

**Les**  
**ressources**

FICHE TECHNIQUE

# ANALYSES DE CYCLE DE VIE EN RÉNOVATION

REGARD CRITIQUE  
SUR LES MÉTHODES EXISTANTES



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



## **PRÉSENTATION DE LA SÉRIE**

Cette série de fiches traite des grands principes et enjeux de la gestion de patrimoine immobilier. Elle décrypte les réglementations qui s'imposent aux gestionnaires de bâtiment et propose des retours d'expérience et des clés d'action et de réussite.

## INTRODUCTION

---

L'analyse de cycle de vie (ACV) est une méthode normalisée (normes ISO 14040 et 14044) qui permet d'analyser l'impact environnemental d'un bâtiment, d'un produit ou d'un service, tout au long de son cycle de vie. L'ACV peut être considérée comme un outil d'aide à la décision. En effet, elle permet de comparer les produits, de guider les décisions stratégiques en matière de développement de sélection et de choix de procédés de fabrication. Elle permet aussi d'analyser la performance environnementale ou encore d'élaborer des politiques publiques. Elle contribue à une meilleure gestion des ressources et à une réduction de l'empreinte carbone des projets. En France, cette méthode est de plus en plus utilisée dans le domaine du bâtiment, notamment depuis l'entrée en vigueur de la RE2020. Celle-ci rend en effet obligatoire la réalisation d'une ACV sur 50 ans pour les projets de bâtiments neufs. Ce calcul est réalisé en ACV dynamique<sup>1</sup>. Dans le cadre de projets de rénovation de bâtiments, le recours à l'ACV est encore peu développé mais les exemples commencent à se multiplier. Dans un contexte où les maîtrises d'ouvrage cherchent à identifier les priorités d'intervention, l'ACV pourrait être utilisée pour comparer, d'un point de vue environnemental, plusieurs scénarios de travaux, voire une rénovation par rapport à une construction neuve, et ainsi apporter un nouveau critère de choix.

Cette fiche a pour vocation de présenter les quatre méthodes d'ACV connues ou recensées pouvant être appliquées aux projets de rénovation de bâtiments existants.

---

1. Cette méthode applique un coefficient de pondération qui tient compte de l'année d'émission. Ainsi, les émissions qui ont lieu en début de cycle de vie ont un poids plus important que celles émises en fin de vie du bâtiment.

## SOMMAIRE

---

1 • Quels points communs et différences avec l'ACV des constructions neuves ?	5
2 • Comment réaliser une ACV en rénovation ?	6
3 • Les méthodes recensées en France	7
4 • Présentation des 4 méthodes existantes	9
5 • Les différents indicateurs d'émission calculés par les méthodes	12
6 • Contraintes et limites de l'ACV en rénovation	13
7 • Conclusion	16



## POURQUOI RÉALISER UNE ACV EN RÉNOVATION ?

Le calcul des émissions de carbone d'un projet peut permettre au maître d'ouvrage de :

- comparer l'ACV d'un projet de rénovation à l'ACV du même bâtiment qui ne serait pas rénové ;
- comparer différents scénarios de rénovation entre eux ;
- comparer un projet de déconstruction/reconstruction à un projet de rénovation ;
- estimer le bilan carbone associé aux économies d'énergie réalisées suite à des travaux énergétiques.

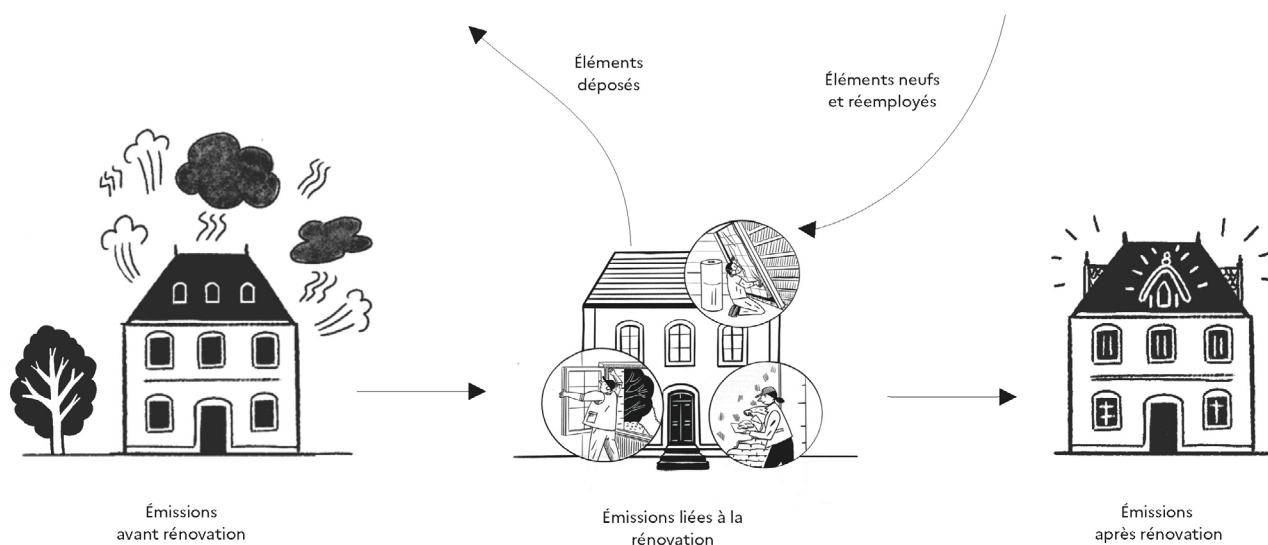
On parle alors parfois « d'émissions évitées » ou de « réduction d'émissions » ;

- estimer le temps d'amortissement carbone caractérisé par le temps de retour carbone (TRC) ;
- estimer, pour un gestionnaire de bâtiment, les émissions de gaz à effet de serre (GES) d'une rénovation, dans le cadre par exemple d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre (BEGES<sup>2</sup>) ou pour un rapport d'activité extra-financier : ESG, CRREM, SBTi<sup>3</sup> ...

**Elle peut également être utilisée pour calculer le temps de retour carbone<sup>4</sup> (TRC)**, d'un projet de rénovation. À l'instar de l'ACV des bâtiments neufs, les approches actuelles de l'ACV rénovation s'intéressent principalement à un indicateur, l'indicateur « réchauffement climatique » (exprimé en kg CO<sub>2</sub> équivalent), parmi les 36 indicateurs de la norme 15804 + A2.

Aujourd'hui, l'ACV devient un enjeu pour l'obtention de labels et autres démarches volontaires en rénovation. Historiquement, cette méthodologie a préfiguré des réglementations, comme avec E+C- pour la RE 2020 et les constructions neuves.

