

Les ATELIERS de la FAI
CONSTRUCTION BAS CARBONE
FUTUR REGLEMENT D'APPLICATION DES ARTICLES 117-118 LCI
23 septembre 2024

INTERVENANTS

Introduction	Eric Maria Président FAI
Articles 117 118 LCI	Francesco Della Casa Architecte cantonal Marie Savary Juriste OCEN Ali El Kacimi Chargé de projets OCEN
Méthodologie et outils	Flourentzos Flourentzou Bureau ESTIA
La piste du réemploi	Maud Jacquot SIG éco 21
Enjeux concepteurs	Stéphane Fuchs Architecte, bureau ATBA SA
Enjeux entreprises	Nicolas Rufener Secrétaire général FMB
MODERATEUR	François Baud Commission Transition Energétique FAI

L'essentiel en bref

Le futur règlement d'application des articles 117-118 de la Loi sur les constructions et les installations diverses (LCI) représente une avancée significative vers une construction plus durable à Genève. En imposant des exigences en matière d'empreinte carbone et en favorisant le réemploi des matériaux, il vise à transformer en profondeur les pratiques du secteur de la construction. L'approche progressive et concertée adoptée pour l'élaboration et la mise en œuvre de ce règlement témoigne d'une volonté de prendre en compte les réalités du terrain, tout en poursuivant des objectifs ambitieux en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre. La mise en place d'outils de calcul, d'une base de données cantonale et d'un guide d'application détaillé devrait faciliter l'appropriation de ces nouvelles exigences par les professionnels du secteur. Un système de subventions encouragera les acteurs à s'engager dans cette démarche de construction bas carbone. L'implication d'un comité scientifique dans la définition des méthodologies et le développement des outils garantit une approche rigoureuse et adaptée aux spécificités du contexte genevois.

Le **Plan climat cantonal** formule un objectif de réduction pour l'ensemble des émissions – directes et indirectes – de 12 tonnes de CO₂e par habitant et par an en 2022 à 4,5 tonnes de CO₂e par habitant et par an en 2030. Sur les 12 tonnes actuellement émises, on estime qu'au minimum 10% sont générées par le "secteur de la construction". Alors que les émissions liées à l'exploitation des bâtiments ont diminué de 25% entre 1990 et 2022, c'est désormais au tour de la construction de devenir plus frugale. La mise en œuvre du règlement présenté au cours de cet atelier – à partir de 2027 pour les bâtiments de l'État, puis progressivement pour l'ensemble des constructions concernées – marquera une étape importante dans la transition écologique du secteur de la construction à Genève.

Les articles 117 et 118 ont été adoptés par le Grand Conseil en décembre 2021. L'**article 117** pose le principe des nouvelles exigences légales.

Toute construction ou rénovation d'importance doit être conçue et réalisée à base de matériaux propres à minimiser son empreinte carbone.

En premier lieu, il y a lieu de privilégier, dans la mesure du possible, le réemploi des matériaux de construction existants.

Pour sa part, l'**article 118** définit les prescriptions applicables.

L'empreinte carbone de chaque matériau d'une construction ou d'une rénovation correspond au bilan des émissions de gaz à effet de serre de ce matériau et cela durant l'ensemble de son cycle de vie.

Les **constructions et rénovations d'importance** comprennent les nouvelles constructions soumises à autorisation (sauf APA et villas avec dérogations) et toute rénovation de plusieurs lots ou rénovation intégrale d'au moins un lot (excepté le lot 5 relatif aux installations techniques de gestion énergétique et confort thermique du bâtiment).

Le règlement d'application de ces articles a été formulé à travers une démarche de co-élaboration avec les professionnels du bâtiment et les milieux immobiliers. Il s'appuie sur la [norme SIA 390/1](#) (en cours de validation) qui fixe des valeurs limites d'émissions de gaz à effet de serre à respecter, établies selon les modalités de calcul du [cahier technique SIA 2032](#) (édition 2020). Ces normes prennent en compte le nombre d'habitants et fixent des seuils et valeur cibles différents pour les bâtiments "sous convention" et pour les villas ou PPE. Une dérogation au respect de ces valeurs est envisageable en cas d'infaisabilité technique ou de disproportion économique.

