

# Cahier des charges – BFFSA – Plan Climat

## **Maître d'Ouvrage**

XX

Contact :

*Le maître d'ouvrage est responsable d'adapter et intégrer les points énoncés dans ce cahier des charges par rapport aux spécificités du bâtiment à développer.*

## **Structure et logique du cahier des charges réalisé par :**

HEIA-FR, institut ENERGY

[Thomas.jusselme@hefr.ch](mailto:Thomas.jusselme@hefr.ch)

# Table de matières

|   |          |
|---|----------|
| <b>Objectifs carbonés .....</b>   | <b>3</b> |
| I. Cibles limites exploitation et construction – stratégie net-zéro en 2050 ..... | 3        |
| II. Méthode Analyse de Cycle de Vie et exigences de forme et de calcul.....       | 3        |
| III. Recommandations pour une conception bas-carbone .....                        | 6        |

## Objectifs carbone

### I. Cibles limites exploitation et construction – stratégie net-zéro en 2050

Les projections Suisse font référence à un objectif de neutralité en 2050. Les émissions sont attribuées à 4 secteurs principaux, l'exploitation des bâtiments, les Transports et l'Industrie sur le territoire Suisse ainsi que « Autres » qui inclut l'agriculture et la gestion des déchets. Le potentiel de chaque secteur de diminuer ces émissions est estimé par l'OFEN<sup>1</sup>, où, notamment, l'exploitation des bâtiments et les transports atteignent un zéro absolu en 2050 alors que les émissions résiduelles de l'industrie et d'autres sont compensées par des technologies d'émissions négatives (NET) à partir de 2038.

Les cibles indiquées dans ce cahier des charges suivent la pente définie par la stratégie climatique Suisse pour l'exploitation des bâtiments et la production des matériaux de construction. Les cibles sont proposées par kgCO<sub>2-éq</sub> par mètre carré de surface de référence énergétique du bâtiment<sup>2</sup>.