Les méthodes présentées n'ont pas les mêmes objectifs, ne nécessitent pas les mêmes données d'entrée et ne produisent pas les mêmes résultats. Ainsi, en l'absence de méthode réglementaire de référence, selon l'objectif de la maîtrise d'ouvrage (MO), une méthode peut être privilégiée par rapport aux autres.



*Schéma du cycle de vie d'un bâtiment rénové.*

2. Le dispositif des bilans d'émissions de gaz à effet de serre (BEGES) est encadré par l'article L. 229-25 du Code de l'environnement.

3. Sigle ESG : critères Environnementaux, Sociaux et de Gouvernance sont les trois critères que les investisseurs examinent avant de prendre des décisions d'investissement liées à la performance extra-financière des entreprises.

Le CRREM, Carbon Risk Real Estate Monitor, est un outil Excel développé par un consortium européen et financé par l'Union européenne. L'objectif de cet outil est de permettre une projection des actifs immobiliers sur une trajectoire compatible avec les ambitions climatiques de l'UE.

La SBTi, Science-based Target Initiative, est un projet destiné à contribuer à la lutte contre le réchauffement climatique via l'engagement des entreprises.

4. Définition du TRC chapitre 3.1



# 1 • QUELS POINTS COMMUNS ET DIFFÉRENCES AVEC L'ACV DES CONSTRUCTIONS NEUVES ?

## 1.1 Quelques rappels sur l'ACV dans la RE 2020

L'impact carbone des constructions neuves est calculé à partir des émissions de GES des quatre contributeurs suivants :

- **les composants** : produits de construction et équipements (PCE) qui composent le bâtiment et présents sur la parcelle ;
- **l'énergie** : l'énergie consommée par le chauffage, l'eau chaude sanitaire, le refroidissement, l'éclairage, la ventilation et les auxiliaires, éventuellement les déplacements internes au bâtiment et l'éclairage des parkings, lors de la phase d'utilisation du bâtiment ;
- **l'eau** : consommation d'eau du bâtiment et de sa parcelle, gestion des eaux pluviales et de leur assainissement lors de la phase d'utilisation ;
- **le chantier** : consommations d'énergie, consommations et rejets d'eau du chantier, évacuation et traitement des déchets de terrassement.

Le calcul carbone du contributeur « composants » repose sur une approche dynamique sur 50 ans. Cette approche, par opposition à une approche statique, prend en compte la temporalité des émissions et les effets du stockage du carbone dans le bâtiment. L'instant auquel a lieu l'émission de CO<sub>2</sub> est pris en compte : plus une émission a lieu tôt dans la vie du bâtiment, plus il y a de certitudes qu'elle se produise et donc elle a un impact fort.

À l'inverse, plus l'émission est tardive dans la vie du bâtiment, plus elle est incertaine : elle est donc considérée avec un poids moindre.

## 1.2 Points communs avec l'ACV rénovation

Les quatre méthodes disponibles pour l'ACV rénovation sont développées par l'Alliance HQE, le label BBCA, le Hub des prescripteurs bas carbone, et le bureau d'étude Verso dans le cadre de l'étude Perf In Mind II (PIM II).

Les méthodes développées par les trois premiers calculent les émissions carbone des quatre contributeurs de la RE 2020 sur une durée de 50 ans.

La méthode PIM II a pour seul point commun avec la RE 2020 le calcul du contributeur énergie.

Enfin, seul le label BBCA utilise un seuil maximum pour chacun des indicateurs, afin d'obtenir la labellisation.

## 1.3 Différences avec l'ACV rénovation ?

Le calcul « ACV rénovation » est statique, et non dynamique, pour l'ensemble des méthodes.

Aujourd'hui, il n'existe pas de conversion simple pour passer d'un calcul statique à un calcul dynamique. En effet, il est nécessaire de réaliser à nouveau les ACV de chaque produit et de chaque équipement, en prenant en compte la temporalité des émissions.

Certaines méthodes estiment également les émissions résiduelles des éléments conservés et celles des éléments déposés (lorsque la durée de vie de référence des composants n'est pas atteinte).

C'est en effet une des spécificités d'un chantier de rénovation, par rapport à un chantier de construction neuve. La durée de vie étudiée est de 30 ans, et non 50, pour la méthode PIM II. Cette méthode fait également l'évaluation carbone des composants, mais ne s'appuie que sur les éléments qui ont un impact direct sur les consommations d'énergie.

**La comparaison entre un projet neuf et une rénovation n'est donc pas directement évidente. Le maître d'ouvrage devra être conscient des biais générés.**

**Dans le cadre d'une comparaison avec démolition préalable d'un bâtiment existant, les émissions associées à la démolition pourraient être intégrées au bâtiment neuf et non au bâtiment existant comme défini par la réglementation RE 2020**

## 2 • COMMENT RÉALISER UNE ACV EN RÉNOVATION ?

### 2.1 Les données nécessaires

Pour réaliser une ACV en rénovation, il est absolument nécessaire de disposer des éléments suivants :

#### Diagnostic du bâtiment existant :

- date de construction et historique des précédentes rénovations et des travaux d'entretien, maintenance ;
- données de consommations énergétiques par type d'énergie ;

#### Scénario(s) de rénovation :

- quantités et descriptifs des éléments neufs ajoutés lors de la rénovation, afin de leur associer une donnée environnementale ;
- estimation des consommations d'énergie après rénovation (les consommations énergétiques représentent une part importante de l'empreinte carbone d'un bâtiment. Ces hypothèses de consommations post-rénovation sont donc dimensionnantes dans l'estimation de la performance carbone d'un bâtiment).

Les éléments suivants seront nécessaires selon la méthode employée : quantités et descriptifs des éléments conservés (information sur l'âge et la Durée de Vie de Référence (DVR) de ces éléments) :

- quantités et descriptifs des éléments déposés (information sur l'âge et la DVR de ces éléments) et devenir éventuel (élimination, recyclage, réemploi...) ;
- quantités et descriptifs des éléments issus de la filière du réemploi (information sur l'âge, la DVR et l'origine de ces éléments) ;
- consommations d'eau sur l'ensemble des usages du bâtiment avant rénovation (potabilisation de l'eau consommée, traitement des eaux usées, gestion des eaux pluviales) ;
- éléments permettant d'obtenir une estimation des consommations d'eau après rénovation ;
- éléments liés à la phase chantier des travaux pour aboutir au bâtiment rénové : durée du chantier, temps d'utilisation des grues et engins, volume des terres excavées et évacuées, distance entre le chantier et le lieu d'évacuation des terres, consommations d'énergie et d'eau de la phase chantier et production de déchets de cette phase ;
- date de mise en œuvre des éléments « absolument fonctionnels<sup>5</sup> » avec leur DVR.

