



CONSTRUCTIONS ET RÉNOVATIONS BAS-CARBONE

GUIDE DE MISE EN ŒUVRE DES ARTICLES
117 ET 118 LCI ET DE LEUR RÈGLEMENT
D'APPLICATION (EMPREINTE CARBONE DES
MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION).



REPUBLIQUE
ET CANTON
DE GENEVE

POST TENEBRAS LUX

ÉDITION
NOVEMBRE 2025

Table des matières

Avant-propos	5
---------------------	----------

Introduction: un nouveau cadre légal pour promouvoir la construction bas-carbone	6
---	----------

Des objectifs énergétiques et climatiques ambitieux	6	Privilégier des constructions et des rénovations « bas-carbone »	8
Des efforts à poursuivre dans le domaine du bâtiment	7	Une volonté de co-construction avec les milieux	10
Accélérer la réduction des émissions du parc bâti	8		

Première partie: mise en œuvre des articles 117-118 LCI	12
--	-----------

Les points essentiels de la nouvelle réglementation	13	Calendrier de mise en œuvre de la réglementation	17
Périmètre d'application de la réglementation	14	Méthodologies d'évaluation de l'empreinte carbone	18
Le concept bas-carbone, critère de conformité	14	Une volonté de faire évoluer les pratiques	18
Une décomposition en cinq lots: cohérence et responsabilisation des acteurs	15		

Deuxième partie: critères déterminants de conformité au règlement d'application des articles 117 et 118 LCI	20
--	-----------

Définition de la stratégie bas-carbone d'un projet: le concept bas-carbone	20	Fiches concept bas-carbone par lot	
Modalités d'évaluation de la conformité de l'empreinte carbone d'un projet	21	Fondations et constructions souterraines	27
Levers d'optimisation de l'empreinte carbone d'un projet	21	Structures horizontales et verticales	29
2.1 Clés pour établir le concept bas-carbone d'une construction neuve	22	Enveloppe du bâtiment	31
Questionner la conservation de l'existant	22	Aménagements intérieurs	33
Paramètres globaux d'influence sur l'empreinte carbone	23	Installations techniques	35
2.2 Clés pour établir le concept bas-carbone d'une rénovation	26	2.3 Tenir compte des interactions entre lots	35
Maîtriser le coût carbone de la rénovation	26	Interactions positives entre les lots	35
		Interactions négatives entre les lots	36
		2.4 Clés pour intégrer le réemploi dans le projet	37
		Initier une démarche de réemploi selon le type de projet	37
		De l'importance de structurer la démarche de réemploi	37
		Intégrer le réemploi au projet avant la demande d'autorisation	38

IMPRESSUM

République et Canton de Genève
Département du territoire

Office cantonal de l'énergie
Rue du Puits-Saint-Pierre 4
1204 Genève
+41 22 327 93 60
ocen@etat.ge.ch
energie.ge.ch

Ce document comporte des liens vers des sources externes. Si l'un d'eux n'est plus fonctionnel, merci de le signaler à ocen@etat.ge.ch

Conception-rédaction
Seven Design Edition, Genève

Graphisme et illustrations
Atelier Schnegg+, Genève

Photographies
Loris von Siebenthal, Léo Fabrizio - Archiplein,
Didier Jordan - Ville de Genève, Espazium, SIA Genève,
atelier apropà, Julie Masson, Seven Design

© État de Genève, novembre 2025

Troisième partie : procédures administratives et documentation 40

3.1 Procédures administratives	40	Autorisations de construire	
3.2 Documentation à fournir	41	Procédure pour 117-118 LCI	42
Formalisation du concept bas-carbone	41	Des outils d'aide à la décision et au calcul des valeurs limites	43
Justifier de l'optimisation de l'empreinte carbone	41		

Quatrième partie : périmètre, méthodes de calcul, valeurs limites 44

4.1 Budget carbone et valeurs limites	45	4.5 Bases de données	55
Valeurs limites fixées par le règlement	45	Données complémentaires à la base de données de référence	55
Définir le niveau d'ambition du projet	46	Données proposées par le requérant	56
Analyse d'un projet de construction neuve	47	4.6 Calcul de l'empreinte carbone déclarée par le requérant	57
Analyse de plusieurs projets de rénovation	48	4.7 Méthodes de calcul et logiciels	58
4.2 Périmètre de calcul	49	Calcul manuel de l'empreinte carbone	58
Durées de vie et renouvellement des éléments	49	Contraintes inhérentes à ce mode de calcul	58
Périmètre des lots	50	Logiciels dédiés au calcul de l'empreinte carbone	59
4.3 Méthode de calcul	51	Calcul manuel à partir des données KBOB	60
Calcul de l'empreinte carbone des lots et du projet	51	4.8 Indicateurs complémentaires	61
Modalités de calcul en fonction du type de projet	52		
4.4 Règles spécifiques de calcul	53		
Modalités de calcul en fonction du type de projet	53		
Cas spécifiques liés à la rénovation	53		
Cas spécifiques liés aux travaux préparatoires	54		

Le canton de Genève s'est doté d'un cadre légal et réglementaire ambitieux en vue de réduire l'empreinte carbone des projets de construction neuve ou de rénovation de bâtiments.



Genève s'engage pour promouvoir une culture bas-carbone du bâti



Francesco Della Casa
Architecte cantonal

Dans un contexte mondial marqué par l'urgence climatique, la réduction de l'empreinte carbone des bâtiments est une priorité pour réussir la transition écologique. Ce secteur représente aujourd'hui **près de 40% des émissions de gaz à effet de serre du canton** – tout comme d'ailleurs dans le reste de la Suisse ou dans les autres pays industrialisés. Ces émissions proviennent non seulement de la consommation énergétique de ces bâtiments pendant leur exploitation (émissions directes), mais aussi des processus liés **à leur construction, leur rénovation et leur démolition** (émissions indirectes). Face à cette réalité, il est impératif d'adopter des stratégies bas-carbone pour transformer les pratiques et aligner le secteur de la construction avec les objectifs climatiques du canton.

Construire et rénover aujourd'hui à Genève, c'est répondre à un double défi: celui **de la qualité architecturale et de la responsabilité climatique**. Pour atteindre la neutralité carbone en 2050, notre manière de concevoir, transformer et entretenir le bâti doit profondément évoluer. En cela, les articles 117 et 118 de la loi sur les constructions et installations diverses (LCI), adoptés en décembre 2021, constituent une étape décisive.

Désormais, toute construction ou rénovation d'importance doit être pensée et réalisée **en vue de minimiser son empreinte carbone, et cela sur l'ensemble de son cycle de vie**. Cette approche, qui s'appuie sur les meilleures pratiques et sur une concertation étroite avec les milieux professionnels, engage chaque acteur de la filière à repenser ses méthodes, ses choix et ses responsabilités.

Ce guide a pour ambition d'accompagner les maîtres d'ouvrage, architectes, ingénieurs, entreprises et artisans dans cette transition. Il propose **une vision, des outils méthodologiques, des repères concrets et des exemples inspirants** pour intégrer la sobriété carbone à chaque étape du projet, de la conception à la réalisation. Il s'agit d'une démarche collective, privilégiant le réemploi, le recyclage et l'usage de matériaux bas-carbone, où l'innovation technique rejoint l'intelligence du projet et la créativité architecturale.

Construire bas-carbone, ce n'est pas seulement répondre à une obligation réglementaire. C'est une longue tradition architecturale qui permet **d'inscrire chaque intervention dans une histoire locale**, de valoriser les ressources du territoire, d'anticiper les usages de demain et de transmettre un patrimoine respectueux des générations futures. L'architecture, par sa capacité à fédérer les compétences et à incarner les valeurs d'une société, a **un rôle moteur à jouer dans cette transformation**.

Je forme le vœu que ce guide de mise en œuvre du règlement d'application 117-118 LCI devienne **un outil de référence et d'inspiration**, au service d'une Genève exemplaire et engagée dans la transition écologique.

► Il est impératif d'adopter des stratégies bas-carbone pour transformer les pratiques et aligner le secteur de la construction avec les objectifs climatiques du canton.



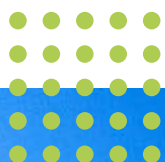
INTRODUCTION

Un nouveau cadre légal pour promouvoir la construction bas-carbone

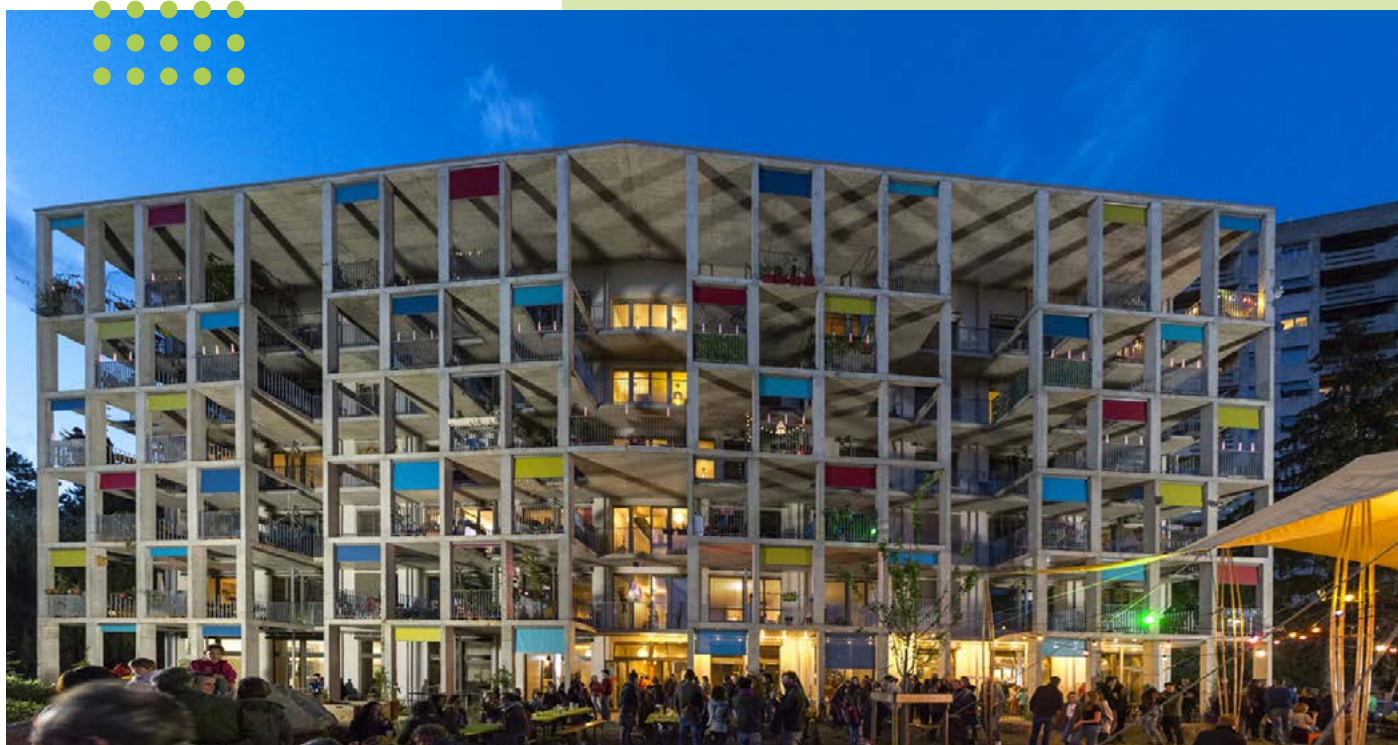
Des objectifs énergétiques et climatiques ambitieux

En déclarant l'urgence climatique, en décembre 2019, le Conseil d'État a donné le signal d'une accélération de la transition énergétique à Genève. Faisant suite à une motion du Grand Conseil (M 2520), le canton s'est fixé des **objectifs très ambitieux de réduction de ses émissions de gaz à effet de serre**: d'abord en les abaissant de 60% d'ici à 2030 (par rapport à 1990), puis en visant la neutralité carbone à l'horizon 2050.

Ces objectifs ont servi de base à l'élaboration du [Plan directeur de l'énergie 2020-2030](#), adopté par le Conseil d'État en décembre 2020. Ils ont été réaffirmés dans une nouvelle version du [Plan climat cantonal](#), adoptée en 2021. Ce dernier fixe les axes stratégiques à l'horizon 2030 et précise les objectifs visés, tant au niveau de la réduction des émissions de gaz à effet de serre que de l'adaptation aux changements climatiques.



La conception de l'immeuble réalisé par la coopérative Équilibre, rue Soubeyran dans le quartier de la Servette, a fait l'objet d'un soin particulier en vue de minimiser son empreinte carbone.



Des efforts à poursuivre dans le domaine du bâtiment

À Genève, les bâtiments représentent une part significative des émissions de gaz à effet de serre, de l'ordre de 40% du total cantonal. Le dernier [bilan carbone](#) établi sur la base des données 2022 montre que des progrès significatifs ont été accomplis dans ce domaine. Depuis 1990, **les émissions directes des bâtiments ont ainsi été réduites de 28%**. Cette baisse s'est concentrée entre 2012 et 2022, et s'explique pour deux raisons principales:

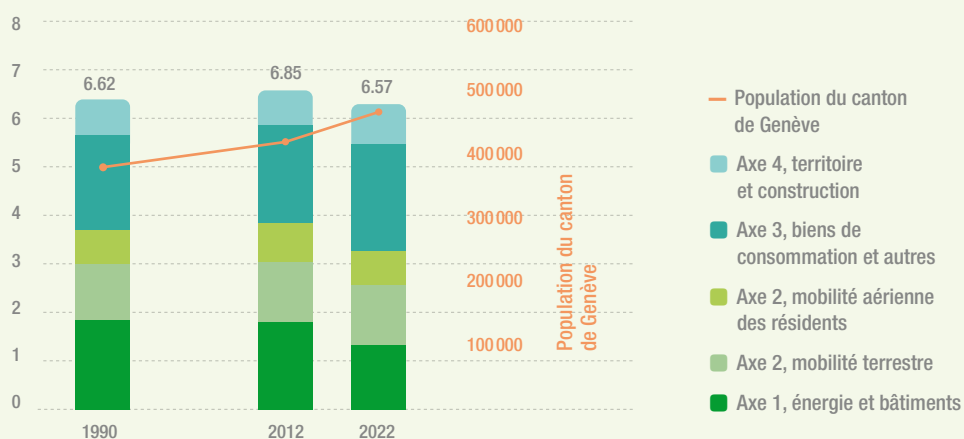
- d'une part, une réduction d'environ 20% de la consommation totale du parc bâti pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire – alors même que la population du canton s'est accrue dans le même temps de 35%;
- de l'autre, la substitution des énergies fossiles (mazout et gaz) par des énergies renouvelables et de récupération (rejets thermiques, solaire thermique, pompes à chaleur...), moins émettrices de gaz à effet de serre¹.

Ce constat positif doit être modulé par l'évolution des émissions du secteur de la construction, qui n'a pas suivi la même trajectoire vertueuse. Au cours des trente dernières années, entre 1990 et 2022, les **émissions de gaz à effet de serre indirectes** liées aux activités de construction de bâtiments, à la rénovation et au développement des infrastructures dans le canton ont en effet **augmenté de 22%**.

➤ Une transformation doit s'opérer en vue de réduire les émissions de gaz à effet de serre indirectes liées à la construction et à la rénovation des bâtiments.

ÉVOLUTION DE L'EMPREINTE CARBONE DU CANTON DE GENÈVE, PAR AXE DU PLAN CLIMAT CANTONAL (1990-2022)

Émissions de gaz à effet de serre
en millions de tonnes CO₂ équivalent



¹ La part du mazout dans la consommation d'énergie des bâtiments est passée de 74% en 1990 à 29% en 2022. Une part de cette consommation s'est reportée sur le gaz naturel, qui a un facteur d'émission par kWh plus faible que le mazout.

Accélérer la réduction des émissions du parc bâti

L'une des priorités du Plan climat cantonal et du Plan directeur de l'énergie est **d'accélérer la réduction des émissions de gaz à effet de serre du parc bâti genevois**. Ces émissions proviennent non seulement de la consommation énergétique des bâtiments pendant leur exploitation (émissions directes), mais aussi des processus liés à leur construction, leur rénovation et leur démolition (émissions indirectes).

En ce qui concerne les émissions directes liées au chauffage et à la production d'eau chaude sanitaire, le renforcement des exigences légales introduit en 2022 dans le règlement d'application de la loi sur l'énergie (REn) a été validé par le Grand Conseil en mars 2024, avec l'ambition d'accroître la tendance observée ces dernières années en matière d'efficacité énergétique du parc bâti :

- d'un côté, optimisation des installations techniques et rénovation énergétique des bâtiments les moins efficaces sur la base de l'indice de dépense de chaleur (IDC) :

- de l'autre, obligation du passage au chauffage renouvelable au changement de chaudière, un changement qui va notamment s'accroître grâce au déploiement des réseaux thermiques structurants à Genève.

Cette volonté d'assainir massivement le parc bâti au cours des prochaines années aura un impact non-négligeable sur le bilan carbone du canton. D'autant qu'au fur et à mesure de la réduction et de la décarbonation de la consommation énergétique du parc bâti, **le poids relatif du secteur de la construction dans le bilan carbone du canton va s'accroître**, rendant délicate l'atteinte de la neutralité climatique dans le secteur du bâtiment à l'horizon 2050. Pour faire face à ce défi, le canton a adopté **un nouveau cadre légal visant à limiter l'empreinte carbone des constructions neuves et de la rénovation des bâtiments** – Loi modifiant la loi sur les installations diverses (LCI) (Empreinte carbone des matériaux de construction) ([L12869](#)).



Le Guide d'application du règlement sur l'énergie permet d'en savoir plus sur les exigences relatives à l'efficacité énergétique des bâtiments (optimisation et rénovation énergétique, obligation de renouvelable au changement de chaudière).

Privilégier des constructions et des rénovations «bas-carbone»

Cette modification légale, votée par le Grand Conseil le 10 décembre 2021, s'est concrétisée par l'ajout de deux nouveaux articles à la loi sur les constructions et les installations diverses (art. 117 et 118 LCI), qui visent à minimiser l'empreinte carbone des projets de construction et de rénovation d'importance (voir encadré p. 10).

- Le Grand Conseil a adopté un nouveau cadre légal visant à limiter l'empreinte carbone des constructions neuves et de la rénovation des bâtiments.

- **L'article 117 fixe de façon claire l'objectif global:** réduire l'empreinte carbone des constructions, en proposant une hiérarchisation des modalités pour y parvenir (réemploi de matériaux, matériaux recyclés et utilisation de matériaux à faible empreinte carbone).
- **L'article 118 définit la façon d'évaluer cet objectif:** l'empreinte carbone des matériaux utilisés lors de la construction ou de la rénovation doit être mesurée par un bilan des émissions de gaz à effet de serre portant sur l'ensemble de leur cycle de vie (conformément aux recommandations de la SIA 390/1). Il précise par ailleurs que les modalités de calcul et les seuils à respecter sont définis par voie réglementaire, en concertation avec les milieux concernés.

UNE APPROCHE COHÉRENTE DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU PARC BÂTI

Construction et rénovation
Émissions de GES indirectes

Exploitation bâtiments
Émissions de GES directes

**Politiques
publiques
parc bâti et
aménagement
du territoire**

**Santé et matériaux
de construction**

**Aménagement du
territoire et mobilité**

**Urbanisme, quartiers
durables et quartiers
en transition**

Une volonté de co-construction avec les milieux

La mise en œuvre de ces nouvelles exigences implique une transformation profonde des pratiques du secteur de la construction et des milieux immobiliers. Pour favoriser l'appropriation de cette approche bas-carbone, et permettre aux professionnels d'intégrer progressivement dans leurs projets ces transformations dans la façon de construire et de rénover les bâtiments, le Conseil d'État a privilégié une approche de co-construction du cadre réglementaire avec les milieux concernés. Cette approche s'est concrétisée par plusieurs décisions importantes.

➤ L'entrée en vigueur des exigences réglementaires va s'opérer par étapes afin de favoriser l'appropriation de cette approche bas-carbone par les acteurs.

- **Mise en place d'une instance de concertation** entre les services de l'État et les milieux professionnels, en vue d'élaborer le règlement d'application devant accompagner l'entrée en vigueur de ce nouveau cadre légal.
- **Entrée en application progressive des exigences réglementaires**, selon un calendrier défini conjointement avec les acteurs concernés, tout en conservant le principe d'une exemplarité de l'État dans la gestion de ses propres bâtiments.
- **Formalisation d'un guide de mise en œuvre, pratique et pédagogique**, pour accompagner le nouveau règlement d'application, sur le modèle du Guide d'application du règlement sur l'énergie (REn). C'est l'objet de ce document. Conçu et mis en forme en concertation étroite avec les milieux, il a ensuite fait l'objet d'une consultation officielle dont les retours ont été, pour la plupart, intégrés dans cette version du guide.

LES ARTICLES 117 ET 118 LCI INTRODUITS PAR LA LOI 12 869 DU 21 DÉCEMBRE 2021

Sous le titre III A, «Empreinte carbone des matériaux de construction», les deux articles ajoutés à la Loi sur les constructions et installations diverses (LCI) prévoient :

ART. 117 PRINCIPES

1. Toute construction ou rénovation importante doit être conçue et réalisée à base de matériaux propres à minimiser son empreinte carbone.
2. En premier lieu, il y a lieu de privilégier, dans la mesure du possible, le réemploi des matériaux de construction existants.
3. À défaut, il faut privilégier les matériaux de construction recyclés ou à faible empreinte carbone.

ART. 118 PRESCRIPTIONS APPLICABLES

1. L'empreinte carbone de chaque matériau d'une construction ou d'une rénovation importante correspond au bilan des émissions de gaz à effet de serre de ce matériau, et cela durant l'ensemble de son cycle de vie.
2. Le calcul de l'empreinte carbone se fait selon l'état de la technique. Le Conseil d'État fixe par voie réglementaire les modalités précises de ce calcul, en concertation avec les milieux professionnels intéressés.
3. Le Conseil d'État peut définir, par voie réglementaire, des seuils d'empreinte carbone maximale à respecter par matériau de construction, après concertation des milieux professionnels intéressés.

PRÉPARATION DE LA MISE EN APPLICATION DES ARTICLES 117 ET 118 LCI

COORDINATION
avec les autres services de l'État (OAC, OCEV, DDC...)

PILOTAGE
Architecte cantonal et OCEN

Formalisation concertée du règlement d'application des articles 117-118 LCI

GROUPE D'EXPERTS

Mission: élaborer les conditions de mise en œuvre des exigences liées aux articles 117 et 118 LCI sur les constructions et les rénovations bas-carbone, et les formaliser dans un règlement d'application.

Pilotage:

- › Francesco Della Casa (DT)
- › Ali El Kacimi (OCEN)

Représentants des milieux:

- › Pierre-Alain l'Hôte (FMB)
- › Nicolas Rufener (FMB)
- › Marc Rädler (FMB)
- › Milos Blagojevic (FER)
- › Laetitia Vulliez (FAI)
- › François Baud (FAI)
- › Yannis Ioannides (APCG)
- › Julien Winkelmann (SIG-éco21)
- › Maud Jacquot (SIG-éco21)

Appui technique pour la définition des exigences

COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mission: concevoir un guide de mise en œuvre du règlement d'application afin de répondre aux divers aspects techniques et conceptuels qui ne peuvent être traités de manière explicite dans le règlement.