| Nombre de bâtiments                    | a   | 1  |   | 2          |            | 3         |           | 4         |           | 5          |           | 6         |      | 7       |      | 8       |      | 9       |      | 10      |      |  |
|--|---|--|---|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|--|
|  |   | Bureaux  |   | Bureaux    |            | Bureaux   |           | Bureaux   |           | Bureaux    |           | Bureaux   |      | Bureaux |      | Bureaux |      | Bureaux |      | Bureaux |      |  |
|  |   | Neuf   | Neuf  | Rénovation | Rénovation | Neuf      | Neuf      | Neuf      | Neuf      | Neuf       | Neuf      | Neuf      | Neuf | Neuf    | Neuf | Neuf    | Neuf | Neuf    | Neuf | Neuf    | Neuf |  |
| Année ciblée - livraison               |   | 2024   | 2026  | 2028       | 2029       | 2029      | 2029      | 2029      | 2029      | 2029       | 2029      | 2031      | 2035 | 2038    | 2040 |         |      |         |      |         |      |  |
| Surface de référence énergétique (SRE) | m <sup>2</sup>                              | 7 432  | 4 584   | 9 167      | 5 931      | 4 240     | 18 793    | 18 793    | 47 670    | 22 002     | 12 384    |           |      |         |      |         |      |         |      |         |      |  |
| Phases ACV                             |   | (les cibles pour la construction sont calculées automatiquement sur la base des données ci-dessus) |   |            |            |           |           |           |           |            |           |           |      |         |      |         |      |         |      |         |      |  |
| A1-A5                                  | Budget "upfront" (fin de chantier)          | [kgCO <sub>2éq</sub> /m <sup>2</sup> ]   | 479.0   | 423.5      | 223.4      | 209.9     | 385.9     | 385.9     | 362.0     | 311.0      | 275.6     | 252.4     |      |         |      |         |      |         |      |         |      |  |
| B4                                     | Budget remplacements (20 ans)               | [kgCO <sub>2éq</sub> /m <sup>2</sup> ]   | 7.5   | 6.2        | 2.0        | 1.9       | 5.3       | 5.3       | 4.7       | 3.6        | 2.9       | 2.4       |      |         |      |         |      |         |      |         |      |  |
| B4                                     | Budget remplacements (30 ans)               | [kgCO <sub>2éq</sub> /m <sup>2</sup> ]   | 27.4  | 23.7       | 6.3        | 5.7       | 18.4      | 18.4      | 14.9      | 8.2        | 3.4       | 0.3       |      |         |      |         |      |         |      |         |      |  |
| B4                                     | Budget remplacements (40 ans)               | [kgCO <sub>2éq</sub> /m <sup>2</sup> ]   | 2.8   | 1.9        | 1.1        | 0.6       | 0.5       | 0.5       | 0.0       | 0.0        | 0.0       | 0.0       |      |         |      |         |      |         |      |         |      |  |
| C1-C4                                  | Budget fin de vie (60ans)                   | [kgCO <sub>2éq</sub> /m <sup>2</sup> ]   | 0.0   | 0.0        | 0.0        | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 0.0        | 0.0       | 0.0       |      |         |      |         |      |         |      |         |      |  |
| A1-A5 / B4 / C                         | Budget global par m <sup>2</sup> sur 60 ans | [kgCO <sub>2éq</sub> /m <sup>2</sup> ]   | 516.6   | 455.3      | 232.8      | 218.0     | 410.1     | 410.1     | 381.7     | 322.9      | 281.8     | 255.0     |      |         |      |         |      |         |      |         |      |  |
| A1-A5 / B4 / C                         | Budget global par m <sup>2</sup> par an     | [kgCO <sub>2éq</sub> /m <sup>2</sup> .an]  | 8.6   | 7.6        | 3.9        | 3.6       | 6.8       | 6.8       | 6.4       | 5.4        | 4.7       | 4.3       |      |         |      |         |      |         |      |         |      |  |
| A-C (not B6)                           | Budget global                               | [kgCO <sub>2éq</sub> ]   | 3 839 698   | 2 087 002  | 2 134 057  | 1 293 111 | 1 738 804 | 7 706 920 | 7 172 634 | 15 394 518 | 6 201 242 | 3 157 954 |      |         |      |         |      |         |      |         |      |  |
| B6                                     | Cibles exploitation par bâtiment            |  | (les cibles pour l'exploitation sont calculées automatiquement sur la base des données ci-dessus) |            |            |           |           |           |           |            |           |           |      |         |      |         |      |         |      |         |      |  |
| B6                                     | (Valeur moyenne sur 20ans)                  | [kgCO <sub>2éq</sub> /m <sup>2</sup> .an]  | 4.33  | 3.7        | 3.7        | 3.3       | 2.8       | 2.8       | 2.3       | 1.5        | 1.0       | 0.7       |      |         |      |         |      |         |      |         |      |  |
| B6                                     | 40ans (après 20ans de service)              | [kgCO <sub>2éq</sub> /m <sup>2</sup> .an]  | 0.29  | 0.15       | 0.07       | 0.04      | 0.03      | 0.03      | 0.00      | 0.00       | 0.00      | 0.00      |      |         |      |         |      |         |      |         |      |  |
| B6                                     | Moyenne sur 60ans                           | [kgCO <sub>2éq</sub> /m <sup>2</sup> .an]  | 1.54  | 1.28       | 1.24       | 1.13      | 0.96      | 0.96      | 0.78      | 0.49       | 0.32      | 0.23      |      |         |      |         |      |         |      |         |      |  |

Figure 1 : Budget carbone pour le projet, selon la programmation, le type de travaux, l'année de livraison et la surface de référence énergétique – extrait de l'outil budget carbone mis à disposition par l'institut ENERGY de la HEIA-FR -

### II. Méthode Analyse de Cycle de Vie et exigences de forme et de calcul

L'Analyse de Cycle de Vie (ACV) des bâtiments est une méthode utilisée pour avoir une vision complète des émissions de la construction tout au long de leurs durée de vie. Le cahier technique SIA 2032 – *L'énergie grise – Etablissement du bilan écologique pour la construction de bâtiments* – précise la méthodologie pour établir le bilan de l'impact environnemental de la construction des bâtiments. L'indicateur d'impact environnemental utilisé dans ce rapport sont les émissions de gaz à effet de serre, exprimées en kgCO<sub>2-éq</sub>, par analogie aux objectifs climatiques de réduction des GES.

