



La construction durable avec des matériaux minéraux

Berne, le 6 mai 2024

Version 1.0

Saviez-vous que...

- ... les matériaux de construction minéraux sont parfois **directement réemployables comme éléments de construction à part entière** ?
- ... **le cadre nécessaire à une déconstruction respectueuse** est mis en place dès la **conception** afin de tirer parti des possibilités de séparer, de réemployer ou de recycler les éléments et les matériaux de construction ?
- ... les matériaux de construction minéraux sont traités en Suisse au niveau **régional et de manière décentralisée**, près de leur lieu d'utilisation, ce qui permet d'éviter de longs transports générateurs d'émissions de gaz à effet de serre ?
- ... la Suisse pourrait **en théorie couvrir à 100 %, avec ses gisements de matières premières et ses matériaux recyclés**, ses besoins en matériaux de construction minéraux ?¹
- ... durant leur cuisson notamment, les matériaux de construction **génèrent de grandes quantités d'émissions de gaz à effet de serre**, que dans bien des cas les économies d'énergie ne suffisent pas à compenser durant leur phase d'utilisation ? Il faut donc veiller à utiliser avec parcimonie et **le plus longtemps possible** les éléments de construction fabriqués.
- ... le **béton à base de granulats recyclés préserve les ressources naturelles en sable et en gravier** ? L'utilisation de granulats recyclés constitue aujourd'hui une technique reconnue.
- ... les importants travaux de **recherche et de développement** menés en vue de la **réduction des émissions de gaz à effet de serre du béton et du ciment** donnent déjà de premiers résultats ?
- ... lors de la démolition d'un ouvrage de construction, les matériaux **sont recyclés à plus de 80 %** ?

¹ Exposition Materia Helvetica, 2022, <https://materia-helvetica.ch/fr> ; à l'heure actuelle, près de 20 % des matériaux de construction minéraux sont importés.

Table des matières

1	Avant-propos	3
2	Terminologie : matériaux de construction minéraux	3
3	Législation.....	4
4	Consommation annuelle et flux des matériaux de construction minéraux	6
5	Valorisation : normes à prendre en compte et état de la technique	7
6	Évaluation écologique des matériaux de construction minéraux : marche à suivre	9
7	Les matériaux de construction minéraux et l'économie circulaire	11
8	Utilisation durable recommandée des matériaux de construction minéraux	13
9	Le béton comme matériau de construction : développements et innovations ..	20
10	Recommandations par phase des travaux	21
11	Autres aides à la mise en œuvre	24

Impressum

Rédaction

Direction René Bähler, KBOB
Auteurs Intep – Integrale Planung GmbH

En collaboration avec

des représentants de constructionsuisse, de NEROS, de l'OFEV et du groupe spécialisé Construction durable de la KBOB

Éditeur

KBOB, c/o OFCL - Office fédéral des constructions et de la logistique,
Fellerstrasse 21, 3003 Berne
<http://www.kbob.admin.ch>

1 Avant-propos

La présente recommandation vise à :

- donner un aperçu de la construction durable à l'aide de matériaux minéraux, afin qu'une telle approche puisse être mise en œuvre de manière judicieuse ;
- créer les bases requises pour que les propriétés des matériaux de construction minéraux soient exploitées de façon ciblée, compte tenu de l'emplacement retenu et de ses contraintes spécifiques ;
- transmettre un savoir utile à la protection tant du climat que des ressources lors de l'utilisation de matériaux de construction minéraux et à expliquer les arbitrages à effectuer entre ces deux objectifs ;
- présenter aux utilisateurs les avantages et inconvénients des matériaux de construction minéraux ;
- signaler des instruments de référence, les développements actuels et les sources d'information utiles.

La présente recommandation s'adresse aux :

- services de la construction et des immeubles (SCI) de la Confédération ;
- maîtres d'ouvrage publics de la Confédération, des cantons et des communes ;
- entreprises liées à la Confédération.

Délimitation :

- Seuls certains types de matériaux de construction minéraux et les applications correspondantes sont mentionnés ici, à titre d'exemples. Étant donné sa portée limitée, la présente recommandation n'a pas permis de passer en revue tous les matériaux et leurs applications.
- Cette recommandation s'intéresse avant tout aux applications dans le domaine du bâtiment, tout en prenant ponctuellement des exemples dans le génie civil.
- Il ne s'agit pas d'un guide pour les bureaux d'études.
- Loin d'épuiser le thème de l'économie circulaire dans la construction, cette recommandation n'en aborde que les aspects liés aux matériaux de construction minéraux, afin que, dans l'idéal, les intéressés en tiennent dûment compte dans la pratique.