Pilotage:

- › Francesco Della Casa (DT)
- › Ali El Kacimi (OCEN)

Représentants des milieux:

- › Nada Farahat (bureau HertelTan)
- › Flourentzou Flourentzos (ESTIA)
- › Flavio Foradini (E4Tech)
- › Mija Frossard (HEIG-VD)
- › Maud Jacquot (SIG-éco21)
- › Sébastien Lasvaux (HEIG-VD)
- › Pierre-Antoine Legrand (Noé21)
- › Lionel Riquet (HES-GE)
- › Habib Sayah (bureau ARA)
- › Loïc Tronchin (Maneco)
- › Julien Winkelmann (SIG-éco21)



PREMIÈRE PARTIE

Mise en œuvre des articles 117-118 LCI

À la suite de l'adoption par le Grand Conseil des articles 117 et 118 de la loi sur les constructions et les installations diverses (LCI), le règlement d'application de cette modification légale a été élaboré en concertation étroite avec les milieux

► Le règlement d'application
117-118 LCI a été élaboré avec
les milieux concernés, avec l'appui
d'un comité scientifique composé
d'experts du domaine.

concernés, avec l'appui d'un Comité scientifique composé d'experts du domaine. Il donne des précisions importantes sur:

- le **périmètre** d'application de la loi,
- la **hiérarchisation** des solutions à privilégier pour les constructions neuves et les rénovations,
- les **modalités** de calcul de l'empreinte carbone du bâtiment concerné,
- les **seuils** à respecter en regard des prescriptions normatives,
- le **calendrier** de mise en œuvre des exigences légales et réglementaires.



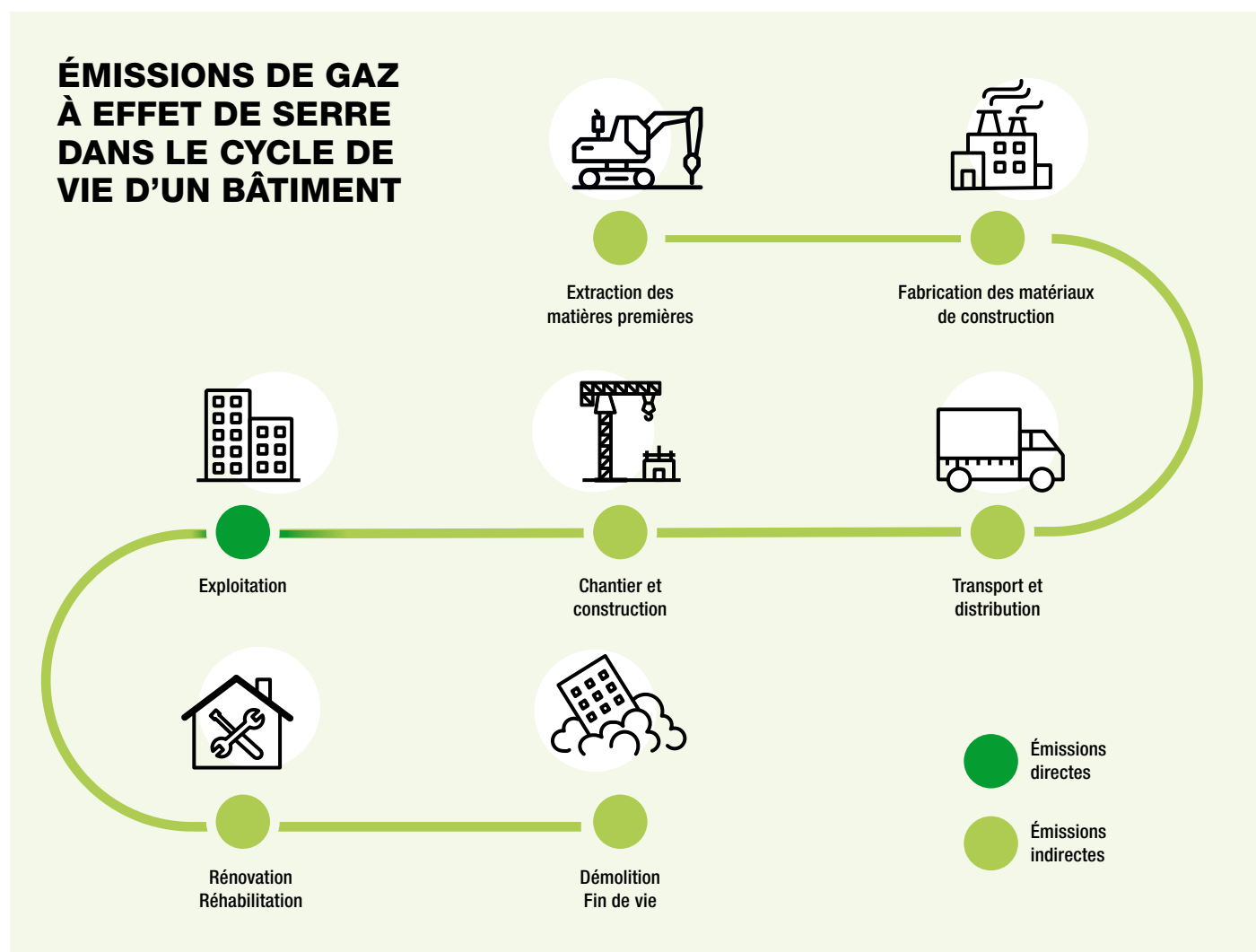
Le choix de la pierre massive pour ces bâtiments construits à Plan-les-Ouates (La Chapelle-Les Sciens) fait partie des approches compatibles avec la réduction de l'empreinte carbone des constructions neuves.

Les points essentiels de la nouvelle réglementation

Le règlement définit la notion **d'empreinte carbone** d'un bâtiment comme la somme des émissions de gaz à effet de serre, en kilos équivalent de CO₂ (kg CO₂-eq) générées par sa construction ou sa rénovation, y compris celles émises lors de la fabrication des matériaux et produits de construction, leur transport, leur mise en œuvre, leur éventuel renouvellement et leur gestion en fin de vie (cf. schéma ci-dessous). Les modalités de calcul de cette empreinte carbone, de même que les valeurs limites qui devront être respectées, sont présentées plus loin dans ce guide.

Le règlement précise également en quoi consiste un **concept bas-carbone** de construction ou de rénovation, c'est-à-dire les approches et les méthodes visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre générées par les matériaux, les techniques de construction et les pratiques de rénovation, qui constitue l'une des exigences de la réglementation (voir page 15).

Enfin, la mise en œuvre opérationnelle de ces obligations s'appuie sur une démarche pragmatique qui **décompose en cinq lots** les matériaux utilisés dans le bâtiment, au lieu d'une approche matériau par matériau, afin de faciliter l'élaboration du concept bas-carbone et de simplifier l'évaluation de l'empreinte carbone de l'opération de construction ou de rénovation (voir page 16).



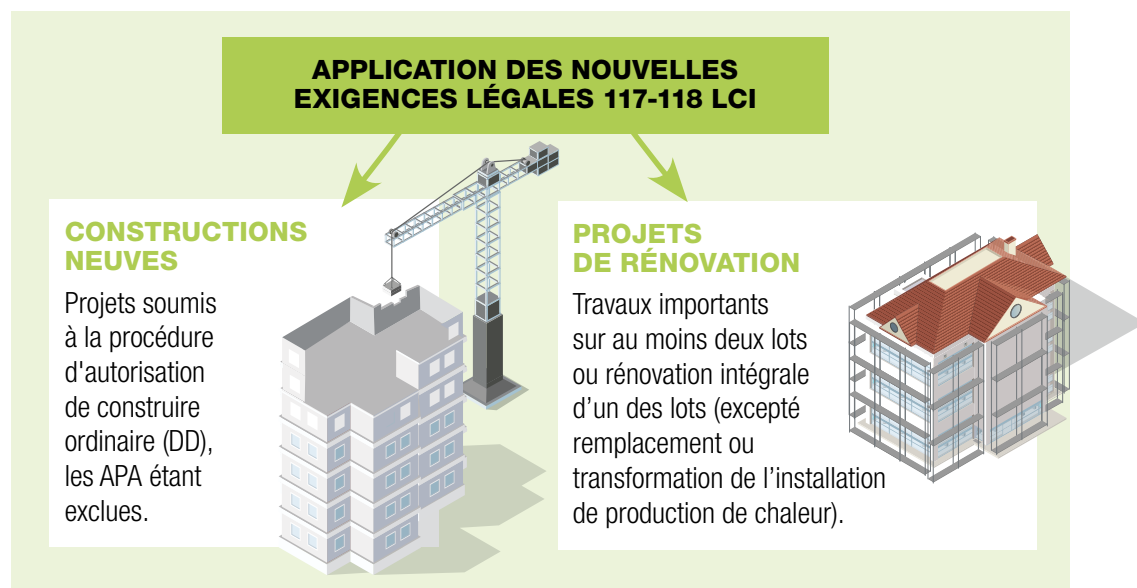
Périmètre d'application de la réglementation

Les bâtiments soumis aux exigences de la nouvelle réglementation correspondent au champ d'application de la norme SIA 390/1:2025 (habitat collectif et individuel, bâtiments administratifs, commerces, écoles, hôpitaux, hôtels, etc.). Le règlement précise quelles opérations sont concernées par les articles 117 et 118 LCI (ce que la loi désigne comme «des constructions ou des rénovations importantes»).

» **Le concept bas carbone, fil rouge stratégique qui structure toutes les phases d'un projet, va devenir un critère de conformité pour toute requête en autorisation de construire soumise aux exigences réglementaires 117-118 LCI.**

Les exigences relatives à l'empreinte carbone des bâtiments s'appliquent ainsi à:

- » **toutes les nouvelles constructions** soumises à autorisation de construire (DD), à l'exception des constructions autorisées selon la procédure accélérée (APA);
- » **tous les travaux de rénovation importants** sur au moins deux des cinq lots présentés ci-après, ou la rénovation intégrale d'au moins un de ces lots (à l'exception du remplacement ou de la transformation de l'installation de production de chaleur).



Le concept bas-carbone, critère de conformité

La notion de concept bas-carbone est définie par le règlement : celui-ci correspond aux moyens mis en œuvre en vue de **réduire les émissions de gaz à effet de serre générées lors de la construction ou de la rénovation** d'un bâtiment. Il s'agit d'une approche systémique destinée à limiter au maximum l'empreinte carbone induite par le cycle de vie d'un bâtiment, de sa conception à sa démolition. C'est un fil rouge stratégique qui structure toutes les phases du projet et implique une collaboration étroite entre tous les acteurs impliqués dans le projet (maître d'ouvrage, architectes, ingénieurs, entreprises, etc.).

Cette approche implique des changements radicaux dans les pratiques architecturales, constructives, techniques et économiques. Le concept

bas-carbone doit donc être formalisé très en amont, dès les premières phases SIA (analyse du besoin et étude préliminaire), afin de prioriser les enjeux et objectifs du projet, établir un concept en cohérence, et élaborer un projet permettant de concrétiser les ambitions en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

S'il est toujours possible d'opérer des changements plus tard dans le projet, ils sont en général plus coûteux, moins efficaces et plus difficiles à mettre en œuvre. D'un point de vue administratif, le concept bas-carbone prend la forme d'un dossier ou d'un rapport d'étude **remis au moment de la requête en autorisation de construire** (voir détails au chapitre 3, p. 40).



Les exigences réglementaires relatives aux articles 117 et 118 LCI vont s'appliquer progressivement à l'ensemble des opérations de construction et de rénovation d'importance à Genève.



Une décomposition en cinq lots : cohérence et responsabilisation des acteurs

Pour la formalisation du concept bas-carbone comme pour le calcul de l'empreinte carbone, **on considère le bâtiment par le biais d'une décomposition en cinq lots** (voir p. 16). Ces lots correspondent aux périmètres d'intervention respectifs des différents corps de métier impliqués dans sa construction ou sa rénovation (architecte, ingénieur civil, ingénieur CVC...). Cette approche permet à chacun de s'approprier les leviers de la réduction de l'empreinte carbone et de garantir la cohérence de ces leviers d'optimisation, sous la coordination de la direction de projet.

Cette structuration donne la possibilité de procéder à une **évaluation des émissions de gaz à effet de serre par lot**, facilitant la traçabilité, la responsabilisation des acteurs et l'activation des leviers d'optimisation bas-carbone selon une logique constructive (a contrario d'une approche matériau par matériau, très complexe et moins efficace). Elle donne un cadre pour la définition du

concept bas-carbone dès les premières phases du projet et favorise la collaboration entre les intervenants pour son optimisation globale. Ces cinq lots ont été définis sur la base des catégories utilisées par le [Code des Coûts de construction Bâtiment eCCC-Bât, SN 506511](#) (voir p. 50).

➤ Le concept bas-carbone est une approche systémique destinée à limiter au maximum les émissions de gaz à effet de serre induites par le cycle de vie d'un bâtiment, de sa conception à sa démolition.

UNE DÉCOMPOSITION EN CINQ LOTS

UNE APPROCHE COHÉRENTE

CATÉGORIES La décomposition en cinq lots proposée par le règlement d'application se base sur les différentes catégories utilisées par le Code des Coûts de construction Bâtiment eCCC-Bât.



Lot 1: Fondations et constructions souterraines

Travaux de terrassement, fondations, murs de sous-sol, dalles basses.



Lot 2: Structures horizontales et verticales

Planchers, murs porteurs, poteaux, poutres.



Lot 3: Enveloppe du bâtiment

Eléments de façade, toitures, fenêtres, isolation extérieure.



Lot 4: Aménagements intérieurs

Cloisons, revêtements, plafonds, menuiseries intérieures.

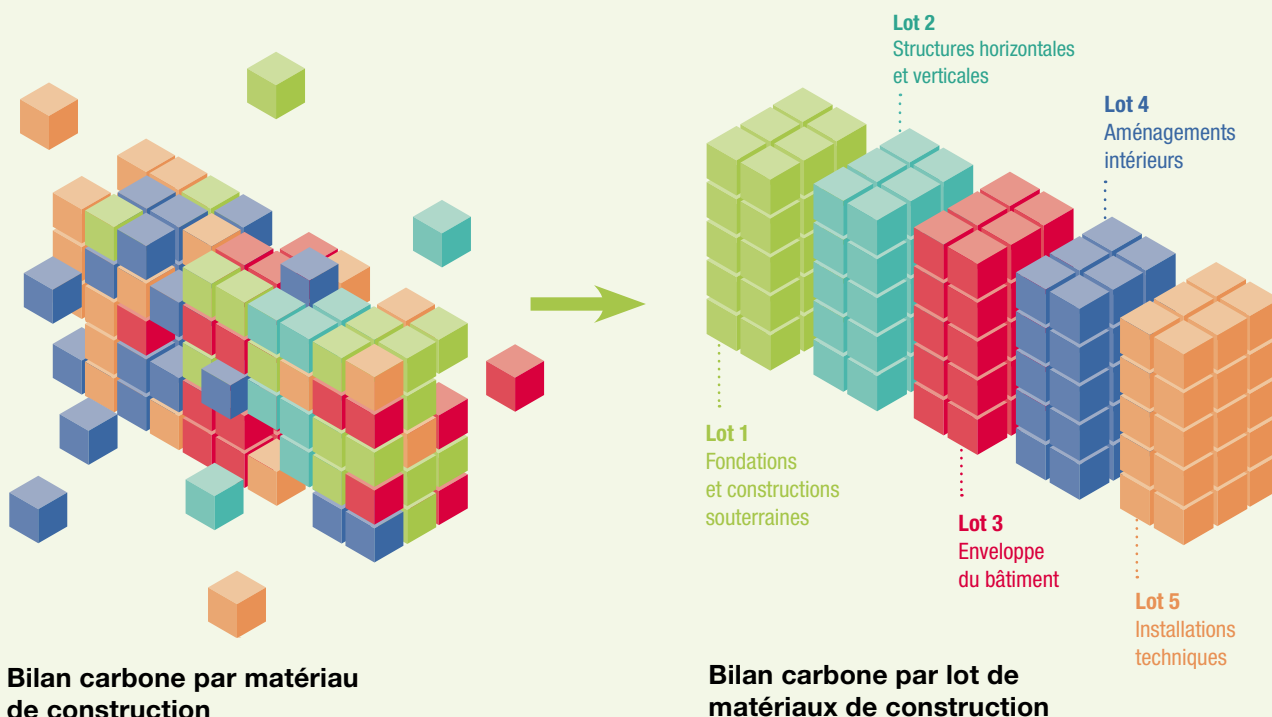


Lot 5: Installations techniques

Systèmes de chauffage, ventilation, climatisation, sanitaire, électricité.

UN SOUCI DE SIMPLIFICATION

CALCUL L'évaluation de l'empreinte carbone par lot (plutôt que matériau par matériau) facilite la traçabilité, la responsabilisation des acteurs et l'activation des leviers d'optimisation bas-carbone selon une logique constructive.



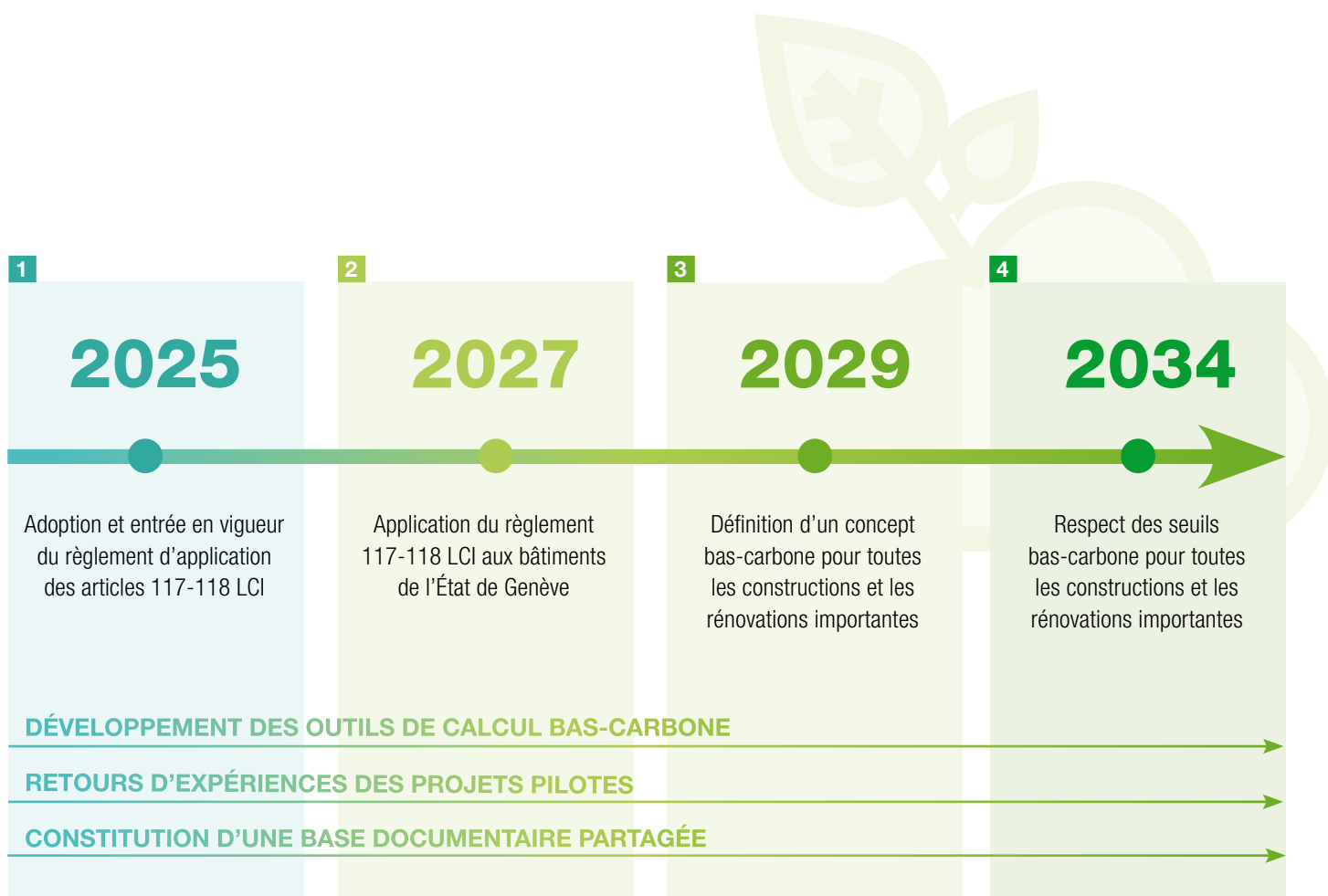
Calendrier de mise en œuvre de la réglementation

Le calendrier de mise en œuvre de la nouvelle réglementation, planifié en concertation avec les représentants des milieux, prévoit un déploiement progressif des nouvelles exigences légales introduites par les articles 117 et 118 LCI:

- **Dès 2027**, les constructions ou rénovations importantes des bâtiments appartenant à l'État de Genève et sous gestion de l'Office cantonal des bâtiments doivent faire l'objet d'un concept bas-carbone et être réalisées de manière à avoir une faible empreinte carbone (l'exigence s'applique aux projets de construction ou de rénovation ne faisant pas l'objet d'une loi d'investissement ou d'un crédit d'étude au 1^{er} janvier 2027).
- **Dès 2029**, les constructions et rénovations de l'ensemble des bâtiments doivent faire l'objet d'un concept bas-carbone (exigence pour toute demande d'autorisation de construire déposée à partir du 1^{er} janvier 2029).

- **Dès 2034**, l'ensemble des constructions et rénovations de bâtiments concernées par le règlement doivent être réalisées de manière à avoir une faible empreinte carbone (exigence pour toute demande d'autorisation de construire déposée à partir du 1^{er} janvier 2034).

➤ Le règlement d'application prévoit un déploiement pragmatique et par étapes des nouvelles exigences légales introduites par les articles 117 et 118 de la LCI.





125%

Coefficient appliqué à la valeur de base SIA 390/1:2025 pour le calcul de la valeur limite pour les constructions neuves (bâtiments d'habitation).

Méthodologies d'évaluation de l'empreinte carbone

L'évaluation de l'empreinte carbone des bâtiments imposée par la réglementation est basée sur le **référentiel professionnel national défini par la norme SIA 390/1** (La voie du climat – Bilan des gaz à effet de serre sur le cycle de vie des bâtiments). Celle-ci prend en compte les émissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment, depuis l'extraction des matières premières pour la fabrication des matériaux de construction jusqu'à la déconstruction en fin de vie, en passant par la phase de construction, de renouvellement des matériaux et leur remise en état éventuelle. Il convient de noter que le règlement d'application des articles 117 et 118 LCI **exclut du champ de calcul de l'empreinte carbone l'exploitation et la mobilité induite par l'utilisation du bâtiment**, deux paramètres qui figurent dans le périmètre de la norme SIA 390/1 (ces derniers sont adressés par d'autres volets de la législation genevoise).