### 2.2 Les compétences techniques requises

Quelle que soit la méthode utilisée en ACV rénovation, il est nécessaire de maîtriser :

- les calculs d'ACV réglementaires ;
- la base de données INIES ;
- l'analyse de CCTP et DPGF de travaux ;
- l'analyse des résultats pour identifier les éventuels biais liés à des hypothèses sur les données d'entrée.

Par ailleurs, des compétences et de solides connaissances en maîtrise d'œuvre sont également essentielles pour bien s'approprier les données du projet et éviter des erreurs de quantités ou des oublis de matériaux. Par exemple, pour comptabiliser des plaques de BA13 pour des cloisons légères, l'erreur serait d'oublier de doubler la superficie. En effet, il y a deux plaques, une de chaque côté de la cloison. Une autre erreur possible porte sur la prise en compte des carrelages, l'erreur serait d'oublier la colle à carrelage nécessaire à la pose. Ces erreurs ont été constatées par l'AICVF<sup>6</sup>.

### 2.3 Les outils à utiliser

En fonction de la méthode utilisée, les outils seront différents :

- la méthode utilisée par le Hub des prescripteurs bas carbone repose sur l'utilisation du logiciel *MaestroEnv rénovation* du CSTB (non commercialisé à la date de publication de cette fiche). Ce logiciel nécessitera un accès sous licence ;
- l'utilisation des méthodes de l'Alliance HQE et du label BBCA rénovation nécessite un logiciel compatible avec le référentiel « Énergie carbone » et connecté à la base INIES ;
- l'étude PIM II utilise une feuille de calcul.

Néanmoins, si le maître d'ouvrage souhaite uniquement obtenir une estimation des émissions de carbone des éléments neufs, conservés ou déposés, une feuille de calcul peut suffire. Les logiciels permettent un gain de temps grâce à l'accès direct à la base INIES et à l'automatisation des calculs.

5. Éléments absolument fonctionnels : menuiseries extérieures (y compris opaques), chauffe-eau et ballon de stockage, radiateurs et réseau de distribution, équipement de production de chaleur, sans changement du vecteur énergétique.

6. AICVF : Association des ingénieurs et techniciens en climatique, ventilation et froid.

## 3 • LES MÉTHODES RECENSÉES EN FRANCE

Quatre méthodes d'ACV en rénovation peuvent être mobilisées :

- la méthode NZC rénovation élaborée par l'Alliance HQE ;
- la méthode quartier énergie carbone (QEC), utilisée par le Hub des prescripteurs bas carbone ;
- la méthode du label BBCA rénovation ;
- la méthode développée pour l'étude Perf en Mind.



Istock - CHUNYIP WONG

### 3.1 Les objectifs de chaque méthode

Les trois premières sont déjà bien connues par les professionnels de l'ACV. La dernière est une méthode ACV développée dans le cadre du second volet de l'étude sur la rénovation performante des maisons individuelles : Perf In Mind (PIM II).

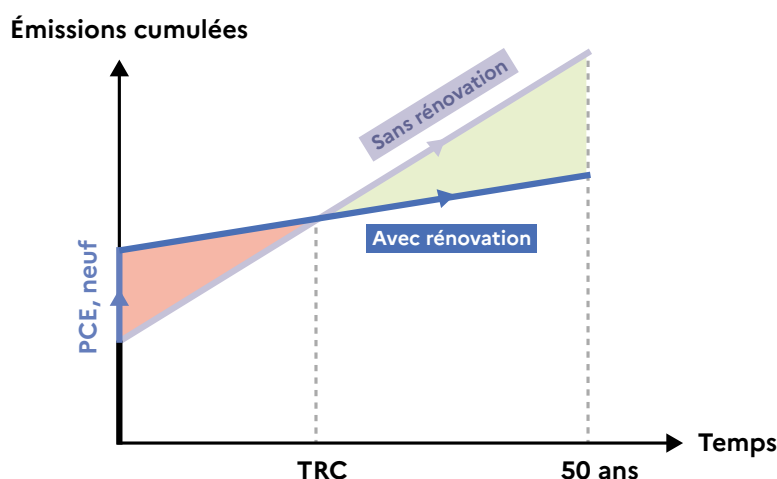
**La méthode NZC rénovation de l'Alliance HQE** a pour objectif de trouver des leviers d'action efficaces pour la réduction des émissions de carbone dans les bâtiments existants. Pour cela, une méthode d'ACV rénovation a été développée pour permettre d'évaluer les émissions de carbone et d'optimiser celles-ci.

**La méthode QEC** a pour objectif l'évaluation quantitative et prédictive de la performance carbone et énergétique d'un quartier (ou d'un projet d'aménagement) grâce à des ACV, et à partir d'un programme. Cette méthode est conçue pour être mobilisée dans les phases amont de conception du projet. Elle a été utilisée et adaptée par le **Hub des prescripteurs bas carbone** dans une étude visant à comparer l'impact de la rénovation de bâtiments à l'impact d'une démolition suivie d'une reconstruction neuve.

**Le label BBCA** a pour objectif d'inciter les projets de rénovation à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) sur le cycle de vie du bâtiment et à stocker le carbone afin de tendre vers la neutralité carbone.


**Enfin, l'objectif du second volet de l'étude PIM** est d'évaluer la performance de nouveaux projets rénovés sur un périmètre géographique élargi et de proposer de nouvelles méthodologies comme l'analyse en cycle de vie et en coût global. Par ailleurs, plusieurs méthodes utilisent un nouvel indicateur : le temps de retour carbone (TRC). Le TRC correspond au temps nécessaire pour que les économies de carbone générées par une rénovation compensent l'investissement initial en carbone de la rénovation.

Ainsi, le point commun de ces différentes méthodologies est d'utiliser l'ACV comme outil permettant d'estimer les émissions de GES des bâtiments rénovés et de les comparer à celles émises en phase d'usage par les bâtiments avant rénovation ou par d'autres projets. Le bilan s'exprime en kg eq CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> et/ou en pourcentage de gain carbone.



Notion de temps de retour carbone.