2 Terminologie : matériaux de construction minéraux

Matériaux de construction minéraux

Les matériaux de construction minéraux sont principalement obtenus à partir de matières premières minérales, surtout à partir de roches meubles telles que le sable, le gravier, l'argile ou même le limon. Ces roches peuvent être de formation primaire (processus de sédimentation) ou d'origine secondaire (produits d'altération).²

Les roches solides possèdent des propriétés très différentes selon leur degré de dureté, qui leur vaut d'être considérées comme tendres, semi-dures ou dures. On trouve parmi les roches tendres les calcaires, les marnes, les argiles et les gypses. Les roches dures comprennent notamment le granit, le gneiss et le basalte. Cette liste n'est pas exhaustive.

Les pierres dures, en particulier, s'emploient couramment dans la construction sous forme de pierres naturelles (par ex. comme ballast, principalement dans le génie civil).

Certains produits de construction fabriqués à partir de différents composants³, comme le béton, s'emploient dans presque tous les types d'ouvrages et dans toutes les activités de construction. Les matériaux céramiques s'avèrent eux aussi importants, pour l'aménagement intérieur notamment⁴.

² Il convient de noter que le terme « matériau de construction » n'apparaît pas dans la législation sur les produits de construction et que dans la branche de la construction, son sens varie d'une région à l'autre. Donc, quand des normes parlent de matériaux de construction au sens traditionnel du terme, il s'agit des produits de construction au sens de la loi.

³ Par exemple, des produits de construction comme le sable, le gravier, etc. s'obtiennent à partir de matières premières géologiques et sont susceptibles d'être à nouveau transformés, par exemple en béton.

⁴ Matières premières minérales: Matières premières minérales (geologieportal.ch) / Matières premières minérales (admin.ch)

3 Législation

Les actes législatifs fédéraux relatifs aux produits de construction sont la loi fédérale sur les produits de construction (LPCo) et l'ordonnance sur les produits de construction (OPCo), qui reprennent toutes deux en Suisse la législation européenne sur les produits de construction.

La LPCo règle la mise sur le marché de tous les produits de construction et leur mise à disposition sur le marché suisse, deux activités pouvant impliquer des obligations différentes pour les opérateurs économiques. En outre, il convient de garder à l'esprit que certains produits de construction ne sont pas uniquement des produits de construction et doivent donc, le cas échéant, répondre à d'autres dispositions sectorielles pour pouvoir être mis sur le marché ou mis à disposition sur le marché.

Il faut distinguer la mise sur le marché et la mise à disposition sur le marché, d'une part, et l'utilisation, l'application, la mise en service et l'installation d'un produit de construction, d'autre part. La législation sur les produits de construction ne régit que la mise sur le marché de produits de construction et leur mise à disposition sur le marché suisse.

3.1 Droit en vigueur

Ce sous-chapitre rappelle certaines dispositions légales importantes dans le contexte de la construction et de la déconstruction avec des matériaux minéraux. Pour les spécialistes, une consultation approfondie de la législation concernant le cas d'espèce s'impose toutefois. Cette énumération n'est pas exhaustive. Des réglementations cantonales ou locales plus strictes peuvent d'ailleurs aussi s'appliquer, en fonction du lieu de construction. Quant aux normes, elles sont traitées au chapitre 5 «Valorisation : normes à prendre en compte et état de la technique».

C'est l'ordonnance sur les produits de construction **OPCo** ([Link](#)) qui fixe l'exigence d'utilisation durable des ressources naturelles à son annexe 1, ch. 7⁵ :

« Les ouvrages de construction doivent être conçus, construits et démolis de manière à assurer une utilisation durable des ressources naturelles et, en particulier, à permettre :

- a. la réutilisation ou la recyclabilité des ouvrages de construction, de leurs matériaux et de leurs parties après démolition;*
- b. la durabilité des ouvrages de construction;*
- c. l'utilisation, dans les ouvrages de construction, de matières premières primaires et secondaires respectueuses de l'environnement».*

Si une déconstruction est prévue ou si un chantier produit des déchets, c'est l'ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (ordonnance sur les déchets, **OLED**) ([Link](#)) qui s'applique. Il convient de noter que l'OLED fera sous peu l'objet d'une révision. Elle prévoit à son art. 12 une obligation générale de valoriser selon l'état de la technique. Elle règle également le tri des déchets de chantier par matériau et fixe des valeurs limites pour certains matériaux ou activités de valorisation. Son art. 20 définit les exigences suivantes pour la valorisation des déchets minéraux provenant de la démolition d'ouvrages construits :