Les valeurs limites relatives au respect d'une faible empreinte carbone définies par le règlement 117-118 LCI sont basées sur la SIA 390/1:2025 et correspondent à :

- **125% de la valeur de base** pour les constructions neuves concernant des bâtiments d'habitation ;
- **140% de la valeur de base** pour les constructions neuves concernant les autres affectations (y compris mixtes) ;
- **la valeur de base SIA 390/1** pour les rénovations (toutes affectations).

Le calcul de l'empreinte carbone peut être réalisé au moyen de logiciels utilisant les données et méthodologies documentées dans des annexes techniques à ce guide. Les valeurs applicables sont issues de la **base de données fédérale de référence KBOB¹ et complétées par des données cantonales**, compatibles KBOB. Cette base cantonale sera régulièrement mise à jour afin de prendre en compte les dernières avancées technologiques et les évolutions du marché.

Une volonté de faire évoluer les pratiques

Conformément à la volonté des milieux impliqués dans son élaboration, le règlement d'application des articles 117 et 118 de la LCI s'inscrit dans une vision plus large qui dépasse les simples objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il vise à inciter tous les acteurs du secteur – producteurs, fournisseurs, concepteurs et maîtres d'ouvrage – à **adopter et à mettre en œuvre des pratiques vertueuses et innovantes**. À titre d'exemple, les architectes sont encouragés au réemploi des matériaux issus de la déconstruction. Cette approche favorise non seulement l'économie circulaire, mais aussi la mobilisation de compétences et de main d'œuvre locales. De plus, **le dispositif réglementaire privilégie l'incitation plutôt que la contrainte**, en évitant de prescrire ou d'interdire des matériaux spécifiques. Au contraire, il définit des objectifs clairs et laisse la liberté aux acteurs de trouver les moyens les plus adaptés pour les atteindre.

Enfin, ce cadre réglementaire est conçu pour être évolutif, afin de **s'adapter dans le temps en tenant compte des progrès techniques et de l'amélioration des pratiques de construction**. Les seuils d'empreinte carbone sont définis de manière réaliste et progressive par le règlement (voir ci-dessus), afin de refléter l'offre actuelle en matière de matériaux bas-carbone et les techniques constructives disponibles sur le marché. Cette flexibilité permet de stimuler l'innovation sans imposer des contraintes trop lourdes qui pourraient bloquer des projets. Le règlement, en proposant des objectifs ambitieux, des méthodes normalisées et des incitations pragmatiques, **fixe le cap d'une évolution progressive des pratiques**, au profit de la construction bas-carbone.



Le **CAS Constructions durables** proposé par l'Hepia permet d'acquérir des compétences précieuses en matière de constructions et de rénovations bas-carbone.

¹ Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics.



Le règlement, en proposant des objectifs ambitieux et une approche pragmatique, fixe le cap d'une évolution progressive des pratiques des professionnels de la construction.

RÉEMPLOI, RECYCLAGE ET MATÉRIAUX À FAIBLE EMPREINTE CARBONE

1. Réemploi des matériaux

Le réemploi consiste à réutiliser les matériaux et/ou les éléments existants, tels quels ou avec des transformations mineures, dans le cadre de nouveaux projets de construction ou de rénovation. Cette approche permet de réduire la demande en nouvelles ressources tout en limitant la production de déchets de chantiers et les émissions générées par la production de matériaux ou d'éléments neufs. Dans ce cadre, des nouvelles pratiques, des bases de connaissances techniques et opérationnelles, et des réseaux et plateformes de réemploi doivent être mis en place pour faciliter l'identification des matériaux disponibles à réemployer, ainsi que pour garantir leur traçabilité, leur qualité et leur conformité aux normes de sécurité et de performance.

2. Recyclage des matériaux

Le recyclage concerne la valorisation des déchets évacués vers des centres de recyclage. La matière est transformée pour produire des matières premières secondaires, intégrables dans la fabrication de nouveaux produits – une approche essentielle pour limiter l'extraction de matières premières. Les matériaux courants tels que l'acier ou l'aluminium peuvent être recyclés à plusieurs reprises, ce qui permet de réduire la pression sur les ressources primaires dont l'extraction pèse lourdement sur l'environnement. Le recyclage effectué localement, à l'échelle du territoire, comme cela peut être le cas pour le béton, est également une opportunité de valoriser les ressources secondaires locales, réduisant ainsi la pression sur les ressources en gravier du sous-sol genevois, dont le stock est limité.

3. Matériaux à faible empreinte carbone

L'utilisation de matériaux et de technologies avec une empreinte carbone réduite est un levier fondamental pour réduire les émissions de gaz à effet de serre indirectes des projets de construction ou de rénovation. Cela concerne les matériaux dont le bilan carbone est favorable lorsqu'on l'évalue sur l'ensemble de leur cycle de vie (y compris extraction, fabrication, transport et élimination), comparativement aux technologies «conventionnelles».

Les matériaux à faible empreinte carbone incluent par exemple le bois (en particulier le bois local et certifié FSC ou PEFC), matériau renouvelable et à même de stocker du CO₂ pendant sa durée de mise en œuvre, ou des matériaux innovants comme les briques en terre crue ou les bétons dits «bas-carbone». Il ne suffit cependant pas de considérer uniquement la provenance ou la source d'un matériau pour qu'il soit qualifié de «bas-carbone»: son impact environnemental doit être évalué selon une approche cycle de vie afin de prendre en compte l'ensemble des impacts générés par son parcours, depuis l'extraction des ressources pour sa fabrication jusqu'à sa fin de vie, y compris les éléments nécessaires à sa mise en œuvre et à sa maintenance.



DEUXIÈME PARTIE

Critères déterminants de conformité au règlement d'application des articles 117 et 118 LCI

Définition de la stratégie bas-carbone d'un projet: le concept bas-carbone

Dans le cadre de l'application des articles 117 et 118 LCI, l'approche bas-carbone vise à minimiser les émissions de gaz à effet de serre générées par le cycle de vie du bâtiment en **activant les différents leviers d'optimisation de l'empreinte carbone d'une variante de projet**. Le concept bas-carbone est le moyen de prouver que cette approche bas-carbone a été mise en œuvre de façon cohérente, que ce soit pour une construction neuve ou une rénovation.

Il s'agit d'un **critère de conformité lors de la requête en autorisation de construire**, qui permet à la maîtrise d'ouvrage de justifier que les différents leviers d'optimisation ont été étudiés, de présenter ses choix ainsi que les raisons pour lesquelles certains leviers n'ont pu être activés. Le principe du concept bas-carbone est de **se concentrer en priorité sur les aspects qui ont le plus d'influence sur l'empreinte carbone du projet**, même s'il est possible de proposer d'autres leviers d'optimisation.

Concept bas-carbone

Justification de la stratégie d'optimisation carbone du projet par le maître d'ouvrage, qui devra être présentée dans le cadre de la requête en autorisation de construire.



Le calcul de l'empreinte carbone inclut les émissions initiales au moment des travaux de construction, ainsi que les futurs remplacements et l'élimination en fin de vie des matériaux et composants, sur une durée de vie du bâtiment de 60 ans.

Modalités d'évaluation de la conformité de l'empreinte carbone d'un projet

L'empreinte carbone du projet est une résultante du concept bas-carbone et de sa bonne application. Son calcul permet de mesurer **le niveau de performance atteint par la démarche d'optimisation carbone du projet**. Cette empreinte carbone est exprimée en kilogrammes de CO₂ équivalent (kg CO₂-eq) par m² de surface

de référence énergétique (SRE) et par an, **pour une durée de vie du bâtiment de 60 ans**. Son calcul tient compte des émissions initiales lors de la construction (phase Travaux), mais également des futurs remplacements (phase Vie en œuvre) ainsi que de l'élimination en fin de vie des matériaux et composants.

9 kg CO₂-eq

Valeur limite fixée par la norme SIA 390/1:2025, par m² de SRE et par an, pour les émissions indirectes induites par la construction d'un bâtiment d'habitation neuf.

La norme [SIA 390/1](#) et la spécification technique [SIA 2032](#) définissent les modalités du calcul des émissions de gaz à effet de serre indirectes. Des valeurs indicatives bas-carbone pour les constructions neuves et les rénovations sont proposées dès 2025 (selon les affectations) et s'inscrivent dans une trajectoire de baisse progressive jusqu'en 2050, en cohérence avec les objectifs de décarbonation du secteur du bâtiment en Suisse.

Ces valeurs peuvent être considérées comme un «budget carbone» à ne pas dépasser. Pour un bâtiment d'habitation neuf, par exemple, la norme définit une valeur de base de 9 kg CO₂-eq/m².an. Elle fixe par ailleurs une valeur ambitieuse de 6 kg CO₂-eq/m².an. En ce qui concerne la rénovation, la valeur de base est fixée à 5 kg CO₂-eq/m².an, et la valeur ambitieuse à 4 kg CO₂-eq/m².an.

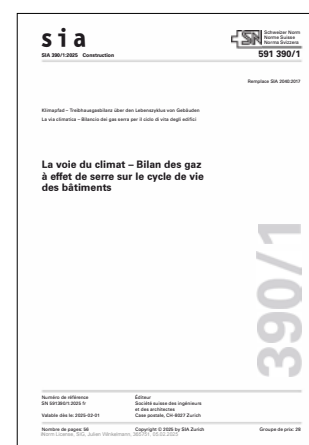
Leviers d'optimisation de l'empreinte carbone d'un projet

Ce chapitre s'intéresse en premier lieu aux **paramètres généraux d'optimisation de l'empreinte carbone**, en distinguant constructions neuves (p.22) et rénovations (p.26). Dans le premier cas, **des premiers leviers sont actionnables très en amont**, dès la phase de conception du projet. Dans le second, l'un des paramètres essentiels concerne la **préservation de l'existant**, qui constitue l'un des principaux leviers de réduction de l'empreinte carbone.

Les autres pistes d'optimisation du budget carbone sont ensuite décrites en **suivant la logique des cinq lots** présentés dans le chapitre précédent, en tenant compte de leur niveau de contribution à l'empreinte carbone du projet (voir fiches en p.27 à 34). Certaines approches d'optimisation sont **compatibles à la fois pour la construction neuve et la rénovation**. Chaque choix constructif, chaque choix de matériaux, présente des avantages et des inconvénients qu'il convient de questionner.

Ce guide propose une liste non-exhaustive de **stratégies concrètes et directement applicables pour respecter les valeurs limites** fixées par le règlement 117-118 LCI. Il met en lumière que seule une approche globale, questionnant l'ensemble des leviers d'actions de chaque lot, permet de réduire de façon significative l'empreinte carbone d'un bâtiment, qu'il soit en bois, en béton, en maçonnerie ou d'une autre matérialité. L'optimisation d'un seul lot, de même que le choix ou l'optimisation d'un seul matériau, ne suffisent pas pour atteindre les valeurs limites d'empreinte carbone.

➤ Le règlement définit des objectifs clairs et donne une grande liberté aux acteurs pour choisir les moyens les plus adaptés pour les atteindre.



La norme SIA 390/1:2025, sur laquelle reposent les exigences du règlement d'application 117-118 LCI, trace la voie vers une réduction progressive de l'empreinte carbone des opérations de construction et de rénovation.

2.1 Clés pour établir le concept bas-carbone d'une construction neuve

Les études menées dans le cadre de l'élaboration du règlement d'application ont permis d'évaluer le poids carbone des différentes étapes de la construction d'un bâtiment. L'analyse réalisée sur un échantillon représentatif de projets de construction a ainsi fourni, lot par lot, **une fourchette de «budget carbone»**, ainsi qu'une **valeur cible indicative**, en regard de la valeur

de base de 9 kg CO₂-eq/m².an définie par la SIA 390/1:2025 (voir détails p.24-25). Cette approche donne une **indication assez précise du poids carbone relatif de chacun des lots** (en % du budget carbone), ainsi que des principaux leviers d'optimisation à disposition des maîtres d'ouvrage. Ce sont ces leviers qui doivent être actionnés en priorité au travers du concept bas-carbone.

Questionner la conservation de l'existant

On constate, à la lecture des données présentées en p.24, que 70% des émissions indirectes sont générées lors de la phase Travaux (les 30% restants correspondent à la phase de Vie en œuvre, qui anticipe l'impact carbone du renouvellement des éléments dont la durée de vie est inférieure à celle du bâtiment). Par conséquent, **le meilleur choix de conception qui soit lorsqu'un bâtiment existe déjà sur la parcelle à bâtir est de le conserver**. On peut ainsi économiser une part significative du budget carbone consacré aux lots 1 et 2 (près de 40% de l'empreinte carbone totale du bâtiment sur l'intégralité de son cycle de vie).

Cette approche est particulièrement pertinente à Genève, puisque le canton comme les communes privilégient souvent les projets permettant de **préserver l'existant, en favorisant les surélévations ou les transformations** quand c'est envisageable. Dans ces cas, il convient de prêter une attention particulière aux **choix d'enveloppe, d'aménagements et d'installations techniques** arbitrés par le concepteur, puisque leur poids carbone relatif devient plus important. Ces orientations sont importantes, étant donné que l'empreinte carbone de ces trois lots doit être **prise en compte deux fois pour anticiper le renouvellement de ces éléments**, nécessaire pour maintenir les conditions d'usage et la fonctionnalité du bâtiment sur 60 ans.



70%

des émissions de gaz à effet de serre indirectes sont générées lors de la phase Travaux dans le cas d'une construction neuve.

Le choix de laisser la structure en pierre massive à l'état brut à l'intérieur des appartements permet d'éviter les postes crépis et peinture, gage de réduction des émissions en phase travaux et au renouvellement.



Paramètres globaux d'influence sur l'empreinte carbone

› Facteur de forme

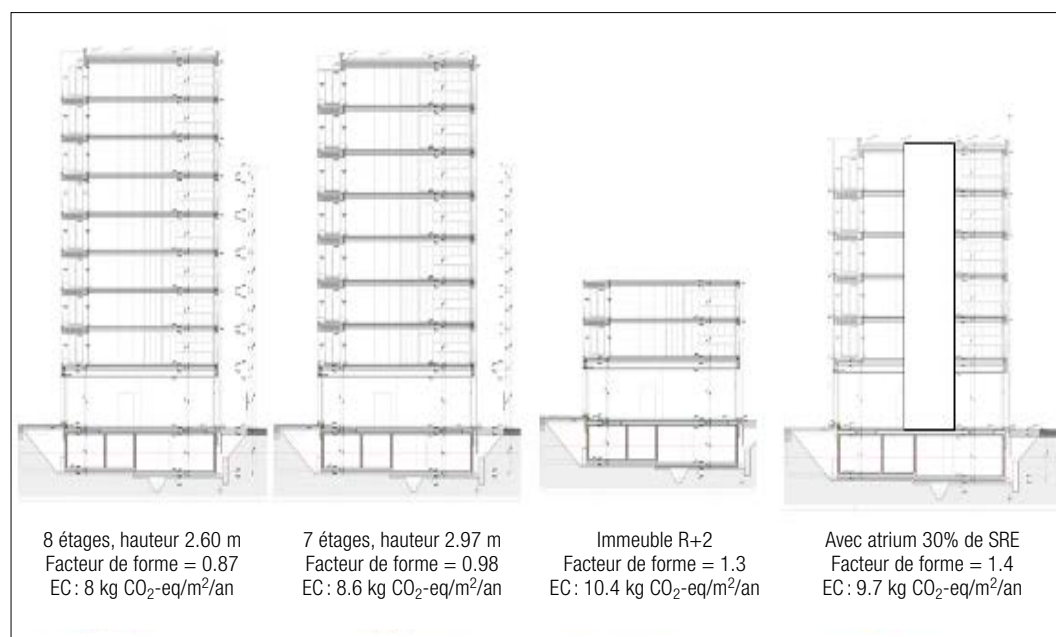
Le facteur de forme¹ du bâtiment est un levier stratégique du fait de son impact sur la quantité de matériaux nécessaires à sa réalisation. Un bâtiment compact, avec une forme simple et ramassée, nécessite moins de surface de façade, de toiture et de plancher par m³ de volume construit, gage d'une empreinte carbone réduite. Cette réalité matérielle doit être intégrée dès les premières phases du projet, lorsque la volumétrie est encore ouverte. Une implantation judicieuse, une organisation rationnelle des niveaux et une géométrie sobre permettent de réduire les quantités de matériaux structurels et de second œuvre à mobiliser. Ces choix, effectués très en amont, ont des effets structurants sur l'ensemble du processus constructif, bien plus efficaces que des optimisations tardives de détail. Le facteur de forme influence aussi le type de structure que l'on peut mettre en œuvre. Une forme compacte autorise par exemple une structure plus simple, avec des portées plus courtes, limitant le recours à des matériaux à forte empreinte comme le béton armé ou l'acier.

› Rationalité structurelle

La hauteur d'un bâtiment influe de manière significative sur son empreinte carbone par m². À matérialité et emprise au sol identiques, un bâtiment plus haut – par exemple en R+8 – tend à présenter une empreinte carbone inférieure à un bâtiment plus bas (jusqu'à 1 kg CO₂-eq/m².an d'écart) : meilleure compacité, densité plus élevée, mutualisation des éléments structurels. Cette optimisation ne peut être dissociée de la manière dont la structure est conçue. L'entre-axe des poteaux – c'est-à-dire la distance entre les appuis porteurs – a un impact direct sur l'empreinte carbone, quelle que soit la nature des matériaux employés. En règle générale, plus les portées sont longues, plus les planchers et poutres doivent être dimensionnés en conséquence, ce qui entraîne une hausse des volumes de matériaux. Au-delà du choix du matériau, c'est surtout la logique structurelle qui détermine la performance environnementale, les planchers et les poutres constituant les éléments les plus impactants de la structure en termes de masse et d'émissions.



L'axe n°1 du [Plan directeur de l'énergie 2020-2030](#), qui concerne la sobriété, comporte plusieurs fiches en lien avec la construction et la rénovation bas-carbone (préserver l'existant, optimiser le bâti, favoriser le réemploi, privilégier le *low-tech* ou le *no-tech* pour les installations techniques, mutualiser les équipements, etc.).



Évaluation de l'empreinte carbone (EC) de bâtiments de forme et de hauteur différentes. Ces exemples montrent que les écarts de performance carbone peuvent atteindre plus de 2 kg CO₂-eq/m².an selon les cas.

¹ Le facteur de forme d'un bâtiment est le rapport entre la surface de son enveloppe extérieure et son volume intérieur. Un facteur de forme peu élevé est un indicateur de la compacité du bâtiment, un critère important pour réduire son empreinte carbone en phase travaux, et qui a en général un impact positif sur sa performance énergétique en phase d'exploitation.

CONSTRUCTIONS NEUVES

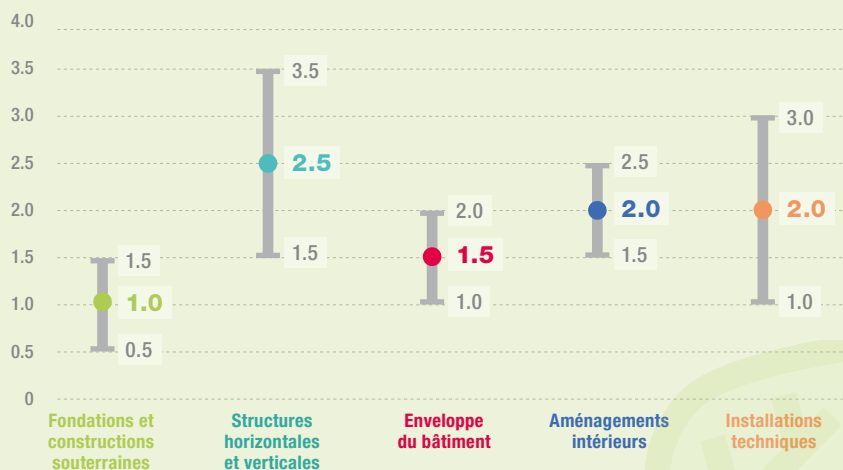


Benchmark

Les études menées sur différents projets de constructions neuves ou de rénovations ont permis d'évaluer des fourchettes d'empreinte carbone pour les différents lots, et d'en déduire une valeur médiane indicative pour chacun d'entre eux. Ces valeurs permettent d'identifier les principaux leviers à activer dans le concept bas-carbone proposé pour le projet.

