

LIVRE BLANC À L'INTENTION DES TERRITOIRES ET DÉCIDEURS LOCAUX

ENVIRONNEMENT | CLIMAT | BÂTIMENT

COMMENT RÉDUIRE LE CARBONE INCORPORÉ ?

25

**Recommandations portées par une
coalition nationale**



Irène GARCIA
Built Environment Lead
Carbon Neutral Cities
Alliance (CNCA)



Souvent négligé, le poids carbone des bâtiments représente 11% des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale, source d'émission particulièrement importante dans les villes.

Conscientes de ces enjeux, **les métropoles passent à l'action !** CNCA (Carbon Neutral City Alliance), une association de villes européennes qui visent la neutralité carbone d'ici 2050 avec l'appui de Laudes Foundation et Built by Nature, soutient ces efforts.

Le projet « **Dramatically Reducing Embodied Carbon in Europe's Built Environment** » initié avec 12 villes et métropoles européennes nous permet d'offrir un soutien pour les aider à réaliser leurs ambitions. En France, le projet est piloté par le Cercle Promodul / INEF4 qui accompagne les métropoles de Bordeaux, Lille et Nantes.

Dans cette route vers la décarbonation, l'une des priorités est de réduire l'empreinte carbone des bâtiments en limitant les émissions liées aux étapes de construction (y compris l'approvisionnement des matières premières et matériaux) et de fin de vie des bâtiments.

La clé du projet réside dans la **concertation territoriale**, dans sa capacité à réunir et soutenir les villes européennes engagées dans la réduction du carbone incorporé et l'augmentation de l'utilisation de matériaux biosourcés et à faible teneur en carbone.

L'objectif est d'évaluer et d'exploiter les opportunités d'action en fonction des contextes réglementaires. CNCA offre une plateforme aux villes et métropoles avant-gardistes pour apprendre les unes des autres, résoudre des problèmes, passer d'expérimentations initiées à des changements transformateurs à grande échelle et mettre en avant les différents leviers qui fonctionnent au niveau local. C'est la clé pour ensuite le déployer à l'échelle nationale afin de lever les verrous et limiter les freins qui empêcheraient l'atteinte des objectifs nationaux.



Le climat et le carbone sont des enjeux clés et nous sommes à un tournant décisif. La nécessité d'agir en faveur de l'environnement transcende les frontières et nous unis dans une quête et une responsabilité commune.

La réduction du carbone incorporé dans les bâtiments urbains est une des composantes essentielles de cette responsabilité collective. C'est pourquoi, nous avons plaisir à vous présenter ce livre blanc, fruit d'une collaboration entre les métropoles de Bordeaux, Lille, et Nantes, soutenues par l'engagement fort du CNCA dans le cadre du projet international « *Dramatically Reducing Embodied Carbon* ».

Ce livre blanc n'est pas un guide technique : c'est une invitation à l'action. Les leçons apprises ici vont au-delà des frontières des métropoles impliquées, s'étendant à toutes les métropoles, villes, grandes et petites, et tous les acteurs du bâtiment qui aspirent à un avenir plus durable.

Ce projet visant à réduire le carbone incorporé dans les bâtiments urbains, fixe la nécessité d'une véritable stratégie avec une vision globale portée à l'échelle nationale. Il met en avant des **axes stratégiques** et des **recommandations pratiques** sur lesquelles travailler ensemble pour apprendre des expériences partagées et surmonter ensemble les défis.

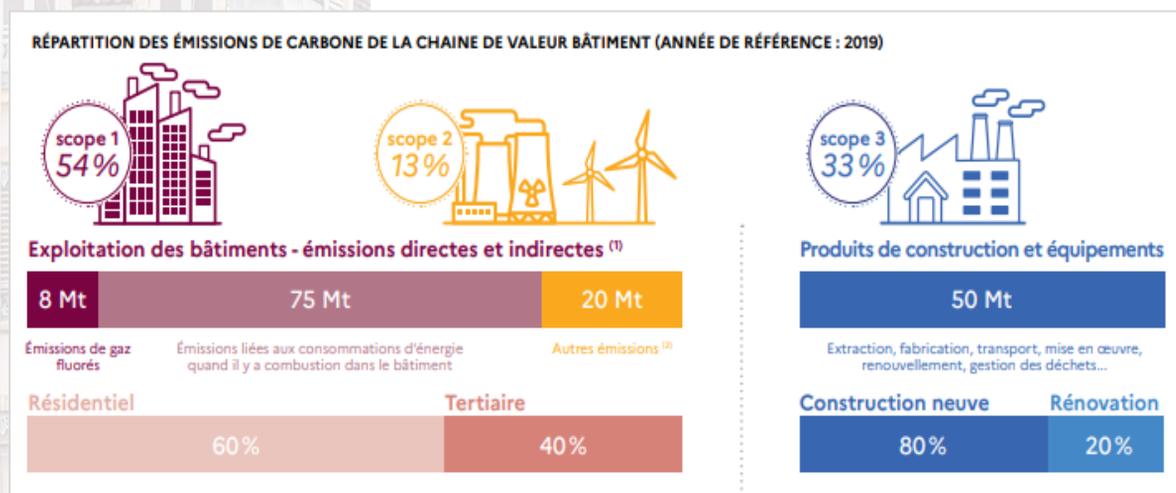
Au fil de ce projet collaboratif, nous avons accumulé des connaissances et des enseignements précieux. Aujourd'hui, nous sommes ravis de les partager dans le cadre d'une **coalition nationale**, contribuant ainsi à l'effort collectif vers des pratiques urbaines plus durables.



Jean-Luc BUCHOU
Délégué Général
Cercle Promodul / INEF4

AVANT-PROPOS

En France, en lien avec le carbone, le secteur du bâtiment constitue le second poste d'émissions après les transports, soit 25% de l'empreinte carbone annuelle. Cela représente 153 Mt CO₂e en 2019, tant pour le carbone émis en phase opérationnelle que dans les phases de conception, construction et déconstruction. Dans la chaîne de valeur du bâtiment, la partie d'émission équivalente tout au long du cycle de vie des produits de construction et équipements, appelée « carbone incorporé » représente 50Mt CO₂e soit 33% du total.



« [Feuille de route décarbonation du cycle de vie du bâtiment, les propositions de la filière](#) », janvier 2023

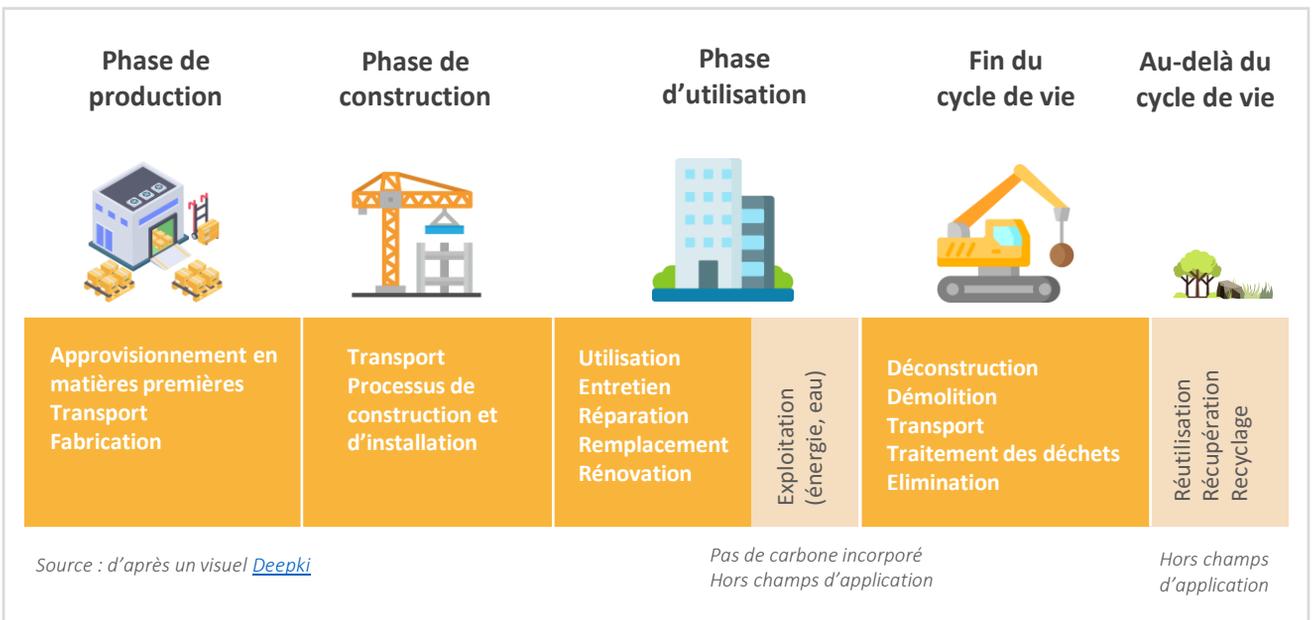
Selon le ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires et l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), **les phases de construction et de démolition représentent entre 60 et 90% de l'impact carbone total pour un bâtiment ayant une durée de vie de 50 ans.** Sans compter les impacts d'extraction, de transport et de transformation.

Carbone incorporé et opérationnel, quelles différences ?

Le carbone incorporé (ou « intégré ») correspond à la quantité de carbone émis pendant les phases de construction initiale (via entre-autres, l'approvisionnement en matières premières, la fabrication, les déchets), de rénovation et de fin de vie d'un bâtiment.

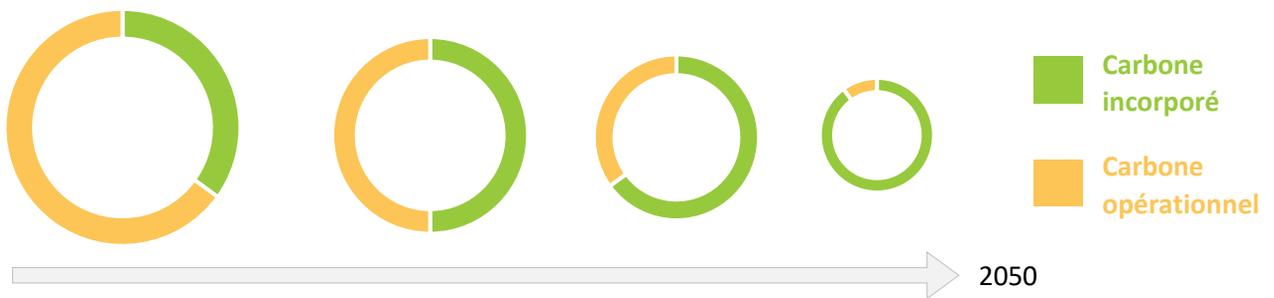
Il fait référence à l'empreinte carbone créée par le bâtiment tout au long de son cycle de vie pour la partie des matériaux et équipements, **hors les émissions dues au fonctionnement** et à l'exploitation du bâtiment.

Le carbone opérationnel fait référence à la quantité de carbone émise lors de l'exploitation (ou des phases d'utilisation) du bâtiment par l'énergie utilisée pour faire fonctionner les systèmes de chauffage et de refroidissement, l'éclairage, l'eau et les autres infrastructures.



La plupart des progrès effectués dans le secteur du bâtiment, sous l'impulsion de réglementations thermiques de plus en plus exigeantes, ont été réalisés sur la réduction du carbone dit « opérationnel » d'un bâtiment, alors que beaucoup de solutions sont et restent à considérer pour réduire le carbone « incorporé ».

Plus les bâtiments sont performants thermiquement et moins ils émettent de carbone en phase exploitation. Ce qui proportionnellement donne un poids de plus en plus important au carbone incorporé :



Source : CNCA & One Click LCA

On note donc des efforts en matière de réduction des émissions carbone dans le secteur du bâtiment. La quantité globale émise s'inscrit dans une logique de réduction dans le temps : l'efficacité énergétique contribue en effet à réduire les émissions du carbone opérationnel, soulignant de fait que les matériaux et les équipements occuperont à l'avenir une place cruciale en matière d'émissions de carbone, et principalement de carbone incorporé.

D'où partons-nous ? Quels sont objectifs à se fixer et les freins à lever ?

Il existe déjà en France un certain cadre normatif et réglementaire visant à créer un cercle vertueux pour atteindre des objectifs ambitieux. Initiés depuis de nombreuses décennies, les réglementations successives ont contribué à améliorer la performance énergétique des bâtiments, et de fait les émissions de carbone en phase opérationnelle.

Récemment, et pour la première fois à l'issue de l'expérimentation E+C-, la nouvelle Réglementation Environnementale, dite RE2020, introduit un seuil réglementaire de « carbone construction » à ne pas dépasser¹. Cette première « réglementation carbone incorporé » n'est pas le seul axe mis en place pour, en même temps que l'efficacité énergétique, travailler aussi sur la réduction des impacts carbone du secteur.

Petit tour d'horizon

L'Accord de Paris, adopté en décembre 2015, a ouvert la voie par son objectif de limiter le réchauffement climatique bien en deçà de 2°C, et si possible à 1,5°C. Il s'agit d'atteindre un équilibre au niveau mondial entre les émissions et les absorptions anthropiques de gaz à effet de serre dans la deuxième moitié du 21^e siècle.

Dans cette continuité, le gouvernement français s'est également fixé dès 2017 un cap de neutralité carbone à l'horizon 2050 au travers de son **Plan climat** qui s'appuie sur la loi relative à la **Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV)**.

Cette dernière aura également permis d'introduire la **Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC)** qui décrit la feuille de route de la France pour mettre

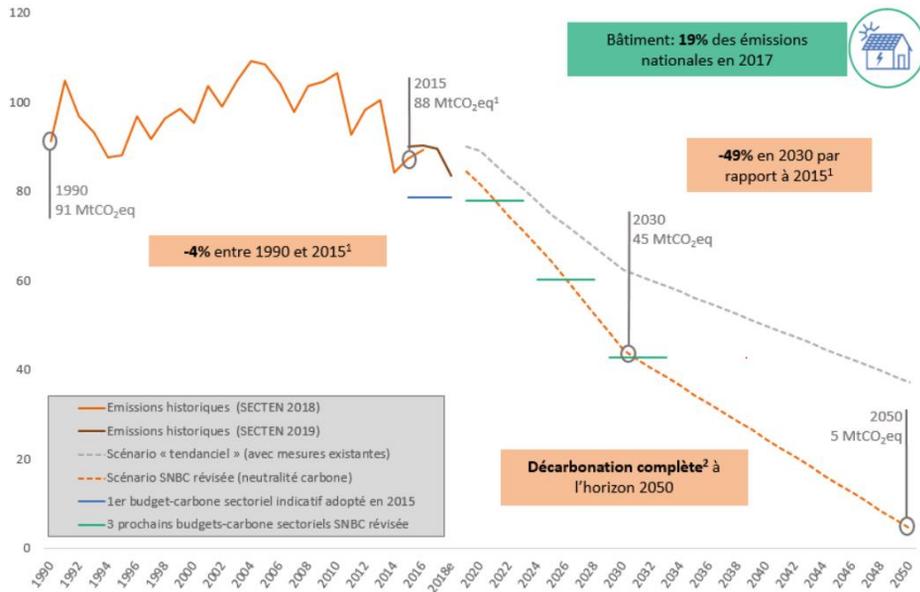
en œuvre, dans tous les secteurs d'activité, la transition vers une économie bas-carbone, circulaire et durable.