Le bilan pour la partie construction comprend les étapes de production et de construction (modules A1-A5), le remplacement lors de l'étape d'utilisation (module B4) ainsi que l'étape de fin de vie (modules C1-C4) [SIA2032]. La durée de vie de référence d'un bâtiment est de 60ans alors que les durées de vie de référence des composants sont énoncées dans l'annexe C de la SIA2032. En accord avec la SIA2032 (2020), les prestations et éléments ci-après peuvent être négligés :

- Les transports entre le dépôt de matériaux et le chantier (module A4) ;
- L'énergie nécessaire pour l'utilisation de machines et installations sur le chantier (module A5) ;
- Les éléments linéaires en bordure d'éléments de construction tels que gouttières, encadrements de fenêtres, etc. ;

<sup>1</sup> <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/politique/perspectives-energetiques-2050-plus.html>

<sup>2</sup> Y D Priore, G Habert, T Jusselme, (2023). Exploring the gap between carbon-budget-compatible buildings and existing solutions – A Swiss case study. *Energy and Buildings* 278. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112598>

- Le groupe Abords de bâtiments est situé hors du périmètre du bilan ;
- L'équipement mobile et l'ameublement.

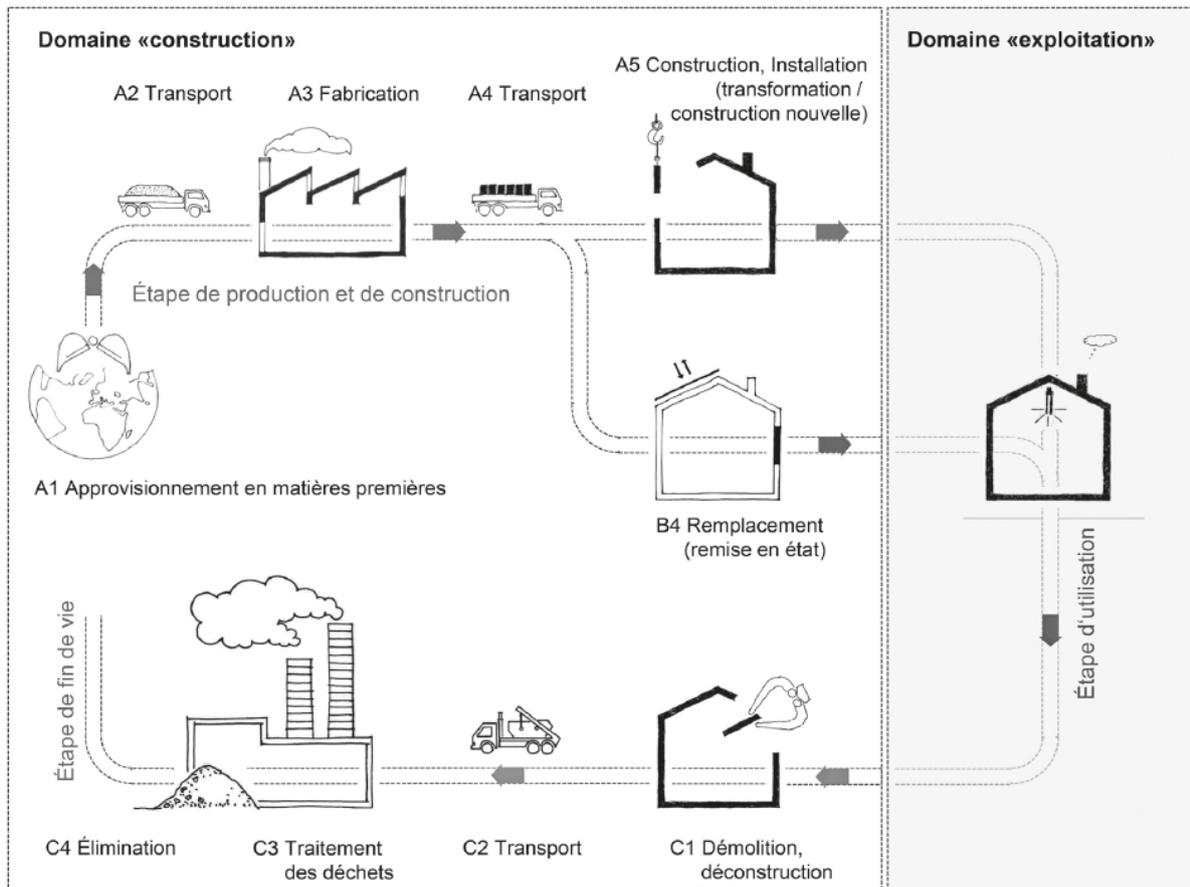


Figure 2 : Cycle de vie du bâtiment [SIA2032]

Pour établir le bilan, des bases de données d'écobilan sont nécessaires pour attribuer un impact (dans notre cas des  $\text{kgCO}_2\text{-}\text{eq}$ ) à chaque matériau ou composants du bâtiment. Dans le domaine des constructions en Suisse, le KBOB – *Données des écobilans dans la construction*<sup>3</sup> – est principalement utilisé. Des valeurs spécifiques à un produit ou un fabricant sont aussi accessibles, issues par des Déclarations environnementales sur les produits (DEP).

### 1.1.1 Reporting et contrôle par phase de conception

Le degré de détail du projet varie selon la phase de conception mais la méthode de calcul doit rester comparable tout au long du projet pour pouvoir avoir un suivi cohérent. Pour cela, la décomposition se base sur les groupes d'éléments du Code des coûts de construction par éléments Bâtiment eCCC-Bât. (Figure ci-dessous).

<sup>3</sup>[https://www.kbob.admin.ch/kbob/fr/home/themen-leistungen/nachhaltiges-bauen/oekobilanzdaten\\_baubereich.html](https://www.kbob.admin.ch/kbob/fr/home/themen-leistungen/nachhaltiges-bauen/oekobilanzdaten_baubereich.html)