Ce règlement vise donc à **privilégier le réemploi des matériaux existants** quand cela est possible (voir plus bas), ou à défaut, des matériaux recyclés ou à faible empreinte carbone. Le réemploi des structures et matériaux de construction est une pratique ancienne, qui a commencé à décliner à partir des années 1920 jusqu'à disparaître dans l'après-guerre. L'économie circulaire dans la construction s'oppose à l'économie linéaire qui s'est développée au XXe siècle, notamment avec l'invention de la boule de démolition qui a remplacé le démontage par la démolition, le broyage et la mise en décharge. Ce règlement vise donc à promouvoir un retour à une économie plus circulaire, basée sur la théorie des 3R : Réduire, Réutiliser, Recycler. Pour rappel, le secteur de la construction génère environ 80% des déchets produits dans le Canton.

Ce règlement définit les prescriptions applicables, en particulier le **calcul de l'empreinte carbone sur l'intégralité du cycle de vie des matériaux** (fabrication, utilisation et élimination). Il prévoit notamment :

- Une approche par lots : 1. Structures et constructions souterraines / 2. Structures horizontales et verticales / 3. Enveloppe du bâtiment / 4. Aménagements intérieurs fixes / 5. Installations techniques (exclues du champ d'application du règlement dans le cadre de rénovations).
- Un document justificatif sous forme de *concept bas carbone*, qui détaille la méthodologie et les calculs de l'empreinte carbone globale, ainsi que pour chacun des lots.
- Une priorisation des matériaux: 1) réemployés 2) recyclés 3) à faible empreinte carbone.

L'**application de ce règlement sera progressive**. Dès le 1er janvier 2027 : application aux bâtiments de l'État (principe d'exemplarité). Dès le 1er janvier 2029 : concept de construction ou rénovation à faible empreinte carbone obligatoire. Dès le 1er janvier 2034 : réalisation des constructions ou rénovations à faible empreinte carbone obligatoire.

Une phase pilote démarrera dès l'adoption du règlement (probablement fin 2024) à l'aide d'un **dispositif de subventions**, qui soutiendra les études et concepts ainsi que les projets respectant les valeurs limites. Le barème de subventions tiendra compte notamment des efforts menés pour diminuer l'empreinte carbone du projet. Le besoin de financement reste à préciser et un budget ad hoc doit être validé par le Grand Conseil.

Un **Comité scientifique** se chargera de définir la méthodologie d'évaluation et de développer des outils d'aide à la décision. Ce comité est composé d'un panel d'experts réunissant les compétences nécessaires, incluant des représentants du Département du Territoire, des architectes, des ingénieurs, des experts en développement durable et des représentants d'institutions académiques.

Ce Comité préparera notamment un **guide d'application** du règlement LCI 117-118 au format numérique, qui comprendra :

- Des précisions quant à la méthodologie, au périmètre, aux données, aux outils, etc.
- Une procédure administrative et de documentation peu chronophage pour le requérant, avec une simplification de l'évaluation des phases SIA (3 et 5).
- La diffusion de recommandations et de retours d'expériences, car le partage des calculs entre architectes et ingénieurs permettra d'améliorer les projets.
- Une base de données cantonale, plus complète que [celle proposée par la KBOB](#), qui sera progressivement alimentée par les retours d'expérience et qui sera dotée de règles de vérification de conformité des données.

A noter que ce règlement ne vise pas à instaurer un label énergétique supplémentaire; son but est de rendre les acteurs de la conception redevables de leurs choix. Et **ces choix, orchestrés par les architectes, impliquent aussi les maîtres d'ouvrage, les ingénieurs civils, les physiciens du bâtiment et les métiers CVSE**. Il est aussi important d'associer les entreprises à ces choix, car elles font partie de la solution.

Les **outils de calcul à disposition** sont :

- LesoSai, déjà largement utilisé pour le neuf.

- EPIQR ECO (gratuit) pour les projets de rénovation.
- La base de données fédérale de la KBOB (gratuite) pour les calculs effectués à la main.

On estime le travail supplémentaire lié à ces calculs à maximum deux jours pour un immeuble simple. La formule utilisée pour le calcul intègre un maximum de gains théoriques (émissions évitées), même si ceux-ci ne sont pas inclus dans les normes de calcul. Elle tient par exemple compte des éléments non-touchés ou des matériaux issus du réemploi, et laisse la place à l'intégration de bonus (par exemple pour les éléments d'origine locale provenant d'au maximum 50 km).