Avec l'ambition d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050, la **SNBC permet de poser un cadre précis avec un axe d'envergure quant à la question des impacts en matière d'émissions de gaz à effet de serre des phases de construction et de rénovation énergétique des bâtiments**.

Elle prévoit notamment :

- une réduction de 48 % des émissions du secteur des bâtiments à l'horizon 2030 par rapport à 2015 ;
- une décarbonation quasi-complète à l'horizon 2050 (scopes 1 et 2).

Historique et projection des émissions du secteur des bâtiments entre 1990 et 2050 (en MtCO₂eq)



¹Les émissions de référence pour l'année 2015 sont issues de l'inventaire CITEPA SECTEN 2018
²Ne tient pas compte des fuites résiduelles « incompressibles » de gaz (gaz fluorés, gaz renouvelables).

Stratégie Nationale Bas-Carbone, Mars 2020

En 2020, la France est passée d'une réglementation thermique (RT2012) à une réglementation environnementale : la **RE2020**.

Cette nouvelle réglementation, plus ambitieuse et exigeante pour la filière construction, inclue désormais les émissions carbone liées à la phase de construction du bâtiment, en s'appuyant notamment sur l'analyse de cycle de vie (ACV) des matériaux².

L'ACV constitue un outil multicritère d'analyse des impacts environnementaux d'un produit, équipement, projet de construction ou de rénovation.



La démarche CAP2030 a notamment pour objectif de co-construire le cadre commun de référence de la future réglementation environnementale qui s'appuie sur des critères qui vont au-delà du carbone, de l'énergie et du confort d'été.

Les lois « **Anti-gaspillage pour une économie circulaire** » (AGEC) et « **Climat et Résilience** », respectivement promulguées les 10 février 2020 et 22 août 2021 ont ajouté d'autres décrets ayant un impact direct sur le secteur du bâtiment.

La mise en œuvre de la **filière à Responsabilité Élargie des Producteurs (REP)**, exigée par la loi AGEC, a permis de donner l'alerte sur une nécessaire exigence de sobriété dans l'utilisation des ressources, d'une part via une meilleure valorisation des déchets et d'une autre par le développement du recyclage, du réemploi et de l'éco-conception.

« Le secteur du bâtiment représente environ 42 Mt/an de déchets, soit l'équivalent de la quantité totale de déchets produits annuellement par les ménages en France »³.

En lien avec la gestion des déchets de chantier et l'économie circulaire, ces leviers impliquent une nécessaire synergie des acteurs de la construction prenant en compte toutes les étapes de l'économie circulaire : de l'identification des gisements de **Produits, Équipements, Matériaux et Déchets (PEMD)** au réemploi des produits dans un projet immobilier ou au recyclage de la matière dans une chaîne de production en substitution de matières nouvelles⁴.

Entré en vigueur le 1er juillet 2023, l'arrêté d'application du diagnostic PEMD s'inscrit dans la loi AGEC en visant à identifier la nature et les quantités de déchets de chantier.

Il concerne la « réalisation par le maître d'ouvrage d'un diagnostic portant sur la gestion des produits, matériaux et des déchets issus de la démolition ou rénovation significative de bâtiments »⁵.

A cela s'ajoute également la loi « **Zéro Artificialisation Nette (ZAN)** » fixée par la Loi « climat et résilience » en août 2021 qui demande aux territoires de baisser de 50%, d'ici à la fin de la décennie, le rythme d'artificialisation et de consommation des espaces naturels, agricoles et forestiers. La construction de logements est notamment le principal facteur d'artificialisation des sols, avec 63% des espaces consommés entre 2011 et 2021⁶. Cet objectif de zéro artificialisation nette devra être atteint d'ici 2050.

Toutes ces récentes évolutions réglementaires doivent permettre de créer une base solide de travail, de prospectives et d'organisation pour les maîtres d'ouvrages et les collectivités territoriales.

Mais il reste encore, malgré ces orientations positives appuyées par des textes réglementaires et des stratégies nationales ambitieuses, des axes d'améliorations et de progression. **Toutefois, l'ensemble doit être appréhendé de manière équilibrée en évitant toute décision trop radicale et excluante pour ce secteur. Le bâtiment durable doit être fondé sur des stratégies, des visions et des actions de long terme !**

La nécessité de mettre en œuvre des politiques ambitieuses de réduction du carbone

Ce livre blanc vise à mettre en lumière la nécessité urgente de développer de nouveaux modèles de coopération pour maximiser la réduction du carbone incorporé si l'on veut atteindre les objectifs de zéro émission nette du secteur d'ici le milieu du siècle.

Les 25 recommandations portées le Cercle Promodul / INEF4, CNCA et la coalition nationale ont pour objectif une mise en œuvre de politiques ambitieuses de réduction du carbone en favorisant un essor durable des territoires.

La clé du projet réside dans la concertation territoriale, c'est-à-dire recueillir et analyser les défis à relever, les expérimentations initiées, mettre en avant les différents leviers et ce qui fonctionne au niveau local pour ensuite le déployer à l'échelle nationale afin de lever les verrous et limiter les freins qui empêcheraient l'atteinte des objectifs nationaux.

Mais le chemin est encore long : pourquoi ?

Les collectivités et territoires très impliqués sur ces enjeux de décarbonation se heurtent, malgré les réglementations nationales ou locales existantes, à de nombreux freins, tels que (*liste non exhaustive*) :

- Difficulté à mettre en œuvre une approche globale et intégrative bas-carbone des bâtiments ;
- Manque d'outils simples d'évaluation et d'approche pour calculer les empreintes carbone de bâtiments, de quartiers, et d'actions envisagées afin de les comparer pour proposer des arbitrages sur les réalisations et les choix ;
- Impossibilité à ce jour de systématiser une analyse fine (et donc un choix) entre rénovation/réhabilitation (en profitant du « déjà construit ») vs démolition, management et nouvelle construction ;
- Pas de méthode normée et de réglementation permettant d'exiger et d'évaluer les seuils et niveaux de carbone incorporé dans des opérations de rénovation, et de fait d'évaluer une réduction significative du carbone incorporé dans les bâtiments ;
- Manque d'aide, d'accompagnement, de connaissances et d'informations au niveau de l'ensemble des acteurs et dans les différents services décisionnaires sur une culture carbone précise, mais également sur les données environnementales et les impacts sur les ressources pour éviter des solutions simplistes ou court-termistes ;
- Enjeux d'articulation entre les exigences architecturales et la préservation du patrimoine, en particulier dans les centres urbains et la gestion du zonage, de l'aménagement et de la limitation des nouvelles constructions ;
- Difficulté de mise en place d'un cadre clair sur les matériaux issus de l'économie circulaire et du réemploi car non-normé, complexe en termes d'assurabilité mais également en raison d'un manque de structure et d'organisation de la filière.



Laudes
Foundation



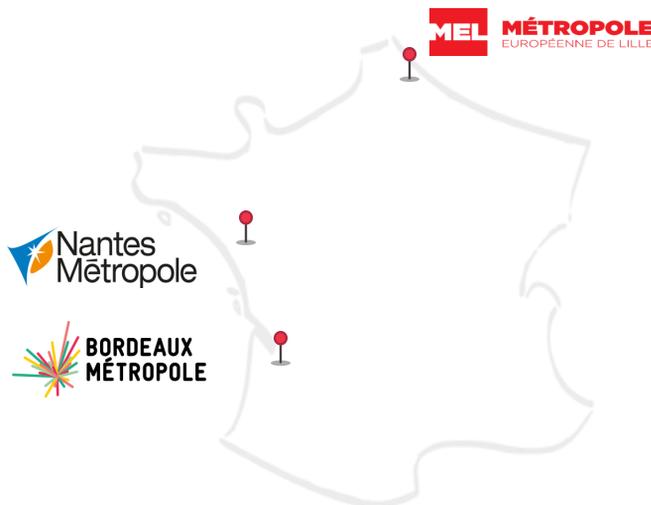
Pour atteindre cet objectif de décarbonation, le projet « **Dramatically Reducing Embodied Carbon** » piloté par [Carbon Neutral Cities Alliance](#) (CNCA), et financé par [Laudes Foundation](#) et [Built By Nature](#) vise à favoriser l'adoption généralisée de politiques locales, nationales et régionales ambitieuses qui réduiront le carbone incorporé.

L'objectif final : la création d'une coalition de villes, d'industriels et d'acteurs engagés pour porter collectivement un message au niveau national en faveur d'adoption de politiques ambitieuses de réduction carbone incorporé préservant les équilibres et s'inscrivant dans une démarche durable applicable à grande échelle.

En France, les métropoles de Bordeaux, Lille et Nantes sont engagées dans ce projet.

Pendant un an, Cercle Promodul / INEF4 a travaillé aux côtés des 3 villes afin d'avoir une vision concrète de leur réalité de terrain.

Avec une ambition : être en mesure d'éditer un livre blanc de recommandations pour accélérer les mises en action sur la réduction des 50 Mt équivalents de carbone incorporé émis en France liées aux produits et équipements de la construction.



SOMMAIRE



AVANT-PROPOS
| Page 3



**DES MÉTROPOLES
ENGAGÉES**
| Page 9



**RÉDUIRE LE CARBONE
INCORPORÉ : LA NÉCESSITÉ
D'UNE STRATÉGIE GLOBALE**
| Page 10



4 AXES STRATÉGIQUES
| Page 12

**CULTIVER UNE DÉMARCHÉ
DE RÉDUCTION**
| Page 13



**PRIORISER L'ACTE DE
RÉNOVER**
| Page 19



**OPTIMISER LES MODÈLES
CONSTRUCTIFS**
| Page 25



**ACCOMPAGNER LE
CHANGEMENT**
| Page 31



**25 RECOMMANDATIONS
POUR PASSER À L'ACTION**
| Page 36



UNE COALITION NATIONALE
| Page 43



ABSTRACT
| Page 38



LES PORTEURS DU PROJET
| Page 46

DES MÉTROPOLLES ENGAGÉES



Bordeaux Métropole est active pour réduire l'impact carbone de son patrimoine depuis de nombreuses années et la formalisation des premiers Plans Climat. Réduire les consommations d'énergie de son patrimoine par des travaux appropriés associés au comportement des usagers a été le premier levier suivi du développement des réseaux de chaleur et des énergies renouvelables permettant un gain de 30% de l'impact carbone. Dès, 2017, avec l'expérimentation E+C-, la mesure du poids carbone des produits et matériaux a été systématisée sur toutes les opérations neuves, avant la RE2020, puis étendue de façon volontariste aux rénovations et aux réhabilitations. Pour Bordeaux Métropole, la neutralité carbone c'est aussi privilégier, si possible, la rénovation plutôt que la construction neuve, avoir recours à des matériaux biosourcés ou à faible poids carbone et favoriser le réemploi.



La Métropole Européenne de Lille (MEL) apporte une réponse concrète à l'urgence climatique et aux différents enjeux environnementaux grâce à son deuxième Plan Climat Air Énergie Territorial 2021-2026. Son ambition : accélérer la transition énergétique pour atteindre la neutralité carbone en 2050, construire une métropole résiliente aux effets du changement climatique et capable d'offrir à tous le bénéfice de la transition écologique. Pour atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050, le plan Climat fixe des objectifs chiffrés de réduction des émissions de gaz à effet de serre, des consommations d'énergie et des polluants atmosphériques et s'appuie également sur un programme d'actions complet basé sur les compétences de Lille Métropole (mobilité, aménagement, logement, développement économique, maîtrise de l'énergie, eau, déchets, qualité de l'air).



Nantes Métropole se mobilise - au titre de sa participation à la Mission européenne 100 villes neutres en carbone et intelligentes - pour l'accélération, à l'horizon 2030, de sa trajectoire vers la neutralité carbone. La transition écologique figure au premier rang des préoccupations des politiques publiques. Le projet DREC participe de cette dynamique au travers de l'appui qu'il apporte aux démarches de construction circulaire sur le territoire. La mobilisation des professionnels de la filière construction, immobilier et aménagement a permis d'identifier les leviers nécessaires à la maîtrise des impacts sur le changement climatique et le vivant. Les propositions recueillies à l'issue des 3 ateliers de travail témoignent de la volonté affirmée des professionnels d'accélérer durablement le mouvement pour la neutralité carbone dans la construction.

RÉDUIRE LE CARBONE INCORPORÉ

LA NÉCESSITÉ D'UNE STRATÉGIE GLOBALE



4

AXES STRATÉGIQUES

25

RECOMMANDATIONS POUR PASSER À L'ACTION

Les villes françaises sont aujourd'hui responsables de 67% des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle nationale.

« Près de 50% de la population mondiale vit aujourd'hui en ville, et ce seront près de 70% d'ici 2050, avec des mégapoles plus nombreuses et plus peuplées. Les phénomènes cumulés d'urbanisation et de migration vers les villes se constatent aussi en Europe, où la population citadine représentait 70% de la population totale en 2010 et devrait atteindre 80% d'ici 2030 »⁷.

Face à l'urgence climatique, réduire les émissions de CO₂ est une priorité. Les territoires et notamment les villes, et par extension, leurs habitants, sont désormais fortement exposés aux risques liés au réchauffement climatique : canicules et phénomènes d'îlots de chaleur, artificialisation des sols et recul de la biodiversité, forte concentration urbaine, logements peu ou mal isolés, etc.

De plus, ces dernières sont bien souvent en première ligne face aux enjeux sociaux, économiques et environnementaux. Elles sont donc des acteurs incontournables pour atteindre l'objectif de neutralité carbone fixé par la Stratégie Nationale Bas-Carbone. Les décideurs publics, à l'échelle nationale comme territoriale, doivent la prendre en compte⁸.

Cette forte urbanisation et centralisation des activités humaines (habitat, consommation d'énergie etc.) mettent en évidence la responsabilité des villes, qui constituent des territoires clés en matière d'objectif de neutralité carbone.

On assiste donc aujourd'hui à une montée en puissance des collectivités en tant qu'acteurs décisifs : elle se positionnent en véritables « chefs d'orchestre » pour leurs territoires et ainsi viser l'atteinte des objectifs.

Réduire l'impact environnemental des bâtiments dont elles ont la gestion ou la propriété est donc nécessaire, en diminuant les consommations énergétiques et en adoptant, entre autres, des programmes de rénovation ambitieux. Mais elles doivent aussi se positionner comme tiers de confiance auprès de leurs administrés. Il convient alors d'inscrire dans cette stratégie la sensibilisation et l'information de tous les acteurs sur la maîtrise des émissions amont et aval.

Les collectivités donnent des orientations pour mettre en œuvre, dans tous les secteurs d'activité, la transition vers une économie bas-carbone, circulaire et durable.

Les champs concernés sont nombreux et doivent répondre aux problématiques d'aménagement entre construction, démolition, réhabilitation, ou rénovation en intégrant la maintenance des bâtiments pour éviter leur dégradation et améliorer leur durabilité, leur flexibilité, sans négliger leur réversibilité.

Il est donc facile de comprendre que ces sujets sont complexes, transverses et qu'ils nécessitent des approches partenariales et collaboratives. Il est nécessaire d'éviter les solutions trop simplistes, dont la portée et les effets mal évalués à moyen ou court terme pourraient s'avérer contre-productifs.