| Groupes d'éléments selon eCCC-Bât |  |        |                                  |
|-----------------------------------|--|--------|----------------------------------|
| B06.01                            | Excavations  | E01    | Revêtements de murs contre terre |
| B06.02                            |  | E02    | Revêtements de façades           |
| B06.04                            | Enceintes de fouilles                                    | E03    | Éléments incorporés dans façades |
| B07.02                            | Pieux de fondation                                       | F01.01 | Étanchéités enterrées            |
| C01                               | Fondations, radiers                                      | F01.02 | Toitures plates                  |
| C02.01 (A)                        | Parois porteuses extérieures (souterraines)              | F01.03 | Toitures inclinées               |
| C02.01 (B)                        | Parois porteuses extérieures (hors terrain)              | G01    | Cloisons, portes intérieures     |
| C02.02                            | Parois porteuses intérieures                             | G02    | Revêtements de sol               |
| C03                               | Piliers  | G03    | Revêtements de parois            |
| C04.01                            | Planchers  | G04    | Faux-plafonds                    |
| C04.04                            | Structures porteuses de toitures plates                  |        |                                  |
| C04.05                            | Structures porteuses de toitures inclinées               |        |                                  |
| C04.08                            | Structures porteuses extérieures, avant-toits            |        |                                  |
| D01                               | Installations électriques                                |        |                                  |
| D05                               | Installations techniques de chauffage                    |        |                                  |
| D07                               | Installations de ventilation et de conditionnement d'air |        |                                  |
| D08                               | Installations techniques de distribution d'eau           |        |                                  |

Groupes d'éléments selon le Code des coûts de construction par éléments Bâtiment eCCC-Bât – tableau extrait de la SIA 2032.

