



Lignum Compact

Bilans écologiques

- Bases



La Suisse vise la neutralité climatique d'ici 2050. Le secteur de la construction joue un rôle central dans cette démarche de réduction des impacts environnementaux: La production et l'élimination des matériaux de construction ont, en effet, un impact important en termes d'utilisation des ressources et de l'énergie. Par exemple, la production de ciment et d'acier est responsable d'environ 8% des émissions mondiales de CO₂ chacune. [11] [12] Des méthodes efficaces d'évaluation de l'impact environnemental des matériaux et des

produits de construction sont nécessaires pour prendre les bonnes décisions concernant le choix des matériaux et des produits. C'est là que les données d'analyse de cycle de vie (ACV) entrent en jeu: elles permettent aux architectes, aux ingénieurs et à tous les autres décideurs en matière de construction de prendre en compte dès le départ l'impact environnemental des produits et matériaux de construction. L'intégration de l'analyse du cycle de vie dans la méthode de travail BIM peut faciliter considérablement ces processus.

Analyse du cycle de vie (ACV)

La prise en compte de l'ensemble du cycle de vie des matériaux est la clef pour améliorer le bilan écologique des bâtiments. Cela signifie que l'optimisation des bâtiments ne tient plus compte uniquement de l'énergie consommée lors de l'exploitation, mais aussi de l'impact lié à la production et à l'élimination des matériaux de construction. [1] [2] L'analyse du cycle de vie (ACV) prend en compte les impacts environnementaux potentiels et le bilan énergétique des produits tout au long du cycle de vie d'un bâtiment. Après la définition des objectifs et du cadre d'analyse, l'ACV est un processus en trois étapes, conformément à la norme SN EN ISO 14040 [25] et SN EN ISO 14044 [26]:

1. Calcul de l'inventaire du cycle de vie (LCI)
2. Évaluation de l'impact écologique
«Life Cycle Impact Assessment» (LCIA)
3. Interprétation des résultats

Inventaire du cycle de vie: Life Cycle Inventory (LCI)

Le LCI se base sur tous les intrants, tels que l'énergie et les substances nécessaires à la production provenant de l'environnement, ainsi que sur tous les extrants, tels que les produits finis, les co-produits, les déchets et les émissions dans l'environnement provenant des flux de matières et d'énergie des actions de production. Pour établir un inventaire de cycle de vie complet (LCI), les spécialistes de l'analyse du cycle de vie s'appuient sur:

1. Données primaires telles que les données de production déclarées par les fabricants
2. Données secondaires issues de «bases de données LCI» telles qu'ecoinvent [38], GaBi [39] ÖKOBAUDAT [40]

Évaluation de l'impact environnemental: Life Cycle Impact Assessment (LCIA)

L'évaluation de l'impact environnemental (LCIA) comprend la catégorisation et la caractérisation des données des inventaires (LCI) et permet de les convertir en différents indicateurs. Des logiciels d'ACV tels que SimaPro ou OpenLCA sont utilisés à cet effet. Dans ce processus, les gaz à effet de serre tels que le méthane (CH_4) ou le protoxyde d'azote (N_2O) par exemple, sont convertis en un seul indicateur, celui des émissions de gaz à effet de serre en équivalents CO_2 . Cela se fait pour le potentiel de gaz à effet de serre via un facteur de caractérisation spécifique (GWP20 ou GWP100). Cette somme est finalement présentée comme un indicateur potentiel de gaz à effet de serre (GES) (ou en anglais: Global Warming Potential (GWP)). Les résultats de la LCIA peuvent être documentés dans une déclaration environnementale de produit (EPD ou DEP en français) selon la norme SN EN 15804, avec laquelle les fabricants peuvent déclarer les propriétés d'un produit de construction.

Interprétation des résultats

Pour garantir la reproductibilité et la comparabilité des résultats, les données utilisées doivent avoir été calculées avec la même base de données Life Cycle Inventory (LCI). En effet, des différences importantes peuvent apparaître entre les différents fournisseurs et les différentes versions. En outre, les analyses et les déclarations comparatives de différents matériaux, éléments de construction ou bâtiments ne doivent être effectuées que sur la base d'une unité fonctionnelle comparable (équivalent fonctionnel) [26] [27]; par ex. un mur aux propriétés comparables, mais jamais dans l'unité déclarée comme la masse (kg) ou le volume (m^3), car cela conduit à des interprétations erronées des résultats.

Déclarations et labels environnementaux selon ISO

Selon la norme ISO 14020 [18] il existe trois types de déclarations ou labels:

- **type I** SN EN ISO 14024 [20] Qualitatif avec évaluation par certification externe selon des catalogues de critères spécifiques.
- **type II** SN EN ISO 14021 [19] Qualitatif et simple, le plus souvent par auto-déclaration de caractéristiques individuelles.
- **type III** SN EN ISO 14025 [21] Quantitatif et avec données détaillées sans évaluation par un audit indépendant

Déclaration environnementale avec données qualitatives (type I)

Les déclarations de type I [20] sont des labels nationaux ou internationaux d'institutions privées ou publiques. Par le biais d'une certification externe obligatoire, ils classent qualitativement certaines caractéristiques de produits par le biais d'une évaluation, d'une pondération, de repères ou de valeurs indicatives et attribuent un label au produit. Ces labels sont faciles et rapides à reconnaître pour le client, raison pour laquelle ils sont également utilisés pour les produits de consommation.