**Temps de retour carbone brut\***



$$\frac{50 \text{ EGES}_{\text{PCE/NEUF}}}{\text{EGES}_{\text{ÉNERGIE AVANT}} - \text{EGES}_{\text{ÉNERGIE TOT}}}$$

**EFFORT DE RÉNOVATION\***

**≈**

**GAIN EN EXPLOITATION**

NZC rénovation, 2021, Alliance HQE-GBC



**TABLEAU 1 : COMPARAISON SIMPLIFIÉE DES USAGES  
DES DIFFÉRENTES MÉTHODES ACV EN RÉNOVATION, POUR LES MO**

	Alliance HQE	QEC par le Hub des prescripteurs bas carbone	Label BBCA	PIM II
Comparaison d'un projet avant / après rénovation	Oui	Oui (saisie simplifiée possible)	Non	Oui
Comparaison de différents scénarios de rénovation sur les matériaux	Oui	Oui	Oui	Rénovation thermique seulement
Comparaison de différents scénarios de rénovation sur le plan énergétique	Oui	Oui	Possible	Oui
Comparaison d'un projet de déconstruction / reconstruction à un projet de rénovation	Possible	Possible	Possible (voir référentiel du neuf)	Non
Calcul du temps de retour carbone (TRC)	Oui	Oui	Non	Non
Calcul de GES pour BEGES	Possible	Possible	Possible	Non
Calcul d'indicateurs autre que GES	Possible	Possible	Possible	Oui notamment coût global avec temps de retour sur investissement
Intérêt autre			Outil de communication	

## À SAVOIR

Un autre outil d'aide à la décision est en cours de développement et devrait être disponible en 2026 : il s'agit du logiciel Score Reno, développé dans le cadre du projet Renobox (programme Profeel 2 géré par l'Agence de la qualité de la construction (AQC) et financé par les certificats d'économie d'énergie - CEE).

Ce futur logiciel sera à destination des professionnels de la rénovation (architectes, entreprises, MOE...) pour leur permettre de réaliser très simplement des simulations de l'impact carbone de bouquets de travaux de rénovation énergétique, pour 3 catégories de bâtiments : maison rénovée, appartement rénové ou petit collectif rénové.

Ce logiciel est développé par le CSTB et l'AICVF. *À priori*, il ne comptabilisera que l'impact des éléments neufs, afin d'en simplifier l'utilisation par les professionnels (peu de connaissances à apporter sur les éléments déposés). Il comptabilisera également les économies d'émissions de GES consécutives aux économies d'énergie.

## 4 • PRÉSENTATION DES 4 MÉTHODES EXISTANTES

TABLEAU 2 : PRÉSENTATION SYNTHÉTIQUE DE CHAQUE MÉTHODE

	Alliance HQE	QEC par le Hub des prescripteurs bas carbone	Label BBCA	PIM II
<b>Typologies</b>	Toutes (hors extension ou changement d'usage)	Toutes	Logements collectifs Tertiaires immeubles hôteliers	Maisons individuelles
<b>Contributeurs</b>	PCE, énergie, eau, chantier	PCE, énergie, eau, chantier	PCE, énergie, eau, chantier	PCE, énergie
<b>Flexibilité du calcul</b>		Possibilités pour certains lots d'utiliser des valeurs forfaitaires	Possibilités d'utiliser des méthodes simplifiées et des valeurs par défaut par lot	
<b>Indicateurs</b>	Émissions carbone des éléments ( $\text{kgCO}_2\text{equ} / \text{m}^2$ ) : <ul style="list-style-type: none"> <li>• neufs</li> <li>• conservés non amortis</li> <li>• déposés non amortis</li> <li>• chantier</li> <li>• énergie pendant l'exploitation</li> <li>• eau pendant l'exploitation</li> <li>• TRC</li> </ul>	Émissions carbone des éléments ( $\text{kgCO}_2\text{equ} / \text{m}^2$ ) : <ul style="list-style-type: none"> <li>• neufs</li> <li>• conservés</li> <li>• n'ayant pas atteint leur fin de vie</li> <li>• déposés</li> <li>• énergie pendant l'exploitation</li> <li>• TRC</li> <li>• réduction carbone avant / après rénovation thermique</li> </ul>	Émissions carbone ( $\text{kgCO}_2 / \text{m}^2 \text{SHAB}$ ) : <ul style="list-style-type: none"> <li>• neufs</li> <li>• déposés non amortis</li> <li>• chantier</li> <li>• énergie pendant l'exploitation</li> <li>• eau pendant l'exploitation</li> <li>• total des émissions</li> <li>• seuils maximaux pour chaque indicateur</li> </ul>	Émissions carbone ( $\text{kgCO}_2 / \text{m}^2 \text{SHAB}$ ) : <ul style="list-style-type: none"> <li>• des PCE</li> <li>• de l'énergie pendant l'exploitation</li> </ul> Économique (TTC / $\text{m}^2 \text{SHAB}$ ) : <ul style="list-style-type: none"> <li>• coût global</li> </ul>
<b>Outils nécessaires</b>	Référentiel E+C- avec base INIES complété d'une feuille de calcul	Maestro Env Rénovation du CSTB	Référentiel E+C- avec base INIES	Feuille de calcul avec base INIES pour PCE et Ecoinvent pour énergie
<b>Particularités de la méthode</b>		Bilan sur les émissions carbone avec différenciation entre matériaux entre ceux qui impactent la consommation énergétique et les autres	Bilan sur les émissions carbone avec différenciation des rénovations lourdes et thermiques. Incite à la conservation et au réemploi	Approche en coût global, analyse sur 30 ans et comparaison à un <i>statu quo</i>

PCE : produits de construction et équipements

SHAB : surface habitable

SDP : surface de plancher

## 4.1 Alliance HQE, NZC rénovation

Les travaux de l'Alliance HQE ont débuté en 2017. Le premier guide méthodologique a été publié en 2018. Les travaux ont été poursuivis en 2020 avec pour but d'identifier des leviers pour la réduction des émissions de GES lors des rénovations. La méthode a été reprise et améliorée, puis mise en œuvre sur sept cas d'étude représentatifs du marché de la rénovation en France (logements individuels et collectifs, tertiaire plus ou moins récent, bâtiments industriels en friche). La méthodologie détaille six éléments de calcul détaillés ci-dessous.

**La totalité des impacts des éléments neufs** est prise en compte, ainsi que leur renouvellement pendant 50 ans, à l'instar de ce qui était fait pour les projets neufs labellisés E+C-. Cela passe par l'utilisation de données environnementales disponibles sur la base INIES (FDES/DED/PEP).

**Pour les éléments déposés ou conservés**, le calcul des impacts se fait en appliquant une vision comptable : les impacts sont lissés tout au long de la vie du produit (selon sa durée de vie de référence) et un amortissement linéaire est pris en compte, selon la durée de vie résiduelle du produit au moment de la rénovation. Ainsi, les impacts liés aux produits et équipements conservés et déposés ne sont comptabilisés que s'ils ne sont pas amortis. Cela passe également par l'utilisation de données environnementales disponibles sur la base INIES (FDES/DED/PEP), en tentant d'en utiliser une qui correspond au maximum aux caractéristiques du produit. C'est dans celle-ci que la DVR sera indiquée. Une méthodologie spécifique est appliquée aux produits issus de la filière du réemploi ainsi qu'aux produits déposés valorisés par la filière du réemploi. À noter que les éléments conservés, hors fondation et structure, qui devront être renouvelés pendant les 50 prochaines années à l'issue de la rénovation sont bien à prendre en compte également. La méthode de l'alliance HQE définit également des moyens de convertir en équivalent CO<sub>2</sub> les consommations d'énergie et d'eau des projets de rénovation ainsi qu'une évaluation de l'impact carbone du chantier de rénovation. Cela permet d'alimenter le calcul du TRC.

