

Sommaire

Préface	5	PARTIE 2	
Introduction	9	Comprendre l'analyse du cycle de vie à l'échelle d'un produit de construction	47
1. Le développement durable est un oxymore.....	9	1. Qui réalise l'ACV d'un produit de construction ?.....	47
2. Le secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP) contribue largement aux effets sur l'environnement.....	10	2. Dans quels objectifs sont réalisées les ACV des produits de construction ou des équipements ?....	48
3. Le secteur du bâtiment se distingue des autres secteurs industriels par sa complexité et ses spécificités.....	10	3. Que signifient les sigles EPD et DEP, FDES et PEP ?.....	49
4. Vision globale et échelle d'observation.....	12	4. Comprendre comment sont réalisées les FDES ou DEP dans la pratique.....	50
5. L'analyse du cycle de vie (ACV) dans le bâtiment.....	12	4.1 Première phase : définir les objectifs et le champs de l'étude.....	50
PARTIE 1		4.2 Seconde phase : la réalisation de l'inventaire du cycle de vie (ICV).....	55
Comprendre l'approche analyse du cycle de vie (ACV)	13	4.3 Troisième phase : l'évaluation des impacts environnementaux.....	55
1. Qu'est-ce que l'ACV ? Les grands principes.....	13	4.4 Quatrième phase : l'interprétation des résultats.....	57
1.1 L'ACV : la méthode en 4 phases.....	13	5. Qu'est-ce qu'une donnée vérifiée ?.....	58
1.2 Les usages de l'ACV.....	15	6. Où trouver les ACV des produits de construction ?.....	58
2. L'histoire de l'ACV.....	17	6.1 La Base INIES, base de référence pour les données environnementales et sanitaires des produits et équipements de la construction.....	58
2.1 L'apparition de l'ACV dans l'industrie.....	17	6.2 Autres initiatives françaises, européennes et internationales.....	58
2.2 Entrée en scène de l'ACV dans le monde du bâtiment.....	18	6.3 Sur quels critères choisir une base de données ?.....	60
2.3 Vers la normalisation.....	19	6.4 Pourquoi ne pas comparer des valeurs issues de bases de données différentes ?.....	61
2.4 L'état des lieux fin 2017 : de la normalisation à la réglementation.....	21	7. Fiches pratiques	62
3. Des notions indispensables pour comprendre l'ACV	25	7.1 L'ACV permet-elle de valoriser un produit recyclé ?.....	62
3.1 Quelles sont les grandes étapes du cycle de vie ?.....	25	7.2 Est-ce que l'ACV permet de valoriser et de choisir un produit d'origine locale ?.....	70
3.2 Qu'est-ce que l'unité fonctionnelle ?.....	26	7.3 Est-ce que l'ACV permet de valoriser les produits naturels, les éco-matériaux et les matériaux biosourcés ?.....	74
3.3 Quelques règles méthodologiques.....	27		
4. L'évaluation des impacts sur l'environnement	30		
4.1 Les atteintes à l'environnement : de quoi parle-t-on ?.....	30		
4.2 Des flux d'inventaire aux indicateurs.....	30		
4.3 Le jeu d'indicateurs dans les normes françaises.....	32		
4.4 Les indicateurs : de l'épuisement des ressources à la production de polluants et de déchets.....	34		
5. Les limites de l'ACV, lecture critique	44		
6. Comment l'ACV se positionne-t-elle vis-à-vis d'autres démarches ?	45		
6.1 ACV et écolabel.....	45		
6.2 ACV et bilan carbone.....	45		
6.3 ACV et calcul en coût global.....	46		

PARTIE 3**Réaliser une analyse du cycle de vie à l'échelle d'un bâtiment.....77**

1. Pourquoi réaliser l'ACV de votre bâtiment ?.....77	77
1.1 Pour concevoir son bâtiment.....78	78
1.2 Pour répondre aux exigences réglementaires de la RE2020.....78	78
1.3 Pour valoriser la conception de son bâtiment par l'obtention d'une certification environnementale et/ou d'un label..... 81	81
1.4 Pour un bon bâtiment du point de vue environnemental..... 86	86
2. Les grands principes de la réalisation d'une ACV bâtiment et ses spécificités.....87	87
2.1 Fondamentaux et périmètre de l'ACV en RE2020.....87	87
2.2 Approche modulaire : des EPD aux ACV bâtiment..... 88	88
2.3 Des 17 modules des FDES aux 17 modules d'une ACV bâtiment..... 88	88
2.4 Les contributeurs.....92	92
2.5 Le choix du type d'étude et de la finesse des données dans la description du bâtiment..... 95	95
2.6 Méthode de calcul de l'ACV en RE2020 : l'ACV dynamique simplifiée.....97	97
2.7 Les autres méthodologies d'ACV en bâtiment non réglementaire.....97	97
3. Les bâtiments au prisme de l'ACV : les chiffres clés..... 98	98
3.1 Introduction..... 98	98
3.2 Les chiffres qui justifient la réalisation des ACV..... 98	98
4. Réaliser une ACV d'un bâtiment aux différents stades d'avancement d'un projet..... 102	102
4.1 Programmation.....102	102
4.2 Conception.....106	106
4.3 Réalisation – Réception.....117	117
4.4 Exploitation – Réhabilitation.....120	120
4.5 Fin de vie du bâtiment.....127	127