VALEURS INDICATIVES DE L'EMPREINTE CARBONE¹

PAR LOT POUR LES CONSTRUCTIONS NEUVES (en kg CO₂-eq/m².an)



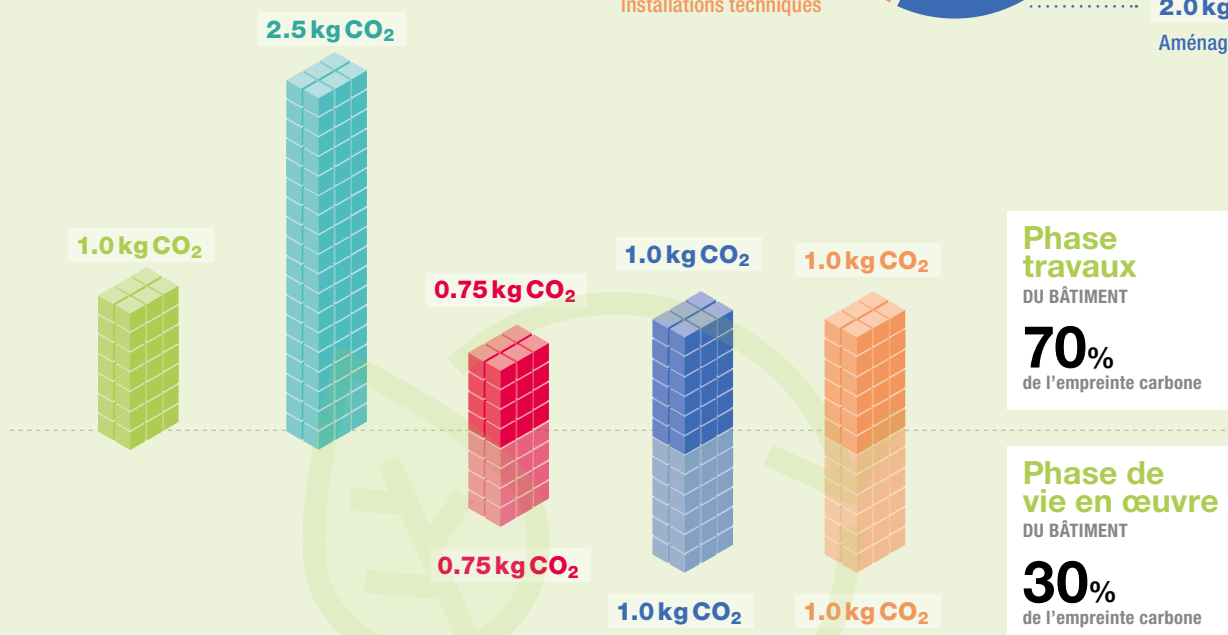
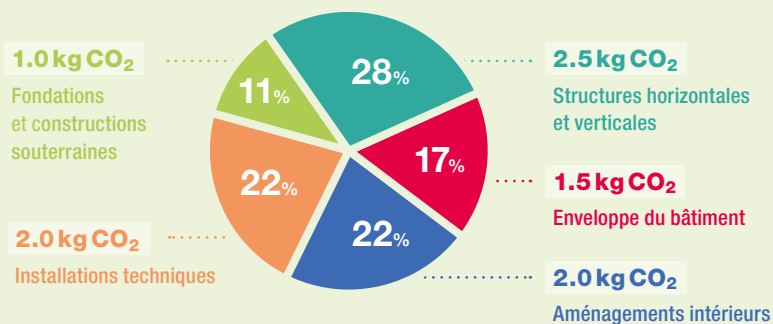
POIDS RELATIF DES DIFFÉRENTS LOTS DANS L'EMPREINTE CARBONE DU BÂTIMENT²

POUR LES CONSTRUCTIONS NEUVES (en kg CO₂-eq/m².an)

Valeur indicative

POUR UNE CONSTRUCTION NEUVE SUR L'INTÉGRALITÉ DU CYCLE DE VIE DU BÂTIMENT (en kg CO₂-eq/m².an)

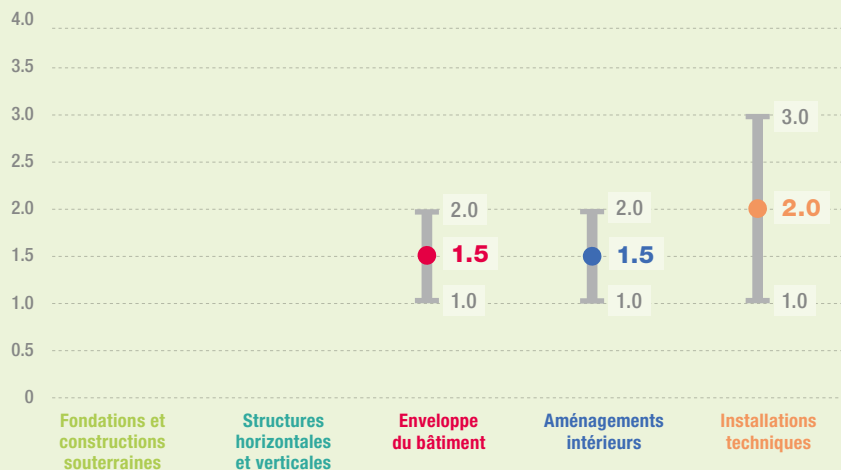
100% = 9.0 kg CO₂
de l'empreinte carbone



PROJETS DE RÉNOVATION

VALEURS INDICATIVES DE L'EMPREINTE CARBONE¹

PAR LOT POUR LES RÉNOVATIONS (en kg CO₂-eq/m².an)



¹ Valeurs indicatives de l'empreinte carbone par lot telles qu'observées sur un benchmark de projets de constructions neuves et de rénovations avec, sur l'échelle en gris, la distribution des valeurs des émissions de gaz à effet de serre indirectes des différents bâtiments analysés dans l'étude et, en couleur, la valeur médiane pour chacun des lots.

POIDS RELATIF DES DIFFÉRENTS LOTS DANS L'EMPREINTE CARBONE DU BÂTIMENT²

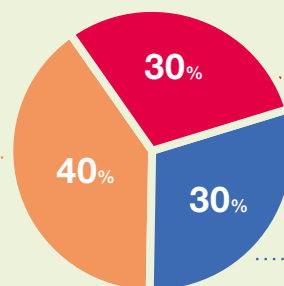
POUR LES RÉNOVATIONS (en kg CO₂-eq/m².an)

Valeur indicative

POUR UN PROJET DE RÉNOVATION SUR L'INTÉGRALITÉ DU CYCLE DE VIE DU BÂTIMENT (en kg CO₂-eq/m².an)

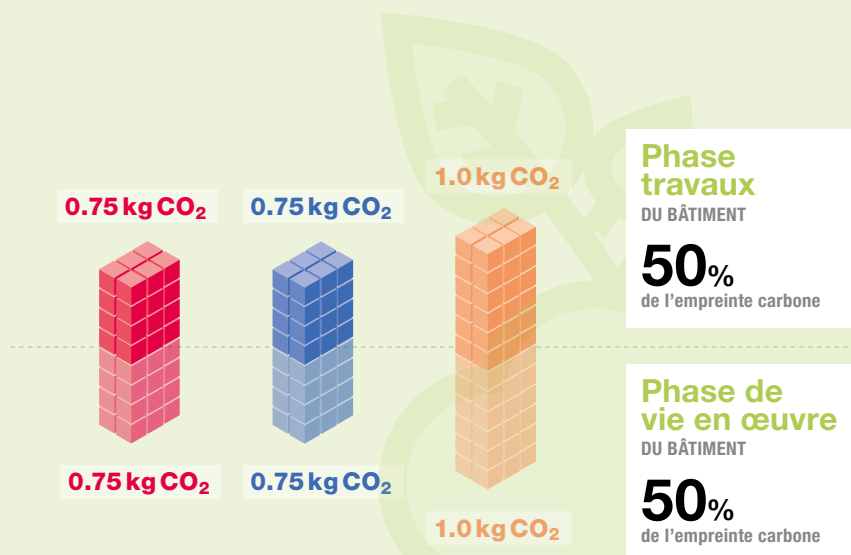
100% = 5.0 kg CO₂
de l'empreinte carbone

2.0 kg CO₂
Installations techniques



1.5 kg CO₂
Enveloppe du bâtiment

1.5 kg CO₂
Aménagements intérieurs



Phase travaux DU BÂTIMENT

50%
de l'empreinte carbone

Phase de vie en œuvre DU BÂTIMENT

50%
de l'empreinte carbone

² Contributions médianes indicatives par lot selon l'étape de cycle de vie (travaux ou vie en œuvre) ramenées au cycle de vie total sur une durée de 60 ans, telles qu'observées sur un benchmark de projets de constructions neuves ou de rénovations.

2.2 Clés pour établir le concept bas-carbone d'une rénovation

De la même manière que pour les constructions neuves, l'étude d'un échantillon de bâtiments ayant fait l'objet d'une rénovation a permis de mesurer le poids carbone des différents lots concernés par ces opérations, et ainsi de **cibler les leviers d'optimisation à activer en priorité**. Par souci de cohérence, les lots Fondations et structures souterraines et Structures horizontales et verticales ne sont pas abordés dans

cette partie, car ils sont en général peu concernés lors d'une rénovation. En cas de projets qui impliqueraient des interventions sur ces deux lots, les recommandations proposées pour les constructions neuves s'appliquent pour la plupart. De manière plus générale, une part importante des leviers d'optimisation proposés dans le cadre de projets de construction neuve s'avèrent **tout aussi pertinents pour des rénovations**.

5 kg CO₂-eq
Valeur limite
introduite par
le règlement
d'application
117-118 LCI, en
kg CO₂-eq/m².an,
pour les projets
de rénovation

Maîtriser le coût carbone de la rénovation

Compte tenu des objectifs fixés par le Plan directeur de l'énergie en matière de rénovation du parc bâti, **la maîtrise de l'empreinte carbone de ces projets est un enjeu essentiel** en vue de réduire les émissions de gaz à effet de serre du canton. D'un côté, la diminution des émissions directes est corrélée au taux de rénovation énergétique des bâtiments, ainsi qu'au remplacement des installations de production de chaleur à base d'énergies fossiles par des solutions renouvelables. De l'autre, **l'impact de ces opérations sur les émissions indirectes peut être considérable**, et nuire à l'atteinte des objectifs fixés par le Plan climat cantonal.

En cela, la mise en œuvre d'une démarche bas-carbone raisonnée constitue une ligne directrice précieuse pour **concilier l'atteinte de la performance énergétique requise en minimisant l'empreinte carbone des travaux**. Trouver le bon équilibre entre ces exigences implique de considérer trois indicateurs clés:

- préserver au maximum l'existant: toute matière qui pourra être conservée permet de limiter l'investissement carbone de la rénovation;
- dissocier le budget carbone de la matière assurant la qualité d'usage de celui garantissant la performance énergétique;
- mesurer le Temps de retour carbone (TRC) afin d'évaluer l'efficacité des dépenses en CO₂-eq des matériaux utilisés pour obtenir les gains énergétiques attendus.

Pour atteindre les objectifs climatiques du Plan climat cantonal, la nécessaire rénovation énergétique des bâtiments du canton doit s'opérer en minimisant l'empreinte carbone de ces opérations.





Dans le lot Structures horizontales et verticales, les dalles ont un très fort impact carbone qui peut représenter environ la moitié des émissions.

Lots n°1 et 2

Fondations et constructions souterraines - Structures horizontales et verticales

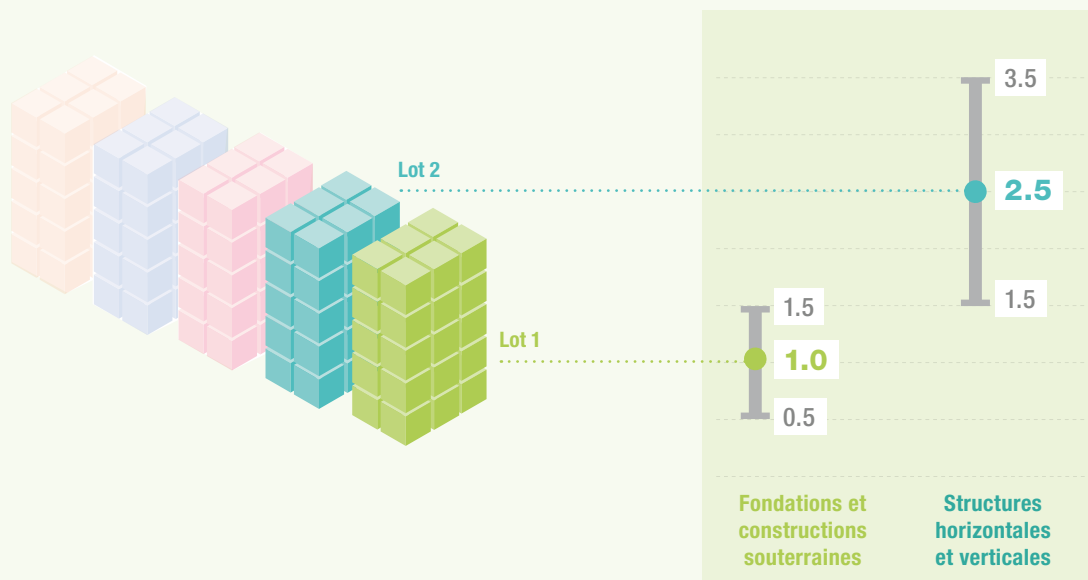
Près de

40%

de l'empreinte carbone du cycle de vie complet d'une construction neuve dépendent du lot Fondations et constructions souterraines et du lot Structures horizontales et verticales. Lors de la phase travaux, ces deux lots pèsent environ 60% des émissions indirectes générées par une construction neuve.

Compte tenu de leur poids prépondérant dans le budget carbone d'une construction neuve, en particulier lors de la phase Travaux, ces deux lots représentent le premier enjeu du concept bas-carbone. Et ce d'autant plus qu'ils sont très interdépendants lors des choix de conception. Dans une démarche bas-carbone, les premières décisions relatives au projet – implantation, compacité, orientation, répartition des volumes ou système constructif – sont celles qui ont le plus d'influence sur l'empreinte carbone finale du bâtiment.

Une conception sobre et cohérente constitue donc le premier levier d'action pour limiter les émissions de gaz à effet de serre indirectes liées à la construction. Décidés très en amont, ces choix structurants permettent de réduire l'empreinte carbone de manière significative, jusqu'à 4 kg CO₂-eq/m².an, avec une efficacité plus grande et un coût le plus souvent inférieur à des actions engagées à une phase ultérieure du projet.



LEVIERS D'OPTIMISATION

- Limiter les parkings et les sous-sols.
- Maximiser la compacité: les principaux leviers à disposition sont le facteur de forme, l'implantation, l'organisation des niveaux, la sobriété géométrique.
- Adapter les fondations au contexte géologique.
- Rationaliser la structure, contrôler les portées maximales.
- Réduire les volumes et les épaisseurs des éléments porteurs.
- Privilégier une conception sobre en matériaux.



FOCALES

- **Réemploi**
L'usage de béton et de structure acier standardisée de réemploi est un levier significatif d'optimisation du bilan carbone des structures. Des initiatives encourageantes invitent à investiguer cette option d'optimisation dès les premières phases SIA du projet.
- **Matériaux recyclés**
Le canton de Genève impose, dans le cas de constructions précédées d'une démolition, qu'au moins la quantité équivalente de matériaux minéraux de déconstruction (béton et minéraux non-triés) soit réincorporée dans la construction future, sous forme liée (voir à ce sujet le programme [ECOMAT^{GE}](#)). Cependant, attention

à étudier attentivement l'usage de ces agrégats recyclés qui peuvent amener le concepteur à surdimensionner les dalles et porteurs et, ainsi, à annuler le bénéfice environnemental du recyclage des bétons. Le taux de recyclé dans les aciers est un aspect d'optimisation significatif de ces matériaux.

- **Matériaux bas-carbone**
L'enjeu bas-carbone du bois de structure se situe dans l'usage d'acier pour les fixations et les platines. De nouveaux bétons, dits bas-carbone, avec des alternatives au ciment traditionnel sont à étudier, tout en assurant une optimisation des quantités de bétons employés.



Un ratio de surfaces vitrées de l'ordre de 30 à 40% pour les bâtiments d'habitation permet de limiter l'empreinte carbone du lot Enveloppe du bâtiment.

Lot n°3

Enveloppe du bâtiment

Ce lot pèse environ

20%

de l'empreinte carbone d'une construction neuve sur l'intégralité de son cycle de vie et

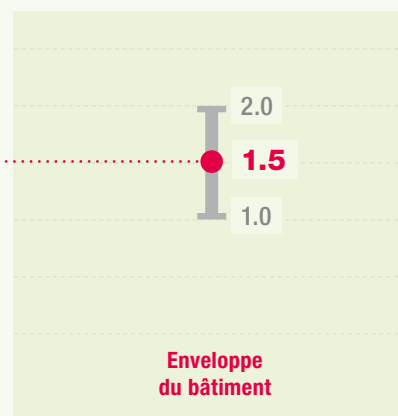
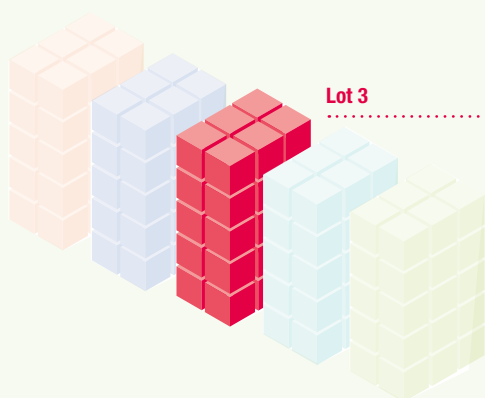
30%

de l'empreinte carbone d'un projet de rénovation n'impactant pas les lots 1 et 2. Comme pour les lots Aménagements intérieurs et Installations techniques, la moitié du budget carbone de ce lot intervient lors de la phase de Vie en œuvre (renouvellement).

Ce lot, intrinsèquement lié à la performance énergétique du bâtiment, est à traiter avec précaution afin d'éviter le surinvestissement en CO₂-eq indirect associé aux matériaux destinés à améliorer l'efficacité en phase d'exploitation. Les critères principaux pour réduire l'impact de la façade sont le facteur de forme et le taux de vitrage. La matérialité des parties pleines vient en deuxième lieu. Une façade vitrée est responsable de pertes énergétiques et d'émissions de gaz à effet de serre indirectes de l'ordre de 30 à 50% de plus qu'une façade pleine.

L'empreinte carbone des isolants n'est pas à négliger. Selon les matériaux utilisés, elle peut être du même ordre que celle du béton pour les façades préfabriquées. La couverture de la toiture et les revêtements de façade peuvent aussi constituer des éléments à fort impact, auxquels il convient de prêter une grande attention.

Autres points à prendre en compte: les éléments de protection contre le feu – surtout pour les façades biosourcées inflammables –, les fixations métalliques ou le rajout de plaques fibrées pour améliorer la protection acoustique peuvent réduire, voire annuler, l'avantage du faible impact carbone du matériau de base.



LEVIERS D'OPTIMISATION

- Optimiser le facteur de forme du bâtiment.
- Privilégier un ratio raisonnable pour les surfaces vitrées, entre 30 et 40% pour le logement, 50 à 70% maximum pour les autres affectations.
- Optimiser les épaisseurs, le taux de renforcement et les fixations en façade.
- Choisir un isolant à faible empreinte carbone sur la base de sa performance thermique.
- Lors d'une rénovation, optimiser les épaisseurs d'isolants (gain énergétique) au regard de leurs émissions indirectes (coût CO₂ matière). Quand cela est possible, préserver l'isolation existante et ajouter une isolation supplémentaire.



FOCALES

- **Réemploi**
La remise aux normes de fenêtres et vitrines, et leur réemploi, est une pratique éprouvée dans des contextes variés, notamment en cas de protection patrimoniale. Lorsque c'est possible, veiller à limiter le remplacement des vitrages.
- **Matériaux recyclés**
Le taux de verre recyclé dans les vitrages, comme celui du PVC ou de l'aluminium recyclé dans les cadres, sont des éléments significatifs d'optimisation des menuiseries extérieures.
- **Matériaux bas-carbone**
La pyramide de la performance carbone des matériaux permet de visualiser les différents matériaux selon une performance technique fixée. Elle est cependant à mettre en relation avec d'autres critères, tels que la durée de vie. Compte tenu de l'impact du transport sur l'empreinte carbone, privilégier les filières de fabrication les plus locales possibles.



La pyramide des matériaux permet par exemple d'effectuer une comparaison des différents types d'isolants en évaluant leur coût carbone ramené à leurs propriétés thermiques (valeur U).
Source: www.materialepyramiden.dk



Privilégier l'entretien, la réparation ou encore la réhabilitation fonctionnelle ou esthétique, plutôt que les remplacements systématiques.

Lot n°4

Aménagements intérieurs

Le lot Aménagements intérieurs représente

20%

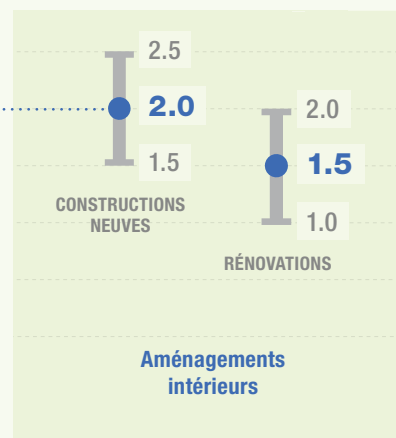
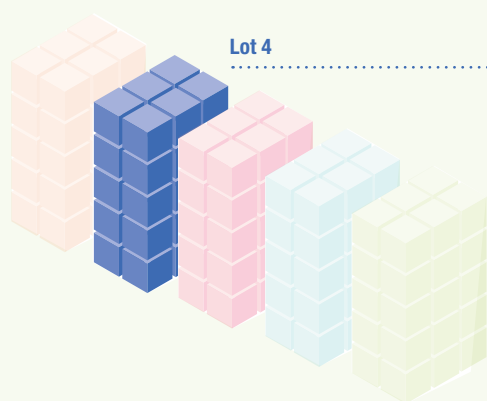
de l'empreinte carbone d'une construction neuve sur l'intégralité de son cycle de vie et

30%

de l'empreinte carbone d'un projet de rénovation n'impactant pas les lots 1 et 2. Comme pour les lots Enveloppe du bâtiment et Installations techniques, la moitié du budget carbone de ce lot intervient lors de la phase de Vie en œuvre (renouvellement).

Le lot Aménagements intérieurs invite les concepteurs à anticiper sur les évolutions des besoins et des usages du bâtiment, les aménagements intérieurs étant amenés à être renouvelés, au moins partiellement, sur la durée de vie du bâtiment. Ce poste constitue un important levier d'optimisation lors d'un projet de rénovation, en particulier au travers du maintien de l'existant ou du réemploi.

De manière générale, dans une approche bas-carbone, il est essentiel de prolonger la durée de vie des éléments du bâtiment qui n'ont pas d'incidence sur les émissions directes, comme c'est typiquement le cas pour les aménagements intérieurs. Il convient donc de privilégier l'entretien, la réparation ou encore la réhabilitation fonctionnelle ou esthétique, plutôt que de procéder à des remplacements systématiques, même si ceux-ci intègrent des matériaux recyclés ou réemployés. Il s'agit de s'éloigner d'une logique de remise à neuf permanente, pour entrer dans une culture de valorisation de l'existant.



LEVIERS D'OPTIMISATION

- Travailler sur l'efficacité des espaces pour réduire les parois et couloirs superflus.
- Réduire les chapes de finition, revêtements, faux plafonds et faux planchers autant que possible sans péjorer la qualité d'usage.
- Privilégier le réemploi in-situ ou l'approvisionnement en matériaux et éléments de réemploi ex-situ.
- Assurer la modularité, la maintenabilité et l'adaptabilité des aménagements intérieurs aux futurs usages possibles du bâtiment.
- Dans une rénovation, la préservation de l'existant est l'un des leviers les plus efficaces pour réduire l'empreinte carbone du projet.



FOCALES

- **Réemploi**
Les éléments d'aménagement intérieur sont ceux qui, à ce jour, sont les plus disponibles sur le marché du réemploi, car peu soumis à des enjeux normatifs. Cette piste mène le concepteur à intégrer l'enjeu du réemploi comme premier levier d'optimisation du poids carbone des matériaux de ce lot.
- **Matériaux recyclés**
La terre crue (briques, parements, cloisons...) issue de la valorisation en produit de construction des matériaux d'excavation est un matériau particulièrement sain et performant d'un point de vue carbone. Ceci en fait une alternative locale et qualitative aux cloisons traditionnelles à plus forte empreinte carbone.
- **Matériaux bas-carbone**
Les matériaux composites, en verre et métalliques ont un coût carbone élevé. Ils sont donc à minimiser dans l'optique d'une optimisation du coût carbone des Aménagements intérieurs. Il est également important de veiller à l'empreinte carbone des isolants et des panneaux acoustiques, en privilégiant des revêtements absorbant le bruit de manière intrinsèque plutôt que réverbérants.



L'approche bas-carbone consiste à considérer l'enjeu énergétique de l'exploitation au même titre que l'impact «matière» des installations.