Systèmes de points

Les systèmes de points sont souvent choisis pour les labels de type I. Dans ce cas, l'empreinte écologique est convertie en un seul indicateur. La pondération du LCI est effectuée par un organisme objectif que possible, qui tient compte des objectifs politiques actuels:

- Suisse: Unités de charge écologique (UCE ou UBP) de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) [7]
- Autriche: Oekoindex OI3 de l'Institut autrichien de biologie de la construction (IBO)
- UE: Product Environmental Footprint (PEF) de la Commission européenne peut être utilisé comme contrôle, mais comme d'autres indicateurs, il ne convient pas comme seule base d'évaluation.

Unité de charge écologique (UBP)

En Suisse, les UBP (ou écopoints; UCE = UBP) ont été développés pour évaluer les impacts environnementaux tels que les émissions, l'utilisation du sol, les déchets et l'utilisation des ressources en un seul indicateur sur la base de la méthode de la saturation écologique (MSE) de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). [7] En fonction des objectifs politiques actuels et des bases scientifiques, la pondération des impacts environnementaux est adaptée et redéfinie périodiquement. La pondération de l'eau qui est plus ou moins rare selon les régions du monde, peut par exemple varier dans les UCE en fonction du pays d'origine de la ressource.

Applicabilité

En raison du principe de non-discrimination de l'OMC et dans la perspective des accords de reconnaissance mutuelle (ARM), l'utilisation de déclarations de type I comme critères d'attribution des marchés publics (OMC) n'est généralement pas adaptée, car elles peuvent être qualifiées d'obstacles techniques au commerce. Les déclarations environnementales avec des déclarations qualitatives peuvent cependant fournir des orientations pour des décisions, analyses et stratégies fondamentales dans le processus d'achat.

Informations relatives à l'évaluation des ouvrages de construction

Informations relatives au cycle de vie des ouvrages de construction				Informations complémentaires au-delà du cycle de vie des ouvrages de construction
Modules A		Modules B	Modules C	Modules D
A1–A3 Étape de production	A4–A5 Étape du processus de construction	B1–B7 Étape d'utilisation	C1–C4 Étape de fin de vie	Bénéfices et charges au-delà des frontières du système
A1 Approvisionnement en matières premières	A4 Transport	B1 Utilisation	C1 Démolition/ Déconstruction	D Potentiel de réutilisation, récupération, recyclage
A2 Transport	A5 Construction/ Processus d'installation	B2 Maintenance	C2 Transport	
A3 Fabrication		B3 Réparation	C3 Traitement des déchets	
		B4 Remplacement	C4 Elimination	
		B5 Réhabilitation		
		B6 Besoins en énergie durant la phase d'exploitation		
		B7 Besoins en eau durant la phase d'exploitation		

EN 15804 Etapes du cycle de vie et modules pour l'évaluation des ouvrages de construction

Déclaration environnementale avec termes de référence (type II)

Selon les descriptions de la norme SN EN ISO 14021 [19], les déclarations ou labels de type II comprennent des termes de référence, par exemple «compostable», «conçu pour être désassemblé», «recyclable», «consommation réduite d'énergie», «empreinte carbone» ou «CO₂-neutre». Ces termes peuvent être utilisés dans une auto-déclaration pour l'étiquetage des produits. D'autres allégations peuvent être documentées comme les améliorations des propriétés des produits qui auraient été mesurées selon une norme existante, par ex. la part accrue de matières recyclées ou l'augmentation de la durée de vie.

Déclaration environnementale avec données quantitatives (type III)

Les déclarations environnementales de matériaux de construction avec des données quantitatives selon la norme SN EN ISO 14025 sont considérées comme des écolabels de type III [21]. Elles constituent la base d'un grand nombre d'applications. En effet, des valeurs précises par unité déclarée y sont émises pour différents indicateurs d'impact environnemental. Le règlement européen sur les produits de construction (RPC) s'appuie sur ce type de déclaration et est, avec son intégration dans la LPCo [17], pertinent pour les fabricants suisses [37].

Déclarations environnementales de produits selon la norme SN EN 15804

Les labels ISO de type III comprennent également les déclarations environnementales de produits (EPD ou DEP en français) selon la norme SN EN 15804. [32] Cette norme est basée sur la norme ISO 21930 [27] ce qui signifie que les EPD ne sont pas seulement une norme européenne, mais aussi une norme mondiale pour les données d'écobilan des matériaux de construction. Les valeurs des impacts environnementaux par unité calculée y sont présentées dans un tableau composé de deux axes: «indicateurs» et «phases du cycle de vie» et doivent être vérifiées par un organisme indépendant avant publication. Le cadre d'analyse avec la définition des limites du système est appelé système de produits.

Programmes nationaux d'EPD

Il existe des programmes nationaux d'EPD qui définissent clairement les marges de manœuvre prévues par la norme pour le contexte national et qui mettent également à disposition des bases de données génériques. Les définitions nationales pour la Suisse ont été publiées dans l'avant-propos de la norme SN EN 15804 [32].