¹ *Les matériaux bitumineux de démolition dont la teneur en HAP ne dépasse pas 250 mg par kg, les matériaux non bitumineux de démolition des routes, les matériaux de démolition non triés et les tessons de tuiles doivent autant que possible être valorisés intégralement comme matières premières pour la fabrication de matériaux de construction.*

² *Il est interdit de valoriser les matériaux bitumineux de démolition dont la teneur en HAP dépasse 250 mg par kg.*

³ *Le béton de démolition doit autant que possible être valorisé intégralement comme matière première pour la fabrication de matériaux de construction ou comme matériau de construction dans les décharges ».*

céramique: www.schulungsstelle-traunstein.de/Energieberatung/background/53040296650836f01/53040296660736c33/index.html ;
argile: Material-Archiv (materialarchiv.ch) / et aussi OFROU.

⁵ Il convient de noter que l'annexe I de l'OPCo règle les exigences applicables aux ouvrages de construction et non celles applicables aux produits de construction.

Les exigences relatives à la valorisation des matériaux d'excavation et de percement sont réglées à l'art. 19, en combinaison avec les exigences de l'annexe 3 OLED.

La loi fédérale sur les marchés publics (**LMP**) ([Link](#)) vise notamment une utilisation des deniers publics qui soit économique et qui ait des effets économiques, écologiques et sociaux durables (voir art. 2, let. a, LMP).

La LMP privilégie clairement les solutions de mise en œuvre durables, raison pour laquelle selon son art. 41, le marché est adjugé au soumissionnaire ayant présenté l'offre la plus avantageuse, soit celle présentant le meilleur rapport qualité/prix. Les offres sont ainsi évaluées à l'aide de critères d'adjudication où les aspects qualitatifs jouent un rôle majeur⁶. La Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics (KBOB) a publié des informations détaillées sur la question ([Link](#)).

3.2 Stratégie de la Confédération à titre de fil conducteur et perspectives

La stratégie du Conseil fédéral pour le développement durable mise sur une production et une consommation respectueuses des ressources. Il faut aux yeux de la Confédération une économie circulaire qui « englobe l'entier du cycle des matières et des produits, à savoir l'extraction, la conception, la production, la distribution, l'utilisation sur une durée aussi longue que possible et le recyclage »⁷. Le site de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) ([Link](#)) vous en apprendra davantage sur l'économie circulaire et sur les activités déployées au niveau de la Confédération.

Dans le cadre de l'initiative parlementaire n° 20.433 « Développer l'économie circulaire en Suisse », toute une série d'adaptations (de la loi sur la protection de l'environnement [**LPE**] surtout, mais aussi d'autres lois) ont été faites pour favoriser l'économie circulaire d'un bout à l'autre de la chaîne de création de valeur. Ces modifications concernent notamment le secteur de la construction (par ex. l'art. 35j p-LPE sur les exigences d'une construction respectueuse des ressources). Les documents relatifs à l'initiative parlementaire peuvent être consultés ici ([Link](#)).

Par ailleurs, la Suisse suit de près le dossier du Pacte vert pour l'Europe et accompagne, par exemple, le processus de révision du Règlement sur les produits de construction de l'UE (RPC). La législation révisée permettra en particulier de fixer des exigences quant aux parts minimales de produits usagés et réutilisés.

La Suisse participe en outre aux travaux internationaux de normalisation liés aux produits de construction⁸.