PARTIE 4

Conclusion..... 125	125
----------------------------	------------

PARTIE 5

Bibliographie..... 127	127
-------------------------------	------------

PARTIE 6

Liste des abréviations..... 129	129
--	------------

6. Comment l'ACV se positionne-t-elle vis-à-vis d'autres démarches ?

Si l'ACV apparaît comme un outil incontournable pour une évaluation environnementale pertinente, ce n'est pas la seule méthodologie utilisée pour communiquer sur l'impact environnemental. Nous présentons ici plusieurs démarches développées dans d'autres pays, par d'autres secteurs, ou avec d'autres objectifs.



Figure 19 : Étiquetage d'une peinture à destination du bâtiment titulaire de l'Écolabel européen

6.1 ACV et écolabel

Nous avons présenté plus haut les normes internationales qui encadrent la communication environnementale tous secteurs d'activité confondus, en citant notamment l'ISO 14025 qui a pour objectif d'encadrer l'étiquetage environnemental de type III. C'est ce texte qui fait référence à l'ACV et concerne essentiellement la communication de type « BtoB ». Il existe d'autres normes en la matière. L'ISO 14020 « Étiquettes et déclarations environnementales – principes généraux » décrit les différentes façons de communiquer sur la qualité environnementale d'un produit. L'ISO 14024 présente l'étiquetage de type II, et sert de cadre aux procédures de labellisation environnementale.

La démarche de labellisation diffère très sensiblement de l'ACV.

L'objectif de la labellisation est de sélectionner et de valoriser, parmi les produits disponibles pour une fonction donnée, les meilleurs, soit la tranche supérieure du point de vue de la performance visée. Les produits sélectionnés se voient attribuer un « label », généralement illustré par un logo distinctif. La dynamique de la procédure résulte des progrès réalisés par les produits non labellisés, qui conduisent à relever le niveau de performance requis pour le label, pour éviter l'attribution du label à une proportion trop élevée de produits.

La labellisation est plutôt adaptée à une communication « BtoC », et la performance mesurée servant de critère de labellisation est une valeur unique. Un label est généralement associé à une procédure de certification.

Sur la thématique de la qualité environnementale, dont on a vu le caractère éminemment multicritère, cette valeur unique est nécessairement réductrice. Il peut s'agir d'un seul indicateur mesurant un effet sur l'environnement parmi tous ceux présentés plus haut, ou d'une valeur unique, résultat d'une pondération de plusieurs de ces indicateurs, selon un modèle pas toujours explicite. En général, les labels environnementaux développés à l'échelle nationale ou internationale utilisent des critères correspondant à certains indicateurs retenus dans une ACV, mais n'ont pas la complétude ni la transparence d'une ACV.

Dans le secteur du bâtiment, prenons l'exemple de l'écolabel européen appliqué aux peintures et vernis. La procédure concerne toutes les peintures, et certaines d'entre elles sont des produits destinés aux bâtiments. Par exemple, l'étiquetage d'une huile pour parquet vendue en France précise de façon assez succincte et plutôt imprécise les 3 critères retenus pour la délivrance de cet écolabel :

- » bonnes performances pour une utilisation à l'intérieur ;
- » usage limité de substances dangereuses ;
- » faible teneur en solvants.

Cette procédure atteint son objectif, en tant qu'incitation des industriels à rechercher et à mettre en place l'amélioration de leurs produits, mais les retours des professionnels sur le cas précis des peintures et vernis illustrent le risque d'une approche incomplète, car ils soulignent pour certaines d'entre elles la difficulté d'application, ou le faible pouvoir couvrant, critères non pris en compte dans le référentiel de labellisation.