Présentation des données

Dans l'approche du cycle de vie de type I et de type III, une distinction fondamentale est faite entre les phases du cycle de vie et les indicateurs d'impact environnemental. Ces deux éléments constituent les axes principaux d'une matrice dans laquelle peuvent être présentées, par exemple, les informations relatives aux impacts environnementaux des produits de construction et des ouvrages.

Indicateurs d'impact environnemental

Les différents indicateurs de l'impact environnemental des matériaux de construction peuvent être associés à une unité déclarée du produit comme le kg, la pièce ou le m³. Parmi les indicateurs essentiels figurent l'énergie primaire (PE=Primary Energy) et les émissions de gaz à effet de serre (GWP=Global Warming Potential). Pour pouvoir interpréter les résultats avec précision, il est important de connaître comment ces valeurs (sous-indicateurs) sont calculées. Par exemple, l'énergie primaire est composée de quatre sous-indicateurs (indicateurs PE renouvelable et PE non renouvelable), qui sont eux-mêmes composés des indicateurs «matière» ou «utilisé à des fins énergétiques».

Phases du cycle de vie

Le cycle de vie des bâtiments selon la norme SN EN 15978 [33] et des produits de construction selon la norme SN EN 15804 est divisé en phases, elles-mêmes subdivisées en modules. [32] Pour les produits de construction qui ne sont pas encore liés à une utilisation, les fabricants ne peuvent faire de déclarations que sur les phases de fabrication et d'élimination. Les impacts environnementaux de la phase d'utilisation (exploitation) doivent être calculés en fonction du projet.

Données génériques

Les données génériques permettent de représenter tout un groupe de produits spécifiques sur la base de données moyennes. Elles sont particulièrement utilisées dans les premières phases de planification, lorsqu'aucun fabricant particulier n'a encore été défini ou lorsque le fabricant ne dispose pas de données spécifiques.

Données spécifiques

Outre ces données génériques, il existe également des ensembles de données spécifiques, déclarées par exemple par des fabricants qui se distinguent des données moyennes en prenant en compte des processus de fabrication plus innovants ou des distances de transport plus courtes. Afin de pouvoir plus facilement représenter d'autres paramètres relatifs aux matières premières, aux sites de production ou encore aux transports, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a en outre développé des calculateurs spécifiques, comme le calculateur bois (Holzrechner) [6] ou le calculateur béton, en tenant compte des bases de données génériques.

Données d'écobilan de la KBOB dans la construction

Les «données d'écobilan dans la construction» de la Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrages publics (KBOB) [5] sont basés sur la base de données ecoinvent-LCI [38]. Ces données d'écobilan de la KBOB fournissent une collection complète des impacts environnementaux des matériaux et éléments de construction pour lesquels les unités de charge environnementale (UBP), l'énergie primaire et les émissions de gaz à effet de serre ont été calculés pour les phases de fabrication et d'élimination. On y trouve aussi la quantité de carbone biogénique stocké pendant la phase d'utilisation. Les données d'écobilan de la KBOB sont en grande partie génériques et donc transférables à différents fabricants, comme c'est le cas pour les données relatives au bois.

Différences entre KBOB et SN EN 15804

Selon une étude comparative [8] les règles de calcul et la délimitation des phases du cycle de vie entre KBOB [5] et les EPD selon la norme SN EN 15804 [32] diffèrent certes quantitativement, mais ne conduisent pas à des conclusions contradictoires sur le plan qualitatif. Dans la liste KBOB:

- Le module D n'est pas intégré. Ce module indique les avantages et les charges en dehors des limites du système. Il s'agit notamment du potentiel de réutilisation et de recyclage du produit de construction, c'est-à-dire de l'énergie renouvelable recupérable issue de la combustion des matériaux de construction biosourcés, qui permet de remplacer les sources d'énergie non renouvelables.
- Le pouvoir calorifique supérieur est pris en compte au lieu du pouvoir calorifique inférieur.
- Le carbone biogénique stocké est indiqué comme indicateur supplémentaire en kg C.
- L'énergie primaire est exprimée en kWh dans la liste KBOB et en MJ dans EPD.

Indicateurs clés pour le bois

Évaluation des matériaux de construction

Outre les indicateurs relatifs aux effets défavorables des matériaux de construction sur l'environnement (nuisances), il existe également des indicateurs relatifs aux effets favorables. Il est donc important de les connaître, en particulier pour le bois.

Aussi bien dans la liste KBOB que dans les EPD selon la norme SN EN 15804 [32] on trouve:

- La capacité de stockage de carbone des matériaux de construction biosourcés pendant la phase d'utilisation qui est indiquée en tant que carbone biogénique en «kg de carbone».
- Différenciation de la teneur en énergie primaire:
 - a) Énergie primaire utilisée sous forme de matière, correspond au pouvoir calorifique du matériau utilisé
 - b) Énergie primaire utilisée à des fins énergétiques: énergie primaire consommée pour produire le matériau de construction

Uniquement dans EPD selon SN EN 15804 [32]:

- Module D avec les potentiels de réemploi, de récupération et/ou de recyclage, par exemple sous la forme de récupération d'énergie à partir de bois usagé, ou le potentiel de puits ultérieur par le biais de la séquestration et le stockage du carbone (CCS et BECCS).