Le tableau de calcul pour études préliminaires et avant-projet proposé dans l'annexe D de la SIA2032 est utilisé comme format pour le devis quantitatif du projet et le calcul des émissions GES. Le tableur est réparti par partie de bâtiment (référence aux groupes de l'eCCC-Bât) et chaque composant est accompagné par la grandeur de référence et l'unité à rapporter pour quantifier les éléments.

→Template de reporting disponible en format Excel. ([Dossier partagé](#))

Les exigences de reporting selon les phases sont les suivantes : (en accord avec les recommandations de la SIA 2032)

Etude préliminaire/avant-projet :

- Définition des volumétries et paramètres de base du bâtiment (surface de référence énergétique, étages, sous-sols, taux de vitrage)
- Possibilité d'utiliser l'outil simplifié mis à disposition par l'institut ENERGY de la HEIA-FR ([outil simplifié – onglet « inputs »](#))
- Possibilité d'utiliser l'[outil simplifié Minergie](#) pour l'étude préliminaire.

Le calcul est à réaliser impérativement avant la mise à l'enquête du bâtiment.

Projet de l'ouvrage :

- Calcul détaillé avec définition spécifiques des macro-composants avec couches, épaisseurs et matériaux. Le calcul pourra se réaliser avant ou après la phase de soumission des offres de travaux, mais devra impérativement être finalisée avant la mise en chantier. Les outils suivants sont disponibles pour effectuer le calcul détaillé :
  - [Outil mis à disposition par l'institut ENERGY de la HEIA-FR, en lien avec l'outil simplifié de la phase précédente \(onglet « Détail\\_Summary »\)](#)
  - [Enerweb 380/1 eco \(payant\).](#)
  - [GREG \(payant\).](#)
  - [Lesosai \(payant\).](#)
  - [THERMO \(payant\).](#)

- Réalisation d'un plan de contrôle de l'impact environnemental de matériaux représentant 80% de l'impact total de la construction. Pour ces matériaux, un processus de qualité et visa sera mis en œuvre, pour vérifier avant leur implémentation durant la phase de chantier que leurs quantités et leurs impacts environnementaux sont en cohérence avec l'écobilan de la phase projet. Archivage des preuves sur les matériaux/composants à 80% d'impacts (photos / fiches techniques/factures / bons de livraison...)

Construction-Réalisation :

- Exécution du plan de contrôle qualitatif et quantitatif des matériaux et produits mis en œuvre avec reporting et mise à jour de l'écobilan.
- Mise à jour des quantités, de l'écobilan, et proposition d'actions correctives si besoin.

Livraison :

- Mise à jour avec quantités réelles mise en œuvre et matériaux spécifiques (ex : EPD)
- Vérification des preuves du plan de contrôle sur les matériaux/composants à 80% impact (photos / fiches techniques/factures / bons de livraison...)

### III. Recommandations pour une conception bas-carbone

Pour minimiser l'impact carbone des bâtiments lors de la phase de conception, les recommandations suivantes doivent être prises en compte :

1. Réduire la surface des éléments de construction
  - Minimiser le facteur d'enveloppe (Ath/Ae)
  - Minimiser la surface vitrée en façade, tout en respectant des niveaux d'apports solaires satisfaisant
2. Eviter ou limiter la grandeur des sous-sols
  - Etages en sous-sols minimisés au strict minimum
  - Toiture souterraine minimisée (alignement sous-sol – emprise au sol)
3. Structure porteuse claire et logique
  - Rationalité statique
4. Choix de matériaux respectueux du climat et des ressources
  - Matériaux biosourcés pour augmenter la quantité de carbone stocké
  - Matériaux géosourcés (ex : terre)
  - Matériaux locaux (ex : certification bois Suisse)
  - Encourager le réemploi
  - Préserver les ressources
5. Optimiser les installations techniques du bâtiment
  - Réduire les besoins d'installations techniques actives

Pour aller plus loin:

- [Guide de l'énergie grise dans les nouveaux bâtiments](#)
- [Guide de l'énergie grise dans les transformations de bâtiments](#)
- Informations sur l'énergie grise chez [eco-bau](#)