6.2 ACV et bilan carbone

Au Royaume Uni, la lutte contre le changement climatique a été identifiée comme axe prioritaire au niveau national. Les initiatives des pouvoirs publics et des divers acteurs tendent vers l'objectif unique du « zéro carbone ». Certes l'indicateur « changement climatique » est important, et le renseigner précisément est essentiel pour une ACV, mais le considérer seul est une approche monocritère contraire à ses principes de base. Dans la construction, cette orientation monocritère pousse les différents acteurs à réduire essentiellement la consommation énergétique du bâtiment durant sa vie en œuvre, principale source d'émission de GES, sans suivre simultanément les conséquences de ce choix sur les autres effets sur l'environnement. Viser seulement le zéro carbone dans l'évaluation d'un projet de bâtiment peut conduire à des solutions permettant des consommations d'énergie quasi nulles pendant l'étape d'utilisation, mais nécessitant la mise en œuvre de solutions techniques sophistiquées (par exemple des triples ou quadruples vitrages) qui vont avoir des conséquences importantes sur l'indicateur de consommation de matières non énergétiques.

4.2 Seconde phase : la réalisation de l'inventaire du cycle de vie (ICV)

L'inventaire de cycle de vie ou ICV est le bilan de l'ensemble des flux entrants et sortants du système étudié sur tout le cycle de vie.

Le prestataire ACV accompagne l'industriel dans la collecte de ces données : il s'agit d'exploiter toutes les factures de l'usine pour une période donnée. Quelles sont les consommations d'eau, d'énergie, de consommables, de matières premières, etc., pour l'année (ou la période) choisie ?

En général, les données spécifiques (c'est-à-dire les données réelles issues du fabricant) collectées sur le produit étudié sont principalement liées à la 1^{re} étape du cycle de vie. Elles concernent sa production (« *from cradle to gate* », soit du berceau à la porte de l'usine [A1-A3]) ainsi que son transport et sa mise en œuvre sur chantier [A4-A5]. Au-delà, le fabricant connaît moins bien son produit et la collecte des données devient bien souvent impossible.

Les données liées aux étapes B (utilisation) et C (fin de vie) sont plus souvent basées sur des scénarios génériques déterminés conjointement par le producteur et le prestataire réalisant l'ACV.

Étapes et modules

Les informations dans une déclaration environnementale sont organisées en 17 modules (ce sont les modules A1 jusqu'à A5, B1 à B7, C1 à C4 et le module D) selon la NF EN 15804.

Le cycle de vie est découpé en 4 étapes, correspondant chacune à plusieurs modules.

- A1-A3 Production
- A4-A5 Construction
- B Utilisation
- C Fin de vie

La collecte des données se fait successivement et par processus. Chacun des flux est ensuite décomposé en flux élémentaires. Un flux élémentaire (au sens de la norme ISO 14040), c'est une quantité de matière ou d'énergie entrante dans un processus, puisée dans l'environnement sans transformation humaine préalable ou sortante (rejetée dans l'environnement). Le ciment n'est pas un flux élémentaire. Mais, le calcaire, produit de base du ciment et directement extrait des carrières, ou le charbon sont des flux élémentaires.

Ainsi, les informations sur les consommations énergétiques (consommations d'électricité et combustibles, mais également énergie récupérée) et les consommations non énergétiques qui intègrent les consommations d'eau sont collectées (doivent être collectées les consommations d'eau issue du réseau d'eau potable, mais également les consommations d'eau de pluie, etc.).

Toutes ces données sont ensuite ramenées au flux de référence, qui permet ensuite de remonter à la quantité de produit contenue dans l'unité fonctionnelle. Celle-ci a été définie dans la phase précédente, en concertation avec le responsable de la réalisation de l'ACV.

Il s'agit de la quantité du produit pour lequel la collecte est effectuée. Par exemple, 100 m² de produit ou un rouleau de 30 m² ou 3 h de production du produit. C'est à cette phase que les règles d'allocation décidées précédemment sont utilisées.

On obtient ainsi des listes de plusieurs centaines de flux élémentaires entrants et sortants. Ces flux sont ensuite utilisés pour calculer les potentiels d'impact sur l'environnement.

Qui intervient ?

Le prestataire réalisant l'ACV échange avec l'industriel au travers de questionnaires détaillés de collecte de données.

4.3 Troisième phase : l'évaluation des impacts environnementaux

Cette troisième phase permet de passer de l'ensemble des flux (plusieurs centaines) à un nombre restreint d'aspects environnementaux (indicateurs d'impacts et indicateurs de flux) permettant une mesure de l'impact environnemental provoqué par le produit étudié.