Pour que les offres soient définies de manière équitable, il est utile de définir des conventions spécifiques aux matériaux dans la déclaration environnementale de produit (EPD). C'est pourquoi il existe des normes avec des règles supplémentaires par catégories de produits. Pour le bois, les règles suivantes sont indiquées dans la norme SN EN 16485 [35].

- Teneur en eau du bois pour le bois massif/les produits rabotés: 12 %
- Teneur en eau du bois pour les panneaux à base de bois: 7 %
- Teneur en carbone biogénique du bois dont la teneur en eau est 12%: 1,63 kg CO₂ par kg de bois
- Contenu énergétique biogène: 14,1 MJ par kg de bois

- Le facteur carbone cf pour le bois selon la norme SN EN 16449 [34] est de 0,5; une tonne de bois contient donc une demi tonne de C. Des facteurs de carbone cf encore plus différenciés ont pu être déterminés scientifiquement pour différentes essences de bois.

Calculs du cycle du carbone

On prend en général en compte 1835 kg de CO_2 lié par tonne de bois absolument sec, c'est-à-dire en considérant la masse anhydre.

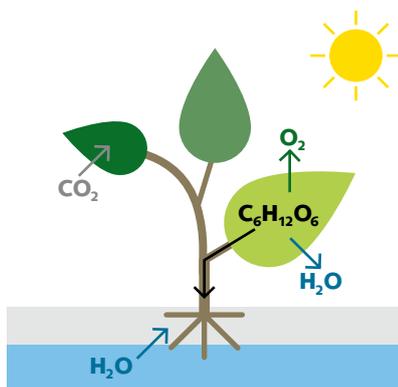
Séquestration

Le dioxyde de carbone (CO_2) est absorbé et fixé par la photosynthèse de la plante (séquestration).



Cette équation montre que six molécules de dioxyde de carbone (CO_2) et douze molécules d'eau (H_2O) sont transformées en une molécule de glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) et six molécules d'oxygène (O_2) sous l'influence de l'énergie lumineuse, alors que six molécules d'eau s'évaporent simultanément.

Le glucose est utilisé par l'arbre dans la zone de croissance (cambium), où il est par exemple transformé en cellulose ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$).



La photosynthèse de la plante

Réémission

Le dioxyde de carbone stocké dans le bois et réémis lors de la décomposition peut être calculé selon la norme SN EN 16449. [34]. On détermine tout d'abord la masse de bois séché au four (anhydre). Celle-ci est ensuite multipliée par la part de carbone correspondante, puis ajustée avec le facteur correspondant au dioxyde de carbone.

La conversion en dioxyde de carbone est basée sur le rapport des masses atomiques du dioxyde de carbone (CO_2) et du carbone (C) qui est de 44:12 et correspond à un facteur de 3,67.

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{\rho_w \cdot V_w}{1 + \frac{w}{100}} \cdot cf \cdot \frac{44 \text{ Mol CO}_2}{12 \text{ Mol C}}$$

P_{CO_2} Le carbone biogénique libéré dans l'atmosphère sous forme d'émissions de dioxyde de carbone provenant du produit (par exemple, les sources d'énergie en fin de vie) (kg)

cf Le pourcentage de carbone dans la biomasse ligneuse (masse sèche), 0,5 par défaut

w La teneur en eau du produit (p.ex. 12%)

ρ_w La masse volumique apparente de la biomasse du produit en bois à ce taux d'humidité (kg/m^3)

V_w le volume du produit en bois à ce taux d'humidité (m^3)

Pour les produits en bois, le volume de bois $V_w = V \cdot VP$

V Pourcentage de bois

VP Volume brut du produit bois

Évaluations

L'évaluation de la durabilité des ouvrages selon la norme SN EN 15643 [31] comprend les aspects écologiques, sociaux et économiques. Ce n'est que sur la base d'une unité fonctionnelle comparable que des évaluations écologiques peuvent être effectuées pour comparer des variantes. Celles-ci ne sont que mentionnées ici.

Évaluation des composants

Sur le site www.lignumdata.ch, les données publiées par la Confédération dans la «Liste KBOB des données des écobilans dans la construction» (données par kg) sont tout d'abord attribuées aux matériaux de construction, puis ramenées au volume par le biais de la masse volumique respective des matériaux de construction, pour être ensuite additionnées dans les éléments de construction en fonction de leur proportion par mètre carré. Il en résulte des valeurs qui peuvent être utilisées pour la comparaison relative d'éléments de construction aux performances similaires ou pour les estimations dans les premières phases de planification. Entre les données de l'écobilan de la KBOB [5] et les EPD selon la norme SN EN 15804 [32] il n'existe pas encore de convergence officiellement reconnue. La «fabrication» correspond aux modules A1–A3. L'«élimination» correspond à C1–C4, et la donnée «carbone biogène» correspond dans les EPD à l'indicateur «teneur en carbone biogène dans le produit».