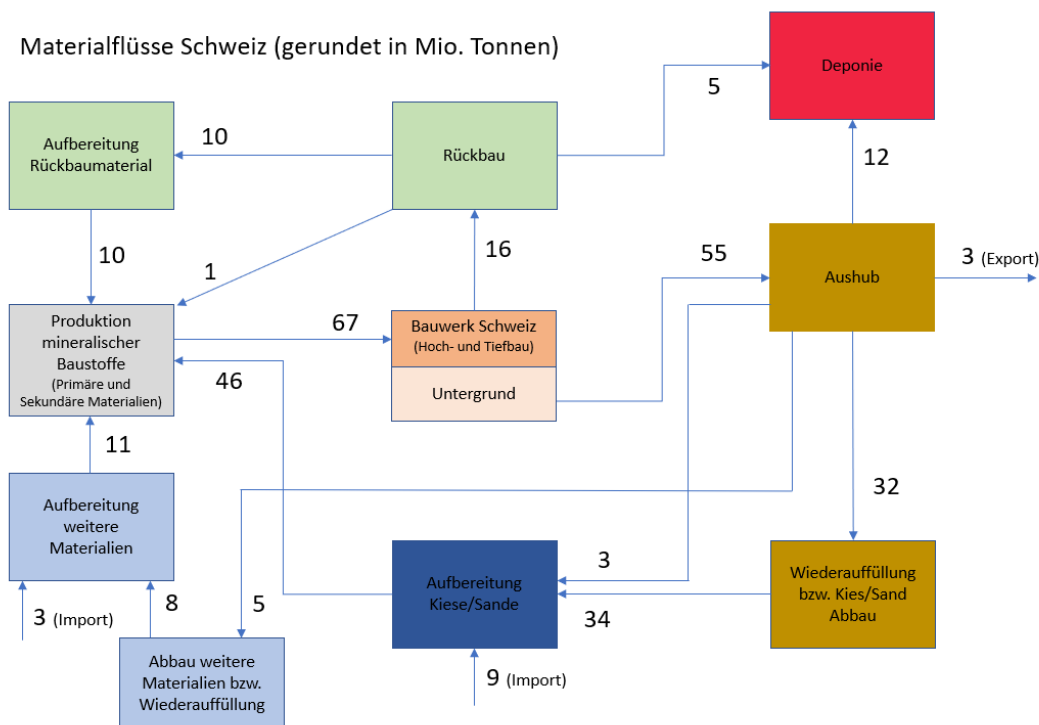
⁶ www.bafu.admin.ch > Thèmes > Thème Économie et consommation > Informations pour spécialistes > Achats publics écologiques > Cadre légal et stratégique

⁷ www.bafu.admin.ch > Thèmes > Thème Économie et consommation > Informations pour spécialistes > Économie circulaire (état en août 2022)

⁸ Fiche d'information de l'OFEV à l'intention de la CEATE-N « Prise en considération de l'économie circulaire dans la législation sur les produits de construction : possibilités et limites », 11 mars 2021 ; www.parlament.ch/fr/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefft-weiterfuehrende-links?AffairId=20200433

4 Consommation annuelle et flux des matériaux de construction minéraux

Selon le modèle des flux de gravier, de matériaux d'excavation et de déconstruction (ci-après : modèle KAR), le secteur suisse de la construction a utilisé en 2018 près de 68 millions de tonnes de matériaux de construction minéraux. À titre de comparaison, la consommation intérieure de matières premières avoisinait la même année 150 millions de tonnes (OFS, consommation intérieure de matières premières⁹). La figure ci-dessous illustre ces flux (représentation simplifiée du modèle KAR).



Principaux flux de matériaux de construction minéraux en Suisse, avec les chiffres du modèle KAR – modélisation des flux de gravier, de matériaux d'excavation et de déconstruction pour l'année 2018¹⁰. La figure a une valeur purement illustrative, car les chiffres proviennent d'une modélisation. Et comme la représentation a été fortement simplifiée et les chiffres arrondis, le bilan de masse présente de légères incohérences. En outre, les réserves sont sujettes à des fluctuations (par ex. si la réduction des stocks dépasse leur reconstitution).

Le flux entrant, de l'ordre de 68 millions de tonnes de matériaux de construction minéraux par an, est à mettre en regard du flux sortant lié à la déconstruction du bâti (béton et gravats mixtes, matériaux routiers et asphalte de revêtement, notamment), qui avoisinait 16 millions de tonnes en 2018. La différence entre ces deux flux indique une croissance annuelle de près de 51 millions de tonnes. Par ailleurs, les activités de construction conduisent à extraire du sous-sol près de 55 millions de tonnes de matériaux d'excavation par an. La majeure partie de ces déblais sert toutefois au remblayage des sites concernés.

Sur les 68 millions de tonnes de matériaux de construction minéraux entrants, 16 % (11 millions de tonnes) proviennent du recyclage de matériaux de construction (part de recyclage lors de la déconstruction ; la part des matériaux recyclés entrants n'étant pas figurée séparément), 18 % (12 millions de tonnes) des importations (somme des importations) et 66 % (45 millions de tonnes) de l'extraction en Suisse. La part des matériaux de déconstruction traités et réintroduits dans le cycle des matériaux de construction avoisine 63 % (10 millions de tonnes). Le modèle KAR ne tient compte ni du réemploi des déblais (en dehors des remblais), ni de celui des matériaux ou éléments de construction.

