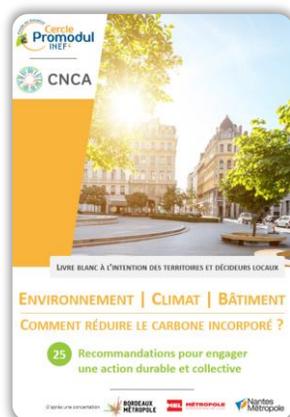


Carbone incorporé dans les bâtiments

FICHE N°4/5 : OPTIMISER LES MODÈLES CONSTRUCTIFS



Le **carbone incorporé** est omniprésent dans le cycle de vie des bâtiments (des phases de conception, construction à la déconstruction). Selon le ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, il représente **entre 60 et 90% de l'impact carbone total pour un bâtiment ayant une durée de vie de 50 ans**.



Les données évoquées dans cette fiche sont issues du [livre blanc](#) présentant **4 axes stratégiques** et 25 recommandations pratiques pour porter collectivement un message en faveur d'adoption de politiques ambitieuses de réduction carbone. Elle développe l'axe :

1. Cultiver une démarche de réduction
2. Prioriser l'acte de rénover
- 3. Optimiser les modèles constructifs**
4. Accompagner le changement

Le « carbone incorporé » des bâtiments, de quoi s'agit-il ?

Pour mieux comprendre cette notion, retrouvez la [fiche pratique n°1/5 dédiée](#).



L'optimisation des modèles constructifs consiste à repenser la manière dont sont conçus, construits et utilisés les bâtiments afin de minimiser leur impact environnemental (y compris le carbone incorporé).

Plusieurs axes sont à considérer :

- Tenir compte des enjeux entre les **exigences architecturales et la préservation du patrimoine** (en particulier dans les territoires urbains) ;
- **Adopter une approche transverse en matière de choix des matériaux (en construction et rénovation)** : avec une utilisation plus réfléchie et stratégique des qualités des matériaux (puisque la demande en ressources naturelles et la consommation d'énergie nécessaire à la fabrication des matériaux sera moindre) ;
- **Réduire les déchets** générés par les matériaux et **optimiser l'utilisation des équipements** ;
- **Anticiper l'adaptabilité et la réversibilité des constructions** (car prolonger la durée de vie d'un bâtiment réduit la nécessité de construire de nouvelles structures).

Une approche anticipée

L'optimisation des modèles constructifs peut s'organiser et s'anticiper autour de 4 points :

- 1 **Le choix des matériaux**, en optant pour des matériaux de construction à faible empreinte carbone. Les matériaux traditionnels ayant une empreinte carbone élevée, l'intégration des concepts de durabilité dans la conception des bâtiments est donc indispensable ;

→ **Par exemple** : optimisation des matériaux, introduction d'exigences sur le béton à faible teneur en carbone, utilisation de la passivité thermique, utilisation de sources d'énergie renouvelable, récupération d'eau de pluie).

Ces mesures peuvent réduire considérablement les émissions de carbone tout au long de la vie du bâtiment et ainsi « **compenser** » leurs impacts lorsque l'usage de matériaux traditionnels est nécessaire.

- 2 **La conception modulaire et préfabriquée**, qui permet d'optimiser l'utilisation des matériaux, de réduire les déchets de chantier et d'accélérer la construction en induisant une réduction du carbone incorporé ;
- 3 **L'entretien et la rénovation durable**, en étudiant la façon de prolonger la durée de vie des bâtiments dès les phases amont, permettant d'économiser du carbone incorporé en allongeant la durée de vie des bâtiments ;
- 4 **L'ensemble du cycle de vie des bâtiments**, y compris leur future déconstruction. Prévoir la déconstruction dans la phase de conception peut faciliter le réemploi de matériaux pour une utilisation ultérieure.



Le saviez-vous ?

A l'échelle des territoires, certaines métropoles ont par exemple **rendu obligatoire dans leur Plan Climat, la réalisation de bilan carbone pour toutes opérations d'aménagement** (publique ou privée) de manière à définir le programme le moins émetteur et partager les résultats dans le cadre des commissions métropolitaines d'avant projets.

Une approche équilibrée

La réduction du carbone incorporé dans les bâtiments nécessite une approche équilibrée tenant compte : **des enjeux d'articulation entre les exigences architecturales, la préservation du patrimoine, la densification, les besoins des usagers, l'étalement urbain et les impératifs de réduction de l'empreinte carbone.**

L'idée étant de prévoir des exigences d'aménagement et de les respecter, par exemple :

- Si la hauteur et la densité du projet sont restreintes en amont, cela diminue l'utilisation des matériaux et donc l'empreinte carbone intrinsèque provenant de la construction du bâtiment ;
- Anticiper autant que possible dans les projets les évolutions futures des usages du bâti et proposer une option de démolition, de reconstruction ou de rénovation ;
- Encourager les audits avant démolition.