Évaluation des bâtiments en Europe

L'évaluation des bâtiments selon la norme SN EN 15978 [33] se fait sur la base des EPD. L'étendue minimale d'une déclaration environnementale (EPD) selon la norme SN EN 15804 [32] comprend les phases de fabrication et d'élimination avec les modules A1–A3 + C1–C4 + D, donc sans les effets spécifiques au projet de la phase de construction (A4–A5) et de la phase d'utilisation (B1–B7) comme par exemple les dépenses de matériaux pour le remplacement, l'entretien ainsi que l'exploitation.

Évaluation des bâtiments en Suisse

Prescriptions

- Le certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB) et le modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC) ne prennent en compte que l'efficacité énergétique dans la phase d'exploitation des bâtiments.

Fiches techniques et normes

- Le modèle de politique énergétique de la société à 2000 watts a pour objectif de réduire les besoins en énergie à 2000 watts de puissance continue et les émissions de CO_2 à une tonne par habitant et par an. Il tient compte du logement et de la mobilité.
- Le modèle de la société à 2000 watts a servi de base au cahier technique SIA 2040 [23], qui sera remplacé en 2024 par la norme SIA 390-1 «La voie climatique – bilan des émissions de gaz à effet de serre et de l'énergie dans les bâtiments». [24]
- Les calculs pour l'énergie grise (énergie primaire non renouvelable) sont effectués selon le cahier technique SIA 2032 «L'énergie grise – Établissement du bilan écologique pour la construction de bâtiments». [22] Ces calculs se réfèrent à la phase SIA «Construction», qui se compose des modules A1–A3 & B4 + C1–C4 selon SN EN 15804. [32] Les données d'écobilan dans la construction de la KBOB servent de base pour ces calculs. [5]

Labels

- Outre l'efficacité énergétique dans la phase d'exploitation, Minergie Eco prend également en compte l'énergie grise (énergie primaire non renouvelable) issue de la fabrication et de l'élimination des matériaux. Depuis 2022, les émissions de gaz à effet de serre et le stockage de carbone biogénique sont également indiqués pour toutes les nouvelles constructions Minergie.
- Le standard de Construction durable Suisse (SNBS) prend en compte, parmi une multitude d'autres aspects, l'impact environnemental des matériaux de construction selon la liste de la KBOB.

Conventions

Les conventions sont des hypothèses ou des règles établies qui sont reconnues et utilisées dans des contextes ou des domaines spécifiques. Elles servent à créer une base uniforme pour les décisions, les évaluations ou les actions.

L'évaluation uniforme des bâtiments nécessite différentes conventions qui font l'objet des politiques actuelles [16] [13], économiques et scientifiques. Ainsi, l'hypothèse de la durée de vie escomptée des éléments de construction et des bâtiments ainsi que le traitement des déchets à la fin du cycle de vie ont une influence considérable sur l'évaluation des impacts environnementaux. La définition des conventions a donc également un impact sur la possibilité d'influencer efficacement les décisions en matière de construction.

Durée de vie

La durée de vie comprend l'ensemble de la période allant de la fabrication d'un produit à son élimination finale ou à son recyclage. La durée de vie totale est importante pour l'analyse de l'impact global d'un produit sur l'environnement.

Durée d'utilisation

La durée d'utilisation fait référence à la période pendant laquelle un produit est effectivement utilisé dans sa fonction prévue. La durée d'utilisation est déterminante pour le calcul des impacts environnementaux par unité d'utilisation. Par exemple, un produit ayant une durée d'utilisation plus longue peut être plus respectueux de l'environnement sur son cycle de vie, malgré un impact environnemental initial plus élevé, car il peut être utilisé plus longtemps et doit être remplacé moins souvent.

Durée d'amortissement

De façon standard, les évaluations écologiques des bâtiments sont proposées sur une période d'un an, afin de comparer différents objets entre eux dans des conditions uniformes ou de fixer des valeurs limites comparables.

Le cahier technique SIA 2032 «L'énergie grise – Établissement du bilan écologique pour la construction de bâtiments». [22] fixe pour la Suisse différentes «durées d'amortissement» des matériaux de construction pour l'évaluation des bâtiments. Celles-ci ne doivent pas être confondues ni assimilées à la durée d'utilisation effective, qui, elle, peut varier en fonction de la situation.

Il existe plusieurs inconvénients à ces «périodes d'amortissement» fixées:

- L'allongement de la durée d'utilisation effective n'entraîne aucun avantage dans l'évaluation, de même que les effets négatifs résultant de la réduction de la durée d'utilisation ne sont pas pris en compte.

- Les impacts environnementaux générés au cours du cycle de vie sont répartis sur la période d'amortissement définie, indépendamment du moment de l'émission.

Or, du point de vue du climat, c'est bien le moment effectif de l'émission qui est pertinent, car l'effet climatique des gaz à effet de serre se produit immédiatement à partir du moment où ils sont émis.

Carbone biogénique

Il existe un consensus sur le fait que retarder les émissions biogènes de CO₂ par un stockage temporaire (par exemple, dans des matériaux de construction biosourcés) a une influence sur l'évolution de l'augmentation de la température moyenne mondiale. [14]

Il existe différentes méthodes et réglementations pour comptabiliser ce carbone biogénique dans l'analyse du cycle de vie des bâtiments.