⁹ OFS, Indicateur d'environnement – Consommation de matières, www.bfs.admin.ch > Trouver des statistiques > Espace, environnement > Indicateurs de l'environnement > Tous les indicateurs > 1 Utilisation de ressources naturelles > Consommation de matières

¹⁰ Graphique original tiré du rapport « KAR-Modell Schweiz », publié en mai 2020 par le bureau Tinu Schneider Datenanalyse sur mandat de l'OFEV, année de référence : 2018

5 Valorisation : normes à prendre en compte et état de la technique

L'association Matériaux de construction circulaires Suisse (ex-asr) tient une liste des lois et DES normes, ainsi que des directives, des fiches d'information et des aides à l'exécution sur le thème des matériaux de construction recyclés ([Link 1](#), [Link 2](#)).

Tri des déchets de chantier



Installation de tri des déchets EbiMIK de l'entreprise Eberhard Recycling AG

Un produit recyclé de qualité suppose un tri optimal des déchets de chantier. Les robots de tri modernes permettent de produire des « matières premières secondaires homogènes aux propriétés uniformes » à partir de gravats mixtes¹¹.

Béton à base de granulats recyclés

Généralités

L'emploi de béton avec granulats recyclés correspond à l'état actuel de la technique et fait l'objet depuis 2010 du cahier technique SIA 2030 « Béton de recyclage ». Le béton avec granulats recyclés est constitué de granulats de béton (béton RC-C) ou de granulats mixtes (béton RC-M à base de briques, de grès calcaire et de béton).

Les types de béton à base de granulats recyclés utilisés jusqu'à présent permettent de réaliser des économies de matériaux (sable, gravier), mais le ciment nécessaire à leur fabrication demeure une importante source d'émissions de gaz à effet de serre. Plusieurs projets sont toutefois en cours pour réduire ces émissions, en tirant parti d'innovations. Le chapitre 9 « Le béton comme matériau de construction : développements et innovations » présente des exemples tirés de la recherche ainsi que de nouveaux produits.

Domaines d'utilisation des produits recyclés

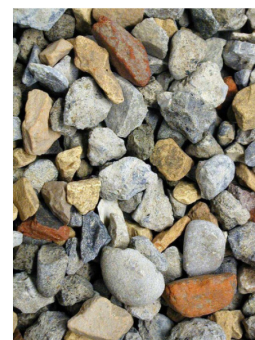
La brochure « Recommandations d'utilisation » de l'asr et de l'ASGB présente de façon claire aux maîtres d'ouvrage, aux planificateurs, aux architectes et aux ingénieurs quels matériaux de construction minéraux recyclés sont indiqués pour quelles applications dans le bâtiment, le génie civil et la construction routière ([Link](#))¹². Les granulats recyclés recommandés dans cette brochure répondent aux conditions légales, techniques et normatives applicables en Suisse.

En principe, le béton RC-C peut s'employer dans le bâtiment comme dans le génie civil alors que le béton RC-M, dont la résistance au gel et les autres caractéristiques de durabilité sont moins bonnes, ne convient pas partout. D'autres champs d'application que le béton sont à l'étude pour les granulats mixtes, comme la fabrication de ciment ou de panneaux isolants.

Betongranulat



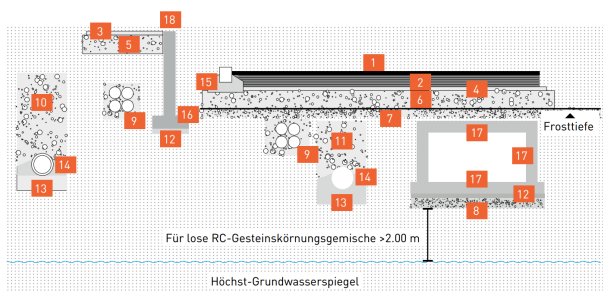
Mischabbruchgranulat



Le béton RC-C est fabriqué à partir de granulats de béton et le RC-M à partir de granulats mixtes.