Une étude prototype réalisée par [Matériuum](#) sur un projet de plusieurs centaines de logements au Bouchet a évalué l'impact économique et écologique de 4 scénarios distincts.

- 1) Démolition/reconstruction
- 2) Transformation standard avec évacuation des matériaux
- 3) Réemploi adapté/mesuré
- 4) Réemploi maximal

La meilleure option est la troisième, avec un surcoût de seulement 1,5% et une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 18%.

D'autres analyses réalisées par Estia sur des bâtiments neufs à faible impact carbone ont révélé des surprises. Si aucun bâtiment neuf ne parvient encore à atteindre 7 kg de CO₂é par mètre carré et par an, quelle que soit la technique constructive l'empreinte est en moyenne de $8,5 \pm 0,5$ kgCO₂eq/m²/an.

Le benchmarking par lot est un outil puissant pour comprendre le projet et interroger les choix. On peut avoir des projets de surélévation en bois avec des bilans conséquents (12 kgCO₂éq/m²an) que l'on peut faire baisser en utilisant des poutres de réemploi. On peut aussi optimiser la préfabrication du béton en diminuant les épaisseurs des murs pour faire baisser le bilan de 10%.

Pour une vingtaine de bâtiments en rénovation très haute performance énergétique (THPE), les [analyses d'Estia](#) ont montré que la moitié des bâtiments dépassaient le seuil de 5 kgCO₂eq/m²/an. Il faut rappeler qu'à Genève, durant les 20 prochaines années, on dépensera plus d'argent pour les rénovations que pour les constructions neuves. Et que l'approche bas carbone pourra s'avérer plus économique et plus intéressante.

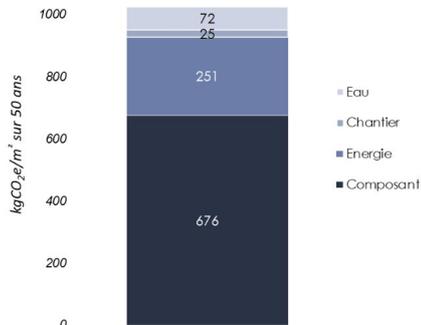
La piste du réemploi

Les SIG accompagnent les projets de réemploi depuis 2021, notamment en renforçant la formation pour que la thématique du réemploi soit intégrée dans les différents métiers. L'idée de ce programme est d'encourager la maîtrise du *coût carbone* de la rénovation ou du neuf, en trouvant le meilleur équilibre "énergie & matière". Pour ce faire, l'évaluation d'un « Temps de Retour Carbone » permet de s'assurer que le bilan climatique des projets sera finalement positif.

Liens entre carbone et matière dans la construction neuve et la rénovation

→ La fabrication des composants pèse 2/3 du poids carbone des bâtiments résidentiels collectifs

Répartition de l'impact carbone des bâtiments de l'échantillon |
kgCO₂e/m² sur 50 ans



→ Bâtiments neufs performants

Le **gros œuvre**, le **second œuvre** et les **lots techniques** pèsent **chacun 1/3 du poids carbone**

Contribution à l'empreinte carbone de la matière (résidentiel collectif neuf)	Classification des impacts selon les lots LCI
1/3	1. Structure et constructions souterraines
1/3	2. Structures horizontales et verticales
1/3	3. Enveloppe du bâtiment
1/3	4. Aménagements intérieurs fixes
1/3	5. Installations techniques

→ Rénovation

Les **lots techniques**, pèsent pour **moitié à ¾ du poids carbone de la matière**, en particulier le lot CVC

Source: HUB des prescripteurs bas-carbone, accélérer la réussite des seuils futurs de la RE2020 (27.06.2023)



Maximiser le réemploi permet de réduire drastiquement le bilan carbone. Une étude réalisée en France a estimé que, globalement, le réemploi n'induit pas d'augmentation significative des coûts de construction (4% de différence); plus la matière est soumise à inflation et plus la gamme des équipements est qualitative, plus le réemploi devient intéressant financièrement. Cette estimation n'est cependant pas nécessairement transposable à Genève du fait des coûts de la main d'œuvre ou du reconditionnement, ce dernier représentant en moyenne 40% des coûts du réemploi.