Lot n°5

Installations techniques

Ce lot représente

20%

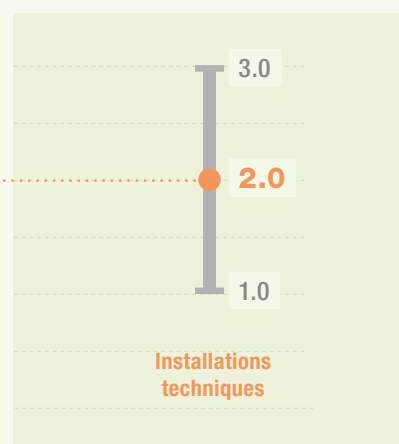
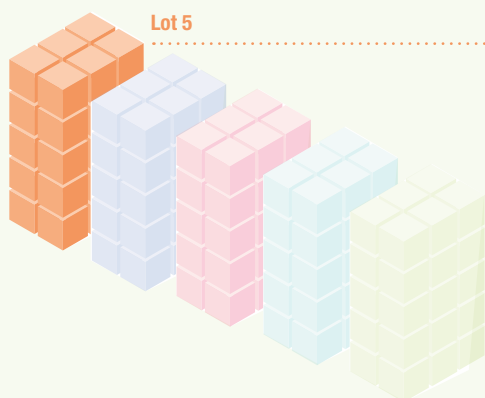
de l'empreinte carbone d'une construction neuve sur l'intégralité de son cycle de vie et

40%

de l'empreinte carbone d'un projet de rénovation n'impactant pas les lots 1 et 2. Comme pour les lots Enveloppe du bâtiment et Aménagements intérieurs, la moitié du budget carbone de ce lot intervient lors de la phase de Vie en œuvre (renouvellement).

Avec le Plan directeur de l'énergie, Genève s'est fixé des objectifs très ambitieux pour optimiser les installations techniques et substituer des solutions renouvelables aux chaudières fossiles. Si ce volet du PDE doit absolument être mené à bien pour assurer la transition énergétique du canton, il convient cependant de prêter une attention particulière à ce lot des Installations techniques (dispositifs de production de chaleur, installations sanitaires, systèmes de ventilation...), pour les constructions neuves comme pour les projets de rénovation. Dans ce dernier cas, il s'agit du lot le plus important en vue d'optimiser le budget carbone : il peut représenter de 50 à 70% de la contribution à l'empreinte carbone, dont 40 à 65% pour le seul sous-lot CVC.

Dans ce domaine, les concepteurs proposent parfois des systèmes complexes, redondants, à forte empreinte carbone. De nombreux exemples vertueux montrent que la sobriété technique permet de réduire significativement le budget carbone des travaux, sans nuire à l'efficacité énergétique du bâtiment ou au confort d'usage. Pour ce qui concerne les pompes à chaleur, les dispositifs à réfrigérants naturels qui permettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre, ainsi que les systèmes à durée de vie plus longue et à maintenance réduite sont à privilégier.



LEVIERS D'OPTIMISATION

- Considérer l'enjeu énergétique de l'exploitation au même titre que l'impact «matière» des installations mises en œuvre. Cet équilibre doit faire l'objet d'une pesée d'intérêts pour tous les projets, notamment lors d'une rénovation.
- Introduire dès la conception des approches de sobriété (low-tech, stratégies passives, limiter la redondance et la complexité) et d'éco-conception des installations techniques.
- Bien intégrer l'impact d'un juste apport solaire associé à un ombrage estival, et d'une ventilation naturelle pour assurer le confort d'été, et ainsi dimensionner les installations au plus juste.
- Dans le cadre d'une rénovation, privilégier le maintien de l'existant quand c'est possible. Dans le cas contraire, toujours privilégier le low-tech pour limiter l'implantation d'installations techniques complexes et mobilisant beaucoup de matériaux.
- Le réemploi s'avère techniquement et économiquement favorable pour les sous-lots réseaux et conduits, ainsi que pour les installations d'éclairage (des démarches innovantes permettent de rénover l'éclairage intérieur en limitant la génération de déchets dangereux et les émissions).



FOCALES

- **Réemploi**
Des pratiques pilotes encouragent les maîtres d'ouvrage à envisager le réemploi comme une alternative pertinente pour un ensemble de sous-systèmes techniques pour lesquels les risques sont limités et les gains économiques et environnementaux potentiellement élevés (gaines techniques, conduites...). L'intérêt du réemploi pour ce lot est aussi à étudier lorsque le bâtiment ou l'installation a une durée d'usage temporaire (par exemple solution transitoire RTS, obligation solaire sur un bâtiment temporaire...).
- **Matériaux bas-carbone**
Certains fabricants fournissent des déclarations environnementales de leurs équipements (EPD – Environmental product declaration). Ces déclarations, lorsqu'elles se conforment aux normes européennes EN 15804 et sont vérifiées par une tierce partie, sont utiles pour comparer des installations entre elles sur des critères environnementaux. De manière générale, privilégier des systèmes de chauffage et de refroidissement utilisant des fluides frigorigènes à faible potentiel de réchauffement global.

2.3 Tenir compte des interactions entre lots

Considérer de façon indépendante l'optimisation de l'empreinte carbone de chacun des lots peut conduire à des erreurs d'évaluation, en oubliant les interactions – positives ou négatives – qui peuvent s'opérer entre eux. La définition du concept bas-carbone doit donc s'appuyer sur une approche globale, afin de maximiser les effets bénéfiques de certains choix interdépendants.

Interactions positives entre les lots

Utilisation de matériaux légers et besoins structurels. Les parois intérieures et extérieures en bois ou en matériaux biosourcés légers allègent les charges que les fondations, piliers et autres éléments de structure verticale doivent reprendre, et donc l'épaisseur de ces éléments (réduisant de facto les émissions de CO₂-eq des lots Fondations et constructions souterraines et Structures horizontales et verticales).

Panneaux solaires intégrés et substitution d'éléments d'enveloppe. Le remplacement de parements de façades ventilées ou de toiture par des panneaux photovoltaïques, au lieu de les mettre comme élément rajouté, compense une partie de l'empreinte carbone induite par le solaire. L'intégration des modules solaires en utilisant comme support le parement d'une façade en béton préfabriqué économise la structure pour la fixation des panneaux, qui représente une partie non-négligeable de leur impact.

Éléments porteurs lourds, résistance au feu, acoustique et inertie thermique. Une façade extérieure en béton préfabriqué, en brique isolante, en maçonnerie isolante portante peut afficher des émissions indirectes élevées. Mais, si cette façade fait aussi fonction de structure verticale, règle le problème de propagation du feu entre les étages, répond aux exigences acoustiques, offre une masse thermique et évite les renforcements structurels pour le contreventement, ces économies d'émissions indirectes compensent l'impact carbone du matériau au départ. D'où l'importance de toujours comparer les matérialisations par lot en intégrant l'ensemble des exigences auxquelles les éléments doivent répondre.

Éléments non-porteurs lourds, exigences acoustique et inertie thermique. Les cloisons intérieures en terre crue (pisé, blocs de terre compressée) offrent les mêmes avantages en termes d'isolation acoustique et d'inertie thermique que des matériaux lourds nettement plus carbonés, comme le béton ou la brique.

Temps de retour carbone

Le Temps de retour carbone (TRC) établit le rapport entre l'augmentation du budget carbone des matériaux et la réduction du budget carbone de l'exploitation. Il est calculé sur la durée de vie du bâtiment (60 ans), ramené au m² par an, et ne doit pas dépasser 15 ans.



Les cloisons intérieures en terre crue sont des solutions bas-carbone qui offrent les mêmes avantages, en termes d'isolation acoustique et d'inertie thermique, que des matériaux traditionnels plus carbonés.

Interactions négatives entre les lots

Ventilation double flux et volume occupé.

Le choix d'un système de ventilation double flux avec récupération réduit les besoins de chauffage et de froid, et donc les émissions directes. Mais en plus de ses propres émissions indirectes (autour de 0.4 kg CO₂-eq/m².an pour un bâtiment de logements), il peut avoir des conséquences sur les épaisseurs de dalles de plancher si la distribution s'opère via des tuyaux noyés dans les dalles ou les chapes. Ce système de ventilation a aussi des conséquences sur le volume occupé pour la machinerie ou les gaines de distribution.

Construction bois et normes de sécurité incendie pour les bâtiments de grande hauteur.

Selon la taille du bâtiment, le nombre d'étages, le nombre de personnes dans les locaux ou l'affectation, les exigences pour la sécurité feu augmentent. Ces exigences – AEA REI 30, 60, 90, selon la hauteur – peuvent nécessiter une encapsulation sous des plaques de fibres-gypse à intensité carbone élevée. Cette encapsulation peut réduire ou annuler l'avantage induit par le choix d'une structure ou d'une façade en bois, par exemple.

Construction bois et exigences structurelles.

Les exigences structurelles pour les structures bois, contreventement, fixations entre éléments horizontaux et verticaux, et les renforcements structurels, peuvent exiger des quantités importantes de métal (boulons d'assemblages) ou de plaques fibrées inflammables ou résistantes au feu qui peuvent annuler les bénéfices intrinsèques du matériau.

Matériaux légers et exigences acoustiques.

Le choix d'une dalle fine ou d'une dalle légère (en bois, par exemple) peut impliquer des chapes d'épaisseur importante pour maîtriser l'isolation acoustique et l'absorption des bruits aériens à travers les étages.

Transfert d'empreinte carbone entre lots selon les choix de conception.

Une façade légère non-portante, utilisant des matériaux biosourcés, permet d'atteindre assez facilement une faible empreinte carbone sur le lot Enveloppe du bâtiment. Ce choix de conception entraîne cependant une augmentation de l'empreinte carbone du lot Structures pour compenser les éléments structurels non-présents dans ce type de façade légère, contrairement à d'autres façades portantes en bois de structure, béton ou brique.

VALORISATION DES MATÉRIAUX MINÉRAUX DE CHANTIER DANS LA CONSTRUCTION

Une formation continue unique en Suisse

FORMATION CONTINUE 5 JOURS



Hes SO

La formation ECOMAT^{GE} sur la valorisation des matériaux minéraux de chantier dans la construction permet aux professionnels de mieux appréhender les solutions techniques et le cadre législatif et normatif concernant la valorisation de ces matériaux.

Le choix d'une façade légère non-portante peut avoir un impact carbone positif sur le lot Enveloppe du bâtiment, mais peut entraîner une augmentation de l'empreinte carbone du lot Structures.



2.4 Clés pour intégrer le réemploi dans le projet

Le réemploi est un pilier essentiel de réduction de l'empreinte carbone d'un projet. Avec une hiérarchie claire: d'abord préserver l'existant, puis privilégier le réemploi in-situ (sans changer la fonction de l'élément), le réemploi ex-situ, la réutilisation (avec changement de fonction), le recyclage, et en dernier recours, la valorisation énergétique ou l'élimination. Cette logique de priorisation vise à maximiser la valeur environnementale des matériaux tout au long de leur cycle de vie.

Initier une démarche de réemploi selon le type de projet

Dans une démarche de réemploi, on distingue le bâtiment source (qui fournit les matériaux) du bâtiment receveur (qui les intègre). Dans le cadre d'une rénovation, les deux rôles peuvent se combiner. Pour une construction neuve, le bâtiment est exclusivement receveur.

Lors d'une rénovation, l'inventaire — ou diagnostic réemploi — permet d'identifier les composants à conserver ou récupérer. L'objectif est de favoriser le réemploi sur place, en s'assurant que la performance finale ne soit pas altérée. Une porte existante peut ainsi être démontée, modifiée en atelier pour répondre aux normes feu, puis replacée dans le même bâtiment. Lorsque le réemploi in-situ n'est pas possible, les éléments peuvent être intégrés à d'autres projets via des filières spécialisées: dalles sciées, menuiseries déposées ou équipements techniques peuvent ainsi trouver une seconde vie.

En matière de construction neuve, le réemploi repose sur une identification, en amont, des éléments disponibles sur le marché. L'enjeu est de combiner trois critères: le volume réemployé, l'intensité carbone des éléments substitués et le maintien de la qualité fonctionnelle attendue. Un réemploi pertinent cible donc les matériaux lourds et polluants (béton, acier, équipements techniques), tout en veillant à ne pas sous-utiliser des composants conçus pour d'autres usages.

➤ Dès le démarrage du projet, le réemploi doit être considéré comme un objectif structurant de la démarche architecturale, technique et logistique.

De l'importance de structurer la démarche de réemploi

Mises en œuvre de façon rigoureuse, ces stratégies peuvent permettre de **réduire l'empreinte carbone d'un projet de construction ou de rénovation de 1 à 2 kg CO₂-eq./m².an**. Elles reposent sur une chaîne d'actions coordonnées, depuis les premières intentions du concepteur jusqu'au suivi de chantier: pré-inventaire et Plan d'orientation réemploi pour amorcer la démarche très tôt dans le projet, puis inventaire détaillé et Plan d'action réemploi en amont d'une rénovation ou d'une démolition.

Au fur et à mesure de l'avancement du projet, l'identification des gisements et le choix des composants à intégrer se précisent, jusqu'à leur mise en œuvre effective. Le réemploi devient alors une réalité constructive, et non plus seulement une bonne idée annexe au projet.

Intégrer le réemploi au projet avant la demande d'autorisation

L'intégration du réemploi dans un projet de construction ou de rénovation nécessite d'être anticipée dès les premières phases de planification. Les phases SIA 1 à 3 sont stratégiques, car elles permettent de formuler les ambitions, d'évaluer les opportunités et d'ancrer les exigences de réemploi dans le cahier des charges du projet et des mandataires.

En phase SIA 1, les ambitions du maître d'ouvrage peuvent concerner la conservation, le réemploi d'éléments in-situ, l'intégration de matériaux de réemploi issus d'autres chantiers, ou la conception d'un bâtiment réversible ou modulaire. Cette phase aboutit à une stratégie de réemploi initiale, qui oriente les grandes lignes du projet et sera intégrée au Plan d'orientation réemploi lors de la phase 21.

En phase SIA 2, la stratégie est traduite en objectifs opérationnels. Le Plan d'orientation du réemploi formalise les intentions du projet, tandis que le cahier des charges intègre les moyens nécessaires à la mise en œuvre de ces objectifs. Les critères liés au réemploi sont

ensuite mis en avant dans la sélection des mandataires (SIA 22), afin de s'assurer que les équipes impliquées dans le projet soient en mesure de répondre à ces ambitions.

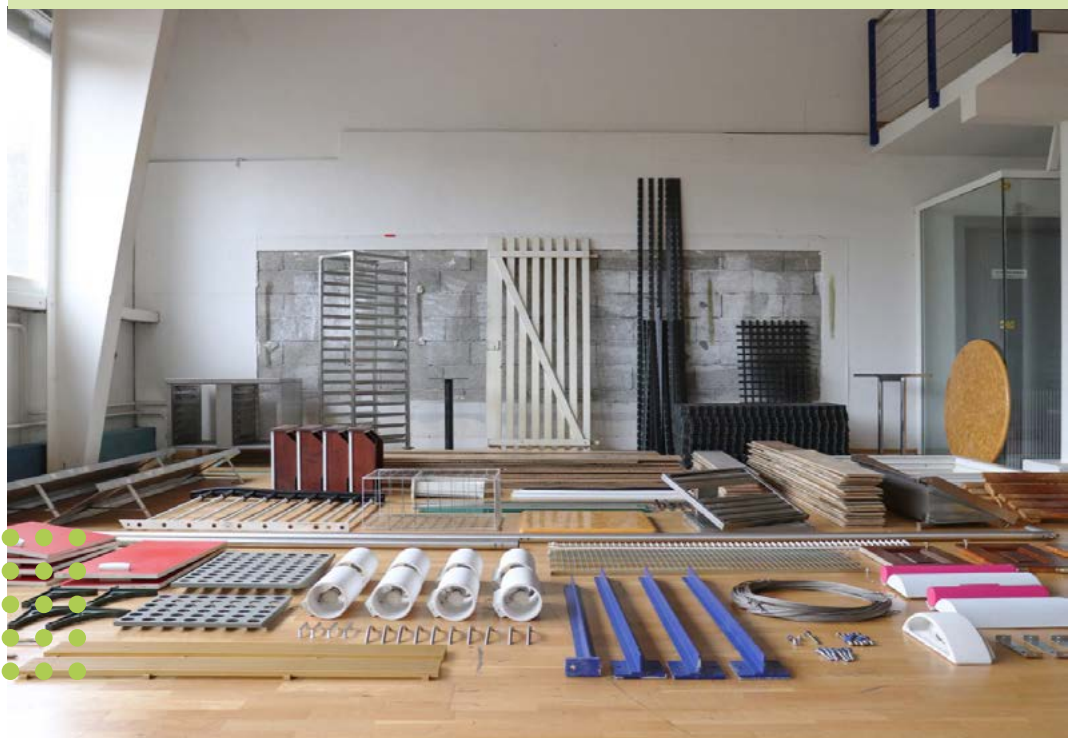
En phase SIA 3, le réemploi devient un levier de conception à part entière. Un inventaire détaillé est réalisé lorsque cela est applicable (bâtiment existant). Il permet de caractériser les éléments identifiés pendant les études préliminaires. Chaque variante d'avant-projet est évaluée en fonction du respect des objectifs fixés par le Plan d'orientation du réemploi. Enfin, un Plan d'action réemploi est formalisé, précisant les éléments réemployés, leurs origines, les acquéreurs/poseurs, les coûts et les délais.

Les phases SIA 4 et 5 concrétisent les ambitions définies dans les phases amont. C'est à ce stade que le réemploi devient opérationnel: il est intégré dans les contrats, les plans d'exécution, les actions de chantier et dans la réception de l'ouvrage. La réussite dépend alors d'une coordination rigoureuse, d'une documentation fiable et d'un suivi précis.



Le projet **REMCO** (Réemploi des matériaux de construction), mené par la HES-SO, a permis de documenter des retours d'expérience du réemploi dans des projets de construction et de rénovation de bâtiments en Suisse romande.

Un workshop intitulé **Déconstruire** a été organisé par l'atelier **apropà** à Meyrin en novembre 2023, en invitant différents acteurs à exploiter une zone industrielle abandonnée pour étudier la valorisation des ressources avant sa démolition.





Ce bâtiment rue de la Servette, dont le projet de rénovation est présenté sur le site de la SIA Genève, a fait l'objet d'une stratégie de maintien et de mise en valeur du bâti existant, tant au niveau de son architecture que de sa matérialité, ainsi que d'une démarche de réemploi (menuiseries, portes, armoires, parquets...).



TROISIÈME PARTIE

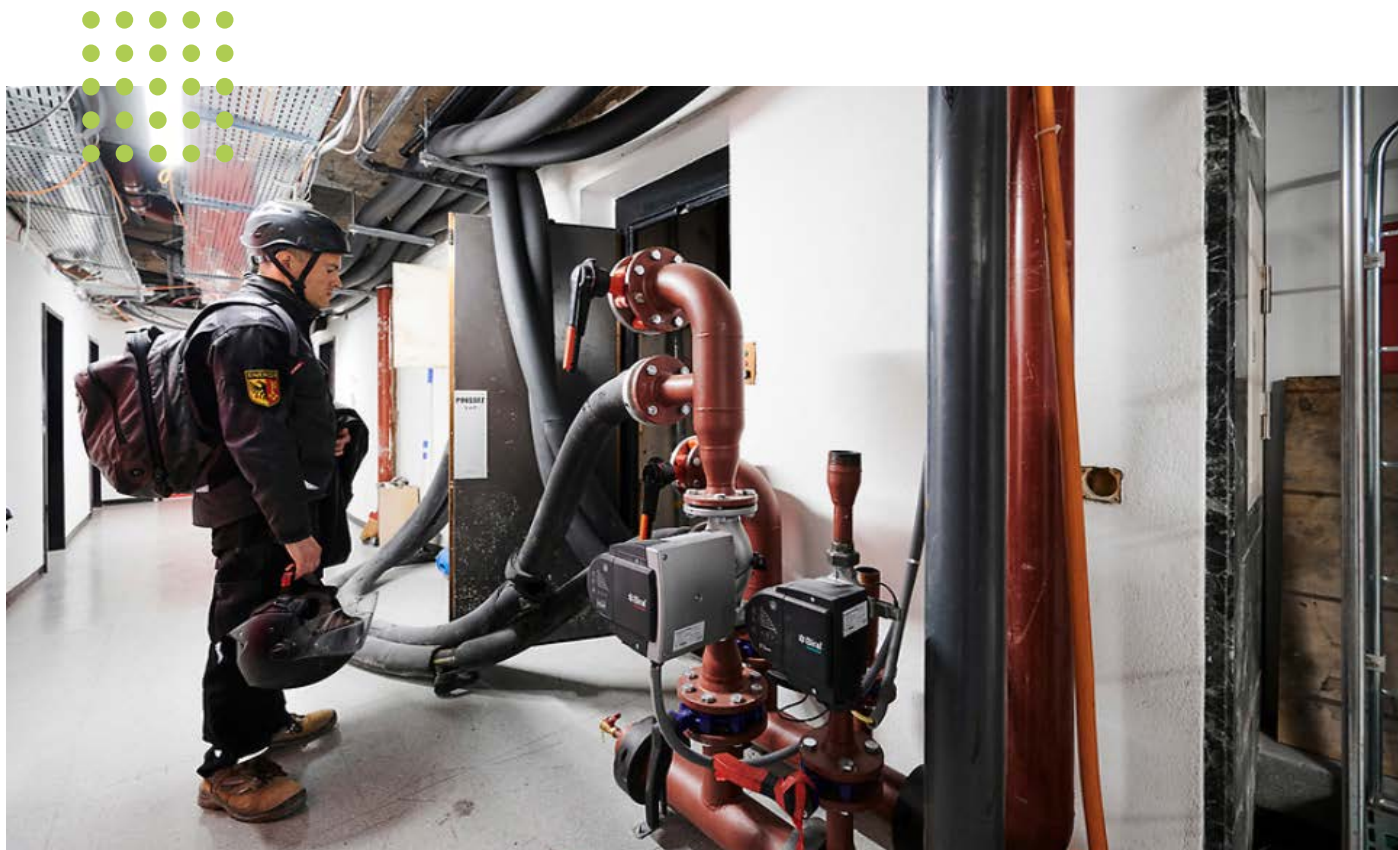
Procédures administratives et documentation

3.1 Procédures administratives

Les travaux de construction et rénovation d'importance doivent respecter les exigences du règlement concernant l'empreinte carbone des matériaux de construction. Les propriétaires et leurs mandataires auront donc l'obligation:

- **Dès 2029**, de produire un concept bas-carbone, ainsi que de calculer l'empreinte carbone globale du projet.
- **Dès 2034**, en plus des obligations applicables dès le 1^{er} janvier 2029, d'atteindre les valeurs limites définies dans l'art. 3 du règlement 117-118 LCI.

Les bâtiments de l'État de Genève faisant l'objet d'une construction ou rénovation d'importance seront soumis à l'élaboration du concept bas-carbone et à l'atteinte des valeurs limites **dès le 1^{er} janvier 2027**. Le traitement administratif des objets soumis et les obligations liées sont détaillés dans le graphique sur le processus administratif décrit en p. 42.



Le concept bas-carbone indique l'ensemble des informations nécessaires pour que l'office préavisur puisse évaluer l'atteinte des performances du projet en termes d'empreinte carbone.

3.2 Documentation à fournir

Formalisation du concept bas-carbone

L'élaboration d'un concept bas-carbone est **exigée dans le cadre d'une requête en autorisation de construire** pour tous les projets de construction ou de rénovation soumis aux obligations réglementaires. Il a pour but de formaliser un projet affichant une empreinte carbone limitée, conformément aux exigences du règlement d'application 117-118 LCI, tout en répondant aux besoins du maître de l'ouvrage.