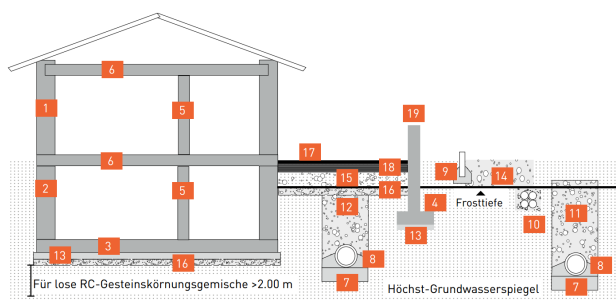
¹¹ <https://eberhard.ch/ebimik>

¹² En mai 2024, les délégués de l'asr et de l'ASGB ont décidé de fusionner pour donner naissance à l'association « Matériaux de construction circulaires Suisse ».



Recyclage dans le génie civil : domaines d'utilisation des matériaux de construction recyclés dans le génie civil et la construction routière

Source : ASGB et asr – Recommandations d'utilisation ([Link](#))



Recyclage dans le bâtiment : domaines d'utilisation des matériaux de construction recyclés dans le bâtiment

Source : ASGB et asr – Recommandations d'utilisation ([Link](#))

Asphalte recyclé



Asphalte d'enrobage, ([Link](#))

Dans le cas de l'asphalte, la teneur en agrégats d'enrobés recyclés recommandée et techniquement possible pour les couches de fondation, de base et de liaison va de 60 à 70 % (cf. norme produit SN EN 13108-1). Un écobilan dressé par la Haute école spécialisée de Suisse orientale (OST) confirme qu'une part élevée de matériaux recyclés est plus écologique que la fabrication à neuf. En effet, même si la production d'asphalte recyclé sur le chantier entraîne une émission plus importante de polluants, l'écobilan global parle clairement en faveur du recyclage¹³.

Bibliographie : Guide des bonnes pratiques « Recyclage des agrégats d'enrobés et recours aux enrobés tièdes », publié en 2021 par la plateforme Gravier pour des générations (KfG). ([Link](#))

¹³ Ökobilanz der Herstellung von Asphaltbelägen, Themenheft Asphaltrecycling, août 2021 (méthode de la saturation écologique)

6 Évaluation écologique des matériaux de construction minéraux : marche à suivre

Pour juger du bilan écologique des matériaux de construction minéraux par rapport aux autres matériaux de construction, il convient de prendre en considération toutes les phases du cycle de vie d'un ouvrage. L'impact environnemental généré lors de la construction d'un ouvrage peut être partiellement compensé durant sa phase d'utilisation ou réduit, par exemple, par l'utilisation de matières premières secondaires ou d'éléments de réemploi, ou encore par une conception soignée. Le présent chapitre aborde l'impact de la phase de construction sur l'environnement et passe en revue les possibilités de le réduire au minimum. Les avantages offerts par les matériaux de construction minéraux sur les plans de l'économie d'énergie et de l'impact environnemental durant leur phase d'utilisation seront présentés plus loin, au chapitre 8.

6.1 Impacts environnementaux à prendre en compte

Les matériaux de construction minéraux ont un impact sur l'environnement au moment de l'extraction des matières premières puis lors de leur fabrication (par ex. processus de cuisson, fabrication avec des granulats de roche recyclés), de leur transformation (par ex. découpe de blocs de pierre), du retraitement (par ex. lavage du gravier), du transport et enfin de la mise en décharge des déchets.

Toute une série d'aspects environnementaux importants, qui entrent par exemple dans le calcul de la durabilité écologique des matériaux de construction minéraux, méritent d'être cités :

- utilisation du sol (atteintes à l'habitat et renaturation)
- ressources nécessaires (intensité matérielle des éléments de construction)
- besoins énergétiques pour la fabrication, la transformation et le transport (émissions grises)
- consommation d'eau
- réchauffement climatique (émissions de gaz à effet de serre comme le CO₂)
- toxicité humaine (émissions nocives pour l'homme)
- écotoxicité (émissions nocives pour l'environnement)
- autres effets sur l'environnement, tels que l'acidification ou la surfertilisation
- bruit

Exemple portant sur l'utilisation du sol : l'extraction de matières premières primaires implique une intervention dans le système écologique pouvant entraîner des pertes ou des dégradations non négligeables¹⁴. Il est vrai qu'une remise en culture après une activité d'extraction de gravier¹⁵ peut aussi contribuer à renforcer la biodiversité.

Exemple portant sur le réchauffement climatique : le béton, plus précisément le ciment utilisé pour la fabrication du béton, est responsable d'env. 5 % des émissions de CO₂ en Suisse¹⁶. Selon cemsuisse, la production de ciment a rejeté en 2022 près de 2,4 millions de tonnes de CO₂ dans l'atmosphère¹⁷.