Par exemple, l'indicateur de potentiel d'impact changement climatique correspond à la somme du pouvoir radiatif de différents gaz à effet de serre : citons le dioxyde de carbone (CO₂), la vapeur d'eau (H₂O), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O). Pour calculer le potentiel de changement climatique, chacun des flux est traduit en équivalent CO₂, cela permet de regrouper sous une seule valeur l'effet additionné de tous les gaz qui contribuent à l'accroissement de l'effet de serre. Ainsi, par définition l'effet de serre attribué au CO₂ est fixé à 1 (le CO₂ est l'étalon) et celui des autres substances est exprimé en relatif par rapport au CO₂.

En résumé

La classification : c'est l'étape qui consiste à retenir les flux pour le calcul d'un indicateur en particulier.

La caractérisation : c'est l'étape qui consiste à pondérer ces différents flux pour obtenir l'indicateur d'impact.

Remarque

Un flux donné peut contribuer à différents indicateurs d'impacts. Par exemple, l'usage du charbon est comptabilisé dans l'aspect « Consommations de ressources énergétiques non renouvelables » et dans l'aspect « Épuisement des ressources abiotiques ».

Cette pondération se base sur des travaux scientifiques reconnus et relativement consensuels. Les méthodes retenues sont indiquées dans les normes.

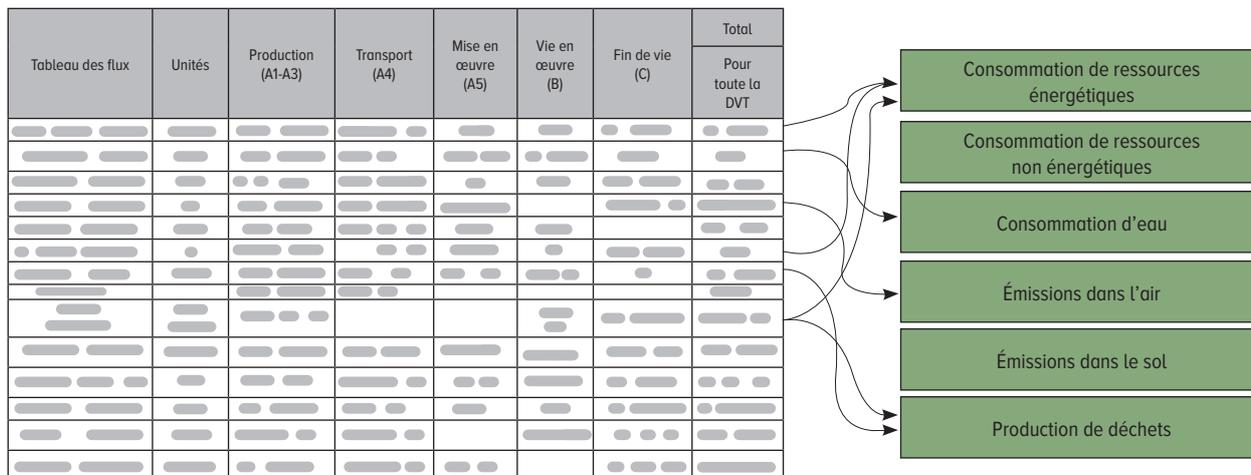


Figure 24 : De l'inventaire de cycle de vie aux indicateurs : les étapes de classification et de caractérisation

Voici les étapes permettant de calculer l'indicateur « changement climatique » pour un produit donné.

Ci-dessous est présenté un extrait du tableau des flux participant à la pollution de l'air de manière générale. Ce tableau est le résultat de la phase de classification. Il présente les flux étape par étape (les valeurs sont exprimées par unité fonctionnelle pour toute la durée de vie) puis affiche le total pour toute la durée de vie typique du produit (DVT).

Tableau 8 : Extrait d'un inventaire du cycle de vie

Tableau des flux	Unités	Production (A1-A3)	Transport (A4)	Mise en œuvre (A5)	Vie en œuvre (B)	Fin de vie (C)	Total
							Pour toute la DVT
Méthane (CH ₄)	g	20	0	0	0	0	20
Dioxyde de Carbone (CO ₂)	g	2 250	1,5	0	0	0	2 251,5
Monoxyde de Carbone (CO)	g	2,5	0,005	0	0	0,003	2,508
Oxydes d'Azotes (NO _x en NO ₂)	g	5	0,02	0	0	0,015	5,035
Protoxyde d'Azote (N ₂₀)	g	0,02	0,0002	0	0	0,00015	0,02035

- » Le modèle économique associé : certains outils fonctionnent avec un système de licence, d'abonnement, etc. N'oubliez pas que nombre d'outils disposent de conventions avec l'Éducation nationale ou le ministère de la Recherche pour proposer un accès gratuit aux étudiants. De même, les outils peuvent proposer des versions de démonstration. Ces licences éducatives et temporaires ne vous permettront pas de faire des études dans le cadre de contrat, mais peuvent vous permettre d'explorer les fonctionnalités des outils avant de faire votre choix.
- » Le type d'outil : en ligne et accessible depuis n'importe quelle connexion internet ou un outil à installer sur un poste donné.