Méthode selon SN EN 15804

La teneur en carbone des produits est d'abord évaluée avec un potentiel de réchauffement global négatif qui, lors de l'élimination, est réintroduit à 100% dans l'atmosphère. Il en résulte un stockage temporaire pendant la durée d'utilisation du matériau. Celui-ci est généralement compensé par les émissions à la fin de la durée d'utilisation avec une valeur positive.

Méthode selon KBOB

Dans la liste KBOB «Données d'écobilan», le carbone biogénique contenu dans les produits de construction n'est pas pris en compte dans le potentiel de gaz à effet de serre, il est indiqué séparément et exprimé en kg C. Ce paramètre permet de quantifier le carbone contenu dans les matières premières biosourcées [5].

Approche dynamique

Avec la Dynamic LCA (DLCA), un paramètre temporel est introduit dans l'analyse traditionnelle du cycle de vie (ACV). [13] L'approche dynamique permet par exemple de prendre en compte la régénération des matières premières biosourcées et renouvelables pendant la durée d'utilisation.

Il existe différentes mises en œuvre de l'approche dynamique en ce qui concerne le carbone biogénique, qui ont une grande influence sur l'établissement du bilan:

- En France, une approche dynamique a été introduite dans la «Réglementation environnementale» RE2020. Les émissions des matériaux de construction biosourcés sont moins importantes à la fin de leur cycle de vie, à mesure que leur durée d'utilisation augmente.
- Des méthodes affinées prennent en compte le moment de l'absorption du carbone biogène lors de la croissance des plantes ainsi que l'influence de la durée de croissance de ces matières premières biosourcées (durée entre le semis et la récolte).

Analyse des flux de matières

Le carbone stocké dans les produits de construction biosourcés est évalué dans le temps à l'aide d'une analyse des flux de matières (approche inflow/outflow). En cas d'augmentation de la quantité, le carbone supplémentaire stocké agit comme un puits. Cette approche est adaptée à l'ensemble d'un parc immobilier, mais pas au bilan de bâtiments individuels.

Économie circulaire: réutilisation et recyclage

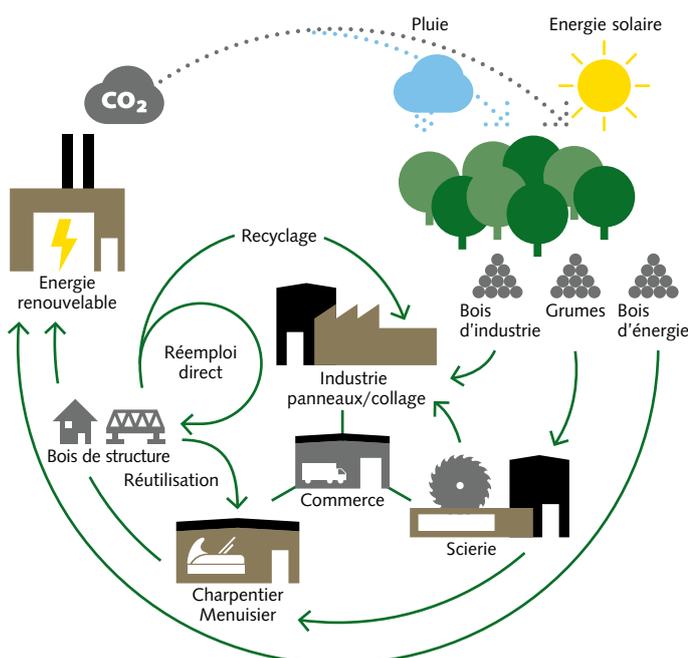
On estime à 1,5 milliard de tonnes la quantité de matériaux de construction contenus dans les bâtiments suisses. Chaque année, environ 15,5 millions de tonnes de déchets de construction sont générés, soit 65% des déchets produits annuellement en Suisse. La déconstruction d'une maison individuelle génère à elle seule environ 400 tonnes de déchets de construction. Ils se composent à 90% de briques, de béton et de plâtre. Les 10% restants sont du bois, des matériaux de construction contenant du plâtre ainsi que des métaux, des isolants et des matières plastiques. Aujourd'hui, environ 80% des déchets de construction suisses sont séparés, traités et valorisés en tant que matériaux de construction recyclés. Le reste des déchets de construction est soit incinéré dans des usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM), soit directement mis en décharge. [9]

Réutilisation et recyclage

L'approche de l'économie circulaire offre un grand potentiel de réduction de la consommation de ressources dans le secteur de la construction. Aujourd'hui, les bâtiments devraient être conçus et construits de manière à pouvoir être utilisés le plus longtemps possible et à pouvoir être déconstruits en fin de vie pour un recyclage de qualité. Dans le cas de l'utilisation du bois, cela signifie que le matériau est utilisé le plus longtemps possible et avec la meilleure qualité possible dans des applications matérielles et qu'il n'est valorisé thermiquement qu'en dernier lieu (utilisation en cascade).

Des efforts de conception supplémentaires pour améliorer la circularité des éléments de construction dans d'autres bâtiments, par exemple avec des mesures telles que la conception pour le démontage (angl: Design for Disassembly, DfD), le réemploi (Re-Use) ou le recyclage (recycling), peuvent être pris en compte dans les calculs d'ACV. Dans les EPD, elles sont indiquées dans le module D.