Par exemple, substituer de manière systématique un matériau par un autre considéré comme plus « vert » ou vertueux sans tenir compte de l'ensemble de son cycle de vie, ou sans évaluer l'impact total, pourrait être une erreur. Les matériaux de construction traditionnels à concentration importante de carbone incorporé, qui assure la structure des bâtiments (béton, acier), présentent plusieurs caractéristiques qui pourraient les rendre techniquement mieux adaptés à certaines applications.

Bien sûr, ces matériaux, à poids carbone élevé doivent être produits de manière circulaire et conçus pour être réutilisés ce qui diminue significativement leur impact. De ce fait, la synergie entre des matériaux biosourcés et des matériaux traditionnels (dont le poids carbone est diminué grâce à l'économie circulaire et au recyclage) devrait conduire à une utilisation plus efficace des matériaux.

Finalement, une approche plus complète et une meilleure compréhension de l'empreinte carbone des matériaux et des processus de construction sont essentielles pour une réduction efficace des émissions de carbone dans le secteur de la construction.

Or la décarbonation des bâtiments (et des territoires) est un défi multidimensionnel qui nécessite une approche holistique prenant en compte la complexité des systèmes urbains et des contextes locaux.

Les solutions et stratégies à envisager ne doivent pas sous-estimer ces complexités au risque de ne pas répondre efficacement aux objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'amélioration de la durabilité urbaine.

Le travail accompli auprès des métropoles dans le cadre de ce projet nous conduit à proposer une vision de cette stratégie globale qui peut se décliner autour de **4 axes stratégiques indissociables, qui doivent en permanence s'équilibrer, se compléter et être analysés sans prépondérance de l'un par rapport à l'autre.**

A l'intérieur de ces axes s'articulent 25 recommandations, considérées comme des jalons à respecter ou à créer, et adressées aux instances publiques, territoriales et administratives mais aussi à tous les acteurs du secteur du bâtiment concernés par cette question de la réduction du carbone incorporé dans les bâtiments des villes et métropoles.

L'ensemble des territoires comme les métropoles et les villes par exemple sont donc confrontés à de nombreux défis auxquels il leur est parfois difficile de répondre dans un temps limité.

« Un des freins les plus communs est la fragmentation des responsabilités entre les acteurs, et au sein de l'administration dans la mise en œuvre de la stratégie de réduction des émissions de GES ». Une approche systémique est nécessaire pour limiter l'effet de silos et proposer une vision harmonisée des objectifs auprès de l'ensemble des acteurs de la localité.

La clé du succès réside dans la concertation territoriale : c'est-à-dire recueillir et analyser les défis à relever, les expérimentations initiées, mettre en avant les différents leviers et ce qui fonctionne au niveau local (pour ensuite le déployer à l'échelle nationale) afin de lever les verrous et limiter les freins qui empêcherait l'atteinte des objectifs nationaux.

Une fois identifiés, lever ces freins et ces verrous implique la nécessité de définir une véritable stratégie globale sur la réduction de l'empreinte carbone, avec une vision cadrée et précise.

Il existe déjà de nombreuses initiatives, mais force est de constater qu'il est encore difficile de rendre homogène une ligne d'actions. La difficulté à poser un diagnostic clair et complet ne doit pas être ignoré. La **définition d'une stratégie globale s'avère donc nécessaire** pour contrecarrer les limites rencontrées.

4 AXES STRATÉGIQUES



1 CULTIVER UNE DÉMARCHE DE RÉDUCTION

Le secteur du BTP reste aujourd'hui l'un des principaux émetteurs de gaz à effet de serre en France. C'est également le secteur le plus consommateur de ressources naturelles et le plus important producteur de déchets.

Les activités liées au BTP restent pourtant indispensables à notre quotidien... Il est alors important et urgent que les territoires adoptent une démarche et des pratiques de réduction du carbone ambitieuses.

➔ PAGE 13



2 PRIORISER L'ACTE DE RÉNOVER

La rénovation globale et performante constitue un levier primordial dans la lutte contre le changement climatique en réduisant les émissions de carbone et en optimisant l'utilisation des ressources.

L'évaluation du carbone incorporé des bâtiments démontre en effet que les rénovations offrent un meilleur bilan du carbone incorporé que les constructions neuves.

➔ PAGE 19



3 OPTIMISER LES MODÈLES CONSTRUCTIFS

L'optimisation des modèles constructifs est une étape cruciale pour réduire l'empreinte carbone des bâtiments.

Le choix judicieux des matériaux et équipements de la construction ou de la rénovation et l'utilisation des qualités des matériaux au bon moment impliquent de repenser la manière dont les bâtiments sont conçus, construits et rénovés. Tout en tenant compte, évidemment, des enjeux entre les exigences architecturales et la préservation du patrimoine, en particulier dans les centres urbains.

➔ PAGE 25



4 ACCOMPAGNER LE CHANGEMENT

Les enjeux de transition environnementale, de développement durable et de réduction des émissions de carbone du secteur du bâtiment impliquent une nécessaire évolution des métiers et des compétences, des formations et accompagnements à l'utilisation d'outils simples et adaptés d'aide à la décision et au suivi.

Ce sont les comportements, les qualifications ainsi que les méthodes de travail de l'ensemble des acteurs, assortis à des outils appropriés, qui sont alors amenés à évoluer pour répondre aux enjeux et objectifs 2050.

➔ PAGE 31



CULTIVER UNE DÉMARCHE DE RÉDUCTION



Le secteur du BTP reste aujourd'hui l'un des principaux émetteurs de gaz à effet de serre en France. C'est également le secteur le plus consommateur de ressources naturelles et le plus important producteur de déchets.

Les activités liées au BTP restent pourtant indispensables à notre quotidien... Il est alors important et urgent que les collectivités adoptent une démarche et des pratiques ambitieuses de réduction du carbone.

Selon ONU-Habitat, les villes comptent pour 78% de la consommation énergétique mondiale et produisent plus de 60% des émissions de gaz à effet de serre¹⁰. Les bâtiments sont responsables d'une part significative de ces émissions tout au long de leur cycle de vie.

Pour les territoires urbanisés, réduire le carbone incorporé contribuerait positivement à la lutte contre le changement climatique et conduirait à une gestion plus efficace des ressources, réduisant la dépendance.

Mais malgré une certaine volonté de faire mieux et « moins », les collectivités se heurtent souvent à des freins : des difficultés à définir une approche globale et intégrative bas-carbone des bâtiments, à qualifier un projet bas-carbone (et donc évaluer une réduction significative du carbone intégré dans les bâtiments), à travailler collaborativement ou encore à lancer une véritable démarche.

Economie circulaire, réemploi, construction bas-carbone, rénovation, déconstruction et fin de vie, changement d'usage, réversibilité des bâtiments, gestion des déchets de chantier, réhabilitation... Autant de sujets auxquels ces acteurs doivent se confronter et qui nécessitent la mise en place d'une véritable démarche de réduction !

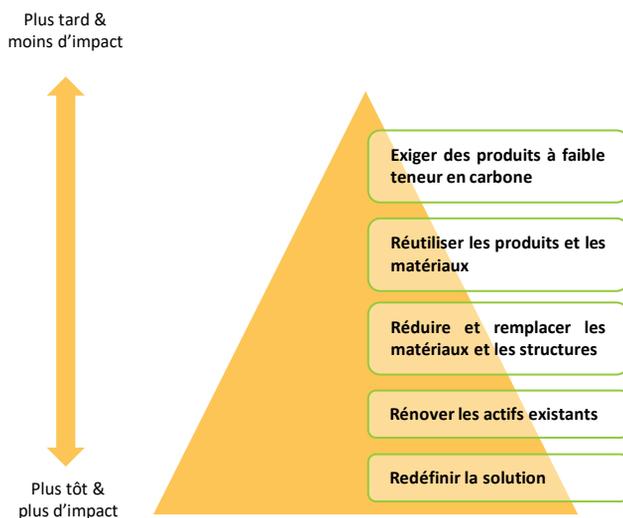
→ Se fixer des objectifs de réduction et planifier une démarche

Tout l'enjeu réside dans la définition d'une véritable stratégie de réduction de l'empreinte carbone incluant une approche holistique de la construction et de la rénovation durable (prenant également en compte la réduction des déchets, la préservation des ressources et la promotion du réemploi).

Cette démarche de réduction du carbone incorporé au sein des territoires doit être soigneusement planifiée et mise en œuvre de manière cohérente pour être efficace. C'est-à-dire fixer des objectifs de réduction à atteindre sur une période donnée (basés sur des données réalistes en fonction des besoins locaux), élaborer un plan d'action pour y parvenir (aligné sur les accords climatiques internationaux, nationaux et le suivi des réglementations déjà existantes).

Enfin, la mise en place d'un système de mesure des résultats sera nécessaire pour ajuster la démarche en temps réel. Une combinaison d'action essentielle pour une collectivité soucieuse de l'environnement, de l'économie et du bien-être de ses administrés.

Pyramide de réduction du carbone incorporé



Source : d'après les travaux de CNCA « [Embodied Carbon City Policy Framework](#) » (2020)

→ Focus sur les réglementations

La réglementation environnementale RE2020, entrée en vigueur début 2022, est déjà un signal positif en matière de bas-carbone.

Elle considère notamment l'ensemble des émissions du cycle de vie du bâtiment, c'est-à-dire qu'en plus de prendre en compte les émissions en phase opérationnelle, elle permet surtout de favoriser en amont les matériaux éco-conçus et à faible poids carbone.

L'impact carbone pour les matériaux de réemploi est également considéré comme nul.

La maîtrise des émissions amont et aval est un enjeu majeur dans le neuf, mais également en rénovation.

Bien que l'Analyse du Cycle de Vie des produits neufs ne soit pas transposable intégralement à ceux du réemploi, en particulier sur la durée de vie, l'usage et les performances, la méthode pourrait inspirer les prochaines réglementations en rénovation pour favoriser une utilisation judicieuse et durable des matériaux de réemploi.

→ Axer les efforts sur les matériaux à faible poids carbone et le réemploi

Il est indispensable d'encourager l'utilisation de matériaux de construction à faible poids carbone.

Tout d'abord en permettant la recherche et le développement, puis en facilitant leur adoption. Le carbone incorporé et sa réduction sont des notions encore nouvelles pour la filière ; ce qui peut constituer un frein car les solutions peuvent être considérées comme « non conventionnelles ».

Au-delà de l'utilisation de matériaux à faible poids carbone, planifier la gestion des déchets de construction, en favorisant d'abord le réemploi puis la récupération et le recyclage de matériaux lors de la démolition ou de la rénovation est également un levier.

La valorisation de l'allongement des durées d'usage et du recyclage des matières premières secondaires sera aussi associée à la démarche du réemploi de matériaux de construction existants chaque fois que possible.

Concernant le réemploi, il reste du chemin à parcourir : d'après le Ministère de la Transition écologique et solidaire, sur les 46 millions de

tonnes de déchets produits chaque année par l'industrie du bâtiment, entre 48 et 64% sont valorisés (recyclés)¹¹.

Quelle quantité pourrait également connaître une deuxième vie et être réemployée ? D'après le projet européen Interreg FCRBE, moins de 1% des éléments de construction sont réemployés aujourd'hui dans le nord-ouest de l'Europe à la suite de leur premier usage¹².

« *L'objectif de la nouvelle filière à responsabilité élargie des producteurs (REP), étendue au bâtiment (PMCB) le 1^{er} janvier 2023, a justement pour objectif d'atteindre progressivement 5% de produits réemployés d'ici à 2028. Il s'agit donc de multiplier par dix les flux de réemploi en seulement cinq ans, ce qui va nécessiter une restructuration complète des filières [collecte, de reconditionnement et de distribution]* »¹².

Tout l'intérêt du réemploi et d'utiliser des matériaux déjà existants est de limiter leurs impacts et effets puisque le carbone est « déjà piégé ».

Les exemples d'études ACV comparatives entre réemploi, recyclage, élimination ont démontré l'intérêt du réemploi, notamment par une action immédiate dans la réduction des impacts. D'après les travaux du projet FCBRE, le réemploi permet d'éviter à la fois l'impact lié à l'extraction de la matière première (ex. minerai de fer) mais aussi celui lié à la production du produit (ex. production d'une poutre en acier)¹³.

Favoriser la planification de projets de construction durables qui minimisent le gaspillage de matériaux et d'énergie devient donc indispensable. Tout comme le renforcement de normes et d'exigences réglementaires sur le réemploi qui permettraient de lever les difficultés liées à sa mise en place (plusieurs obstacles – techniques, logistiques, économiques et assurantiels – freinent encore son développement).

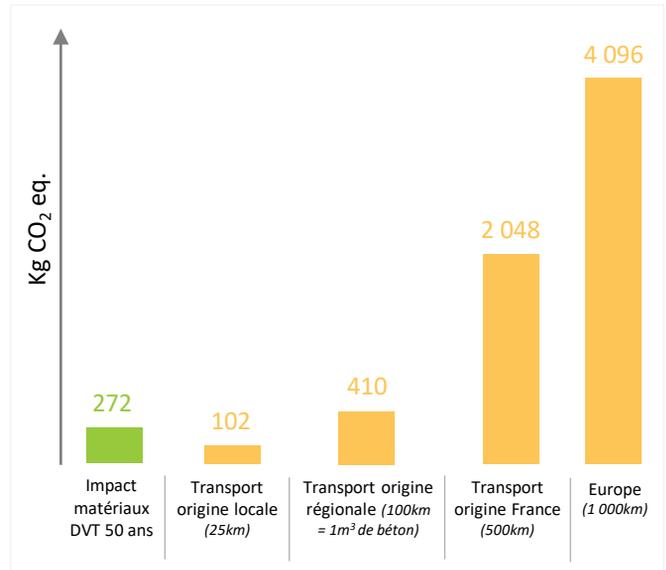
Il faut agir sur 2 axes :

- **Le carbone déjà « piégé »** dans les matériaux existants issus du réemploi ;
- **Le carbone dit « récupérable »** des matériaux à faible poids carbone (issus de l'économie circulaire ou d'origine biosourcée).

➔ Favoriser les approvisionnements à proximité des chantiers

Dans une démarche approfondie de réduction, le choix des matériaux à faibles impacts carbone doit également prendre en compte leur provenance (impact de leur acheminement depuis leur lieu de fabrication jusqu'au chantier).

SINTEO a par exemple mené une étude comparant l'impact carbone entre le fret routier et la fabrication d'1m³ de béton CEMII :



Comparaison de l'Impact carbone entre le fret routier et la fabrication d'1 m³ de béton CEMII, SINTEO, [Livre blanc du bas carbone : La nouvelle manière de construire](#)

« *L'impact d'1m³ de béton CEM II est de 272kg CO₂eq sur la durée de vie d'un bâtiment. Son transport jusqu'au chantier sur 100 km émet presque deux fois plus de carbone que le matériau sur toute sa durée de vie. Un déplacement de 65 km émet autant de carbone que la fabrication et l'utilisation d'1 m³ de béton CEM II sur 50 ans ! (Source : Inies, Ademe)* »¹⁴.

Or, cette étude a pris en compte 1m³ de béton très émissif en carbone. Le résultat serait donc d'autant plus fort si l'analyse avait été faite sur la base de matériaux moins émissifs.