## 4.2 QEC par le Hub des prescripteurs bas carbone

Cette méthode permet à un maître d'ouvrage de calculer le poids carbone d'un de ses bâtiments dans sa situation actuelle, avant rénovation par exemple,

et/ou dans une ou des variantes de rénovation. Elle permet donc une comparaison du gain carbone de différents projets de rénovation, avec une situation actuelle, voire un projet de construction neuve. La MOA pourra comparer des scénarios de rénovation entre eux sur le volet carbone et identifier des leviers d'action. Associé à une comparaison sur le gain énergétique des mêmes situations, le résultat permet d'aiguiller le maître d'ouvrage vers le projet le plus vertueux sur les approches énergie et carbone. La méthode s'applique pour la plupart des usages de bâtiments. Elle a été testée sur quatre cas d'étude très différents : logement collectif, bureaux, enseignement et résidence senior.

Le calcul est fait de façon similaire à une étude ACV statique neuve : périmètre de 50 ans, contributeurs composants, énergie, eau et chantier. Les impacts environnementaux sont pris dès le début de l'opération de rénovation.

### La méthode propose de distinguer :

- les émissions de GES liées à l'énergie en phase exploitation.
- les émissions de GES liées aux matériaux et équipements (notés PCE), avec des résultats sur leur poids carbone total et une approche par lot (les lots représentés sont les 12 lots « types »<sup>7</sup> d'une étude ACV). Les différents éléments des projets sont regroupés en trois catégories :
  - 1 - Les produits et équipements conservés.
  - 2 - Les produits et équipements déposés.
  - 3 - Les produits et équipements neufs installés pendant l'opération.

Puis, elle sépare les émissions de GES des matériaux et équipements pour obtenir d'une part le poids carbone d'un ensemble plus restreint de matériaux, ceux qui impactent les consommations énergétiques, dit « budget matière énergétique ou matière énergie », et d'autre part, celui des matériaux restants (« budget matière qualité d'usage »). Dans le cas d'une comparaison entre différents scénarios, la méthode propose également un résultat en temps de retour carbone (TRC), comme ratio entre le carbone ajouté par les produits et matériaux qui permettent de faire des gains énergétiques et la réduction des émissions de GES associée à ce gain énergétique. Les tests du Hub des prescripteurs bas carbone montrent qu'il semble exister un seuil autour de 30 ans (ou 800 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>), en deçà duquel le projet est pertinent. Au-delà, le Hub juge que l'investissement dans la rénovation n'est pas assez efficace pour diminuer les émissions carbone.

7. Liste des lots consultable ici : <https://www.inies.fr/inies-pour-le-batiment/lacv-batiment/>.



### 4.3 Label BBCA

Après avoir publié une première méthode sur les émissions carbone de la construction neuve, l'association BBCA (bâtiment bas carbone) a également développé un label pour les opérations de rénovation en 2018.

Ce label a pour objectif notamment d'inciter les projets à réduire les émissions sur le cycle de vie du bâtiment et à stocker le carbone pour viser la neutralité carbone. La méthode BBCA calcule les émissions de GES d'un projet de rénovation dans l'objectif de les limiter à un seuil maximal, rappelant ainsi la méthode de calcul de la RE2020, où des seuils maximaux ne doivent pas être dépassés afin d'être conforme à la réglementation. Elle s'applique aux bâtiments tertiaires, hors IGH, aux logements collectifs et aux immeubles hôteliers. La méthode est adaptée avant tout pour les MOA qui souhaitent faire des efforts sur les émissions de GES de leur projet de rénovation, obtenir une labellisation et s'en servir comme outil de communication. Elle présente des exigences sur les émissions de GES respectives des éléments neufs et déposés ainsi que celles du chantier, de l'énergie et de l'eau consommées par le projet rénové sur les 50 prochaines années. En cas de manque de données, la méthode permet de faire un calcul par défaut ou simplifié grâce à des valeurs par défaut proposées par lots ACV.

### 4.4 PIM II

La méthode d'ACV de l'étude sur la rénovation performante des maisons individuelles (PIM II) permet l'ACV comparative sur une période d'étude de 30 ans entre un « projet » de rénovation énergétique et un *statu quo* qui correspond au bâtiment non rénové mais qui continue à être entretenu. Par exemple, le changement d'une chaudière lorsqu'elle atteint sa fin de vie est pris en compte dans le *statu quo* puisque le bâtiment ne sera pas laissé sans système de chauffage.

Cette méthode permet d'estimer les bénéfices « coût » et « carbone » engendrés par les différentes rénovations, pensées avec une approche rénovation énergétique. Ainsi seuls les éléments ayant un impact sur les consommations énergétiques sont pris en compte : isolation, menuiseries, systèmes...

Certaines préconisations techniques de *Perf in Mind* ont été intégrées dans l'arrêté du 3 octobre 2023 qui définit le label BBC rénovation applicable depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2024, afin de renforcer la qualité des opérations rénovées. Cette étude s'appuie sur des cas concrets. Une trentaine de maisons a été instrumentée au premier trimestre 2024. La méthode PIM II a été développée sur des maisons individuelles, mais elle pourrait être transposable aux autres typologies de bâtiment.

**TABEAU 3 : CARACTÉRISTIQUES ET CRITÈRES RETENUS POUR CHAQUE MÉTHODE ACV RÉNOVATION**

	Alliance HQE	QEC par le Hub des prescripteurs bas carbone	Label BBCA	PIM II
Périmètre étudié	Entité programmatique	PC ou DP	PC ou DP	MI (maison individuelle)
Traitement des produits neufs ajoutés	Mise en œuvre + renouvellement pendant 50 ans	Mise en œuvre + toutes les étapes du cycle + renouvellement pendant 50 ans	Mise en œuvre + renouvellement pendant 50 ans	Mise en œuvre + renouvellement pendant 30 ans
Traitement des produits conservés en place	Coefficient d'amortissement suivant l'âge	Vie en œuvre au prorata de sa durée de vie restante + fin de vie + renouvellement pendant 50 ans	Impact nul	Renouvellement pendant 30 ans
Traitement des produits réemployés ajoutés	Coefficient d'amortissement suivant l'âge	Impact nul	Impact nul	Impact nul
Traitement des produits déposés	Coefficient d'amortissement suivant l'âge (sauf si envoyés vers une filière de réemploi : impact nul)	Seulement les impacts liés à la fin de vie	Coefficient d'amortissement suivant l'âge	Non pris en compte
Période d'étude de référence (PER)	50 ans	50 ans	50 ans	30 ans
Méthode d'ACV	Statique	Statique	Statique	Statique

## 5 • LES DIFFÉRENTS INDICATEURS D'ÉMISSION CALCULÉS PAR LES MÉTHODES

### 5.1 Alliance HQE, NZC rénovation

Les indicateurs en sortie de cette méthode sont évalués en  $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^2$  sur 50 ans. Il s'agit des impacts des produits de construction et équipement (PCE) neufs, PCE conservés, PCE déposés, consommations d'énergie, consommations d'eau et du chantier.