6.2 Données des écobilans et aides à la construction durable

Les fabricants établissent des déclarations environnementales de produits (EPD)¹⁸, qu'ils ajoutent aux déclarations techniques de leurs produits. La validité de ces documents peut être vérifiée sur le site de l'organisme de vérification. Les déclarations peuvent être consultées dans des bases de données spécifiques (par ex. Environdec : [Link](#)). D'autres sources de données ou instruments utiles aux appels d'offres sont présentés au chapitre 10.3 « Appels d'offres ».

L'évaluation écologique d'un bâtiment requiert d'examiner tant les impacts environnementaux de ses divers matériaux de construction que les quantités nécessaires à chaque fois. L'évaluation écologique globale correspondante, basée sur l'ouvrage réalisé, les éléments et les matériaux de construction utilisés ainsi que

¹⁴ swisstopo (2017) : Rapport au sujet de l'approvisionnement de la Suisse en matières premières minérales non énergétiques (Rapport sur les matières premières minérales). – Rapports du Service géologique national.

¹⁵ Fondation Nature & Économie, Favoriser les abeilles sauvages dans les gravières, www.naturundwirtschaft.ch/fr/assets/Dateien/Files/Publikationen/Plattform_Bienengesundheit_Merkblatt_Kiesgruben_fr.pdf

¹⁶ www.ecobau.ch/resources/uploads/Veranstaltungen/2107_zmittagKomakt/20210617_zmittagKompakt_Faktenblatt%20Beton_Zement.pdf (état en 2021)

¹⁷ Rapport annuel 2023 de Cemsuisse

¹⁸ Des prescriptions légales sur la prise en compte de la durabilité écologique des produits de construction se font encore attendre.

leurs cycles de vie respectifs, doit intervenir dès que possible dans la phase de planification stratégique des projets de construction.

La liste de la KBOB relative aux données écobilans dans le secteur de la construction ([Link](#)) contient des données sur la charge polluante des principaux matériaux de construction minéraux (besoins énergétiques, émissions de gaz à effet de serre, nuisances environnementales globales), lors de la fabrication, mais aussi de l'élimination. L'impact environnemental varie considérablement dans le groupe des matériaux de construction minéraux. La liste comprend de plus en plus de matériaux à faible impact sur l'environnement, tels que des produits innovants ou des variantes recyclées (état en 2023). Il convient encore de tenir compte de l'outil de calcul pour béton de la KBOB, élaboré conjointement avec le Service des bâtiments de la Ville de Zurich, qui permet de calculer l'impact environnemental d'un m³ des divers types de béton ([Link](#)).

6.3 Mesures à prendre pour réduire l'impact environnemental

Ce sous-chapitre présente différents exemples de mesures visant à réduire l'impact environnemental causé par la fabrication de matériaux ou d'éléments de construction. Outre les fabricants, les mandataires peuvent exercer une influence sur ce terrain, sachant qu'une planification respectueuse des ressources permet d'éviter toute fabrication à neuf superflue. Lors de la phase d'étude, il est décisif d'avoir à l'esprit tout le cycle de vie du bâtiment et d'opérer un arbitrage entre le souci de ménager les ressources lors de sa construction et les qualités visées tout au long de sa phase d'utilisation (par ex. réserves au niveau des charges utiles, dans l'optique d'un changement d'affectation).

- Paysage : restreindre au strict minimum l'imperméabilisation du sol dans les projets de construction, là où c'est possible et judicieux. Tant l'ASGB que les associations cantonales compétentes et la Confédération ont compilé de bons exemples de planification écologique ([Link 1](#), [Link 2](#), [Link 3](#)).
- Utilisation des ressources : prolonger la durée de vie des bâtiments, construire avec un minimum de ressources, miser sur le réemploi des éléments issus de la déconstruction et recycler les matériaux ou, si tout réemploi ou réutilisation s'avère impossible pour des raisons de qualité, utiliser des produits contenant moins de matériaux ou provenant de matières premières secondaires (matériaux à faible densité, matériaux recyclés, etc.), limiter les déchets lors de la fabrication et de la transformation / fabriquer des produits complémentaires, éviter les déchets de chantier, concevoir les produits ou les couches de construction dans une optique de démontage non destructif (« *design for disassembly* » à des fins de réemploi), ou encore proposer les éléments de construction selon une approche du produit en tant que service, système de collecte inclus.
- Besoins énergétiques pour la fabrication : opter pour les procédés de fabrication ayant le meilleur rendement énergétique.
- Émissions de gaz à effet de serre : passer aux énergies renouvelables, sans perdre de vue qu'au fond, les énergies renouvelables ne sont pas climatiquement neutres. Des émissions de gaz à effet de serre peuvent encore survenir en amont de la chaîne d'approvisionnement, qu'il s'agira d'éviter à long terme. En particulier, certains processus de fabrication industrielle génèrent du CO₂ lors de la transformation des matières premières (par ex. émissions de CO₂ géogène lors de la fabrication du ciment). Il s'agira à l'avenir de capter et de stocker ces émissions inévitables à l'aide de nouvelles technologies (« *carbon capture and storage* », CCS).