Ainsi, plus le matériau est bas carbone, plus il nécessite d'être produit localement pour ne pas perdre son bénéfique carbone dans son transport jusqu'au chantier. Il est nécessaire d'être vigilant quant aux produits bas carbone dont l'origine est extérieure au territoire national.

→ Encourager la rénovation plutôt que la démolition

En 2050, les phases de construction et de démolition/rénovation des bâtiments pourraient être responsables d'une large part des émissions de la filière.

Dans un souci de réduction (déchets, émissions), les collectivités devraient en premier lieu, lors de tout projet urbain, réaliser une évaluation du cycle de vie comparant démolition/construction VS rénovation et fixer des objectifs chiffrés en matière de circularité dans les appels d'offre.

En effet, la RE2020 ne suffira pas à elle seule. Le renouvellement des bâtiments ne représente que 1% du parc français par an.

La rénovation reste donc un levier très important dans la lutte contre les émissions carbone du bâti.

La loi « Climat et résilience » impliquera, avec l'apparition du décret d'application, une étude préalable aux travaux de construction ou de démolition des bâtiments pour évaluer le potentiel de changement de destination/la mobilisation d'espaces déjà urbanisés. Ceci dans une optique de préservation des sols, renforcé notamment via l'objectif ZAN analysant les besoins dans une logique de séquence ERC (Eviter, Réduire, Compenser), afin de préserver les sols¹⁵.

La réduction du carbone incorporé englobe donc naturellement la raréfaction des ressources et la biodiversité. Une bonne démarche de réduction doit permettre d'atteindre les objectifs environnementaux et économiques sans négliger la qualité des ouvrages, d'avoir une gestion responsable des ressources et de la durabilité à long terme du territoire (sur les terres, le foncier, la biodiversité etc.).

→ Elaborer des stratégies d'adaptation au changement climatique pour faire face aux évolutions

Il est important d'avoir une approche holistique intégrant tous les axes d'amélioration, de ne pas enfermer les objectifs de réduction carbone dans une vision verticale et silotée.

Derrière la question du carbone incorporé, du poids carbone des matériaux et équipements, nécessite également une vision élargie pour la prise en compte d'autres impacts et indicateurs. La mise en perspective avec les réglementations, les normes et les performances mais aussi les accès aux ressources, les effets sur la biodiversité, l'environnement et la durabilité des solutions doivent être aussi considérés.

Une approche globale et multicritères doit inclure également dans les réflexions l'adaptation au changement climatique en pensant le bâtiment pour le climat de demain (limitation des îlots de chaleur, anticipation du confort été et du recours systématique à la climatisation, en privilégiant les dispositifs non-consommateurs d'énergie pour le rafraîchissement - cf projet français CAP 2030 et projet européen LEVELS).

Imposer un référentiel d'aménagement inspiré d'un label regroupant plusieurs critères à respecter

→ Exemple du Plan Climat de Bordeaux métropole



Ce Plan Climat impose un référentiel d'aménagement inspiré du label bâtiment frugal bordelais, regroupant des critères à respecter pour les projets d'aménagements permettant de faciliter l'appropriation des enjeux environnementaux par l'ensemble des acteurs concernés (bilan carbone, biodiversité, mobilité, énergies renouvelables, air etc.).¹⁶

→ Et dans le neuf ?

En neuf, il est indispensable de travailler sur tous les critères qui permettent « d'équiper » le bâtiment pour l'inscrire dans une stratégie globale bas-carbone sur toute sa durée de vie.

Comment ? En accompagnant les choix, matériaux, produits et équipements pour intégrer les systèmes constructifs dans l'analyse de cycle de vie du bâtiment. En explicitant et en encadrant les notions d'unité fonctionnelle, des risques à garantir et des normes à respecter. Cela permettra d'objectiver les choix en fonction d'objectifs et de scénarios préalablement définis.

A la réception du bâtiment, il faut instaurer des critères de suivi maintenance/durée de vie car le sujet du carbone incorporé est également important lors de la phase d'occupation d'un bâtiment afin de maintenir la performance dans la durée¹⁷.

Le Cerema préconise par exemple d'impliquer les occupants dans la bonne utilisation du bâtiment et de ses équipements (chauffage, éclairage, eau chaude, ventilation etc.), de planifier et d'anticiper les actions d'entretien et de maintenance afin d'optimiser la durée de vie des éléments du bâtiment.

Un bâtiment bien maintenu nécessite moins de travaux lourds à termes et donc moins d'incorporation de nouveaux matériaux lors de sa rénovation ce qui permet un allongement de sa durée de vie.

Enfin, pour les réparations, de choisir des systèmes et des matériaux à faible impact carbone et peu consommateurs en énergie. Pour maximiser au mieux l'efficacité de ces préconisations, et favoriser la qualité du bâti, elles devront être pensées en amont (en coordination avec le futur exploitant du bâtiment) et accompagnées d'une sensibilisation des occupants.

→ Travailler de manière collaborative, informer et partager

La démarche de réduction carbone sera un succès si les collectivités travaillent collaborativement afin de partager les meilleures pratiques et bénéficier mutuellement de l'expérience d'autres régions.

The Shift Project explique que « seules des démarches collectives fixant des objectifs clairs et partagés au niveau territorial assureront le succès de la décarbonation et de l'adaptation des territoires ». Il fixe 3 actions principales aux métropoles¹⁸ :

- Assumer d'être « ensemblier » et catalyseur de l'action sur son territoire ;
- Agir en responsabilité avec tous les territoires de l'aire d'attraction ;
- Bâtir des alliances territoriales avec tous les niveaux de collectivités.

Informer des engagements de la collectivité sur la démarche de réduction du carbone incorporé, « éduquer » les acteurs de la construction sur les différents avantages et encourager les différents acteurs à une participation active, sera la clé. Mais avant toute chose il conviendra que cette stratégie et ces engagements soient issus d'une réflexion objectivée et méthodique pour garantir la durabilité, le respect des normes de sécurité et une véritable réflexion sur toute l'analyse du cycle de vie du bâtiment.

CULTIVER UNE DÉMARCHE DE RÉDUCTION



PASSER À L'ACTION : LES RECOMMANDATIONS

- 1** | Elaborer un plan d'action de réduction du carbone incorporé en se fixant des objectifs sur une période donnée.
- 2** | Réduire l'empreinte carbone du processus de construction/rénovation en planifiant des projets de construction durables, en privilégiant l'utilisation de matériaux de construction à faible poids carbone via notamment la recherche, le développement et en facilitant leur adoption.
- 3** | Encourager la rénovation plutôt que la démolition.
- 4** | Planifier la gestion des déchets de construction en favorisant le réemploi, la récupération et le recyclage de matériaux lors de la déconstruction ou de la rénovation.
- 5** | Promouvoir, chaque fois que possible, sur site ou à proximité, le réemploi de matériaux de construction existants, et favoriser l'émergence de nouvelles filières afin de réduire l'utilisation des matières premières, les déchets et préserver les ressources et la biodiversité.
- 6** | Travailler en collaboration avec d'autres collectivités pour partager les meilleures pratiques, informer des engagements pour valoriser les bénéfices de la démarche et encourager les différents acteurs à une participation active.



PRIORISER L'ACTE DE RÉNOVER



La rénovation globale et performante constitue un levier primordial dans la lutte contre le changement climatique en réduisant les émissions de carbone et en optimisant l'utilisation des ressources.

L'évaluation du carbone incorporé des bâtiments démontre en effet que les rénovations offrent un meilleur bilan du carbone incorporé que les constructions neuves.

Depuis de nombreuses années, et sous l'impulsion des réglementations thermiques et environnementales, le bâtiment neuf s'aligne sur les objectifs de décarbonation de la SNBC. Cependant, le neuf ne représente que 1% de l'équivalent du parc national. Les efforts attendus, et nécessaires, doivent alors porter sur la rénovation du reste du parc.

D'autant que la demande en logements au sein des zones urbaines est de plus en plus grandissante. Avec 70% de la population mondiale qui devrait être citadine en 2050, une problématique se pose : devons-nous favoriser l'étalement urbain ou densifier nos villes ?

Face à cette problématique, il reste pourtant encore difficile pour les territoires de systématiser une analyse fine entre profiter du « déjà construit » (rénover), construire, ou même, démolir pour (re)construire.

Manque d'obligations réglementaires concernant l'acte de rénover, manque d'encadrement dans l'utilisation des matériaux issus du réemploi etc., de nombreux freins persistent. Enfin, améliorer et favoriser la diffusion et la connaissance des outils d'aide à la décision pour en faciliter l'usage.

→ Rénover de l'ancien ou construire du neuf ?

Selon l'ADEME, la construction d'un bâtiment de logements collectifs nécessite 40 à 80 fois plus de matériaux qu'une opération de rénovation¹⁹.

Et même si la RE2020 a permis d'imposer des constructions à impact carbone limité dès 2022, l'ADEME estime que la construction d'une maison individuelle seule consomme en moyenne 1,2 tonnes de matériaux au m², soit 40 fois plus de matériaux qu'une rénovation. L'estimation grimpe à 1,6 tonnes de matériaux au m² pour la construction d'un logement collectif.

Dans un souci de réduction des déchets d'une part, et d'émissions carbone sur l'ensemble du cycle de vie d'autre part, il convient alors d'envisager la rénovation (également en vue d'éventuels travaux d'agrandissement ou de réhabilitation d'un bâtiment), en lieu et place d'une démolition pour reconstruction. Les territoires doivent, dans le cadre de leurs projets urbains, évaluer et comparer les émissions carbone et les impacts climatiques liés à ces deux alternatives.

Pourtant ce choix n'est pas si simple : les acteurs publics se trouvent très souvent face à un vide juridique en matière de rénovation. Car si la construction neuve est normée par la RE2020 qui pose des objectifs en matière de décarbonation, il n'en est rien pour l'acte de rénover qui restent conditionné par la volonté propre des acteurs publics de tendre vers une décarbonation du parc bâti de leur territoire.

Faire évoluer les réglementations thermiques pour prioriser l'acte de rénover en y intégrant un volet carbone mais également pour apporter un cadre plus explicite pour l'utilisation d'un référentiel actualisé, en proposant, par exemple :

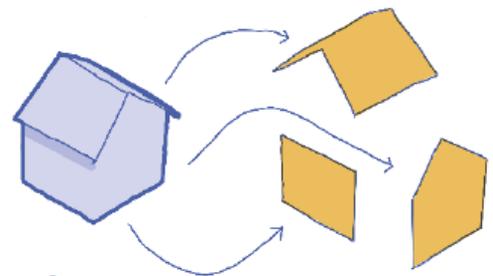
- Des réglementations qui tiennent compte à la fois des émissions opérationnelles mais également des émissions dues au carbone incorporé ;
- Des exigences en matière de réemploi et de déconstruction.

Des seuils de performance carbone permettraient de cadrer les projets de rénovation : « Le programme "NZC rénovation" de l'Alliance HQE, qui vise à trouver des leviers d'action pour réduire les émissions de carbone dans les bâtiments existants, propose par exemple une approche intéressante basée sur le temps de retour carbone d'une opération »²⁰.

→ Rénover, réduire, réemployer

Rénover c'est tirer parti des ressources déjà investies dans une construction initiale (structure, façades etc. qui constituent des matériaux de gros œuvre). Les projets de rénovations impliquent une démarche favorisant au maximum l'utilisation de l'existant et du déjà bâti (**plus de 50% des émissions liées aux matériaux seraient ainsi évitées par rapport à une construction neuve**)¹⁴.

Consommation annuelle de matières premières dans le monde



44%

de l'impact carbone d'un bâtiment neuf vient du gros œuvre

dont 16% pour les fondations et 28% pour la structure. La conception d'un bâtiment évolutif permettrait de conserver le gros œuvre, soit autant d'impacts en moins par rapport à une reconstruction.

Source : [Economie circulaire – Réversibilité](#), ADEME

Inclure, lors des travaux, des matériaux durables à faible poids carbone (issus de l'économie circulaire et/ou biosourcés), contribue à réduire dans le même temps l'empreinte carbone du bâtiment rénové. Le choix de matériaux durables, recyclables et à faible émission de carbone est un facteur déterminant de l'empreinte carbone du projet.

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte encourage l'utilisation des matériaux biosourcés, en construction et en rénovation afin :

- d'une part, de diminuer la consommation de matières premières d'origine fossile ;
- et d'autre part, de limiter les émissions de gaz à effet de serre du bâtiment.

→ Faciliter la prise en compte des matériaux biosourcés et le réemploi



Dans son Plan Climat, Bordeaux Métropole impose la prise en compte des matériaux biosourcés, géosourcés et issus du réemploi dans les documents de planification (PLH, SCOT) pour limiter le recours systématique aux matériaux carbonés et/ou intègre un bonus de constructibilité (surface et/ou hauteur) en cas de recours à des matériaux biosourcés.

Bordeaux Métropole systématise également le recours aux matériaux issus du réemploi pour les travaux de voiries et des bâtiments métropolitains en intégrant des clauses durables dans les marchés publics (enrobés tièdes, recyclages déchets de chantiers, principe de réutilisation, agrégats).

L'intégration d'une démarche de réemploi constitue également une vraie opportunité en matière de réduction du gaspillage des matériaux, et donc des ressources (dans un contexte où celles-ci se raréfient de plus en plus vite).

La rénovation va générer, sur toute la chaîne des composants du bâtiment, moins de déchets qu'un projet de construction qui impliquerait une nécessaire élimination des déchets associés (avec dans le même temps des émissions carbone qui en sont liées).

Partir de l'existant pour créer à nouveau !

→ Exemple de Lille Métropole et du site Blanchemaille



Le projet de transformation de l'ancien siège de La Redoute a pour ambition de redonner vie à ce site emblématique de la région.

Avec 13 000m² dédiés aux incubateurs et accélérateurs de start-up, l'objectif sera de dynamiser le e-commerce en y accueillant des entreprises en phase d'incubation et d'accélération, des foyers d'entreprise ainsi que des espaces événementiels et logistiques.

A partir d'un diagnostic ressources des matériaux, le groupement de maîtrise d'œuvre réuni autour du Studio Authier Architectes, a proposé d'avoir recours au réemploi plutôt que d'utiliser des matériaux neufs. Pour redonner vie à ce site emblématique, ils ont donc favorisé au maximum :

- le **réemploi « in situ »** (réemploi des cloisons modulaires et des menuiseries extérieures pour la distribution intérieure, réemploi des portes, des équipements sanitaires, des radiateurs, des chemins de câbles etc.) ;
- le **réemploi ex-situ** provenant d'un sourcing extérieur proche (tuiles en bardage de façades, dalles de moquettes, tasseaux bois pour les garde-corps etc.).



Bâtiment Pollet
© Lille métropole



Cet objectif de réemploi mis en avant dans le projet est d'autant plus important que certains bâtiments anciens ont une valeur historique ou culturelle. En les rénovant plutôt qu'en les démolissant, et surtout en les réaménageant pour en changer l'usage, on préserve ainsi le patrimoine bâti tout en réduisant l'impact carbone.

→ Allonger la durée de vie

Rénover c'est aussi entretenir et assurer la maintenance des bâtiments existants, et donc participer à l'allongement de leur durée de vie. Résultat ? On évite la construction de nouveaux bâtiments. Inclure une réflexion de requalification des bâtiments, c'est optimiser l'utilisation de l'espace urbain sans extension coûteuse de la ville (permettant des gains sur le foncier et sur les émissions de carbone associées à la fabrication des matériaux qui auraient été utilisés pour un projet de construction).