### 5.2 QEC par le Hub des prescripteurs bas carbone

Les indicateurs en sortie de cette méthode sont évalués en  $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^2$  sur 50 ans. Les indicateurs sont présentés à différentes échelles : valeur globale, valeur par lots, valeur avant/après rénovation pour cibler une ambition, valeur par contributeur, valeur pour des sous-indicateurs sur le poids carbone des matériaux ou de l'énergie.

### 5.3 Label BBCA rénovation

Les indicateurs en sortie de cette méthode sont évalués sur 50 ans. Il s'agit de les calculer pour :

- **les éléments neufs** :  $E_{\text{ges}_{\text{PCE}}}$  et  $E_{\text{ges}_{\text{PCE}} \text{ max}}$  en  $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^2\text{SDP}$  ;
- **les éléments déposés** non amortis (déposés avant d'être arrivés en fin de vie) :  $E_{\text{ges}_{\text{PCENA}}}$  et  $E_{\text{ges}_{\text{PCENA}} \text{ max}}$  en  $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^2\text{SDP}$  ;
- **les impacts du chantier** :  $E_{\text{ges}_{\text{Chantier}}}$  et  $E_{\text{ges}_{\text{Chantier}} \text{ max}}$  en  $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^2\text{SDP}$  ;
- les émissions carbone liées à **la consommation d'énergie** pendant l'exploitation du bâtiment :  $E_{\text{ges}_{\text{Energie}}}$  et  $E_{\text{ges}_{\text{Energie}} \text{ max}}$  en  $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^2\text{SDP}$  pour ;
- les émissions carbone liées à **la consommation d'eau** pendant l'exploitation du bâtiment :  $E_{\text{ges}_{\text{Eau}}}$  et  $E_{\text{ges}_{\text{Eau}} \text{ max}}$  en  $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^2\text{SDP}$  ;
- **les émissions totales du projet** :  $E_{\text{ges}_{\text{projet}} \text{ BBCA}}$  et  $E_{\text{ges}_{\text{max}} \text{ BBCA}}$  en  $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^2\text{SDP}$ .

Les seuils maximaux sont différents selon le type de rénovation (lourde ou thermique) et selon la typologie du projet (tertiaire, logements collectifs, immeubles hôteliers).

### 5.4 PIM II

Cette méthode permet d'obtenir des indicateurs économiques et environnementaux :

- le coût global en euros TTC/m<sup>2</sup> de SHAB, cumulé sur 30 ans, pour le volet économique ;
- l'impact carbone des PCE en  $\text{kg CO}_2/\text{m}^2$  de SHAB sur 30 ans ;
- l'impact carbone de l'énergie liée à l'usage en  $\text{kg CO}_2/\text{m}^2$  de SHAB sur 30 ans, pour le volet environnemental.



## 6 • CONTRAINTES ET LIMITES DE L'ACV EN RÉNOVATION

### 6.1 Les limites opérationnelles de l'ACV rénovation

La réalisation d'une ACV rénovation nécessite du temps, autant, voire plus qu'une ACV pour un projet neuf. Par ailleurs, comme dans toute ACV, il faut faire attention aux choix des données environnementales (fiches collectives, individuelles, données par défaut). En particulier, il est parfois compliqué de trouver des données sur les impacts environnementaux de produits anciens présents dans les bâtiments existants et déposés, ou bien remplacés à l'identique : menuiseries simple vitrage en bois, ancienne chaudière ou radiateurs anciens, tuiles ou ardoises anciennes...

Pour faciliter cet exercice, il serait intéressant de généraliser le carnet d'information du logement (obligatoire depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2023) aux autres typologies et de l'abonder en y incluant l'historique de toutes les interventions, énergétiques ou autres, réalisées sur le bâtiment. Par ailleurs, le bilan carbone d'une rénovation dépend souvent de manière significative du remplacement des systèmes énergétiques et électriques.

Ces systèmes manquent de données fournisseurs (FDES/PEP). Les résultats sont donc essentiellement issus des données par défaut qui ne permettent pas vraiment de tester l'efficacité de leviers de conception et d'ampleurs des bouquets travaux.

Néanmoins, les données évoluent rapidement sur ce domaine. Il n'y a pas de comparaison directe possible entre les méthodes statiques décrites ici et la méthode RE2020 dynamique. Pour pouvoir effectuer une comparaison fine, il faudrait pouvoir réaliser un calcul sur le neuf en statique ou un calcul dynamique pour la rénovation.

Par ailleurs, il faudrait également « corriger » les différences d'hypothèses de l'expérimentation E+C- et de la RE 2020 comme la prise en compte du module D<sup>8</sup>, la surface de référence, etc. Comme l'ACV réglementaire (RE 2020), l'ACV en rénovation n'exploite que l'indicateur d'impact sur le réchauffement climatique (en kg eq CO<sub>2</sub>), alors que l'ACV comprend aussi d'autres indicateurs d'impact (eau, ozone, acidification, eutrophisation, etc.). Enfin, avec l'itération progressive de l'ACV en RE2020, l'accent est mis sur l'amélioration plutôt que sur une comptabilité en fin de projet où l'amélioration n'est plus possible. L'utilisation de l'ACV en rénovation le plus en amont possible, comme un outil décisionnel, permettrait de faire des choix éclairés sur le bouquet de travaux.

Autrement dit, l'arbitrage sur une rénovation lourde ou légère a lieu avant d'avoir pu réaliser l'ACV classique.





## BILAN DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE (BEGES) RÉALISÉ PAR LA VILLE DE LYON

Pour réaliser le bilan des émissions de gaz à effet de serre, la Ville de Lyon\* a bénéficié de l'appui du Cerema sur l'évaluation carbone des rénovations de ses bâtiments (\*Villey Marianne, Cerema : Évaluation carbone. Rénovation des bâtiments de la Ville de Lyon). L'objectif était de disposer d'une méthode simple et reproductible, basée sur l'analyse de cycle de vie (ACV), permettant l'évaluation carbone pour tous les futurs opérations et travaux de rénovation des bâtiments.