- Pour le recyclage et le réemploi, les impacts environnementaux résultant de la fabrication de nouveaux produits sont évités (substitution).
- Pour le DfD, les avantages d'une durée de vie prolongée sont présentés.



Utilisation en cascade dans le cycle renouvelable du bois.

Règles de catégorie de produit (PCR)

La norme SN EN 16485 [35] fournit les règles de définition des catégories de produits (PCR) générales pour les déclarations environnementales de Type III relatives aux produits en bois et dérivés du bois destinés à être utilisés dans la construction. Elle complète les règles régissant les catégories de produits de construction définies dans l'EN 15804. L'utilisation de cette norme incite de façon importante à prendre en compte l'utilisation en cascade des ressources dans la construction.

Prise en compte des impacts en fin de cycle de vie selon la norme SN EN 16485

Dans les analyses de cycle de vie, les impacts environnementaux liés à la réhabilitation, à la déconstruction ou à la démolition en fin de vie peuvent être considérés différemment selon les scénarios; il ne doit pas y avoir de double comptage.

Lorsque des produits, des substances et/ou des sources d'énergie réutilisables entrent dans un nouveau cycle de vie, ils sortent du cycle de vie initial du produit et cessent d'être des déchets. Ce processus est également appelé «End-of-Waste» (EoW) et s'applique lorsque, selon la norme SN EN 16485 [35] les critères suivants sont remplis:

1. Utilisation à des fins spécifiques
2. Marché ou demande existants
3. Respect des exigences techniques et des prescriptions légales
4. Pas d'effets nocifs sur l'environnement ou la santé

Les impacts environnementaux correspondants liés à l'élimination sont ensuite transférés au bâtiment suivant. Par exemple, le contenu énergétique du produit pris en compte dans le module C3 doit être déduit des indicateurs liés aux matériaux pour l'utilisation totale d'énergie primaire renouvelable, et pour la fabrication (énergie primaire renouvelable fabrication). On suppose alors que ce contenu énergétique sera utilisé dans le cycle de vie suivant. [36]

Le traitement des déchets fait partie du système de produits, qui est analysé selon le principe du pollueur-payeur.

Si EoW n'est pas atteint et que le produit est éliminé en tant que déchet, ces processus sont attribués au module D en tant que crédits et charges au-delà des limites du système de produits. Par exemple, si le bois est utilisé comme «combustible secondaire» pour fabriquer un autre produit, le produit initial peut recevoir un crédit dans le module D pour l'utilisation évitée de «combustibles primaires».

Les déchets produits au cours de la phase de fabrication et non à la fin du cycle de vie peuvent également atteindre le statut de EoW, mais les charges et avantages potentiels associés ne peuvent généralement pas être comptabilisés dans le Module D. Ces déchets sont affectés en tant que co-produits et la prise en compte de leurs émissions est généralement basée sur les valeurs économiques.

Processus de travail numérique (workflows)

Grâce à la méthode BIM et aux outils de calcul qui l'accompagnent, les bâtiments peuvent être optimisés dès les premières phases de planification. Le cours en ligne www.bim-lca.ch montre, à l'aide de différents workflows, comment ce thème peut être appliqué dès aujourd'hui dans le monde numérique. [3] Pour garantir un échange de données sans problème, Lignum a intégré sa base données dans le dictionnaire de données buildingSMART (Dictionary: LCA indicators and modules) [4] [10] selon la norme SN EN ISO 23386 [30] et en respectant la structure des données EDP selon la norme SN EN ISO 22057. [29]