Et dans un contexte d'étalement urbain de plus en plus prégnant, les observateurs s'accordent sur l'évidence de maintenir et rénover en densifiant plutôt que démolir et reconstruire. Car les conséquences en matière d'artificialisation des sols (et d'impacts sur la biodiversité dans le même temps) sont aussi à souligner : entre 2006 et 2014, la surface au sol dédiée à l'habitat a progressé plus vite que la population.

La part de la construction neuve entre 2007 et 2017 a ainsi augmenté de 33 % en zones tendues²¹. Et sur une période quasi équivalente (entre 2009 et 2021), environ 300 000 hectares d'espaces naturels, agricoles et forestiers ont été consommés en France - hors Mayotte - augmentant l'espace urbanisé de 8,7 % (dont 67,5 % l'ont été pour développer l'habitat)²².

Intégrer des études systématiques, lors d'opération d'aménagement, sur l'impact « démolition ou reconstruction » contre « rénovation » est alors essentiel. Il est capital de prioriser la rénovation dans les plans d'urbanisme pour assurer une utilisation efficace de l'espace urbain et promouvoir la densification.

→ Rénover pour réduire le carbone incorporé... et opérationnel !

Rénover permet alors de capitaliser sur l'existant. A contrario, l'acte de construire n'est pas anodin d'un point de vue environnemental : même si, une fois construits, les bâtiments neufs sont efficaces sur le plan énergétique, la majeure partie de leurs émissions carbone se concentre durant leur phase de construction.

Les produits de construction et équipements représenteraient alors 65 à 85 % de la totalité des émissions carbone liées au cycle de vie d'un bâtiment neuf²³.

En matière de rénovation, l'apport en matériaux est limité car la structure sera peu ou pas modifiée, ce qui aura un impact significatif sur la réduction du carbone incorporé.

→ Relever ses ambitions en matière de rénovation énergétique



En s'appuyant sur des dispositifs déjà en place, notamment la plateforme MaRénov et en complément des dispositifs financiers de l'Etat, Bordeaux Métropole a relevé ses ambitions en matière de rénovation dans son programme 2022 - 2026 de rénovation énergétique de l'habitat avec comme objectif annuel d'atteindre la rénovation de 9500 logements du parc privé (5 100 maisons et 4400 appartements) et 2000 logements du parc social.

Ces 11 500 rénovations doivent atteindre en moyenne les étiquettes énergétiques A ou B. L'objectif est d'atteindre une économie annuelle de 60 GWh à partir de 2026.

Rénover est donc bénéfique en matière de réduction des émissions carbone, à condition toutefois d'engager une rénovation thermique performante pour limiter dans un deuxième temps les émissions liées à l'exploitation. Dans ce cas, l'apport des systèmes d'isolation a un impact très faible sur le carbone incorporé (quelle que soit la nature de l'isolant) en comparaison avec la quantité de carbone émise en phase d'exploitation.

81 % des consommations énergétiques des communes de l'Hexagone proviennent des bâtiments communaux. [Source : Plan Bâtiment durable]

Pour accompagner la mobilisation des collectivités territoriales et contribuer à répondre aux enjeux de la planification écologique (via notamment la rénovation énergétique), il existe le Fonds Vert²⁴.

Et au-delà de l'effet bénéfique de l'utilisation du gros œuvre (déjà existant), de la limitation des déperditions (en renfonçant la performance de l'enveloppe du bâtiment) et de la mise en place de systèmes énergétiques et de gestion performants, l'impact du poids carbone des matériaux de second œuvre choisis pour certains lots sera significatif.

Ramené à une analyse de cycle de vie, telle que définie dans la base INIES et les fiches FDES, le carbone incorporé dans un système d'isolation (isolant, accessoires, fixation, parement) représente seulement 1 % des émissions totales de CO₂ du bâtiment s'il est exploité avec une énergie carbonée, et 5 % dans le cas d'une énergie faiblement carbonée.

On pense par exemple aux revêtements de sols/murs/plafonds, aux éléments sanitaires, aux cloisonnements, aux aménagements intérieurs, au mobilier, etc., qui sont à considérer pour réduire le poids du carbone incorporé ; d'autant que certains de ces éléments peuvent être originaires de filières de réemploi, dès lors qu'elles existent.

→ S'appuyer sur les bons outils

La [base INIES](#) est la base de données nationale de référence qui centralise les données environnementales et sanitaires des produits et équipements de la construction.

Elle s'inscrit dans une démarche générale de transition pour le secteur de la construction et permet de répondre aux objectifs 2050 de lutte contre le changement climatique.



Assurer un référencement des matériaux composants le bâtiment est donc primordial : c'est la base de données INIES qui constitue une source d'informations essentielle pour connaître les impacts environnementaux et carbone des matériaux et équipements neufs de la construction. Numériser ces informations et enrichir cette base permet ensuite d'alimenter les logiciels ACV afin d'évaluer la performance environnementale des ouvrages.

Mais ce recensement s'effectuant sur la base d'une démarche volontaire des déclarants, il est impératif désormais d'inciter les fabricants à renseigner des déclarations, notamment des FDES et PEP pour leurs matériaux et équipements. Se pose ensuite la question des matériaux et équipements plus anciens et existants pour constituer une base de référence.

Car plus les acteurs publics bénéficieront d'une information exhaustive, plus il leur sera possible d'effectuer un choix éclairé en matière d'ambition bas-carbone.

« L'ensemble des études insiste sur l'importance d'une base de données robuste, ce qui conforte la nécessité de création de fiches de déclaration environnementale et sanitaire les plus précises possibles.

Il serait ainsi intéressant de pouvoir modéliser l'impact d'éléments constructifs couramment utilisés dans la réhabilitation du bâti d'avant 1948 (menuiseries bois artisanales, enduits traditionnels...) grâce à des données génériques types aujourd'hui absentes de la base INIES »²⁰.

De façon plus globale, il s'agit de favoriser l'accès et la formation aux outils existants permettant, avec des indicateurs définis et précis, de procéder à une évaluation économique et environnementale de l'étape de rénovation.

L'objectif : pouvoir procéder à une comparaison éclairée entre un projet de réhabilitation et un autre de démolition-construction neuve.

Inciter les acteurs publics à travailler sur des ambitions de rénovations globales et performantes est essentiel, mais encore faut-il qu'ils soient suffisamment éclairés sur la décision à prendre au regard d'objectifs carbone ambitieux.

PRIORISER L'ACTE DE RÉNOVER



PASSER À L'ACTION : LES RECOMMANDATIONS

- 7** | Proposer une analyse fine de l'acte de rénover ou du « démolir pour reconstruire » qui doit être basée sur une évaluation approfondie de tous les facteurs et de tous les objectifs : énergie - carbone - climat - confort - besoin des usagers - biodiversité - loi ZAN).
- 8** | Réaliser une évaluation complète des parcs de bâtiments pour identifier les bâtiments les plus anciens et les moins efficaces, et ainsi prioriser l'acte de rénover si nécessaire.
- 9** | Faire évoluer les réglementations thermiques de l'existant vers des réglementations environnementales tenant compte également du carbone incorporé.
- 10** | Tirer parti des ressources déjà investies dans les constructions initiales pour éviter l'utilisation de nouveaux matériaux et ressources et ainsi générer moins de déchets.
- 11** | Mettre en place des exigences en matière de déconstruction, de réemploi et d'emploi de matériaux durables biosourcés et/ou recyclés et établir une exigence pour toutes les demandes de permis de démolition et de rénovation incluant un audit détaillé avant travaux.
- 12** | Donner une deuxième vie au bâtiment : rénover pour réaménager ou modifier l'usage de bâtiment existant, tout en préservant le patrimoine bâti ainsi que la valeur historique et culturelle.
- 13** | Former et sensibiliser les professionnels de la construction, les services publics concernés ainsi que les maitres d'ouvrage sur l'intérêt de la rénovation durable.



OPTIMISER LES MODÈLES CONSTRUCTIFS



L'optimisation des modèles constructifs dans les territoires est une étape cruciale pour réduire l'empreinte carbone des bâtiments.

Pour choisir judicieusement les matériaux et équipements de la construction ou de la rénovation et utiliser les qualités des matériaux au bon moment, cela implique de repenser la manière dont les bâtiments sont conçus, construits et rénovés. Tout en tenant compte, évidemment, des enjeux entre les exigences architecturales et la préservation du patrimoine, en particulier dans les territoires urbains.

Pour contribuer significativement aux réductions d'émissions de gaz à effet de serre, réduire les déchets générés par les matériaux est essentiel. L'optimisation des modèles constructifs passera donc nécessairement par la transversalité. Ce qui signifie, intégrer de manière transverse de nouveaux matériaux dans les projets de construction existants. Cette notion d'intégration de nouvelles solutions doit passer par une évaluation approfondie des avantages et inconvénients de chaque matériau pour utiliser au mieux leurs qualités.

La préservation de la transversalité des modèles constructifs doit également tenir compte de l'adaptabilité et de la réversibilité des constructions. Car prolonger la durée de vie d'un bâtiment réduit la nécessité de construire de nouvelles structures.

Une utilisation plus réfléchie et stratégique des matériaux aura également un impact sur l'empreinte carbone globale puisque la demande en ressources naturelles et la consommation d'énergie nécessaire à la fabrication des matériaux sera moindre.

→ Une approche anticipée

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.

Avant toute chose, chaque projet doit faire l'objet d'une méthode conforme et faisant l'unanimité afin que celui-ci ne compromette pas les objectifs de réduction des émissions de carbone de la collectivité.

Par exemple, dans son Plan Climat, Bordeaux Métropole rend obligatoire la réalisation de bilan carbone pour toutes opérations d'aménagement (publiques ou privées) de manière à définir le programme le moins émetteur et partager les résultats dans le cadre des commissions métropolitaines d'avant projets.

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

- **Le choix des matériaux**, en optant pour des matériaux de construction à faible empreinte carbone. Les matériaux traditionnels ont une empreinte carbone élevée. L'intégration des concepts de durabilité dans la conception des bâtiments est donc indispensable, tels que l'optimisation de matériaux, l'introduction d'exigences sur le béton à faible teneur en carbone, l'utilisation de la passivité thermique, l'utilisation de sources d'énergie renouvelable ou la 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 ;
- **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 ;

- **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 ;
- **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.

→ Une approche équilibrée

La réduction du carbone incorporé dans les bâtiments nécessite une approche équilibrée qui tient 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.

En matière de pré-construction et d'infrastructure, il s'agit, par exemple :

- d'éviter de construire sur une zone non desservie par les transports en commun ;
- de choisir un site de construction ne nécessitant pas une forte stabilisation du sol avec des fondations profondes ;
- de 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.) ;
- de réduire au maximum le nombre de places de stationnement en sous-sol (et d'envisager plutôt de surélever le bâtiment afin qu'il repose sur des piliers avec un espace ouvert pour le stationnement en dessous) ;
- Ou encore prévoir aussi plus d'équipements de mobilité douce pour favoriser les externalités positives.

L'ensemble de ces prérequis peuvent être définis directement dans le plan de zonage.

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.

L'acteur public peut également exiger que tous les projets anticipent autant que possible les évolutions futures des usages du bâti et propose une option de démolition, de reconstruction ou de rénovation. Ou encore d'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 usages²⁵.

« 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 cofondateur de CANAL Architecture¹⁵.

→ La difficile équation des centres urbains

Les territoires urbains sont souvent dotés d'un riche patrimoine composé de bâtiments anciens et de quartiers traditionnels.

Selon l'INSEE, 33 % des logements en France ont été construits avant 1948²⁶.

Ils ne sont bien entendu pas tous concernés par des réglementations patrimoniales mais ont, pour la plupart, été conçus avec des techniques et des matériaux traditionnels.

La préservation de ce patrimoine 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. 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 en raison des contraintes de préservation ainsi que de l'obligation de conserver l'apparence et la structure d'origine.

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 c'est-à-dire partant d'une bonne analyse et connaissance de l'existant (historique du bâtiment, contexte, singularité, collecte de données, rôle de chaque matériaux et équipements).

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.

→ Matériaux et optimisation des modèles constructifs

Les pénuries de matières premières, associées à leur coût et à une situation géopolitique instable, renforcent la nécessité d'une réflexion amont avant de définir des stratégies d'aménagement de construction ou de rénovation.

Les ressources naturelles s'amenuisant, il importe d'intégrer la déconstruction 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.

Utiliser les cloisons intérieures et des partitions réutilisables, voire mobiles, pour favoriser la réversibilité du bâtiment est un axe de progrès (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.

Exemple de politiques de déchets de circularité

→ Lille métropole  **MÉTROPOLÉ**
EUROPÉENNE DE LILLE

Rénovation de l'immeuble « Pollet » Roubaix-Blanchemaille, siège originel de La Redoute, avec une attention particulière portée à la circularité via du réemploi in-situ et ex-situ (cf plus d'éléments de détails sur l'opération page 21).

2 journées de dépose collaborative ont permis de valoriser les matériaux et équipements non réemployés dans le cadre de la réhabilitation.
Bilan :



Au global pour le projet, le bilan carbone projeté se situe entre 400 et 500 tonnes d'émissions CO₂ évitées (matériaux de réemploi + matériaux biosourcés).

→ Nantes métropole 

Nantes encourage l'expérimentation et fixe des objectifs de réutilisation pour contribuer à la généralisation :

- 5% en 2030
- 10% en 2040

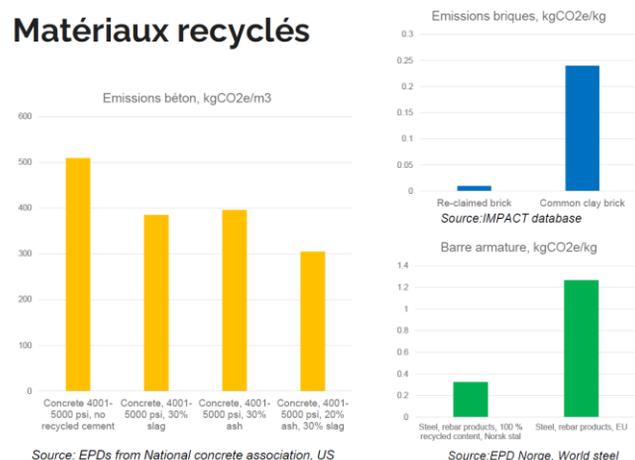
Les résultats d'un chantier de déconstruction ont par exemple permis de déconstruire 200 tonnes de matériaux ainsi que la récupération de 95 % pour être, soit réutilisés, soit recyclés.

Comme le montre le schéma précédent, lorsque l'on connaît la source principale du carbone incorporé cela permet de veiller à ce que les structures atteignent le maximum de durée de vie utile possible.

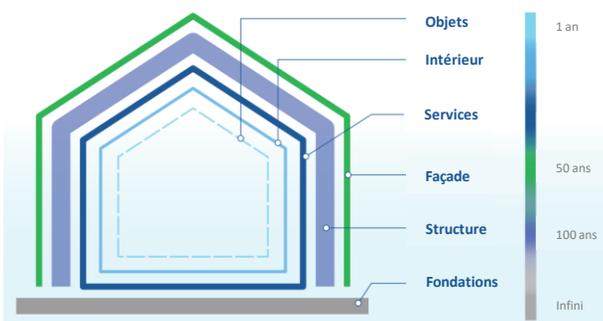
Il est donc nécessaire d'adopter une approche plus réfléchie pour réduire l'impact sur le carbone incorporé de ces matériaux particulièrement émetteurs en gaz à effet de serre et qui ont un impact non négligeable dans le poids carbone incorporé global du bâtiment.