À noter, la méthode du BEGES ne s'appuie pas sur l'ACV. Le Cerema a pu tester trois des méthodes présentées :

- la méthode ACV rénovation de l'alliance HQE-GBC pour les éléments neufs ;
- la méthode Quartier énergie carbone (QEC) diffusée par l'ADEME et appliquée dans les travaux du Hub des prescripteurs bas carbone pour les éléments déposés ;
- et la méthode BBCA rénovation pour les éléments restant en place.

Compte tenu des contraintes rencontrées et de la particularité de l'exercice, le Cerema a appliqué un mix des 3 méthodes sur 4 cas d'étude (école, crèche, mairie et centre technique). Les choix suivants ont été opérés :

- les impacts des éléments déposés ont été calculés uniquement quand les données étaient disponibles. Dans la négative, ils n'ont pas été comptabilisés ;
- les impacts GES liés aux consommations d'eau et au chantier n'ont quant à eux pas été étudiés, par manque de données ;
- l'impact des consommations énergétiques n'a pas non plus été estimé, car les méthodes utilisées sont prédictives alors que le BEGES s'appuie sur les consommations réelles ;
- enfin, certains produits neufs n'ont pas pu être estimés par manque d'information sur les quantités mises en œuvre.

De nombreux lots ont donc été sous-évalués : le taux de complétude des données moyen des quatre opérations a été évalué à 71 % sur les éléments neufs. Pour cette évaluation, 39 % des données étaient des données environnementales par défaut. Dans le cadre du BEGES, la ville de Lyon aurait souhaité que ces ACV permettent d'obtenir des valeurs forfaitaires pour des bouquets de travaux, comme le changement des menuiseries, l'ajout de panneaux photovoltaïques, etc. L'étude de ces quatre cas montre une très grande variabilité des résultats et cette piste nécessiterait de les consolider par l'ajout d'autres ACV rénovation.

Cette étude a montré l'intérêt de l'ACV en rénovation à la Ville de Lyon qui souhaite généraliser son utilisation à l'ensemble des rénovations significatives de son parc.

*Nota Bene* : ces études ACV ont été réalisées après l'achèvement des travaux ce qui explique en partie les difficultés rencontrées.

## 6.2 Les limites connues du temps de retour carbone (TRC)

Le TRC utilisé par l'alliance HQE et le Hub des prescripteurs bas carbone, attribue toutes les émissions à l'année de la rénovation, bien que celles-ci soient réparties sur la durée de vie du bâtiment (50 ans).

Cette approche ne prend donc pas en compte la potentielle décarbonation à venir des énergies et des équipements qui feront l'objet d'un remplacement, en considérant que les facteurs d'émissions restent constants sur 50 ans. Par ailleurs, le scénario de référence (scénario sans rénovation) correspond aux émissions énergétiques de l'existant, constantes sur 50 ans.

Ce scénario ne prend pas en compte les différents travaux qui seront nécessaires à l'usage du bâtiment existant (comme par exemple le remplacement d'une chaudière obsolète, hypothèses présentées par l'étude PIM II).

Ainsi, la comparaison entre les émissions de GES du bâtiment sans rénovation et du bâtiment rénové devient délicate, car celles-ci sont calculées sur 2 « périmètres » différents.

### Le TRC « bouquet de travaux énergétiques », une autre approche

Le bureau d'études Elioth (filiale d'Egis) a développé le TRC « bouquet de travaux énergétiques ». Dans une étude publiée en octobre 2024, il propose une approche qui évalue au fil du temps les émissions carbone. Cette approche dissocie les budgets pour la qualité d'usage et la performance énergétique et évalue uniquement le carbone embarqué par les travaux énergétiques (il s'agit des émissions de gaz à effet de serre des matériaux du bouquet de travaux mis en œuvre à l'année de la rénovation).

## Aspect stratégique et opérationnel

L'utilisation du TRC comme seul critère de décision est jugée peu pertinente par Elioth.

Cela risquerait de limiter les rénovations à des interventions énergétiques simples, au détriment d'une approche carbone globale plus efficace. Le carbone embarqué initial, la réduction des émissions annuelles totales et l'impact carbone sur 50 ans sont jugés plus pertinents comme indicateurs.

Le TRC reste utile pour détecter les projets inefficaces. Elioth propose pour cela un seuil de moins de 15 ans pour garantir la pertinence carbone.

Il est alors conseillé de tester divers scénarios pour optimiser la rénovation, en prenant en compte les émissions induites ou évitées, et en calculant le TRC « bouquet de travaux ».

## Quelles recommandations ?

À l'attention des maîtres d'ouvrage, Elioth recommande de :

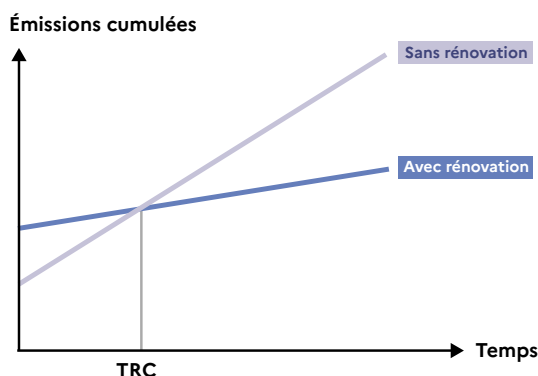
- calibrer l'ampleur des bouquets de travaux mis en œuvre grâce au TRC ;
- associer l'objectif de TRC < 15 ans à la minimisation des émissions globales d'ici 2050.

Les recommandations du bureau d'études Elioth sont de :

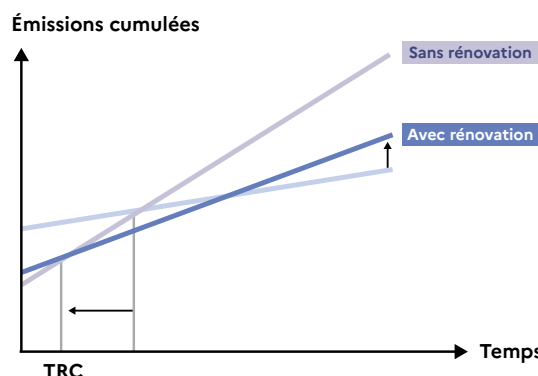
- s'affranchir d'un unique résultat sur 50 ans pour mieux interpréter les ACV en rénovation ;
- calculer le TRC « bouquet de travaux » qui prend en compte uniquement le carbone embarqué initial des travaux énergétiques.