Le concept bas-carbone repose sur l'élaboration d'un concept architectural et technique rationnel, en prenant en compte les opportunités et contraintes inhérentes à l'environnement du projet. Il doit présenter les stratégies retenues pour optimiser le projet dans son ensemble, ainsi que les différents leviers d'optimisation activés pour chacun des lots. Dans la mesure où le projet répond aux prescriptions légales et réglementaires, il n'est **pas exigé de variante plus performante**.



La rénovation du Musée de la Croix Rouge, à Genève, a fait l'objet d'une ambitieuse démarche de réemploi afin de limiter l'empreinte carbone des travaux.

Justifier de l'optimisation de l'empreinte carbone

Le concept bas-carbone fournit **toutes les informations nécessaires à l'office préavis** pour évaluer l'atteinte des performances du projet en termes d'empreinte carbone, soit:

- les informations de **dimensionnement**;
- la **stratégie** générale adoptée pour limiter l'empreinte carbone;
- les **leviers** spécifiques activés pour chaque lot du bâtiment concerné par les travaux;
- les informations sur les **outils** et les **données** utilisées pour évaluer l'empreinte carbone;
- les **indicateurs complémentaires** évalués dans le cadre de la stratégie bas-carbone propre à chaque projet (carbone biogénique, taux de réemploi, taux de recyclé, etc.).

➤ Le concept bas-carbone présente les différents leviers activés par le maître d'ouvrage en vue de limiter l'empreinte carbone du projet.

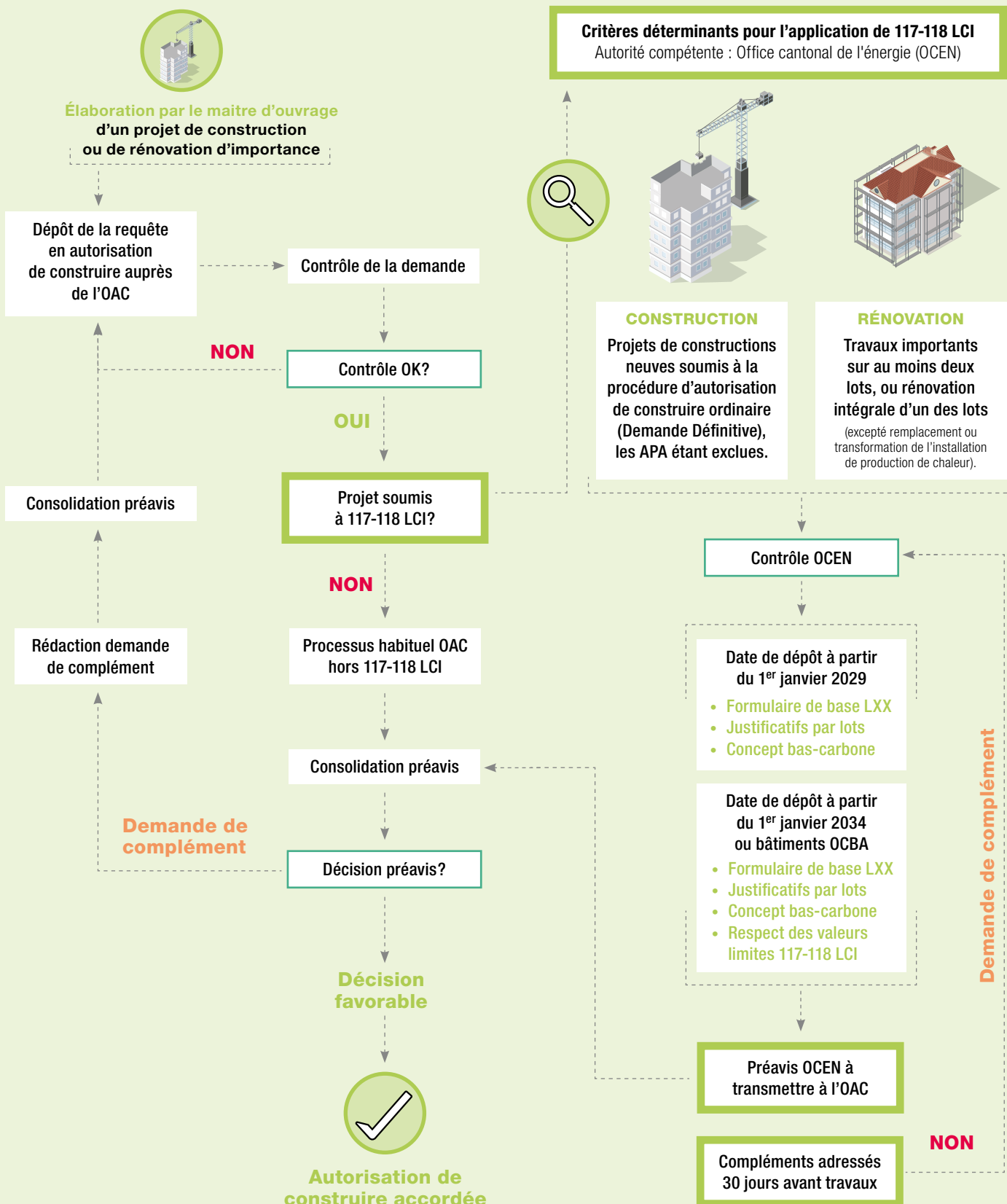
Le cas échéant, les informations détaillées dans le concept bas-carbone permettront de justifier, au cas par cas, d'une **dérogation à l'exécution des mesures** prévues par le règlement pour les objets soumis à l'atteinte des valeurs limites.

Autorisations de construire

PROCÉDURE POUR 117-118 LCI

Critères déterminants pour l'application de 117-118 LCI

Autorité compétente : Office cantonal de l'énergie (OCEN)



Des outils d'aide à la décision et au calcul des valeurs limites

Plusieurs logiciels disponibles sur le marché permettent d'automatiser en grande partie le calcul de l'empreinte carbone des projets de rénovation ou de construction neuve. Largement utilisés par les gestionnaires de patrimoine immobilier, les collectivités publiques, les bailleurs sociaux ou les experts du secteur du bâtiment, ils sont pour la plupart accrédités par l'association Ecobau et respectent le cadre normatif de la SIA. Certains, comme par exemple **LESOSAI**, sont également configurés pour tenir compte des exigences spécifiques du règlement d'application 117-118 LCI (en particulier sur le périmètre de calcul ou les sources de données) et permettent de présenter les calculs d'empreinte carbone **selon la logique des cinq lots**. Cet outil s'avère particulièrement efficace pour les projets de constructions neuves.

Pour les projets de rénovation, l'outil développé dans le cadre du **projet européen EPIQR** (Energy Performance Indoor Quality Retrofit) s'est progressivement enrichi de modules complémentaires pour évaluer l'état technique, énergétique et fonctionnel des bâtiments existants,

principalement résidentiels, en vue de **planifier des rénovations durables et économiquement viables**.

➤ Plusieurs outils disponibles sur le marché intègrent déjà les exigences du règlement 117-118 LCI en matière d'évaluation de l'empreinte carbone.

Pour préparer la mise en œuvre du règlement d'application des articles 117 et 118 LCI, l'OCEN a mandaté le bureau ESTIA pour **développer des fonctionnalités spécifiques concernant l'évaluation de l'empreinte carbone des opérations de rénovation**, conformes aux exigences de la nouvelle réglementation. L'un des atouts de l'option CO₂ EPIQR+ est de s'appuyer sur une base de données régulièrement actualisée, permettant de tirer parti des leviers d'optimisation carbone liés à l'apparition de nouveaux composants et/ou matériaux sur le marché.



Un outil comme LESOSAI permet de présenter des calculs d'empreinte carbone selon la logique des cinq lots, conformément aux exigences réglementaires 117-118 LCI.

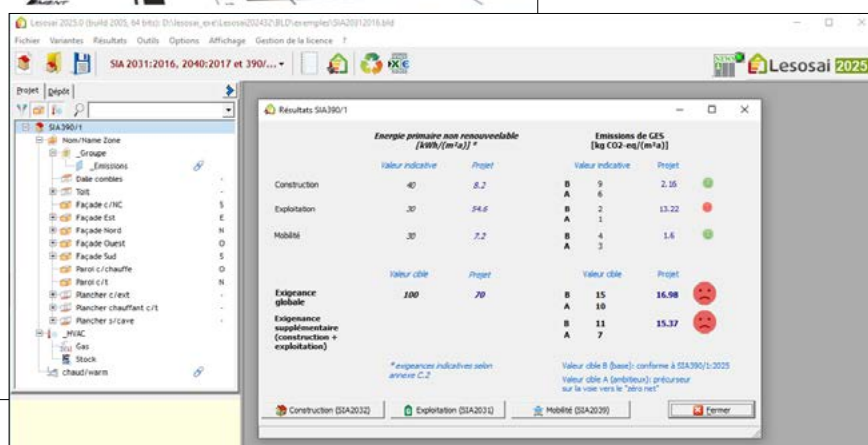
En un clin d'oeil

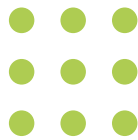
Lesosai 2025 est un logiciel d'optimisation et certifications écologiques et énergétiques des bâtiments d'utilisation simple et efficace. Les écrans adaptent les informations requises aux besoins de la norme ou du label choisis.

Il est destiné principalement aux ingénieurs, thermiciens et architectes. Lesosai existe depuis 1984.

Multilingue: français, allemand, italien et anglais. Lesosai permet d'utiliser plusieurs méthodes de calculs (voir « Pays et normes »).

Lesosai est compatible avec le processus de travail BIM et BEM.





QUATRIÈME PARTIE

Périmètre, méthodes de calcul, valeurs limites

L'empreinte carbone d'un projet de construction ou de rénovation est la somme des émissions de gaz à effet de serre, exprimées en kg de CO₂ équivalent par m² de surface de référence énergétique (kg CO₂-eq/m².an), générées par les matériaux et installations techniques des différents lots. Le calcul, qui se limite à ces émissions indirectes, est basé sur une **analyse du cycle de vie de chaque matériau et installation, telle que définie dans le cahier technique SIA 2032**. Pour faciliter l'évaluation de cette empreinte carbone, une base de données (présentée au chapitre 4.5) établit des valeurs de référence pour les matériaux et installations techniques, appelées facteurs d'émission, exprimées en kg CO₂ équivalent (kg CO₂-eq).

Calculer l'empreinte carbone d'un projet et de ses variantes permet **d'objectiver, et donc d'orienter, les choix de conception** vis-à-vis de ce critère. Au fur et à mesure de l'avancement dans les différentes phases SIA, la connaissance de la matérialité du projet va devenir plus précise, permettant d'affiner l'évaluation de son empreinte carbone. Mais durant les premières phases, pour la plupart des projets, les choix de conception définitifs et les références commerciales de matériaux qui seront finalement mis en œuvre ne sont pas encore connus. Au moment du dépôt de la requête en autorisation de construire, **il est donc attendu des requérants qu'ils utilisent des facteurs d'émissions de matériaux génériques pour leurs calculs**.

L'empreinte carbone d'un projet de construction ou de rénovation est la somme des émissions de gaz à effet de serre générées par les matériaux et installations techniques des différents lots.



4.1 Budget carbone et valeurs limites

La norme SIA 390/1:2025 définit des valeurs «indicatives» de l'empreinte carbone d'un bâtiment pour sa construction, son exploitation et la mobilité associée à son usage. Il convient de rappeler ici que **les articles 117 et 118 LCI ne concernent que le volet construction**. Dans ce domaine spécifique, la norme définit des valeurs avec deux niveaux de performance: valeurs de base et valeurs ambitieuses, exprimées en kg CO₂ équivalent par m² de SRE et par an.

- **La valeur de base** est de 9 kg CO₂-eq/m².an pour les constructions neuves, et de 5 kg CO₂-eq/m².an pour la rénovation.
- **La valeur ambitieuse**, qui varie selon les affectations, est de 6 ou 7 kg CO₂-eq/m².an pour les constructions neuves, et de 4 ou 5 kg CO₂-eq/m².an pour la rénovation (le tableau ci-dessous indique les valeurs pour un bâtiment d'habitation).

SIA 390/1:2025 HABITATION	Valeurs indicatives annuelles Émissions de GES en kg CO ₂ -eq/m ² .an			Exigences annuelles Émissions de GES en kg CO ₂ -eq/m ² .an	
	Construction	Exploitation	Mobilité	Valeur cible B	Exigence requise supplémentaire B
Base					
Transformation	5.0	4.0	4.0	13.0	9.0
Nouvelle construction	9.0	2.0	4.0	15.0	11.0
Ambitieux					
Transformation	4.0	3.0	3.0	10.0	7.0
Nouvelle construction	6.0	1.0	3.0	10.0	7.0

Source: SIA 390/1:2025

Valeurs limites fixées par le règlement

Dans une logique d'appropriation progressive de ces nouvelles exigences par les acteurs, le règlement d'application 117-118 LCI fixe les valeurs limites réglementaires suivantes, exprimées en kg CO₂-eq par m² de SRE et par an:

- construction neuve – bâtiments d'habitation: 125% de la valeur de base SIA 390/1:2025, soit **11.3 kg CO₂-eq/m².an**;
- construction neuve – autres affectations et affectations mixtes: 140% de la valeur de base SIA 390/1:2025, soit **12.6 kg CO₂-eq/m².an**;
- rénovation – tous types d'affectations: identique à la valeur de base SIA 390/1:2025, soit **5 kg CO₂-eq/m².an**.

Pour mémoire: dans la première phase d'application du règlement, entre 2027 et 2034, seuls les bâtiments de l'État de Genève auront l'obligation de respecter ces valeurs limites.

Le niveau d'ambition de chaque projet est fixé par le maître d'ouvrage selon la nature et la difficulté de l'ouvrage, en fonction de sa volonté de réduire l'empreinte carbone des travaux engagés, et en tenant compte des éventuelles mesures d'encouragement proposées par le canton.

- Pour faciliter leur appropriation, le règlement d'application introduit une marge de tolérance par rapport aux valeurs cibles indicatives de la norme SIA 390/1:2025.

Définir le niveau d'ambition du projet

» Lorsque des objectifs ambitieux avaient été fixés en termes d'empreinte carbone par les concepteurs du projet, la valeur SIA 390/1:2025 de 9 kg CO₂-eq/m².an a été atteinte dans tous les cas.

Dans cette phase transitoire de mise en œuvre du nouveau cadre légal, afin de **permettre la réalisation de projets aux conditions difficiles**, le règlement d'application a introduit cette marge de 25% par rapport à la norme pour les immeubles de logements et de 40% pour les autres affectations (y compris affectations mixtes), où le nombre d'installations techniques plus élevé génère davantage d'impacts.

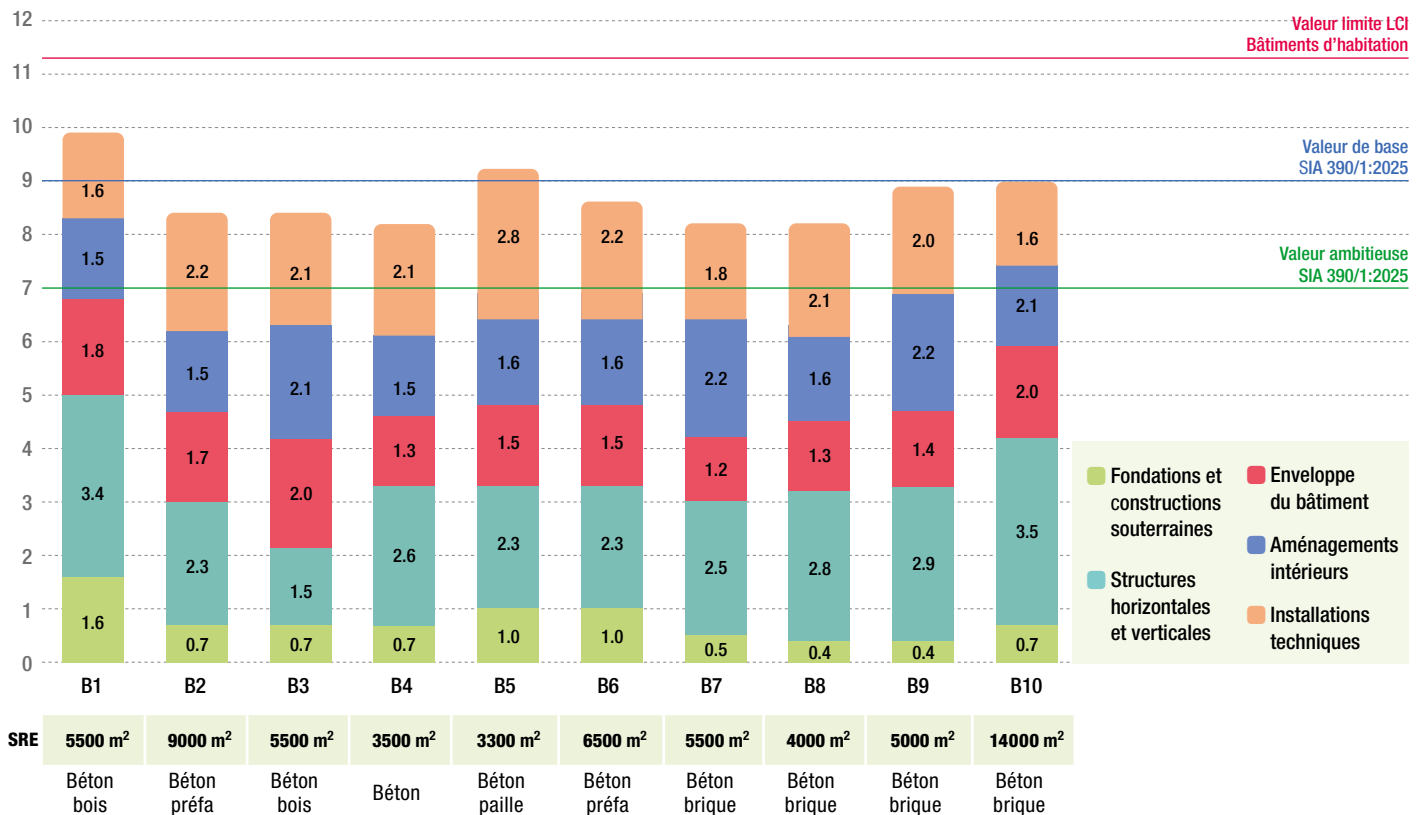
Le niveau d'ambition des maîtres d'ouvrage est toujours un compromis entre ce que l'état de la technique peut offrir à un instant T et les autres contraintes du projet. L'analyse de nombreux retours d'expériences montre cependant que, lorsque des

objectifs ambitieux avaient été fixés en termes d'empreinte carbone, la valeur de base SIA 390/1:2025 de 9 kg CO₂-eq/m².an a été atteinte quelle que soit la matérialité ou la stratégie constructive.

Des centaines de bâtiments Minergie Eco affichent ainsi **une empreinte carbone inférieure à cette valeur de base SIA 390/1**. La trajectoire de réduction progressive des valeurs limites indicatives de l'empreinte carbone dessinée par la norme d'ici à 2050 constitue une incitation forte pour tous les maîtres d'ouvrage avec, à terme, la perspective de bâtiments avec zéro émission nette de gaz à effet de serre.

EMPREINTE CARBONE DE 10 IMMEUBLES DE LOGEMENTS OU ÉCOLES

(en kg CO₂-eq/m².an)



Une étude récente sur 10 bâtiments de logements exemplaires (Sméo ou Minergie Eco), avec des sous-sols limités à deux niveaux, a montré que les valeurs limites du règlement de la LCI sont réalistes et atteignables, tout comme la valeur de base de la norme SIA 390/1, dans la marge des coûts de construction ordinaire, et ce quelle que soit la matérialité de la façade et de la structure. L'étude dont sont issues ces données peut être téléchargée sous ce [lien](#).

ANALYSE D'UN PROJET DE CONSTRUCTION NEUVE



2 kg CO₂-eq
Potentiel de gain sur l'empreinte carbone du projet grâce à différents leviers d'optimisation étudiés en vue d'atteindre la valeur ambitieuse de 7 kg CO₂-eq/m².an, sur un bâtiment déjà construit à Lausanne (écoquartier de la Plaine du Loup).

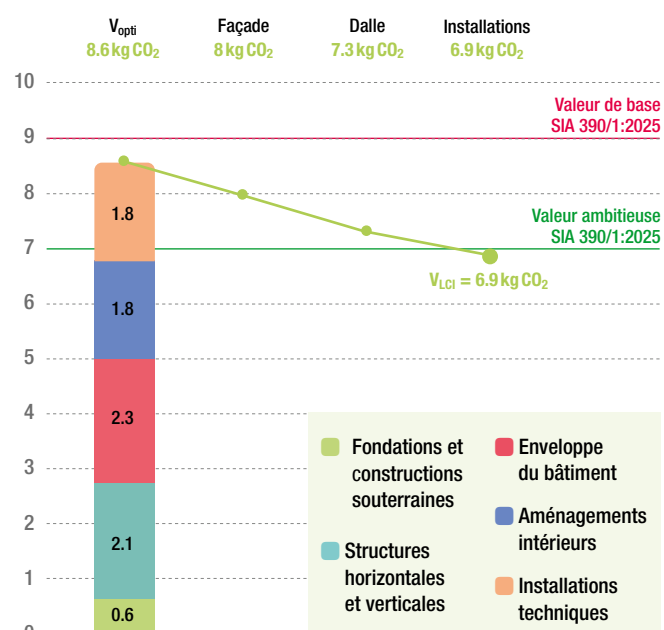
Pour étayer les valeurs limites fixées par le règlement, plusieurs études ont été menées sur des projets pilotes. L'une de ces études¹ a consisté à s'intéresser à un bâtiment déjà construit ayant atteint la valeur de base de 9 kg CO₂-eq/m².an, et à analyser tous les leviers d'optimisation encore envisageables en vue d'atteindre la valeur cible de 7 kg CO₂-eq/m².an.

L'exemple de ce bâtiment, situé dans l'écoquartier de la Plaine du Loup à Lausanne, est documenté dans le Guide de préfabrication à faible impact carbone. Le projet, déjà construit, présente une valeur V_{projet} de 8.9 kg CO₂-eq/m².an qui a pu être réduite grâce à différentes optimisations :

- Des premières décisions (facteur de forme et un seul niveau de sous-sol) ont permis de réduire l'empreinte carbone globale du projet pour atteindre une V_{opti} de 8.6 kg CO₂-eq/m².an.
- En réduisant la quantité de béton, en utilisant du ciment CEMIII au lieu du CEMII, en remplaçant des graves naturelles par des graves recyclées, et en optimisant le taux d'armatures, un gain supplémentaire de 0.6 kg CO₂-eq/m².an a pu être obtenu.
- Le choix d'une dalle préfabriquée nervurée de 16 cm d'épaisseur, de la laine de roche et une chape anhydrite ont permis de gagner encore 0.7 kg CO₂-eq/m².an.
- Enfin, un travail d'optimisation des installations techniques (ventilation simple flux hygroréglable, réemploi des appareils sanitaires) a généré une économie de 0.4 kg CO₂-eq/m².an.