Dans un premier temps, évaluer attentivement si ces matériaux sont réellement nécessaires. Une meilleure conception et planification peuvent minimiser leur utilisation. Aujourd'hui, 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.

Matériaux recyclés



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 serre²⁷.



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

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

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 mélangée à du calcaire broyé, de la pouzzolane broyée etc.), peut permettre de réduire les émissions de CO₂ de 25 %²⁷.

D'après le portail des ressources minérales non énergétiques du gouvernement français, 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).

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.

→ Exemple de la tour Hypérion à Bordeaux, sélectionnée pour l'appel à projet « Démonstrateurs industriels pour la ville durable »

bordeaux
euratlantique

Cette tour mixte bois-béton fait partie d'une opération de rénovation urbaine menée par l'Établissement public d'aménagement (EPA) Bordeaux Euratlantique et développée par Eiffage Immobilier Sud-Ouest (avec le concours de Woodeum) et sur le territoire de Bordeaux Métropole.



© Agence APPA

Le bâtiment, livré en 2021 et haut de 55 mètres mêle en effet le béton et le bois : le socle, les trois premiers étages et le noyau central du bâtiment sont en béton classique tandis que les cloisons, plafonds, planchers et balcons sont en bois.

Les 1 400 m³ de bois massif sont issus d'une filière française structurée (principalement du pin Douglas issus de Corrèze), ce qui, selon Eiffage, permet à la tour de concentrer l'équivalent d'un millier de tonnes de CO₂ tout en ayant permis d'économiser 4 300 tonnes (soit 42 %) par rapport à une construction tout béton²⁸.

En matière de choix des matériaux, se servir de matériaux locaux dans la mesure du possible pour réduire les impacts du transport²⁹ :

- 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.

Enfin, des matériaux et équipements durables, de qualité et permettant l'accès à des pièces remplaçables/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.

En somme, l'approche de 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, efficace et respectueuse de l'environnement. Elle incite à repenser la manière dont nous concevons, construisons et rénovons nos bâtiments pour mieux répondre aux enjeux de durabilité, de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'adaptation au changement climatique.

OPTIMISER LES MODÈLES CONSTRUCTIFS



PASSER À L'ACTION : LES RECOMMANDATIONS

- 14** | Repenser la manière dont sont conçus, construits et utilisés les bâtiments (adaptabilité, réversibilité) pour prolonger leur durée de vie et réduire la nécessité de construire de nouvelles structures.
- 15** | Préserver une transversalité des modèles constructifs pour utiliser les qualités des matériaux au bon moment et au bon endroit en particulier dans le cas de l'introduction de nouveaux matériaux dans l'existant.
- 16** | Définir et fixer des prérequis directement dans le plan de zonage. Prévoir la déconstruction dans la phase de conception peut faciliter le réemploi de matériaux pour une utilisation ultérieure et peut prolonger leur durée de vie utile.
- 17** | Travailler ensemble pour généraliser la démarche et organiser la filière afin d'arriver à un modèle économique acceptable et renforcer l'attractivité des solutions réduisant l'empreinte carbone.
- 18** | Tenir compte des enjeux d'articulation entre les exigences architecturales, la préservation du patrimoine, la densification, l'étalement urbain et les impératifs de réduction de l'empreinte carbone qui passent aussi par l'amélioration de l'efficacité énergétique, la gestion des déchets de construction et le recours à des innovations et technologies moins émettrices en carbone.



ACCOMPAGNER LE CHANGEMENT



Les enjeux de transition écologique, de développement durable et de réduction des émissions de carbone du secteur du bâtiment impliquent désormais une nécessaire évolution des métiers et des compétences ainsi que la mise à disposition ou la formation à des outils simples et adaptés d'aide à la décision et au suivi.

Ce sont les comportements, les qualifications ainsi que les méthodes de travail de l'ensemble des acteurs, assortis à des outils appropriés, qui sont alors amenés à évoluer pour répondre aux enjeux et objectifs 2050.

Réduire les émissions carbone, adapter le bâtiment au changement climatique, limiter l'impact du secteur sur la biodiversité, rester attentif aux enjeux de raréfaction des ressources etc. sont autant de sujets complexes qui nécessitent une bonne compréhension en amont de l'acte de construire (ou de rénover).

Avec un cadre réglementaire en constante évolution, les acteurs du bâtiment et les services territoriaux doivent sans cesse réévaluer leurs connaissances techniques et/ou scientifiques pour rester à la hauteur des enjeux.

Ces problématiques impliquent un besoin réel d'accompagnement des professionnels, et aussi des maîtres d'ouvrage publics et privés. Car, tout changement peut occasionner une certaine résistance. Il s'agit d'encourager l'adoption de pratiques vertueuses et durables, avec une bonne connaissance des enjeux, sans se focaliser sur des sujets qui créent un engouement à un instant T et ne permettent pas une vision de moyen et long terme.

Cet accompagnement et cette sensibilisation nécessite la mise en place d'une approche holistique et pédagogique pour répondre favorablement à ces défis. C'est l'ensemble des métiers qui est concerné et qui doit pouvoir adapter ses méthodes de travail.

La réussite passera donc par un travail collaboratif où les échanges permettent de co-construire un savoir largement partagé par tous les acteurs.

→ Adapter les emplois et les compétences aux enjeux de décarbonation

« 85 % des emplois de 2030 n'existent pas encore. L'intelligence artificielle, la robotique ou la réalité virtuelle transforment les métiers existants et en créent de nouveaux »³⁰.

Et le secteur de la construction n'est pas épargné par cette évolution constante de ses métiers. La décarbonation des ressources et des process implique un perfectionnement nécessaire des compétences et un renforcement des connaissances des professionnels, notamment en vue des objectifs de réduction carbone.

Une formation accrue et transverse est nécessaire : c'est l'ensemble des métiers et des services au sein d'une organisation, privée ou publique, qui sont concernés. Mettre l'accent sur les meilleures pratiques et des innovations technologiques pertinentes permettra de faciliter, dès la phase amont des projets de construction ou de rénovation, les prises de décision en la matière, que ce soit pour les constructeurs, promoteurs, artisans, architectes, ingénieurs ou tout autre acteur concernés par la question.

Inclure systématiquement les enjeux carbone dans les programmes de formation, et ce dès la formation initiale des métiers du bâtiment, de la construction, de l'aménagement etc. est à envisager.

Cette ambition doit ensuite se poursuivre sur le domaine de la formation continue pour avoir sur le terrain des professionnels déjà sensibilisés et formés aux enjeux.

Les formations doivent permettre :

- Une plus grande appropriation du digital : la technologie doit être au service de l'usage et des métiers, non pas de la technologie elle-même ;
- Une plus grande maîtrise de projet de la construction à la déconstruction ;
- Une plus grande transversalité : il faut décloisonner les corps d'état et augmenter la modularité des parcours. Et chaque module doit embarquer une sensibilisation à la transition³¹.

Les outils numériques sont aujourd'hui fortement plébiscités par les apprenants, tant en formation initiale que continue.

92% d'entre eux déclarent en effet apprécier leur utilisation au sein de leur cursus de formation.

La diversification des méthodes d'apprentissage, l'optimisation du temps d'apprentissage ainsi que l'accélération de la montée en compétences sont les principales raisons d'appréciation des outils³².

→ Innover !

La fragmentation des métiers avec des effets de silos rend plus difficile la réponse aux enjeux de décarbonation.

La formation devra alors faire office de levier décisif ! Avec d'un côté, des enjeux de continuité dans la formation des acteurs en place, via l'usage de solutions nouvelles et innovantes ; et de l'autre, pour répondre aux attentes de formation des futurs professionnels qui pourront se porter comme les nouvelles voix de l'innovation.

En matière d'innovation, le domaine de la formation n'est donc pas épargné et doit se renouveler pour s'adapter à l'évolution du marché et permettre d'atteindre les objectifs fixés au secteur du bâtiment (outils numériques innovants, technologies, méthodes et formats d'apprentissage etc.).

Innover ne suppose donc pas uniquement le développement de nouvelles solutions technologiques/numériques.

Il s'agit principalement de penser et de développer de nouvelles manières de transmettre les connaissances et de favoriser cette montée en compétence multi-métiers. Car malgré le gisement d'innovation que peuvent apporter les nombreux outils numériques au monde de la formation professionnelle, le recours à ces techniques n'est une garantie ni de créativité, ni de valeur ajoutée pédagogiques.

→ Impulser une culture carbone collective

Et au-delà de la formation, il est essentiel de créer une véritable culture carbone transverse au sein d'une collectivité et pour l'ensemble des acteurs du bâtiment, axée sur la durabilité et la responsabilité environnementale.

Il s'agit de :

- Favoriser l'échange entre les parties prenantes pour encourager la compréhension mutuelle et le partage d'informations sur les solutions existantes ;
- Mettre en place des programmes éducatifs et des sessions de sensibilisation pour expliquer les concepts clés, les impacts potentiels et les solutions disponibles ;
- Créer des ressources pédagogiques, pour rendre l'information accessible. Montrer les avantages de la durabilité dans la construction et l'exploitation des bâtiments ;
- Fournir une formation et une sensibilisation aux professionnels de la construction, aux services concernés et aux maîtres d'ouvrage sur l'intérêt de la rénovation durable.

→ Exemple de mobilisation des acteurs économiques du BTP



En partenariat avec le cluster Novabuild, Nantes métropole a organisé trois ateliers participatifs avec les professionnels de son territoire.

L'objectif : informer, partager et activer les recommandations grâce à l'intelligence collective autour des actions à prioriser pour l'atteinte de la neutralité carbone sur le territoire de Nantes Métropole.

Ces ateliers ont permis de fédérer les acteurs de l'aménagement, de l'immobilier et de la construction, les têtes de réseaux et les collectivités (qui sont les acteurs de cette neutralité carbone par la définition de leurs actions dans les projets qu'ils mènent) autour de cette ambition de neutralité carbone.



© Novabuild

→ Diffuser des outils simples et des méthodes adaptées

Les acteurs publics doivent pouvoir sensibiliser l'ensemble des parties prenantes à l'importance de réduire ce carbone incorporé : les autorités locales, les services administratifs, les promoteurs immobiliers, les architectes, les ingénieurs, la société civile etc.

Le manque de connaissance et de diffusion d'outils simples d'évaluation pour le calcul de l'empreinte carbone des bâtiments est un obstacle courant à la réduction du carbone incorporé dans les constructions en France.

Face à la difficulté des professionnels de ne pas savoir « par où commencer », il est nécessaire de favoriser l'accès à des outils d'aide à la décision et de fournir aux différents services et métiers concernés par ces questions, les informations nécessaires pour prendre des décisions éclairées, équilibrées et durables.

Des outils simples et accessibles permettraient à un plus grand nombre de comprendre plus facilement l'impact carbone de leurs décisions et sensibiliserait davantage à l'importance de la réduction du carbone incorporé.

La mise à disposition d'outils pédagogiques et facilement utilisables est essentiel car la réduction du carbone incorporé implique très souvent un changement de processus en matière de construction et de gestion des bâtiments : changement des méthodes de conception intégrée, des procédures de certification environnementale, en impliquant des approches plus proactives avec des outils adaptés, des outils de partage des connaissances et des ressources pour favoriser l'adoption de pratiques plus durables sur des choix factuels et raisonnés.

Il faut travailler sur tous les critères qui permettent d'inscrire le bâtiment dans une stratégie globale bas-carbone tout le long de sa durée de vie :

- **Engager un effort de diffusion d'outils d'évaluation simples et accessibles pour mesurer les émissions carbone incorporé** : ces outils devraient être adaptés à différents niveaux, tels que le bâtiment, le quartier ou l'action envisagée. Les outils simples offrent aux décideurs et aux concepteurs une évaluation

rapide de l'empreinte carbone des différentes options à considérer, permettant de prendre des décisions plus éclairées pour réduire les émissions de carbone dès les premières étapes.

De tels outils éclairent les choix de matériaux et de méthodes de construction moins émissifs, ce qui stimule le développement de nouvelles technologies ou une meilleure compréhension de celles existantes tout en évitant des solutions « simplistes » aux effets mal maîtrisés à moyen ou long terme.

- **Mettre en place des systèmes de suivi pour mesurer et rapporter les émissions de carbone incorporé des bâtiments** : cela permettrait de suivre les progrès, d'ajuster les politiques si nécessaire, de maintenir la responsabilité et former les professionnels de la construction, les urbanistes, ainsi que les décideurs aux outils d'évaluation. Ces systèmes nécessitent une sensibilisation accrue aux enjeux du carbone incorporé dans le bâtiment qui est essentielle pour en favoriser l'adoption ;
- **Intégrer dans les réglementations et normes de construction/rénovation françaises ces outils d'évaluation** : cela encouragerait une utilisation généralisée et apporterait une garantie que les acteurs de la construction tiennent compte de l'impact carbone dès le stade de la conception. Des outils simples pourraient être accompagnés de recommandations pour des pratiques exemplaires, ce qui faciliterait l'identification et la mise en œuvre de solutions de construction/rénovation durables ;
- **Proposer des outils permettant de comparer les émissions de carbone incorporé d'un bâtiment, d'un quartier ou d'une action avec des références ou des moyennes sectorielles** : cela aiderait à identifier les domaines où des améliorations peuvent être apportées. Il est nécessaire de mettre en avant des projets exemplaires qui utilisent déjà des outils d'évaluation pour réduire leur empreinte carbone pour encourager d'autres acteurs de la construction à suivre l'exemple ;
- **Rendre accessible une base de données sur les matériaux et équipements** fournissant des informations, entre-autre, sur l'empreinte carbone des matériaux de construction (comme la base INIES) à intégrer dans une compréhension de l'analyse de cycle de vie ;

- **Accompagner la compréhension des chiffres et des résultats**: cette nécessité de rendre clairs et compréhensibles, les enjeux, les objectifs, les résultats et les chiffres passe par une volonté d'intégrer au plus tôt dans la formation la compréhension de ce qu'est le carbone incorporé. La signification et mise en perspective des chiffres qui résulteraient de la manipulation d'outils ou de la lecture de rapport et comptes rendus doit passer par un accompagnement et des programmes de formation adaptés. Cet accompagnement est d'autant plus nécessaire que ces notions sont relativement nouvelles pour de nombreux acteurs.
- **Envisager des incitations financières au niveau local** en mettant en place des exigences pour favoriser l'utilisation de matériaux vertueux à faible poids carbone issus des filières du réemploi, du recyclage (sans se focaliser en termes d'incitation uniquement sur les matériaux « biosourcés ») : Cela peut aider à atténuer les coûts initiaux plus élevés associés à ces projets.

Focus sur les outils types « base de données » :

Les bases de données, comme la Base de Données Nationale des Bâtiments (BDNB®) développée par le CSTB, l'AQC et le programme Profeel par exemple, permettent une centralisation des données et donc la mise à disposition d'une grande quantité d'informations sur les bâtiments en France.