Une liste des outils reconnus conformes à l'application de la RE2020 est disponible sur <https://rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr/logiciels-a619.html>

Tableau 25 : Outils disponibles

Outil	Éditeur	Site internet de l'éditeur
NovaEQUER	Armines et Izuba	www.izuba.fr/logiciel/equer
E-Licco	Cycleco	www.e-licco.cycleco.eu
Cocon-BIM	Eosphère SARL	www.cocon-bim.fr
Elodie	CSTB	www.elodie-cstb.fr
THERMACV	Perrenoud	www.logicielsperrenoud.com

Des outils belges, suisses, existent également. Citons par exemple : Eco-Bat (Suisse, diffusé par le LESBAT, utilise les bases de données Ecoinvent et Kbob), GaBi, Built-it...

4.2.2.2 Réaliser un premier calcul ACV complet et détaillé

A. Pour le contributeur « produits, matériaux et équipement »

Le bâtiment est découpé en 13 lots.

Tableau 26 : Découpage en 13 lots

1.	VRD et aménagements extérieurs de la parcelle
2.	Fondations et infrastructure
3.	Superstructure – Maçonnerie
4.	Couverture – Étanchéité – Charpente – Zinguerie
5.	Cloisonnement – Doublage – Plafonds suspendus – Menuiseries intérieures
6.	Façades et menuiseries extérieures
7.	Revêtements des sols, murs et plafonds – Chape – Peintures – Produits de décoration
8.	CVC (Chauffage – Ventilation – Refroidissement – Eau chaude sanitaire)
9.	Installations sanitaires
10.	Réseaux d'énergie (courant fort)
11.	Réseaux de communication (courant faible)
12.	Appareils élévateurs et autres équipements de transport intérieur
13.	Équipement de production locale d'électricité

Un premier inventaire détaillé peut être réalisé sur les lots pour lesquels des informations sont d'ores et déjà existantes (lots 1, 2, 3 et 4). Sur les autres lots, vous pouvez utiliser des ratios. Jusqu'à la réalisation de l'ouvrage, le calcul environnemental va se détailler au fur et à mesure que des données sont rendues disponibles.

B. Faut-il viser l'exhaustivité de l'étude ?

En ACV, il existe un principe, dit de « la règle de coupure ». Cette règle autorise des simplifications dans la réalisation de l'inventaire du cycle de vie. La certification allemande DGNB a retenu une règle de coupure de 5 %. Ainsi la somme des éléments négligés ne doit pas représenter plus de 5 % de la masse du bâtiment. Et tout ce qui représente plus de 1 % en masse du bâtiment ou 1 % des consommations d'énergie primaire ou des indicateurs principaux doit être pris en compte dans l'ACV.

Attention, si on fait l'hypothèse qu'un mètre carré de bâtiment pèse environ deux tonnes, pour une maison de cent mètres carrés, cela reviendrait à négliger deux tonnes de produits et matériaux si une règle de coupure de 1 % est prise en compte.

Remarque

Chacune des ACV unitaires, relatives aux différents produits de construction, équipements installés dans le bâtiment intègre déjà des éléments de simplification sur le même principe de règle de coupure.

Visiez la qualité, mais adaptez vos exigences au regard de vos objectifs et marges de manœuvre réelles. Il est préférable de passer du temps à optimiser la structure ou de comparer différents revêtements de sol plutôt que de passer des jours à chercher la longueur précise des garde-corps installés.

Aujourd'hui, nous n'avons pas encore assez de recul sur les modélisations détaillées des bâtiments pour identifier des produits ou équipements que nous pourrions négliger de manière récurrente. D'autant plus que l'idée reste d'emmener dans la démarche d'amélioration tous les fabricants de produits, quelle que soit la contribution de leur produit à l'échelle du bâtiment.

C. Que faut-il analyser ?

Il est peu pertinent de réaliser un calcul ACV si la phase d'interprétation des résultats est oubliée. Cette phase est compliquée : elle implique de regarder de nombreux critères et de considérer les résultats au regard des limites de l'étude.

Identifiez objectivement le niveau de complétude de votre étude. Faites-vous une grille de lecture et évaluez chacun des lots. Cette grille peut être du type :

- 0 – lot non renseigné
- 1 – lot très lacunaire
- 2 – des manques identifiés
- 3 – lot complet