette formulation permet d'étendre l'analyse au-delà du seul carbone, dans une logique ACV multicritère cohérente avec les pratiques avancées du secteur du bâtiment.

## 10 Conclusion

L'Analyse du Cycle de Vie constitue un outil essentiel pour évaluer les bénéfices environnementaux associés au réemploi des matériaux de construction. L'exemple du lavabo en céramique illustre comment la comparaison entre un scénario de production neuve et un scénario de réemploi permet de quantifier les émissions de carbone évitées.

L'intégration de ces calculs dans un système de Passeport Numérique R5BC, combinant traçabilité logistique, données environnementales issues d'INIES et certification

blockchain, permet de créer un cadre robuste pour la valorisation environnementale et économique des matériaux réemployés dans le secteur du bâtiment.