Parmi les causes des déconstructions figurent les PLU, qui contraignent souvent le changement de destination d'un bâtiment, ou encore des modes d'assemblage qui ne permettent pas l'évolutivité des usages.



Le saviez-vous ?

« La transformation d'un immeuble conçu réversible coûte 30 % de son prix initial. En revanche, s'il n'est pas conçu réversible, la transformation peut coûter de 100 à 130 % du prix initial » - Patrick Rubin, architecte et co-fondateur de CANAL Architecture.

Bien comprendre :

En matière de pré-construction et d'infrastructure, il s'agit de définir certains prérequis directement dans le plan de zonages.

Par exemple :

- *Eviter de construire sur une zone non desservie par les transports en commun ;*
- *Choisir un site de construction ne nécessitant pas une forte stabilisation du sol avec des fondations profondes ;*
- *Choisir des parcelles adaptées aux formes de construction moins consommatrices et plus performantes, permettant l'utilisation d'équipements moins consommateurs d'énergie (réseaux de chaleur, géothermie etc.) ;*
- *Réduire au maximum le nombre de places de stationnement en sous-sol (et envisager plutôt de surélever le bâtiment afin qu'il repose sur des piliers avec un espace ouvert pour le stationnement en dessous) ;*
- *Prévoir plus d'équipements de mobilité douce pour favoriser les externalités positives.*

La difficile question des centres urbains



La préservation du patrimoine urbain, pour des impératifs culturels, sociaux et économiques, est souvent soumise à des réglementations strictes, décorrélées des impératifs de réduction des émissions et de l'adaptation des bâtiments au réchauffement climatique.

Les projets de construction ou de rénovation énergétique peuvent donc être limités dans les choix des matériaux et des techniques (par exemple, bien que les matériaux biosourcés et bas-carbone puissent jouer un rôle important dans la réduction du carbone incorporé, ils ne sont pas toujours la solution idéale pour les bâtiments patrimoniaux et historiques : contraintes de préservation, obligation de conserver l'apparence et la structure d'origine).



Le saviez-vous ?

Selon l'INSEE, 33 % des logements en France ont été construits avant 1948.

Tous ne sont pas concernés par des réglementations patrimoniales mais ils ont, pour la plupart, été conçus avec des techniques et des matériaux traditionnels.

Il est donc nécessaire de chercher des solutions qui intègrent diverses approches de réduction de l'empreinte carbone, tout en préservant le patrimoine architectural.

La réussite d'une rénovation passera par une transversalité des modèles constructifs, en partant d'une bonne analyse et connaissance de l'existant (historique du bâtiment, contexte, singularité, collecte de données, rôle de chaque matériaux et équipements).

Bien comprendre :

Cet état des lieux précis permettra de savoir s'il faut envisager d'autres approches pour réduire l'empreinte carbone de ces bâtiments (telles que l'amélioration de l'efficacité énergétique, la gestion des déchets de construction, et le recours à des technologies plus durables dans la rénovation).

1 Impulser une réflexion en matière de définition des stratégies d'aménagement de construction ou de rénovation :



Bien sûr, en **amont de la phase de construction** (ou rénovation) : les ressources naturelles s'amenuisant il faut anticiper les problématiques relatives aux matières premières : pénuries, coûts, situations géopolitiques instables etc.).



Mais aussi en intégrant la **déconstruction** dans la conception pour promouvoir le réemploi et utiliser au maximum les matériaux déjà existants.

Cette déconstruction doit épargner les superstructures et structures dans lesquelles le carbone incorporé est déjà piégé et de fait, envisager la réorganisation et modernisation des espaces.

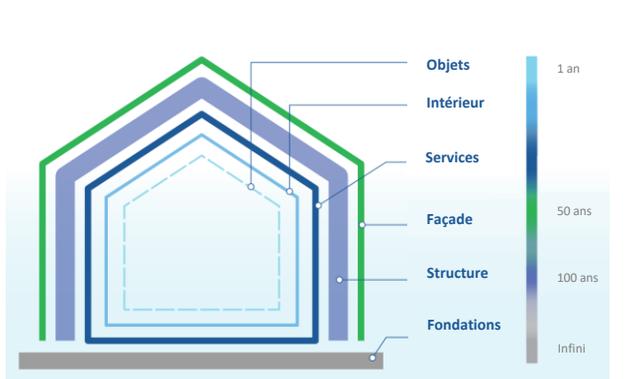
Par exemple : mettre en œuvre des cloisons intérieures et des partitions réutilisables, voire mobiles, pour favoriser la réversibilité du bâtiment (les éléments en bois par exemple doivent être installés à l'aide de liaisons réversibles, c'est-à-dire n'empêchant pas leur réutilisation). De même, chaque chantier se doit de minimiser le gaspillage et les surplus de matériaux.