Ce travail a démontré qu'il était possible, sans altérer les paramètres économiques du projet, d'atteindre la valeur cible de 6.9 kg CO₂-eq/m².an. Il a aussi confirmé que, pour parvenir à optimiser efficacement l'empreinte carbone, il fallait exploiter toutes les synergies envisageables sur l'ensemble des lots.

PROJET INITIAL ET OPTIMISATIONS (en kg CO₂-eq/m².an)



¹ L'étude dont sont issues ces données peut être téléchargée sous ce [lien](#).

ANALYSE DE DIFFÉRENTS PROJETS DE RÉNOVATION

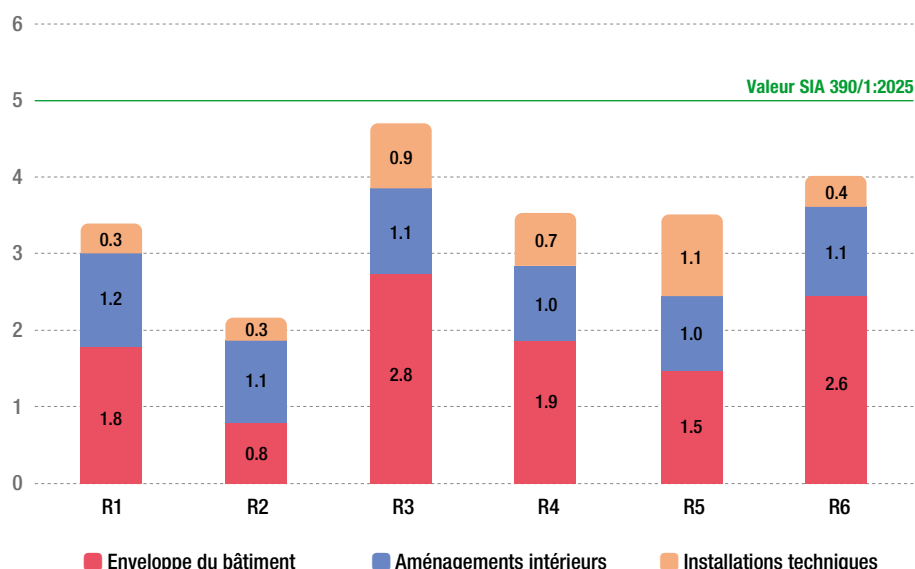
Cette étude pilote s'est concentrée sur six projets de rénovation HPE (haute performance énergétique) ou THPE (très haute performance énergétique) récents, où les objectifs énergétiques visés en termes de consommation ont été atteints dès les premiers mois ou années d'exploitation. Pour ce type d'immeubles de logement avec prescriptions d'occupation, la valeur de base SIA 390/1:2025 pour la rénovation est de 5 kg CO₂-eq/m².an.



S'inspirant directement de la norme SIA 390/1:2025, le règlement d'application des articles 117 et 118 LCI définit comme valeur limite pour la rénovation 5 kg CO₂-eq/m².an, sans marge supplémentaire comme c'est le cas pour les constructions neuves. Cette décision a été motivée par le fait qu'il existe, en rénovation, davantage de marges et de stratégies d'optimisation que pour les constructions neuves. En particulier la préservation de l'existant, qui est pratiquée de toute façon pour des raisons économiques. Les résultats des bilans d'émissions de gaz à effet de serre réalisés avec le logiciel EPIQR+ CO₂ ont montré que tous les projets étudiés, qu'ils soient HPE ou THPE, respectent facilement cette valeur limite de 5 kg CO₂-eq/m².an.

À noter que les émissions directes de la majorité de ces projets respectent également la valeur limite SIA de 6 kg CO₂-eq/m².an pour l'exploitation (hormis un bâtiment qui n'a pas obtenu la certification HPE car raccordé à un réseau thermique au gaz). Ces résultats montrent que le processus de décarbonation des projets de rénovation est déjà en marche et que les équipes de planification ont déjà tendance à optimiser spontanément l'empreinte carbone des travaux entrepris sur ces bâtiments. Les contraintes économiques pour optimiser les coûts d'investissement poussent ainsi dans la même direction que les exigences légales portées par les articles 117 et 118 LCI: vers davantage de sobriété.

EMPREINTE CARBONE DE SIX IMMEUBLES HPE OU THPE
(en kg CO₂-eq/m².an)



Une étude menée sur six projets de rénovation HPE ou THPE de logements locatifs en Suisse romande a montré que la valeur limite 117-118 LCI, calquée sur la valeur de base de la SIA 390/1:2025, était à la fois réaliste et facilement atteignable.

4.2 Périmètre de calcul

Le périmètre de calcul pour évaluer l'empreinte carbone du bâtiment tient compte des étapes du cycle de vie, des durées de vie des matériaux et installations, et de la description complète des lots du bâtiment. L'évaluation considère la **fabrication**, le **remplacement** et l'**élimination** des matériaux et installations techniques :

➤ la **fabrication** recouvre l'extraction des ressources jusqu'à l'usine de production, ainsi que tous les transports nécessaires pour leur acheminement à proximité des chantiers ;

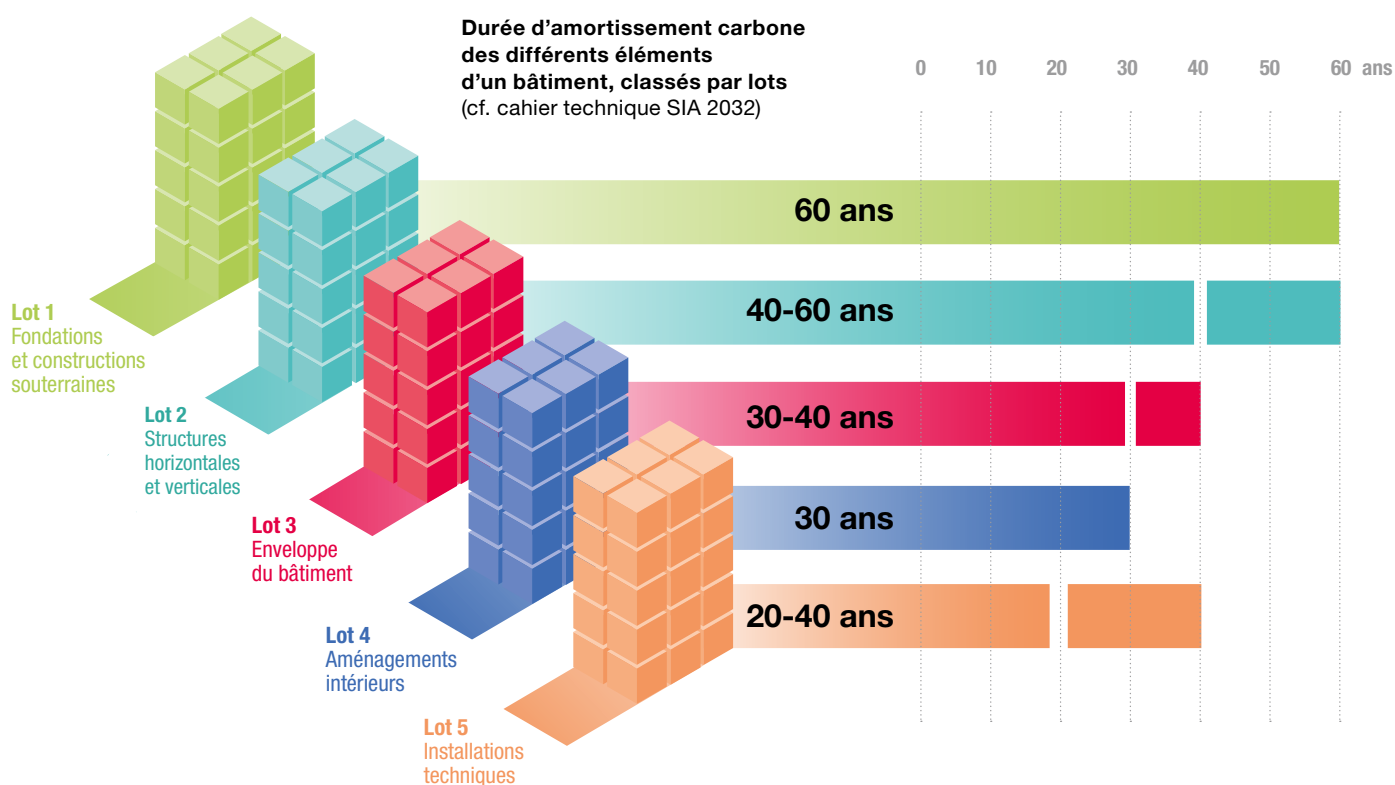
- le **remplacement** intègre le renouvellement éventuel du matériau ou de l'installation (selon sa durée de vie), et prend en compte leur élimination lorsqu'ils sont hors d'usage, de même que la fabrication et le transport des éléments mis en œuvre pour les remplacer ;
- l'**élimination** reflète les processus d'élimination actuels, conformes à la réglementation en vigueur en Suisse et/ou à Genève.

Durées de vie et renouvellement des éléments

Par convention, la **durée de vie d'un bâtiment est fixée à 60 ans**, pour une construction neuve comme pour une rénovation. Les matériaux et installations techniques des différents lots ont des durées de vie propres, déterminées en référence au cahier technique SIA 2032. Le calcul de l'empreinte carbone du projet doit **intégrer le renouvellement nécessaire** de ceux dont la durée de vie est inférieure à 60 ans.

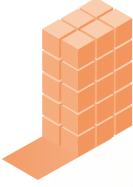
➤ Pour les matériaux des lots Fondations et Structures, aucun remplacement n'est à prendre en compte (durée de vie de 60 ans).

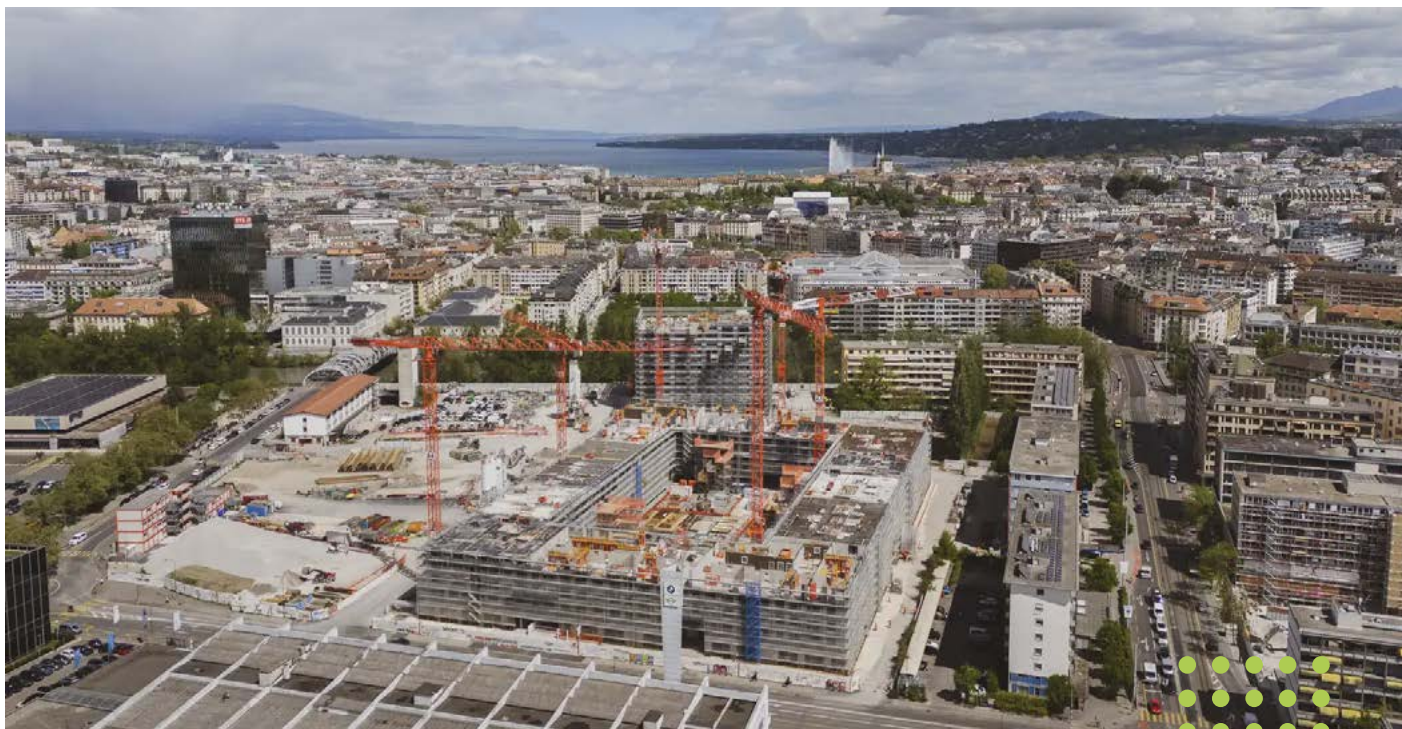
- Les durées de vie des autres éléments du bâtiment dépendent quant à eux de leur fonction dans l'ouvrage, comme illustré ci-dessous. Ils sont supposés être renouvelés 1 à 3 fois en fonction de leurs durées de vie respectives (40, 30 ou 20 ans).
- Le taux de remplacement des matériaux est fractionnaire : si la durée de vie du matériau est de 40 ans, par exemple, un facteur de 1.5 est appliqué à son facteur d'émissions de référence (40 ans + 20 ans).



Périmètre des lots

Les matériaux sont regroupés dans les lots correspondants. Les principaux accessoires nécessaires à la fonctionnalité ou au bon usage du matériau ou de l'installation doivent être pris en dans le périmètre de chaque lot. L'annexe technique précise la correspondance des lots et sous-lots, en se référant au code des coûts de construction Bâtiment eCCC-Bât, et en lien avec le cahier technique SIA 2032. Le tableau ci-dessous illustre cette correspondance (inventaire non-exhaustif).

Lot LCI	Code eCCC-Bât	Dénomination eCCC-Bât
 Lot 1 Fondations et constructions souterraines	B05.02	› Déconstruction d'ouvrages pré-existants sur le site du projet de construction
	B05.03	
	B06.01	› Excavation, enceintes de fouilles, stabilisation de talus, pieux de fondation
	B06.02	
	B06.03	› Evacuation des eaux de fouille
	B06.04	› Fondations et radiers
	B06.06	› Parois porteuse souterraine
	B07.02	› Revêtements de mur contre terre
	C01	
	C02.01 (A)	
	E01	
 Lot 2 Structures horizontales et verticales	C02.01 (B)	› Parois porteuses extérieures hors terrain et intérieures
	C02.02	
	C03	› Piliers
	C04.01	› Planchers
	C04.04	› Structure porteuse de toiture plate et de toiture inclinée
	C04.05	
	C04.08	› Structure porteuse extérieure, avant-toit
 Lot 3 Enveloppe du bâtiment	E02	› Revêtements de façade, isolation extérieure
	E03	› Éléments incorporés dans la façade, fenêtres, protections solaires
	F01.01	
	F01.02	› Couvertures: étanchéité enterrée, toiture plate, toiture inclinée
	F01.03	
 Lot 4 Aménagements intérieurs	G01	› Cloisons, portes intérieures
	G02	› Revêtements intérieurs: de sol, de parois, isolation intérieure, faux-plafonds
	G03	
	G04	
 Lot 5 Installations techniques	D01	› Installations électriques
	D05	› Installations techniques de chauffage
	D07	› Installations de ventilation et de conditionnement d'air
	D08	
	D12	› Installations techniques de distribution d'eau
		› Installations de transport



Le chantier engagé Quai des Vernets, à Genève, a fait l'objet d'une démarche visant à minimiser l'empreinte carbone du projet (travaux en cours dans le cadre du projet Praille-Acacias-Vernets).



4.3 Méthode de calcul

Calcul de l'empreinte carbone des lots et du projet

Le modèle de calcul détaillé de l'empreinte carbone de chaque matériau et/ou équipement de chacun des lots est détaillé dans l'annexe technique. Les émissions de gaz à effet de serre ainsi calculées sont exprimées en kg CO₂-eq et sont ramenées au m² de surface de référence énergétique (SRE) et par an. Le calcul de l'empreinte carbone (EC) d'un lot (lot i) correspond à la somme des émissions de gaz à effet de serre (Emissions GES) de chaque matériau, couche de matériau ou installation technique. Les émissions de gaz à effet de serre d'un matériau ou d'une

installation sont déterminées par son facteur d'émissions (FE), tel que détaillé au chapitre 4.5 Bases de données, p. 55.

Le calcul de l'empreinte carbone du projet (V_{projet}) correspond à la **somme des bilans d'émissions de gaz à effet de serre de chacun des cinq lots** considérés par le règlement d'application 117-118 LCI (Fondations et constructions souterraines, Structures horizontales et verticales, Enveloppe du bâtiment, Aménagements intérieurs et Installations techniques).



$$EC (lot i) = \sum_{j=1}^n Emissions\ GES\ (matériau\ ou\ installation\ j) \quad en\ kgCO_2\ e/(m_{SRE}^2 \cdot an)$$

$$EC (lot i) = \sum_{j=1}^n FE\ j * nombre\ d'unité\ de\ matériau\ ou\ installation\ j$$

$$V_{projet} = \sum_{i=1}^5 EC (lot\ i) \quad en\ kgCO_2\ e/(m_{SRE}^2 \cdot an)$$

Modalités de calcul en fonction du type de projet

➤ **L'empreinte carbone d'un projet correspond à la somme des empreintes carbone des matériaux et installations techniques de chacun des cinq lots, exprimée en kg CO₂-eq/m².an.**

Pour les projets de construction neuve, le périmètre complet des matériaux, des installations et des lots tel que présenté à la partie précédente doit être calculé.

Pour les projets de rénovation, seuls les matériaux et installations « touchés » (c'est-à-dire ajoutés ou remplacés) pendant la rénovation sont pris en compte dans le calcul. Les matériaux maintenus en place (dans une stratégie de préservation) ne sont pas pris en compte dans le périmètre de calcul, mais peuvent faire partie intégrante de la stratégie proposée dans le cadre du concept bas-carbone.

Pour les projets comportant à la fois une partie rénovée et une partie construite, le calcul doit être effectué comme suit :

- Calcul de l'empreinte carbone de la rénovation sur la surface de référence énergétique de la partie rénovée S_1 , sur 60 ans.
- Calcul de l'empreinte carbone de la construction sur la surface de référence énergétique de la partie construite S_2 , sur 60 ans.
- La valeur projet est la somme de ces deux empreintes carbone, ramenée au m² de surface de référence énergétique totale du projet S_{tot} et à 1 an.
- Les valeurs limites LCI ou SIA sont calculées comme $V_{\text{limite}} = (V_{\text{rénovation}} \times S_1 + V_{\text{neuf}} \times S_2) / S_{\text{tot}}$

La méthodologie de calcul de l'empreinte carbone permet de prendre en compte des projets « mixtes », comportant à la fois une partie rénovée et une partie construite.



4.4 Règles spécifiques de calcul

Des règles spécifiques pour la méthode de calcul, certaines s'appliquant à tous les projets, d'autres uniquement pour les rénovations ou les travaux préparatoires, sont détaillées ci-après.

Modalités de calcul en fonction du type de projet

Bâtiments non-chauffés. Lorsque les bâtiments ne figurent dans aucune des catégories de la SIA 380/1, et par conséquent ni dans la SIA 390/1, ils n'ont pas de surface de référence énergétique (SRE). Statistiquement, pour la majorité des bâtiments chauffés, $SRE = 0.85 \times SP$ (surface de plancher selon la SIA 416). Le règlement adopte cette formule pour définir une surface de référence pour le projet.

Installations de production locale d'électricité. Les émissions de gaz à effet de serre de l'installation de production locale d'électricité (par exemple, une installation photovoltaïque) sont prises en compte au prorata de la part autoconsommée par le bâtiment, le reste de l'empreinte carbone étant allouée au réseau. La part d'autoconsommation doit être justifiée par un bilan au pas horaire, conformément aux exigences des labels HPE ou THPE.

Réemploi. Les composants réemployés permettent de réduire les émissions indirectes des travaux (neuf ou rénovation). Les émissions de gaz à effet de serre des matériaux et installations réemployés sont évaluées en utilisant un forfait par défaut de 20% du facteur d'émission de l'équivalent fonctionnel neuf. L'annexe technique détaille le calcul du réemploi dans l'empreinte carbone du bâtiment. Le cas échéant, un calcul plus précis peut être proposé par le requérant et doit être justifié.

➤ Les émissions de gaz à effet de serre des matériaux et installations réemployés sont évalués en utilisant un facteur d'émission forfaitaire par défaut de 20%.

Cas spécifiques liés à la rénovation

Interventions ponctuelles. Certaines interventions sur des bâtiments existants, qui sont prises en compte par les articles 117 et 118 LCI, ne sont pas prévues dans le cadre normatif de la SIA. C'est le cas, par exemple, de certaines rénovations ponctuelles où le sous-lot concerné n'est pas traité dans le périmètre de la SIA 390/1. Ces interventions ponctuelles, notamment celles qui influencent les émissions directes, comme l'isolation de la façade, du toit, ou le changement des fenêtres, peuvent faire l'objet d'une évaluation des émissions de GES $EC_{(sous-lot\ i)}$ dans le cadre d'un indicateur ponctuel pour le sous-lot des travaux concernés (comme pour le calcul de l'empreinte carbone des différents lots, celle-ci est exprimée en $kg\ CO_2-eq/m^2_{SRE}.an$).

Aménagements intérieurs rénovés au coup par coup. Lorsqu'un lot entier n'est ni préservé, ni rénové dans le cadre du projet, mais fait ultérieurement l'objet d'une rénovation au coup par coup, le calcul considère ces rénovations ultérieures avec une valeur conventionnelle forfaitaire de $EC_{(lot\ 3)} = 1\ kg\ CO_2-eq.m^2.an$ pour l'ensemble du lot. Ceci concerne, par exemple, les aménagements intérieurs d'immeubles de logement rénovés progressivement ou les salles de classe rénovées par petits lots durant l'été pour ne pas perturber le fonctionnement de l'école. Dans le cas de rénovations ponctuelles d'appartements en profitant du départ des locataires, les travaux ne sont en principe pas soumis aux exigences du règlement 117-118 LCI.

➤ Les travaux de rénovation ponctuels effectués dans des appartements au changement de locataire ne sont pas soumis, en principe, aux exigences légales 117-118 LCI.

Cas spécifiques liés aux travaux préparatoires

» Dans le cas d'une démolition préalable, le calcul du lot 1 intègre une valeur conventionnelle forfaitaire exprimée en kg CO₂-eq/m².an.