Ce recensement facilite l'accès à des données clés et précises sur les bâtiments, y compris leur conception, leur performance énergétique et leur impact environnemental, permettant d'améliorer la prise de décision en matière de construction, de rénovation et de planification urbaine.

ACCOMPAGNER LE CHANGEMENT



PASSER À L'ACTION : LES RECOMMANDATIONS

- 19** | Créer une véritable culture carbone au sein des collectivités axée sur la durabilité et la responsabilité environnementale.
- 20** | Intensifier la sensibilisation auprès de tous les acteurs concernés par les enjeux de réduction du carbone incorporé en mettant l'accent sur les bonnes pratiques et les innovations technologiques pertinentes.
- 21** | Innover ! En renforçant le volet « Formation » par la mise en place de programmes efficaces, en ouvrant des approches intersectorielles et en créant des messages facilement compréhensibles par tous.
- 22** | Faciliter l'échange entre les parties prenantes pour encourager la compréhension mutuelle et le partage d'informations sur les solutions existantes.
- 23** | Favoriser et simplifier l'accès aux données environnementales pour permettre aux acteurs un choix éclairé tout au long des différentes étapes d'un projet.
- 24** | Fournir aux professionnels des outils d'aide à la décision et des méthodes adaptées, tout en les accompagnant pour comprendre l'impact carbone des choix d'aménagements, de constructions et de rénovations.
- 25** | Identifier au sein des collectivités les besoins en matière de réduction des émissions de carbone et favoriser, pédagogiquement, l'adoption de pratiques plus durables sur des choix factuels et raisonnés.

RECOMMANDATIONS POUR PASSER À L'ACTION

CULTIVER UNE DÉMARCHE DE RÉDUCTION

1. Elaborer un plan d'action de réduction du carbone incorporé en se fixant des objectifs sur une période donnée.
2. Réduire l'empreinte carbone du processus de construction/rénovation en planifiant des projets de construction durables, en privilégiant l'utilisation de matériaux de construction à faible poids carbone via notamment la recherche, le développement et en facilitant leur adoption.
3. Encourager la rénovation plutôt que la démolition.
4. Planifier la gestion des déchets de construction en favorisant le réemploi, la récupération et le recyclage de matériaux lors de la déconstruction ou de la rénovation.
5. Promouvoir, chaque fois que possible, sur site ou à proximité, le réemploi de matériaux de construction existants, et favoriser l'émergence de nouvelles filières afin de réduire l'utilisation des matières premières, les déchets et préserver les ressources et la biodiversité.
6. Travailler en collaboration avec d'autres collectivités pour partager les meilleures pratiques, informer des engagements pour valoriser les bénéfices de la démarche et encourager les différents acteurs à une participation active.

PRIORISER L'ACTE DE RÉNOVER

7. Proposer une analyse fine de l'acte de rénover ou du « démolir pour reconstruire » qui doit être basée sur une évaluation approfondie de tous les facteurs et de tous les objectifs : énergie - carbone - climat - confort - besoin des usagers - biodiversité - loi ZAN).
8. Réaliser une évaluation complète des parcs de bâtiments pour identifier les bâtiments les plus anciens et les moins efficaces, et ainsi prioriser l'acte de rénover si nécessaire.
9. Faire évoluer les réglementations thermiques de l'existant vers des réglementations environnementales tenant compte également du carbone incorporé.
10. Tirer parti des ressources déjà investies dans les constructions initiales pour éviter l'utilisation de nouveaux matériaux et ressources et ainsi générer moins de déchets.
11. Mettre en place des exigences en matière de déconstruction, de réemploi et d'emploi de matériaux durables biosourcés et/ou recyclés et établir une exigence pour toutes les demandes de permis de démolition et de rénovation incluant un audit détaillé avant travaux.
12. Donner une deuxième vie au bâtiment : rénover pour réaménager ou modifier l'usage de bâtiment existant, tout en préservant le patrimoine bâti ainsi que la valeur historique et culturelle.
13. Former et sensibiliser les professionnels de la construction, les services publics concernés ainsi que les maîtres d'ouvrage sur l'intérêt de la rénovation durable.

OPTIMISER LES MODÈLES CONSTRUCTIFS

14. Repenser la manière dont sont conçus, construits et utilisés les bâtiments (adaptabilité, réversibilité) pour prolonger leur durée de vie et réduire la nécessité de construire de nouvelles structures.
15. Préserver une transversalité des modèles constructifs pour utiliser les qualités des matériaux au bon moment et au bon endroit en particulier dans le cas de l'introduction de nouveaux matériaux dans l'existant.
16. Définir et fixer des prérequis directement dans le plan de zonage. Prévoir la déconstruction dans la phase de conception peut faciliter le réemploi de matériaux pour une utilisation ultérieure et peut prolonger leur durée de vie utile.
17. Travailler ensemble pour généraliser la démarche et organiser la filière afin d'arriver à un modèle économique acceptable et renforcer l'attractivité des solutions réduisant l'empreinte carbone.
18. Tenir compte des enjeux d'articulation entre les exigences architecturales, la préservation du patrimoine, la densification, l'étalement urbain et les impératifs de réduction de l'empreinte carbone qui passent aussi par de l'efficacité énergétique, la gestion des déchets de construction et le recours à des innovations et technologies moins émettrices en carbone.

ACCOMPAGNER LE CHANGEMENT

19. Créer une véritable culture carbone au sein des collectivités axée sur la durabilité et la responsabilité environnementale.
20. Intensifier la sensibilisation auprès de tous les acteurs concernés par les enjeux de réduction du carbone incorporé en mettant l'accent sur les bonnes pratiques et les innovations technologiques pertinentes.
21. Innover ! En renforçant le volet « Formation » par la mise en place de programmes efficaces, en ouvrant des approches intersectorielles et en créant des messages facilement compréhensibles par tous.
22. Faciliter l'échange entre les parties prenantes pour encourager la compréhension mutuelle et le partage d'informations sur les solutions existantes.
23. Favoriser et simplifier l'accès aux données environnementales pour permettre aux acteurs un choix éclairé tout au long des différentes étapes d'un projet.
24. Fournir aux professionnels des outils d'aide à la décision et des méthodes adaptées pour comprendre l'impact carbone des choix d'aménagements, de constructions et rénovations.
25. Identifier au sein des métropoles/collectivités les besoins en matière de réduction des émissions de carbone et favoriser, pédagogiquement, l'adoption de pratiques plus durables sur des choix factuels et raisonnés.



ABSTRACT

Context

Climate and carbon have become critical focal points, and we find ourselves at a pivotal juncture. The imperative to take action for the environment goes beyond borders, uniting us in a shared quest and responsibility.

In France, the building sector stands as the second-highest contributor to carbon emissions, trailing only transportation, constituting 25% of the annual carbon footprint. This equated to 153 Mt CO₂e in 2019, encompassing both operational emissions and those from the various stages of design, construction, and deconstruction. Within the building value chain, the emissions equivalent throughout the life cycle of construction products and equipment, often termed "embodied carbon", represents 50 Mt CO₂e, or 33% of the total.

The reduction of embodied carbon in urban buildings emerges as a crucial aspect of our collective responsibility. We are delighted to introduce this white paper, an outcome of **collaboration among the metropolitan areas of Bordeaux, Lille, and Nantes, bolstered by the strong commitment of The Carbon Neutral Cities Alliance (CNCA) within the framework of the international initiative "Dramatically Reducing Embodied Carbon in Europe's Built Environment"**.

The essence of the project lies in territorial consultation—collecting and analysing the challenges at hand, ongoing experiments, highlighting diverse catalysts, showcasing local success stories and scaling them up at the national level. This approach seeks to overcome obstacles and mitigate hindrances to attain national objectives

The objective is to assess and exploit action opportunities based on regulatory contexts. CNCA offers a platform to forward-thinking cities and metropolitan areas to learn from each other, solve problems, transition from initiated experiments to transformative changes on a large scale, and highlight various effective strategies at the local level. This is key to subsequently deploying these strategies at the national level to address barriers and limit obstacles that would hinder the achievement of national goals.

This collaborative initiative, dedicated to addressing embodied carbon in urban buildings, underscores the need for a genuine strategy with a holistic vision implemented on a national scale. It highlights strategic directions and practical recommendations to foster collaboration, drawing insights from shared experiences and collectively overcoming challenges.

The resulting white paper underscores the urgent necessity to develop new models of cooperation to maximise the reduction of embodied carbon, striving to achieve net-zero emissions in the sector by the middle of the century. It does not serve as a technical guide but rather as an invitation to action. The insights gained from this initiative extend beyond the boundaries of the involved metropolitan areas, reaching out to all cities, large and small, aspiring to a more sustainable future.

The 25 recommendations proposed by the Promodul Circle/INEF4, CNCA, and the national coalition are aimed at implementing ambitious policies for embodied carbon reduction, fostering sustainable development in territories.

Key points

Most progress in the building sector has focused on curbing "operational" carbon, primarily propelled by increasingly stringent thermal regulations. There is a critical need today to adopt a holistic approach and explore solutions to address "embodied carbon". The more thermally efficient the buildings are, the less carbon they emit during operational phases. Proportionally it increases the weight of embodied carbon in the built environment.

In **France**, a normative and regulatory framework has long been in place, aiming to establish a **virtuous circle and achieve ambitious goals**. Initiated decades ago, successive regulations have contributed to enhancing the energy performance of buildings, thereby reducing carbon emissions during operational phases.

The Paris Agreement, adopted in December 2015, set the objective of limiting global warming to well below 2°C, with an ideal target of 1.5°C. This entails achieving a global equilibrium between greenhouse gas emissions and anthropogenic absorptions in the latter half of the 21st century.

In alignment with these global objectives, the French Government, through its **Climate Plan** since 2017, has set a trajectory for carbon neutrality by 2050, leveraging the **Energy Transition for Green Growth Law (LTECV - Loi Transition Énergétique et Croissance Verte)**. This legislation also introduced the **National Low Carbon Strategy (SNBC - Stratégie Nationale Bas Carbone)**, outlining France's roadmap to a low-carbon, circular, and sustainable economy across all sectors.

With a commitment to achieving carbon neutrality by 2050, the SNBC provides a specific framework focusing on the impacts of greenhouse gas emissions during the construction and energy renovation phases of buildings. It envisions a substantial 48% reduction in building sector emissions by 2030 compared to 2015 and nearly complete decarbonization by 2050 (scopes 1 and 2).

Following the **E+C- experimentation**, the recent Environmental Regulation, **RE2020**, has introduced a regulatory threshold for

"construction carbon" that must not be surpassed. This initial "embodied carbon regulation" actively works on mitigating the carbon footprint of the sector, concurrently emphasising energy efficiency. This more ambitious and rigorous regulation for the construction industry now encompasses carbon emissions related to the building's construction phase, prominently relying on life cycle analysis (LCA) of materials.

Furthermore, the **"Anti-Waste for a Circular Economy" (AGEC - Anti-Gaspillage pour une Économie Circulaire)** and **"Climate and Resilience" laws**, enacted on February 10, 2020, and August 22, 2021, respectively, directly impact the building sector. They underscore the imperative of resource frugality through improved waste management, and sobriety in resource use through enhanced waste valorization, and the development of recycling, reuse, and eco-design.

Complementing these measures is the **"Net Zero Artificialization (ZAN - Zéro Artificialisation Nette)" law**, targeting 2050, demanding a 50% reduction in the pace of artificialization and consumption of natural, agricultural, and forest areas by the end of the decade, ultimately aiming for net-zero artificialization by 2050.

While these recent regulatory developments lay a robust foundation for project owners and local authorities, there are still areas for improvement and progression. It is crucial to approach these challenges in a balanced manner, avoiding overly radical decisions for this sector. Sustainable building practices must be rooted in long-term strategies, visions, and actions.

All these recent regulatory developments create a solid ground for work, foresight, and organisation for project owners and local authorities. However, despite these positive directions supported by ambitious national strategies and legal frameworks, there remain areas for improvement and progression. Sustainable building must be based on long-term strategies, visions, and actions.

Cities and carbon

Currently, French cities contribute to 67% of the nation's greenhouse gas emissions. Cities and their residents are now significantly exposed to climate change risks, including heatwaves, urban heat island effects, soil artificialisation, biodiversity decline, and high urban concentration. Furthermore, cities often find themselves at the forefront of social, economic, and environmental challenges.

As a result, they play a pivotal role in achieving the carbon neutrality goal outlined in the National Low Carbon Strategy. Public decision-makers, both at the national and local levels, must give serious consideration to this imperative.

The rapid urbanisation and concentration of human activities, such as housing and energy consumption, underscore the responsibility of cities as crucial territories in meeting carbon neutrality objectives.

Efforts to reduce the environmental impact of buildings under their management require measures such as reducing energy consumption and implementing ambitious renovation programs. However, they must also serve as trusted intermediaries with residents. It's essential to integrate awareness and information within this strategy for all stakeholders, both upstream and downstream of emission control.

The complexity of buildings, and especially urban projects, makes the use of systemic tools such as life cycle analysis particularly suitable for eco-design. It involves comparing different solutions by integrating criteria appropriate to the site and the use of the studied project. The choice of material should be based on carbon footprint without ignoring effects on energy consumption, comfort, and environmental impacts in terms of biodiversity, resources and health. Used judiciously, bio-based materials are among the means to achieve environmental performance goals.

A comprehensive approach and a deeper understanding of materials' carbon footprints and construction processes are crucial for

effectively reducing carbon emissions in the construction sector. Decarbonising buildings (and cities) presents a multifaceted challenge that demands a holistic approach considering the complexity of urban systems and local contexts. Life Cycle Analysis is a multicriteria study.

Cities and urban areas confront numerous challenges, sometimes challenging to address within limited time frames. Success lies in territorial consultation: analysing challenges, ongoing experiments, leveraging various levers, and identifying locally effective strategies to scale them nationally, removing barriers hindering national objectives.

One common obstacle is the fragmentation of responsibilities among stakeholders and within administrations in implementing greenhouse gas reduction strategies. A systemic approach is necessary to prevent isolated efforts and present a unified vision of objectives to all city stakeholders.

Identifying and overcoming these barriers implies defining a comprehensive strategy to reduce carbon footprints with a clear and precise vision. Despite numerous ongoing initiatives, harmonising these actions remains challenging. Establishing a clear and comprehensive diagnosis is vital to overcome limitations encountered.

Collaboration with metropolises within this project leads us to propose a comprehensive strategy revolving **around 4 inseparable strategic axes.**

These axes must balance, complement, and reinforce each other.

Within these axes lie **25 recommendations, considered as pivotal points to be adhered to or established.**

These recommendations are directed towards public, territorial, and administrative bodies, as well as all stakeholders in the building sector invested in reducing embodied carbon in cities and metropolises.



25

RECOMMENDATIONS

EMBRACE CARBON EMISSION REDUCTION STRATEGIES

The construction and building sector in France pose a significant challenge as a greenhouse gas emitter, consuming vast natural resources and generating substantial waste. Cities urgently need to adopt ambitious approaches and practices to reduce carbon emissions.