Les éléments porteurs d'un bâtiment comme le béton, l'acier et l'aluminium, sont généralement ceux à forte intensité de carbone : ils contribuent ainsi à eux trois à **23 %** des émissions mondiales de gaz à effet de serre.

Bien comprendre :

Le ciment et le béton représentent 8 % des émissions de CO₂ mondiales. Ainsi, dans les structures où l'utilisation du béton est nécessaire, un béton à faible teneur en carbone avec une part plus élevée de liants recyclés dans le ciment doit être envisagé. Par exemple, inclure des liants moins émissifs (tels que l'argile calcinée mélangé à du calcaire broyé, de la pouzzolane broyée etc.), peut permettre de réduire les émissions de CO₂ de 25 %.

Concernant l'aluminium, le portail des ressources minérales non énergétiques du gouvernement français estime que la production d'une tonne d'aluminium génère entre 5 et 25 tonnes de CO₂ équivalent (selon l'origine de l'électricité utilisée, non fossile ou fossile).



Éléments d'un bâtiment et leur durée de vie typique, avant qu'un remplacement ne soit nécessaire.

Source : [Bringing embodied carbon upfront](#), World GBC

2 Connaître la source principale du carbone incorporé permet de veiller à ce que les structures atteignent le maximum de durée de vie utile possible.

Il est donc nécessaire d'**adopter une approche plus réfléchie** pour réduire l'impact, non négligeable, de ces matériaux dans le poids carbone incorporé global du bâtiment (évaluer la nécessité de l'usage de ces matériaux est, mieux planifier leur utilisation etc.).

D'autant que les producteurs de matériaux améliorent leurs pratiques et réduisent leurs émissions de carbone grâce à des processus de fabrication plus efficaces intégrant des matières recyclées.

3 Combiner des matériaux traditionnels avec des alternatives plus durables permettra également de tirer parti de leurs avantages respectifs. La synergie entre le bois et les matériaux traditionnels devrait conduire à une utilisation plus efficace des matériaux.

4 Opérer un choix des matériaux à une échelle locale (si possible) pour réduire les impacts du transport :

- Identifier les gisements locaux de matériaux pour chaque région ;
- Effectuer un diagnostic régional pour rechercher les matériaux avec un potentiel intéressant encore sous-exploité, et s'intéresser à leurs niveaux de maturité selon les filières ;
- Valoriser ces matériaux de circuit court à faible poids carbone.

5 Utiliser des matériaux et équipements durables, de qualité et permettant l'accès à des pièces remplaçables et/ou des pièces standard qui généreront moins de déchets et ainsi moins d'émissions de carbone.

Une collaboration interdisciplinaire

Les experts en conservation du patrimoine, les architectes, les aménageurs, les ingénieurs et les urbanistes doivent travailler ensemble pour trouver des solutions qui respectent à la fois les exigences architecturales et les objectifs de réduction du carbone incorporé, sans oublier l'adaptation au changement climatique.

Préserver une transversalité des modèles constructifs pour utiliser les qualités des matériaux au bon moment et au bon endroit est fondamentale pour aider à réduire le carbone incorporé dans les bâtiments en promouvant une construction plus durable, efficiente et respectueuse de l'environnement.



Pour aller plus loin : Les ressources du



- [Réduire le carbone incorporé dans les bâtiments : Un livre blanc pour engager une action durable et collective](#), Cercle Promodul / INEF4, février 2024
- [Carbone incorporé dans les bâtiments : de quoi s'agit-il ?](#), Cercle Promodul / INEF4, décembre 2023

Sources issues du livre blanc pour la réduction du carbone incorporé dans les bâtiments

- [Économie circulaire - Réversibilité](#), ADEME, avril 2022
- [Feuille de route décarbonation du cycle de vie du bâtiment : les propositions de la filière](#), Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, janvier 2023
- [Les conditions de logement en France](#), INSEE, 2017
- [Acier, aluminium, béton : comment en faire sans CO2 ?](#), Batinfo, décembre 2023
- [Diagnostic territorial des filières de matériaux biosourcés - Région Centre Val de Loire](#), Nomadéis, avril 2021