Démolition préalable. Lorsqu'un bâtiment est démolé en vue de construire en lieu et place un bâtiment neuf, la norme SIA 390/1 et le cahier technique SIA 2032 ne prennent pas en compte les travaux préparatoires relatifs à la démolition éventuelle du bâtiment existant. Dans le cas où un bâtiment entier (ou une partie du bâtiment) est démolé pour édifier à sa place une nouvelle construction, le calcul du lot 1 intègre les émissions de gaz à effet de serre de la démolition à l'aide d'une valeur conventionnelle forfaitaire. Cette valeur, exprimée en kg CO₂-eq/m².an, est modulée avec un facteur $F_{\text{démolition}}$ qui tient compte de la différence entre la SRE démolie et la SRE créée par la nouvelle construction.

Cette valeur conventionnelle forfaitaire est proposée dans la base de données complémentaires. Selon les mesures de déconstruction sélective ou de récupération des matériaux mises en œuvre en vue de leur réemploi in-situ ou ex-situ, la donnée conventionnelle $EC_{\text{travaux préparatoires (démolition)}}$ peut être abaissée au prorata des éléments mis à disposition des filières de réemploi. Le mètre de référence est la SRE de la partie démolie.



$$EC_{\text{travaux préparatoires (démolition)}} = F_{\text{démolition}} \times EC_{\text{démolition}} \quad \text{en kgCO}_2 \text{ e}/(m_{\text{SRE}}^2 \cdot \text{an})$$

$$\text{avec } F_{\text{démolition}} = \frac{SRE_{\text{démolie}}}{SRE_{\text{nouvelle construction}}} \quad [-]$$

» Dans le cas de travaux d'excavation, le calcul du lot 1 intègre leurs émissions de gaz à effet de serre, y compris leur transport hors du site et leur élimination.

Travaux d'excavation. Dans le cas de travaux d'excavation, le calcul du lot 1 intègre les émissions de gaz à effet de serre relatives aux travaux d'excavation sur site, ainsi que le transport et leur élimination. Il est calculé à l'aide de la formule de calcul suivante, qui prend en compte le volume en place excavé, trois valeurs conventionnelles forfaitaires sur l'empreinte carbone des travaux d'excavation, le transport des terres et leur élimination standard (en considérant une densité du volume en place de 2.0 t/m³).

Ces trois valeurs d'empreinte carbone conventionnelles sont proposées dans la base de données complémentaires. Selon les mesures prises pour l'évacuation des terres, la donnée conventionnelle $EC_{\text{travaux préparatoires (excavations)}}$ peut être abaissée si un autre mode de transport ou d'élimination des terres est retenu dans le projet. Par exemple, en valorisant intégralement les terres excavées sur site, les deux termes de transport et d'élimination sont abaissés à 0 dans la formule ci-dessous (leviers d'optimisation à prendre en compte dans la formule de calcul détaillée au chapitre 4.6).



$$EC_{\text{travaux préparatoires (excavations)}}$$

$$= V_{\text{terres excavées}} \times EC_{\text{excavation}} + m_{\text{terres excavées}} \times EC_{\text{transport par camion}} + m_{\text{terres excavées}} \times EC_{\text{élimination des terres}} \quad \text{en kgCO}_2 \text{ e}/(m_{\text{SRE}}^2 \cdot \text{an})$$

4.5 Bases de données

La base de données sur laquelle s'appuie le calcul de l'empreinte carbone d'une construction neuve ou d'une rénovation fournit les facteurs d'émission (FE) des matériaux et installations utilisés dans le cadre du projet. Ces facteurs d'émissions sont issus de la base de données de référence KBOB¹, et exprimés en kg CO₂-eq par unité de matériau (kg, m², etc.). Chacun de ces facteurs d'émissions intègre les émissions de gaz à effet de serre générées par la fabrication et l'élimination du matériau ou de l'installation considérés (comme expliqué au chapitre 4.2 Périmètre de calcul).

Les données suivent les règles de calcul des facteurs d'émissions documentées par la KBOB: procédure d'élaboration des données, critères de qualité de données, conditions d'inscription, compatibilité avec les données sous forme de Déclaration Environnementale Produit² (DEP).

➤ Les facteurs d'émission utilisés pour le calcul de l'empreinte carbone d'un projet sont issus de la base de données de référence KBOB.

Données complémentaires à la base de données de référence

Des données complémentaires à la base de données de référence KBOB sont fournies dans le cadre de l'application du règlement 117-118 LCI. Ces données donnent la possibilité:

- de modéliser les composants (matériaux et installations) pris en compte dans le périmètre des lots LCI mais qui ne figurent pas dans le périmètre de la spécification technique SIA 2032 (par exemple les ascenseurs);
- de permettre la décomposition des sous-lots afin d'optimiser le calcul, par exemple pour remplacer des forfaits par un calcul au plus près des choix de conception et de la matérialité du projet;
- de différencier les leviers d'optimisation carbone pour certains sous-lots techniques, par exemple pour évaluer une sobriété matière comme le choix d'équipements sanitaires réemployés au lieu d'équipements neufs, ou différencier des réfrigérants de pompe à chaleur plus ou moins émissifs.

Ces données complémentaires permettent de calculer la valeur de l'empreinte carbone du projet de manière plus précise. Cela doit normalement se traduire par un ajustement à la baisse du calcul grâce à l'utilisation de données plus pertinentes et adaptées au projet. De même, des données complémentaires sont fournies pour permettre un calcul conventionnel à l'échelle d'un lot ou d'un sous-lot. Cela concerne, par exemple, le forfait sur l'empreinte carbone du lot 3 des aménagements intérieurs rénovés au fur et à mesure du déménagement des habitants, le forfait d'empreinte carbone d'une démolition, ou les valeurs forfaitaires d'empreinte carbone relatives aux excavations pour le lot 1.

➤ La base de données complémentaire permet de prendre en compte les facteurs d'émission de matériaux et composants qui ne seraient pas référencés par le KBOB, et ainsi d'évaluer de façon plus précise l'empreinte carbone du projet.

¹ La KBOB constitue la base de données fédérale de référence des facteurs d'émissions des matériaux de construction et des installations techniques du bâtiment en Suisse.

² Les DEP conformes à la norme européenne SN EN 15804+A2:2019 établissent principalement les facteurs d'émission de la fabrication dans les modules A1-A3, du remplacement dans le module B4 et de l'élimination dans les modules C1-C4.

» **Le règlement donne la possibilité aux requérants de proposer des données d'empreinte carbone pour des matériaux ou composants qui ne seraient pas référencés par le KBOB ou la base de données complémentaire.**

Données proposées par le requérant

La réduction des émissions de gaz à effet de serre peut s'appuyer sur l'utilisation de produits innovants issus de l'industrie des matériaux de construction, de produits «bas-carbone» proposés par le marché mais absents de la base de données de référence, de produits locaux non-industriels ou de procédés vertueux en dehors du périmètre normatif sur lequel est fondé le calcul de V_{projet} . Pour tenir compte et encourager ces économies, le règlement admet des données complémentaires proposées par le requérant si celles-ci sont conformes aux critères mentionnés précédemment. Pour garantir la transparence des données fournies et préserver une rigueur normative, toutes les optimisations liées à des choix de matériaux peuvent être listées séparément dans le concept bas-carbone, même si elles ne sont pas toutes prises en compte dans le calcul.

Le requérant peut proposer des données dans les cas de figure suivants:

» **Donnée disponible mais trop défavorable.**

Les facteurs d'émission de la base de données de référence sont trop défavorables par rapport aux choix du concept bas-carbone et le produit ou matériau proposé par le marché. Le requérant doit alors en amener la preuve, via des calculs propres et/ou la justification d'une valeur spécifique plus favorable pour le produit ou équipement concerné.

» **Pas de donnée disponible.** Dans ce cas, le requérant doit justifier que le matériau de construction ou l'équipement technique ne peut pas être évalué dans son projet à l'aide des facteurs d'émission de la base de données de référence.



Les études sur l'empreinte carbone de bâtiments déjà construits démontrent que l'utilisation d'éléments préfabriqués en béton n'est pas un obstacle à l'atteinte des exigences introduites par la réglementation.

4.6 Calcul de l'empreinte carbone déclarée par le requérant

Au sens des articles 117 et 118 LCI, la valeur V_{LCI} est la valeur de l'empreinte carbone du projet déclarée par le requérant.



$$V_{LCI} = V_{projet} - \sum_i \Delta(EC_{opt(i)})$$

Dans cette formule, $opt(i)$ correspond aux optimisations complémentaires qu'il n'est pas possible de calculer selon le cadre actuel (2025) des normes SIA et de la base de données de référence KBOB. C'est par ce biais que le requérant peut utiliser les «données requérant» définies au chapitre précédent, afin de faire valoir des solutions améliorant le calcul de l'empreinte carbone et non-présentes dans les bases de données de référence et complémentaires.

Il existe également des mesures non évaluables dans le cadre de la norme SIA 390/1 ou dans le calcul avec les valeurs conventionnelles proposées au chapitre 4.4 mais qui se traduisent par des économies réelles d'émissions de gaz à effet de serre, contribuant ainsi aux objectifs de la loi. Elles concernent notamment des pratiques vertueuses sur les travaux préparatoires (déconstruction sélective plutôt que démolition, réemploi des terres d'excavations plutôt que leur transport et élimination, etc.).

Bien que les optimisations par le réemploi soient considérées par le cadre normatif – et puissent donc être comptabilisées dans V_{projet} – il est recommandé de les intégrer dans la liste des optimisations complémentaires proposées dans le cadre du concept bas-carbone.

Dans la formule, $\Delta(EC_{opt(i)})$ correspond à la différence entre la valeur de l'empreinte carbone calculée avec les facteurs d'émissions génériques (ou facteurs d'émissions conventionnels forfaitaires à l'échelle du lot ou du sous-lot) prise en compte dans V_{projet} et la valeur de l'empreinte carbone calculée avec les données requérant ou les choix du requérant sur des opérations spécifiques (par exemple, déconstruction sélective plutôt que démolition, terres d'excavation valorisées in-situ plutôt qu'un transport et une élimination standards).

Dans la formule, $\sum_i \Delta(EC_{opt(i)})$ correspond à l'ensemble des optimisations qui font appel à des leviers qui ne sont pas optimisables dans le cadre de calcul de référence de V_{projet} (norme de calcul et base de données) ou par les conventions prises pour évaluer certains lots (recours à des données forfaitaires conventionnelles).

➤ Le requérant peut faire valoir des solutions améliorant l'empreinte carbone du projet mais absentes des bases de données de référence et complémentaire.

4.7 Méthodes de calcul et logiciels

Calcul manuel de l'empreinte carbone

Un bilan des émissions de gaz à effet de serre d'un projet peut être réalisé sans utiliser de logiciel. La méthode est simple:

1. Dresser une liste exhaustive des matériaux du projet, lot par lot.
2. Calculer leurs quantités (via un métré du projet).
3. Rechercher le facteur d'émission du matériau le plus proche, soit dans la base de données KBOB, soit dans la base de données complémentaire. Si le matériau n'existe pas, choisir le matériau générique le plus proche.
4. Ramener les émissions unitaires de la base de données à l'unité utilisée dans le métré du projet. Exemple: pour calculer les émissions de 1000 m² de laine minérale de 20 cm d'épaisseur, il faut d'abord calculer la masse de l'isolant, car les émissions dans le KBOB
- sont exprimées en kg CO₂-eq/kg. Cela nécessite de connaître la masse volumique du matériau afin de déterminer la masse des 1000 m², soit un volume de 200 m³.
5. Pondérer les émissions avec la durée de vie de référence du matériau pour calculer les émissions sur la durée de vie du bâtiment (60 ans). Par exemple, pour une laine minérale ayant une durée de vie de 30 ans, il faudra la remplacer deux fois ($60/30 = 2$) sur la durée de vie du bâtiment;
6. Faire la somme des émissions normalisées sur 60 ans par lot, puis les diviser par la surface de référence énergétique pour obtenir l'impact de chaque lot en kg CO₂-eq/m².an. L'empreinte carbone du projet est ensuite obtenue par la somme de tous les lots.

Contraintes inhérentes à ce mode de calcul

Si la procédure de calcul est simple, elle peut s'avérer fastidieuse, chronophage et source d'erreurs. L'exhaustivité des matériaux est difficile à garantir. Il existe également de nombreuses subtilités concernant le périmètre des éléments à prendre en compte selon le cadre normatif. Le métré comporte lui aussi des risques d'erreur et est souvent long à réaliser. Tous les éléments du bâtiment ne figurent pas toujours sur les plans, ce qui rend les quantités difficiles à évaluer.

De plus, les facteurs d'émission varient selon les composants. Certains sont exprimés par unité (par exemple les fenêtres), ce qui simplifie grandement le calcul, tandis que d'autres, comme les matériaux bruts, sont exprimés par poids. Transformer tous les éléments constructifs en poids de matériaux élémentaires est une tâche complexe. Décomposer les éléments en couches de matériaux, puis calculer leur volume et leur masse, peut entraîner des imprécisions (erreurs sur les épaisseurs, la masse volumique, etc.).

➤ Effectuer le calcul de l'empreinte carbone d'un projet sans logiciel est simple, mais c'est une procédure fastidieuse, chronophage, qui comporte des risques d'erreurs.

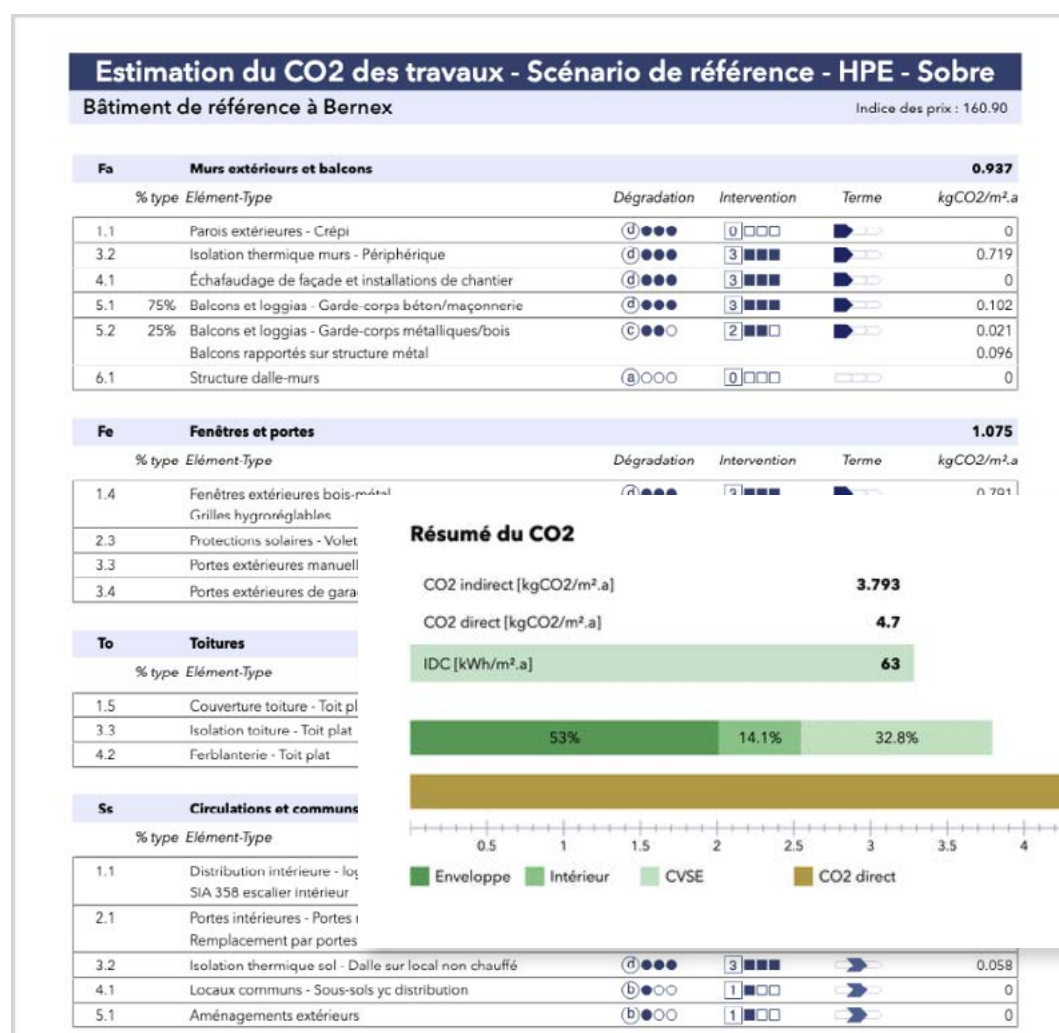
Enfin, une autre incertitude importante réside dans le choix d'un matériau générique le plus proche de celui réellement utilisé (en phase 3 du projet, de nombreux choix de matériaux ne sont pas encore arrêtés). Ce risque est cependant à moduler, car les principaux éléments – murs, dalles, structure, menuiseries, couches de l'enveloppe – sont généralement bien définis.

Des logiciels dédiés au calcul de l'empreinte carbone

Différents logiciels reconnus offrent la possibilité d'automatiser une grande partie du travail nécessaire au calcul de l'empreinte carbone. Cela permet de gagner du temps pour les métrés, l'attribution de facteurs d'émission, la pondération selon la durée de vie, etc. La plupart de ces logiciels sont accrédités par l'association Ecobau et respectent le cadre réglementaire de la SIA.

Toutefois, il ne suffit pas de calculer les émissions: il faut aussi respecter les exigences spécifiques du règlement d'application 117-118 LCI (périmètre de calcul, sources de données) et présenter les résultats selon la logique des cinq lots. Certains logiciels intègrent déjà ces particularités, comme LESOSAI, utilisé pour les calculs thermiques. Mais les outils de ce type sont plutôt orientés constructions neuves.

Pour les projets de rénovation, où de nombreux éléments sont conservés ou partiellement remplacés, et où les plans sont parfois anciens ou incomplets, l'utilisation de ces logiciels peut entraîner des dérives dans les résultats. Pour répondre aux besoins spécifiques du règlement, le logiciel en ligne EPIQR+ CO₂ a été spécialement adapté et validé par l'OCEN. Il est gratuitement mis à disposition des requérants et de leurs mandataires. Cet outil permet de prendre en compte les remplacements partiels et propose de nombreuses typologies de travaux propres à la rénovation (ajout de balcons, remplacement de ferblanterie, couverture partielle, équipements sanitaires, etc.).



Exemple de résultats issus du logiciel EPIQR+CO₂, avec les émissions détaillées par sous-lot et par élément de construction.

EPIQR CO₂

Calcul manuel à partir des données KBOB

Le recours au calcul manuel à partir des données KBOB reste nécessaire, même avec l'utilisation d'un logiciel, et ce dans plusieurs cas.

- Pour des rénovations ponctuelles nécessitant une mise à l'enquête, par exemple l'isolation d'une façade, d'une toiture, ou le remplacement d'un système de ventilation-climatisation.
- Pour comparer différentes options afin d'optimiser un choix, par exemple en testant un isolant différent de celui proposé par défaut par le logiciel, ou évaluer un nouvel isolant du marché non encore présent dans la base.
- Pour adapter les données génériques proposées par les logiciels ou expliciter certains impacts trop forfaitisés. Dans LESOSAI, par exemple, un forfait est appliqué pour les installations sanitaires, alors que le requérant peut souhaiter fournir une valeur plus précise, correspondant à une approche plus sobre. Dans EPIQR+ CO₂, il est possible d'adapter les facteurs d'émission, par exemple pour des balcons en bois à la place de ceux en métal proposés par défaut.

- Pour adapter les données KBOB elles-mêmes, des calculateurs sont mis à disposition par la KBOB, permettant par exemple de modifier le taux de ciment, le taux d'armatures dans le béton, ou la proportion de verre recyclé dans un vitrage.

Une fois les émissions du projet calculées – manuellement ou via un logiciel – si des optimisations impliquent des produits non-présents dans la base KBOB ou la base de données complémentaire, ou s'il existe des éléments réemployés, il convient de calculer la réduction des émissions associée à ces actions et de la soustraire de la valeur V_{projet} afin de déterminer V_{LCI} .

Le nouveau bâtiment de l'Université de Genève, en cours de réalisation dans le quartier du Quai des Vernets, présentait une empreinte carbone V_{projet} de 15 kg CO₂-eq/m²an avant la phase d'optimisation. L'analyse réalisée a permis d'identifier une série d'optimisations de l'ordre de 3 kg CO₂-eq/m²an. L'objectif, à la fin de ce processus d'optimisation, est de parvenir à une V_{LCI} inférieure à 12.6 kg CO₂-eq/m²an dans le cadre du plan financier du projet. Pour y parvenir, le maître d'ouvrage a mis en place un système de monitoring.



4.8 Indicateurs complémentaires

En complément du calcul de l'empreinte carbone du projet, plusieurs indicateurs permettent d'exprimer des stratégies d'optimisation qui n'ont pas forcément une influence directe sur la V_{projet} . Ces derniers donnent la possibilité au requérant de justifier les mesures d'optimisation et leurs effets sur l'empreinte carbone du projet.

› Taux de préservation

Appliqué à la transformation, il indique la proportion de matériaux conservés dans un projet de rénovation.

› Taux de réemploi

Il correspond à la proportion de matériaux réemployés à l'occasion des travaux. Sont inclus dans le taux de réemploi les éléments qui ont été récupérés dans les aménagements d'origine, ainsi que les éléments de réemploi provenant d'autres projets. Sont exclus les matériaux et éléments qui sont restés en place dans un effort de préservation. Le taux de réemploi peut être calculé sur l'ensemble du projet, ou à l'échelle du lot. On parle alors de Taux de réemploi global ou de Taux de réemploi par Lot. Il est exprimé en pourcentage de la masse ou du volume de matière, en CHF ou en kg CO₂-eq en fonction de ce que le concept bas-carbone souhaite exprimer.

› Taux de matière recyclée

Il correspond à la proportion d'éléments recyclés intégrés dans le projet de construction ou de rénovation. Le taux de matière recyclée peut être calculé sur l'ensemble du projet, ou à l'échelle du lot. On parle alors de Taux de matière recyclée global ou de Taux de matière recyclée par Lot. Comme pour le taux de réemploi, il est exprimé en pourcentage de la masse ou du volume de matière, en CHF ou en kg CO₂-eq en fonction de ce que le concept bas-carbone souhaite exprimer.

› Carbone biogénique (C)

Il quantifie le carbone biogénique stocké dans les matériaux mis en œuvre dans le bâtiment (kg C/m²).

› Indicateur de Transport (kg CO₂)

Il mesure la réduction des impacts liés à l'évacuation des terres excavées et des déchets de démolition, par rapport à une distance de référence de 50 km de transport de la même quantité de déchets en camion. Il incite à la sobriété des interventions et à la diminution des distances de transport.

› Le taux de matière recyclée, qui peut être évalué à l'échelle du projet ou d'un des lots, correspond à la proportion d'éléments recyclés intégrés dans le projet ou le lot.

› Temps de retour carbone (TRC)

Il indique, en années, le temps nécessaire pour compenser par un gain d'efficacité énergétique les émissions de gaz à effet de serre générées par la mise en œuvre des matériaux et installations en lien avec l'efficacité énergétique du bâtiment (hors remplacements).

Ces indicateurs sont optionnels et peuvent aider les concepteurs à comparer différents choix, scénarios de rénovation, stratégies de décarbonation ou revendiquer des subventions sur des mesures ponctuelles.