1. Develop a comprehensive carbon reduction action plan with clearly defined objectives over a specific period.
2. Reduce the carbon footprint during construction/renovation by prioritising sustainable projects and actively promoting the research, development, and widespread adoption of low-carbon construction materials.
3. Encourage renovation over demolition to minimise waste and environmental impact.
4. Establish construction waste management plans that emphasise material recovery and recycling during deconstruction or renovation.
5. Advocate for the reuse of existing construction materials on-site or nearby to minimise raw material use, reduce waste generation, and contribute to resource and biodiversity preservation.
6. Foster collaboration among cities and urban areas to share best practices, underscore commitments and actively engage various stakeholders in the pursuit of carbon reduction goals.

PRIORITISE RENOVATION

Efficient renovations play a crucial role in mitigating climate change by reducing carbon emissions and optimising resource use, presenting a more favourable embodied carbon balance compared to new constructions.

7. Conduct a thorough analysis of renovation or "demolition to rebuild" actions, considering energy/carbon/net zero artificialisation of building lands/nature preservation factors.
8. Evaluate building stocks to pinpoint the oldest and least efficient structures, prioritising renovation where necessary.
9. Enhance, update, and establish thermal regulations related to energy renovation by incorporating carbon-related aspects and addressing both operational and embodied emissions.
10. Maximise the use of resources from initial constructions to minimise the need for new materials and reduce waste generation.
11. Mandate deconstruction, reuse, and use of sustainable materials in demolition and renovation permits, necessitating detailed pre-work audits.
12. Promote adaptive reuse or repurposing of existing buildings to preserve their heritage and cultural value.
13. Educate construction professionals, students, public servants, and project owners about sustainable renovation benefits and practices.

OPTIMISE CONSTRUCTION PRACTICES

Optimising construction practices in metropolises is crucial for reducing the carbon footprint of buildings. Thoughtful choices regarding materials and equipment, along with a reevaluation of design and construction processes, are essential, taking into account architectural requirements and the preservation of urban heritage.

14. Redesign buildings for adaptability and reversibility to extend their lifespan and minimise the need for new construction.
15. Preserve cross-sectional construction models to maximise the qualities of materials, especially when incorporating new materials into existing structures.
16. Incorporate deconstruction planning into zoning plans to facilitate future material reuse and lifespan extension.
17. Standardise approaches and organise the industry for an economically viable low-carbon footprint model.
18. Balance architectural needs, heritage preservation, densification, and carbon reduction imperatives. Emphasise energy efficiency and innovative low-carbon technologies while addressing waste management.

ENABLE CHANGE

Transitioning to eco-friendly practices requires the evolution of trades, skills, and user-friendly decision-making tools. Encouraging behavioural shifts, fostering upskill and reskill, and deploying user-friendly tools are essential for addressing the challenges set for 2050.

19. Cultivate a sustainable carbon-conscious culture within metropolises, urban areas and cities
20. Heighten awareness among stakeholders, emphasising best practices and technological innovations.
21. Innovate training programs, fostering intersectoral approaches and delivering accessible messaging.
22. Facilitate stakeholder exchanges to encourage solution-sharing and mutual understanding by creating easily understandable messages for everyone involved.
23. Simplify access to environmental data to inform decision-making at various project stages.
24. Provide professionals with decision support tools to comprehend carbon impacts of design, construction, and renovation choices.
25. Identify carbon emission reduction needs and promote sustainable practices based on informed choices within metropolises and local authorities.

REMERCIEMENTS

Cercle Promodul / INEF4 a travaillé à l'animation, l'analyse et la synthèse de l'ensemble des éléments partagés avec les Métropoles tout au long du projet et durant les séances de travail. Il en résulte ce livre blanc et ses recommandations sur la réduction du carbone incorporé dans le bâtiment. Le contenu et les recommandations engagent le Cercle Promodul/INEF4 mais il convenait de remercier chaleureusement les acteurs suivants qui nous ont éclairé et sensibilisé sur certains aspects selon leurs expertises et leurs expériences de ce sujet.

LES METROPOLES ET LEUR SOUTIEN



Bordeaux Métropole, accompagnée par NOBATEK/INEF4 dans la définition de son plan d'actions économie circulaire et réduction impact carbone.



Métropole Européenne de Lille, assistée dans le projet CNCA par le CD2e pour l'organisation d'ateliers avec les acteurs locaux.



Nantes Métropole, assistée dans le projet CNCA par Novabuild pour l'organisation d'ateliers avec les acteurs locaux.

ET AU NIVEAU NATIONAL

Nous remercions les acteurs suivants pour le partage d'éléments significatifs sur le carbone incorporé, les bases de données, les outils et les méthodologies et sur la nécessité de l'intégrer au plus tôt dans l'accompagnement et la formation des nouveaux entrants dans le secteur de la construction, sans négliger la formation continue.



Membre français du World Green Building Council (World GBC), l'Alliance HQE-GBC est propriétaire d'INIES, base de données nationale de référence sur les données environnementales et sanitaires des produits et équipements de la construction.



Le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) a pour mission de garantir la qualité et la sécurité des bâtiments et rassemble des compétences pluridisciplinaires pour développer les connaissances scientifiques et techniques déterminantes en lien avec les transitions environnementale, énergétique et numérique.



CCCA-BTP est un expert de la pédagogie de l'alternance et est chargé de concourir au développement de la formation professionnelle, notamment l'apprentissage, dans les métiers du BTP pour permettre à tout jeune accueilli dans le cadre de l'apprentissage de devenir un professionnel qualifié et d'intégrer de façon durable,

RÉFÉRENCES

1. [E+C-, l'expérimentation en bref](#), Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, février 2019
2. [Réglementation environnementale RE2020](#), Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des Territoires, février 2023
3. [Produits et matériaux de construction du secteur du bâtiment \(PMCB\)](#), Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, mai 2023
4. [Comment optimiser l'usage des ressources dans le secteur de la construction ?](#), CSTB, juillet 2023
5. [Décret n° 2021-821 du 25 juin 2021](#) relatif au diagnostic portant sur la gestion des produits, équipements, matériaux et des déchets issus de la démolition ou de la rénovation significative de bâtiments, Légifrance, juin 2021
6. [Zéro Artificialisation Nette : guide synthétique](#), Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, novembre 2023
7. [Réussir la neutralité carbone des collectivités territoriales et des territoires](#), EcoAct
8. [Il était une data : en France, les villes sont responsables de 67% des émissions de gaz à effet de serre](#), Sciences Po
9. [Freins et leviers pour la transition carbone des territoires](#), Sciences Po & France Ville Durable, juin 2022
10. [Les villes et la pollution](#), Nations Unies
11. [Déchets du bâtiment](#), Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, septembre 2020
12. [Le réemploi, fer de lance de l'économie circulaire](#), CSTB, juillet 2023
13. [Les impacts environnementaux du réemploi dans le secteur de la construction](#), FutuREuse, Interreg Nort-West Europe, septembre 2021
14. [Livre blanc du bas carbone : La nouvelle manière de construire](#), Sinteo, décembre 2016
15. [Économie circulaire — Réversibilité](#), ADEME, avril 2022
16. [Label Bâtiment frugal bordelais](#), Ville de Bordeaux
17. [Réduire l'impact carbone des bâtiments](#), Cerema, juin 2021
18. [Climat, crises : comment transformer nos territoires](#), The Shift Project, octobre 2022
19. [Prospectives 2035 et 2050 de consommation de matériaux pour la construction neuve et la rénovation énergétique BBC](#), ADEME, décembre 2019
20. [Comment évaluer l'impact carbone dans les projets de rénovation des bâtiments ? Etat des lieux des méthodes et pratiques actuelles en France](#), CEREMA, janvier 2023
21. [Chiffres clés du logement – édition 2022](#), Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, 2022
22. [Le besoin en résidences principales, premier facteur de transformation des espaces naturels, agricoles et forestiers pour l'habitat](#), Insee, décembre 2023
23. [Bilan du programme OBEC, objectif Bâtiment Énergie Carbone](#), Xpair
24. [Le fonds Vert : accélérer la transition écologique dans les territoires](#), Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, novembre 2023
25. [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
26. [Les conditions de logement en France, édition 2017](#), INSEE, 2017
27. [Acier, aluminium, béton : comment en faire sans CO2 ?](#), Batinfo, décembre 2023
28. [Bois-béton, hauteur et préfabrication, la tour Hypérior préfigure le Bordeaux de demain](#), La Tribune, juin 2021
29. [Diagnostic territorial des filières de matériaux biosourcés – Région Centre Val de Loire](#), Nomadeis, avril 2021
30. [85% des emplois de 2030 n'existent pas encore](#), Pôle Emploi
31. [Les jeunes apprentis, vecteur de transition dans le BTP](#), Franck Le Nuellec / CCA BTP, pour le dossier « Evolution des métiers : compétences et formations », Construction21, janvier 2021
32. [\[Résultats enquête\] Les outils numériques dans la formation : point de vue des apprenants](#), Cercle Promodul / INEF4, janvier 2021

Crédits photos Adobe Stock : rh2010 | Ekaterina Belova | jp | jamesteohart | Sergione | Quality Stock Arts | Bits and Splits | Friends Stock | Rawf8 | EwaStudio | a sdecoret

BASE DOCUMENTAIRE

- [Lutter contre l'artificialisation des sols](#), ADEME magazine, mars 2021
- [Recensement des produits biosourcés disponibles sur le marché et identification des marchés publics cibles](#), ADEME & DGE, mai 2016
- [Projet NZC rénovation, optimisation et scénario NZC des cas génériques retenus](#), Alliance HQE, janvier 2022, Alliance HQE
- [L'énergie grise des matériaux et des ouvrages](#), ARENE Ile-de-France & ICEB
- [Building within planetary boundaries: moving construction to stewardship](#), Buildings and Cities
- [Embodied carbon in construction materials: a framework for quantifying data quality in EPDs](#), Buildings and Cities
- [Neutralité carbone dans la construction : Les atouts des matériaux biosourcés](#), Cerema, avril 2023
- [Analyse de Cycle de Vie \(ACV\) et bâtiment : comprendre les fondamentaux](#), Cercle Promodul / INEF4, mars 2022
- [Comprendre la base INIES : les données environnementales du bâtiment](#), Cercle Promodul / INEF4, septembre 2021
- [L'isolation : une réponse efficace aux enjeux énergétiques et environnementaux](#), Cercle Promodul / INEF4, septembre 2023
- [Rénovation énergétique des quartiers : les étapes clés pour massifier, décarboner et réover](#), Cercle Promodul / INEF4, mars 2021
- [Rapport fondateur de l'Observatoire national des solutions et des bonnes pratiques bas-carbone des Industries pour la Construction](#), Cercle Promodul / INEF4, novembre 2021
- [Potential de séquestration de carbone par le bois : étude des constructions neuves dans le secteur du logement français](#), Chaire économie du climat, novembre 2019
- [Bio-based and circular buildings for healthy, clean cities](#), Climate-KIC
- [City policy framework for dramatically reducing embodied carbon : 52 detailed policies to reduce embodied carbon](#), CNCA et OneClick LCA
- [Communicating the Importance of Embodied Carbon and Bio-based Materials in the Built Environment](#), CNCA et Laudes Foundation, juin 2021
- [Implementation of Life Cycle Assessment based instruments in Public Procurement](#), Commission Européenne, 2021
- [La biomasse et la neutralité carbone](#), Comité de prospective de la CRE, mars 2023
- [Comment optimiser l'usage des ressources dans le secteur de la construction ?](#), CSTB, juillet 2023
- [Feuille de route 2030 - Document de référence de la recherche](#), CSTB
- [Méthode rénovation : Produits réemployés et autres produits](#), CSTB
- [Réduire le carbone incorporé dans les bâtiments : un défi européen](#), Deepki, juin 2023
- [Les matériaux biosourcés dans le bâtiment](#), FFB, août 2015
- [Building materials and the climate : constructing a new future](#), GlobalABC, septembre 2023
- [Maîtriser l'empreinte carbone de la France](#), Haut Conseil pour le climat, octobre 2020
- [Embodied Carbon Reduction Guide](#), Hines, avril 2022
- [Puits de carbone : l'ambition de la France est-elle réaliste ?](#), I4CE, février 2022
- [La promesse des matériaux biosourcés](#), INRAE, février 2023
- [Prix social du carbone et engagement pour le climat : des pistes pour une comptabilité économique environnementale ?](#), Insee analyses, octobre 2020
- [Note sur l'analyse du cycle de vie des matériaux biosourcés](#), Lab recherche développement (Vinci – Paristech), janvier 2022
- [Accélérer la décarbonation du secteur du bâtiment](#), Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, juin 2023
- [Bilan énergétique de la France en 2022](#), Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, avril 2023
- [Les matériaux de construction biosourcés dans la commande publique](#), Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, avril 2020
- [Les ressources minérales critiques pour les énergies bas-carbone](#), Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, juillet 2023
- [Quelle valeur accorder au CO₂ pour parvenir à la neutralité carbone en 2050 ?](#), Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, juillet 2020
- [Policies enabling the Reuse of Construction Products in the Nordics](#), Nordic Innovation, août 2023
- [Les filières bas-carbone en Nouvelle Aquitaine](#), Odeys, novembre 2021
- [Comment décarboner les projets de construction ?](#), OneClick LCA
- [Construction carbon regulations in europe review & best practices](#), OneClick LCA, octobre 2022
- [Sensibilisation aux matériaux biosourcés](#), Rebat bio, juillet 2018
- [What Is Embodied Carbon? Overview and Examples](#), Treehugger, Janvier 2023
- [Observatoire des transitions écologiques et numériques](#), Ville de France, avril 2023
- [Bringing embodied carbon upfront](#), World GBC

PLANS CLIMAT AIR ENERGIE TERRITORIAL :

- [Bordeaux métropole](#), septembre 2022
- [Métropole Européenne de Lille](#), février 2021
- [Nantes métropole](#), décembre 2018

LES PORTEURS DU PROJET



Le **Fonds de Dotation Cercle Promodul/INEF4**, grâce à ses Mécènes et par le biais de sa structure opérationnelle, investit les sujets d'aujourd'hui et explore les enjeux de demain pour contribuer au développement du secteur du bâtiment au service de l'intérêt général.

Cercle Promodul / INEF4 prône une démarche collective pour accompagner les transitions énergétique, environnementale et numérique des bâtiments et tendre vers sa décarbonation.

<https://www.cercle-promodul.inef4.org/>



CNCA

Carbon Neutral Cities Alliance (CNCA) est une collaboration de grandes villes mondiales atteignant la neutralité carbone au cours des 10 à 20 prochaines années.

La mission de la CNCA est de mobiliser une action climatique transformatrice dans les villes afin d'atteindre la prospérité, l'équité sociale, la résilience et une meilleure qualité de vie pour tous sur une planète prospère.

<https://carbonneutralcities.org/>

Laudes Foundation

Laudes Foundation répond à la double crise des inégalités et du changement climatique en soutenant des efforts courageux et innovants, en fournissant un capital philanthropique, une expertise et des relations pour aider à l'accélération d'une économie climatiquement positive et inclusive.

<https://www.laudesfoundation.org/>



Built by Nature est un réseau et un fonds accélérateur mis en place par la Laudes Foundation pour accélérer la transformation de la construction en bois en Europe.

<https://builtbn.org/>



Dramatically Reducing Embodied Carbon in Europe



Réduire le carbone incorporé dans les bâtiments

Un livre blanc



Suivez-nous



CNCA

Laudes —
Foundation



BUILT
BY NATURE