Anticiper au maximum le réemploi de matériaux, par exemple en réalisant un inventaire des éléments réutilisables très en amont, permet de mieux maîtriser les coûts et d'entrer dans une forme d'industrialisation du réemploi. C'est à l'architecte que revient le rôle de coordonner les différentes étapes du réemploi, mais plus les mandataires sont impliqués en amont, plus les coûts baissent. On peut aussi s'approvisionner en matériaux dans un bâtiment situé hors du périmètre du projet – à une distance raisonnable – et il est souvent plus facile d'envisager le réemploi pour le second œuvre.

Pour promouvoir le réemploi auprès des clients, il faut démontrer qu'il peut être plus économique, efficace du point de vue environnemental et même esthétique. Car une nouvelle grammaire esthétique – basée sur le *patchwork* – est en train d'émerger. Ce sont même parfois les clients qui apportent ou proposent des matériaux à réemployer. Certains éléments peuvent être réutilisés de manière novatrice, le même objet pouvant changer d'usage.

Une base de données des matériaux réemployables est disponible au niveau européen, mais cela n'a pas de sens de faire venir des matériaux de loin. Des bases de données locales doivent se développer (p.ex. <https://reuzi.ch/>). Le réemploi in situ et adapter l'existant sont les mesures qui ont le plus d'impact. Et il faut aussi réorganiser des filières (démonteurs de parquets p.ex.), revaloriser d'anciens savoir-faire et les relocaliser.

Seul bémol, la réutilisation se heurte parfois aux normes de sécurité existantes. S'il est vrai qu'en matière de protection contre le feu, rien n'est négociable, pour d'autres aspects on peut imaginer faire des tests de matériaux au cas par cas. *NB: Personne n'a mentionné les questions de responsabilité que le réemploi peut aussi poser.*

Enjeux et impact pour les concepteurs de projets

L'intégration du critère "Carbone" dans l'élaboration des projets peut se faire à l'aide d'outils simples. Mais dans tous les cas, l'architecte doit s'associer aux autres métiers et – en premier lieu – au maître d'ouvrage. Les a priori sont fréquents dans le domaine du "bas carbone", et il faut prendre garde à considérer l'ensemble du projet; par exemple, concevoir un superbe bâtiment bas carbone en délaissant la conception du sous-sol n'a pas de sens. Et il faut se rappeler que ce sont surtout le volume, le poids, les quantités qui vont avoir un impact.

En ce qui concerne les méthodes « maison » à la main pour calculer le bilan, elles se heurtent parfois au manque de certaines informations dans la base de données de la KBOB (p.ex. pour le CLT ou le bois). De plus, chaque charpentier a sa « recette » pour certains éléments (ce qui complique les calculs), mais il faut se souvenir que l'utilisation de structures métalliques accroît rapidement le budget carbone. Attention aussi à certains matériaux écologiques qui peuvent durer moins longtemps et qu'il faudra peut-être remplacer plus tôt; on peut utiliser ces matériaux parfois moins résistants à certains endroits stratégiques.

La séquestration de carbone par les matériaux à très long terme est discutable, si l'on considère que lors de la démolition du bâtiment ce carbone sera relâché dans l'atmosphère. Au-delà des matériaux biosourcés, il faut privilégier les matériaux disponibles à proximité du chantier. Et avec [plus de 2 millions de mètres cubes de matériaux d'excavation](#) exportés chaque année depuis le canton de Genève, on peut aussi envisager la fabrication sur place de briques en terre crue.

Outils actuellement disponibles favorisant une approche simple du bilan carbone

[Outil de calcul «Énergie grise Minergie-ECO» Version 2.02](#) (fichier XLS)

[Outil en ligne du SNBS-Bâtiment 2.1](#)

[Cahier technique SIA 2032:2020](#) (PDF) «L'énergie grise - Établissement du bilan écologique pour la construction de bâtiments»

[ecoCFC, documents de référence pour une construction saine, circulaire et écologique.](#)

Outils SIA, aides et logiciels dans le domaine de l'énergie sur www.energytools.ch

[Données des écobilans dans la construction KBOB/ecobau/IPB 2009/1:2022](#)

Pour aller plus loin

[Atelier genie.ch #17 - Réemploi et circularité : une seconde vie pour les matériaux](#) (27 juin 2024)

[Bâtiments Minergie Eco à Genève](#)

«[La construction durable avec des matériaux minéraux](#)» publié par la KBOB en mai 2024

«[Construction durable en bois](#)» publié par la KBOB en 2020