Le Cerema partage les conclusions de l'étude d'Elioth et rappelle qu'il est nécessaire d'être attentif aux limites du système étudié, qui sont à la base de toute étude ACV. Par ailleurs, il serait intéressant d'approfondir les questionnements mis en cause et qui intéressent les gestionnaires de parcs.

### DEUX STRATÉGIES DE RÉNOVATION



Scénario 1.



Scénario 2.

Le premier scénario de rénovation présente un investissement important en carbone embarqué (rénovation globale par exemple) permettant de réduire significativement les émissions énergétiques annuelles (pente de la courbe bleue). Le second scénario, qui pourrait représenter une rénovation plus légère, par exemple le remplacement du système énergétique, présente un TRC bien inférieur. Néanmoins, l'impact carbone cumulé de ce scénario sur 50 ans est supérieur au scénario précédent. Le second scénario serait donc moins optimal malgré un TRC très bas.

## 6.3 Les limites des méthodes présentées

Les méthodes présentées ne permettent pas de fixer des seuils de carbone admissibles quel que soit le bâtiment. Ces seuils permettraient de guider les acteurs de la rénovation en leur apportant un critère « émissions de gaz à effet de serre » facilement utilisable.

### Limites pour les éléments conservés et déposés

Certaines méthodes utilisent un calcul d'amortissement pour estimer l'impact carbone résiduel de ces éléments. Cette approche comptable ne nous semble pas respecter les grands principes de l'ACV qui tient compte de la temporalité des émissions. Il nous semble plus juste de ne comptabiliser que la fin de vie des éléments déposés. Dans le cas des éléments conservés deux possibilités nous semblent envisageables :

- soit ne pas comptabiliser leur impact pour favoriser la conservation de l'existant ;
- soit comptabiliser la fin de vie des éléments à la date de leur prochain renouvellement plus leur renouvellement dans le cadre d'un calcul sur 50 ans.

Concernant les éléments réemployés, à l'instar de l'ACV pour les bâtiments neufs, ceux-ci pourraient ne pas être comptabilisés afin de favoriser le réemploi et simplifier les calculs.

### Limite pour les données environnementales utilisées

Les retours actuels nous montrent que de nombreuses données par défaut sont utilisées, en particulier pour les éléments déposés.

L'ACV en rénovation n'étant pas réglementaire mais résultant d'un choix des maîtres d'ouvrage, supprimer la pénalité des données par défaut permettrait d'obtenir des valeurs plus proches de la réalité.

## 7 • CONCLUSION

Les différentes méthodes exposées sont efficaces pour comparer différents scénarios de réhabilitation pour un bâtiment. En revanche, le secteur du bâtiment peine à comparer de manière systématique les émissions intrinsèques et opérationnelles de différents scénarios de réhabilitation d'un bâtiment par rapport à un scénario de construction neuve ou de démolition/reconstruction. Cela signifie que les émissions potentielles évitées grâce à l'amélioration de l'existant ne sont généralement pas prises en compte dans les processus décisionnels et de conception, faute de données quantitatives.

La généralisation de l'utilisation des méthodes d'ACV en amont des projets de rénovation et l'utilisation d'indicateurs comme le TRC permettraient d'apporter d'autres éléments de décision aux maîtres d'ouvrage.

Au cours des prochaines années, l'ACV sera amené à se développer sur le sujet de la rénovation et deviendra un outil incontournable. Les maîtres d'ouvrage ou gestionnaires de parcs immobiliers doivent saisir l'opportunité de se familiariser avec cet outil.





Istock - LUNAMARINA.



## Bibliographie

- ADEME, CSTB, Efficacity, Effinergy, Elioth, Certivea, Bâtiment BBCA, Alliance HQE, « Méthode quartier énergie carbone » - 2022, 126 pages.
- ADEME. « Méthode pour réaliser les bilans d'émissions de gaz à effet de serre (BEGES) » - 2022, 112 pages.
- Association BBCA, « Label BBCA, référentiel de labellisation des bâtiments en rénovation V1.1 », 2024.
- Outils d'accompagnement de la RE 2020
- Outil Score Réno
- Outil américain de comparaison d'impact carbone
- Normes ISO 14040, ISO 14044 et NF EN 15804 + A2
- Site de l'alliance HQE
- Addendum au Référentiel « Énergie-Carbone » pour la réalisation d'ACV de bâtiments rénovés
- Site des travaux du Hub des prescripteurs bas carbone
- Site de l'association du label BBCA
- Projet de recherche Perf In Mind II
- Étude Elioth « Temps de retour carbone des rénovations, vers une interprétation temporelle de l'ACV ? »
- Réglementation thermique et environnementale des bâtiments (RT globale et RE 2020)
- Base de données environnementales et sanitaires de référence INIES
- Site de l'expérimentation E+C-

## La série de fiches « Gérer son patrimoine immobilier »

- Fiche n° 1 : Rendre accessible son patrimoine immobilier
- Fiche n° 2 : Mise en accessibilité des écoles élémentaires et maternelles
- Fiche n° 3 : L'intracring, une démarche pour financer la rénovation énergétique des bâtiments
- Fiche n° 4 : Financer la rénovation énergétique en collectivités : l'expérience de l'intracring
- **Fiche n° 5 : Analyses de cycle de vie en rénovation, regard critique sur les méthodes existantes**

## **AGIR POUR DES TERRITOIRES ADAPTÉS AU DÉFI CLIMATIQUE**

Le Cerema, établissement public à la fois national et local, accompagne l'État, les collectivités et les entreprises pour adapter les territoires au défi climatique, dans 6 domaines d'activité : aménagement et stratégies territoriales, bâtiment, mobilités, infrastructures de transport, environnement et risques, mer et littoral. Il relève des ministères chargés de l'Aménagement du territoire et de la Transition écologique.

Téléchargez nos publications sur [doc.cerema.fr](https://doc.cerema.fr)

# ANALYSES DE CYCLE DE VIE EN RÉNOVATION

REGARD CRITIQUE SUR LES MÉTHODES EXISTANTES



## CONTRIBUTEURS

Anissa Ben Yahmed, Laurélie Bernard, Noémie Carretero, Cécile Chu et Marianne Villey (Cerema)

## RELECTEURS

Sébastien Delmas, Cédric Lentillon (Cerema) Yannis Bailly (Ville de Lyon) et Jocelyn Urvoy (BE Elioth)

## CONTACTS

[dbd.dtectv.cerema@cerema.fr](mailto:dbd.dtectv.cerema@cerema.fr)



AMÉNAGEMENT & STRATÉGIES TERRITORIALES | **BÂTIMENT**  
| MOBILITÉS | INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT |  
ENVIRONNEMENT & RISQUES | MER & LITTORAL