Littérature

- [1] Lignatec N° 25 – «Protection du climat, efficacité énergétique et construction en bois – Bases», 2011
- [2] Lignatec N° 26 – «Protection du climat, efficacité énergétique et construction en bois – Applications», 2012
- [3] Formation en ligne: www.bim-lca.ch, Christelle Ganne Chédeville, BFH AHB, 2021
- [4] Templates de CEI-Bois [Digital Templates | CEI-Bois](https://treeze.ch/de/rechner), CEI-Bois, 2021
- [5] [Données écobilans dans la construction KBOB/ecobau/IPB](https://www.kbob.ch/ecobau/IPB), 2022
- [6] Holzrechner <https://treeze.ch/de/rechner>
- [7] Écofacteurs suisses 2021 selon la méthode de la saturation écologique, OFEV, 2021
- [8] Rapport de travail «Bases techniques pour l'examen d'un passage aux normes européennes EPD pour l'évaluation écologique des matériaux de construction et des bâtiments», F. Werner & R. Frischknecht, 2018
- [9] «Élimination des déchets, Illustration en Suisse», OFEV, 2016
- [10] [Dictionnaire de données Building smart \(bSDD\)](https://www.bim-lca.ch)
- [11] «Making Concrete Change: Innovation in Low-carbon Cement and Concrete», Royal Institute of international Affairs, 2018
- [12] R. M. Andrew, «Global CO₂ emissions from cement production 1928–2018», *Earth Syst. Sci. Data*, 11, 1675–1710, 2019
- [13] Collinge, William et al., «Dynamic life cycle assessment: Framework and application to an institutional building», *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2012
- [14] H. D. Matthews et al., «Temporary nature-based carbon removal can lower peak warming in a well-below 2 °C scenario», *Commun Earth Environ* 3, 65, 2022
- [15] Taxonomie du financement durable – Règlement (UE) 2020/852
- [16] SR 641.711 «Ordonnance sur la réduction des émissions de CO₂», état au 1^{er} janvier 2024
- [17] RS 933.0 «Loi fédérale sur les produits de construction (LPCo)», état au 1^{er} septembre 2023
- [18] SN EN ISO 14020 «Déclarations environnementales et programmes pour les produits – Principes et exigences générales», 2023
- [19] SN EN ISO 14021 «Marquage et déclarations environnementaux – Autodéclarations environnementales (Étiquetage de type II)», 2016
- [20] SN EN ISO 14024 «Labels et déclarations environnementaux – Délivrance du label environnemental de type I – Principes et procédures», 2019
- [21] SN EN ISO 14025 «Marquages et déclarations environnementaux – Déclarations environnementales de Type III – Principes et modes opératoires», 2010
- [22] Cahier technique SIA 2032 «Energie grise – Établissement du bilan écologique pour la construction de bâtiments», 2020
- [23] Cahier technique SIA 2040 «La voie SIA vers l'efficacité énergétique», 2017
- [24] SN 591390-1, (SIA 390-1) «La voie climatique – bilan des émissions de gaz à effet de serre et de l'énergie dans les bâtiments», 2017
- [25] SN EN ISO 14040/A1 «Management environnemental – Analyse du cycle de vie – Principes et cadre», 2021
- [26] SN EN ISO 14044 «Management environnemental – Analyse du cycle de vie – Exigences et lignes directrices», 2006
- [27] ISO 21930 «Durabilité des ouvrages de construction – Principes de base pour la déclaration environnementale des produits de construction et des installations techniques utilisés dans les ouvrages de construction», 2017
- [28] SN EN ISO 21931 «Développement durable dans les bâtiments et les ouvrages de génie civil – Cadre méthodologique de l'évaluation au sens du développement durable des performances environnementales, sociales et économiques des ouvrages de construction», 2022
- [29] SN EN ISO 22057 (SIA 490.056) «Développement durable dans les bâtiments et ouvrages de génie civil – Modèles de données pour l'utilisation des déclarations environnementales de produits (DEP) pour les produits de construction dans la modélisation des informations de la construction (BIM)», 2022
- [30] SN EN ISO 23386, (SIA 440.003) «Modélisation des informations de la construction et autres processus numériques utilisés en construction – Méthodologie de description, de création et de gestion des propriétés dans les dictionnaires de données interconnectés», 2020
- [31] SN EN 15643, (SIA 490.001) «Contribution des ouvrages de construction au développement durable – Cadre pour l'évaluation des bâtiments et des ouvrages de génie civil», 2021
- [32] SN EN 15804+A2, (SIA 490.052+A2) «Contribution des ouvrages de construction au développement durable – Déclarations environnementales sur les produits – Règles régissant les catégories de produits de construction», 2022
- [33] SN EN 15978, (SIA 490.010) «Contribution des ouvrages de construction au développement durable – Evaluation de la performance environnementale des bâtiments – Méthode de calcul», 2011
- [34] SN EN 16449, (SIA 265.576) «Produits en bois et dérivés du bois – Calcul du contenu en carbone biogénique du bois et conversion en dioxyde de carbone», 2014
- [35] SN EN 16485, (SIA 265.577) «Bois ronds et sciages – Déclarations environnementales de produits – Règles de définition des catégories de produits en bois et à base de bois pour l'utilisation en construction», 2014
- [36] prEN 16485: Projet «Round and sawn timber – Environmental Product Declarations – Product category rules for wood and wood-based products for use in construction», 2023
- [37] Whitepaper «[Digital vernetzte Bauproduktdaten als Grundlage für die Zirkularität](https://www.bim-lca.ch)», Bâtir digital Suisse | buildingSMART Switzerland, 2024
- [38] Base de données Ecoinvent, Zurich www.ecoinvent.org
- [39] GaBi, logiciel et base de données sur la durabilité des produits de Sphera, États-Unis, www.gabi-software.com
- [40] ÖKOBAUDAT, Institut fédéral de recherche sur la construction, la ville et le territoire (BSR), Allemagne www.oekobaudat.de



Lignum
Holzwirtschaft Schweiz
Economie suisse du bois
Economia Svizzera del legno

Mühlebachstrasse 8
CH-8008 Zürich
Tel. 044 267 47 77
info@lignum.ch
www.lignum.ch

Chemin de Budron H6, CP 113
CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne
Tél. 021 652 62 22
cedotec@lignum.ch
www.lignum.ch

Éditeur
Lignum, Economie suisse du bois
Parution novembre 2024

Ce projet a été réalisé avec le soutien de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) dans le cadre du plan d'action bois

En collaboration avec
Swiss Timber Engineers ste
www.swisstimberengineers.ch

Rédaction
Hansueli Schmid, Lignum
Dr. Christelle Ganne-Chédeville et Prof Dr. Aude Chabrelie, Haute école spécialisée bernoise (BFH), Architecture, Bois et génie civil, Bienne

Images
Pixabay

Traduction
Lignum Office romand

Mise en page
BN Graphics, Zurich