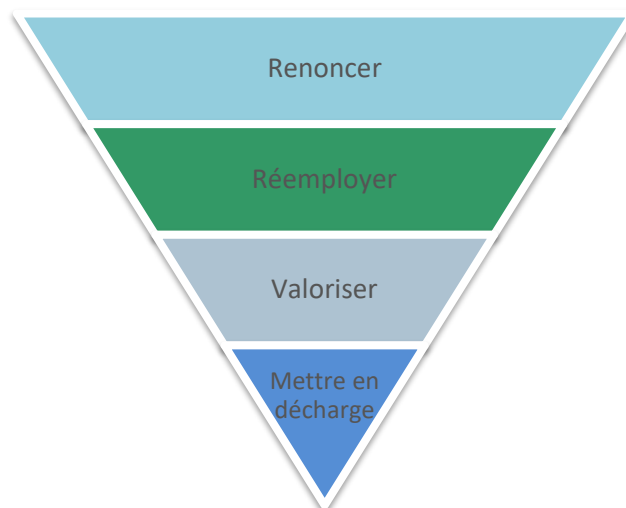
7 Les matériaux de construction minéraux et l'économie circulaire

Ces dernières années, l'économie circulaire est devenue un enjeu central dans le secteur de la construction pour réduire au minimum l'impact environnemental de l'industrie du bâtiment, tout en améliorant l'efficacité des ressources utilisées. Une telle approche vise à respecter les cycles biologiques et techniques. Le cycle biologique se concentre sur les ressources renouvelables, alors que le cycle technique s'intéresse aux ressources finales, dont relèvent les matériaux de construction minéraux.

7.1 Introduction à l'économie circulaire

Dans le domaine des ressources « techniques » ou « non renouvelables », les approches de l'économie circulaire comportent trois grands champs d'action, consistant à « renoncer », à « réemployer » et à « valoriser ».

Construire de manière circulaire implique en premier lieu de construire « différemment » et de « **renoncer** », le cas échéant (*rethink and refuse*). Il s'agit notamment d'éviter toute consommation de matériaux qui n'est pas absolument nécessaire (par ex. en réduisant le recours aux matières premières lors de la construction) et d'éviter les déchets. Cette seconde règle implique aussi de prévenir toute déconstruction future grâce à une conception flexible des bâtiments permettant des adaptations ou des changements d'utilisation. Afin d'éviter la production de déchets et de réduire les besoins en nouveaux matériaux, les bâtiments existants ne seront déconstruits que si une nouvelle construction devait présenter un meilleur impact environnemental qu'une adaptation du bâtiment en place et la poursuite de son utilisation. Pour le savoir, il faut examiner les cycles de vie des deux variantes, y compris la fabrication et l'élimination des matériaux ainsi que la phase d'exploitation.



L'utilisation des ressources respectera la pyramide inversée, affichant les priorités par ordre décroissant (représentation d'Intep).

Si une déconstruction est inévitable, il convient de **réemployer** (*reuse* ou *re-use*) un maximum d'éléments. Pour ce faire, leur déconstruction doit être expressément planifiée, dans un objectif de réutilisation. Il faut concrètement opter, lors de la conception du bâtiment, pour des techniques d'assemblage qui permettent plus tard un tri par matériau. À supposer qu'une réutilisation soit techniquement impossible ou insatisfaisante pour des raisons dûment justifiées, le choix se portera sur la meilleure méthode possible de **valorisation** (*recycling*) de l'élément ou du matériau de construction minéral. En dernier lieu, si même le recyclage n'est pas possible ou judicieux, les matériaux de construction seront **mis en décharge**.

7.2 Évaluation écologique d'une réutilisation par rapport à une valorisation

Pour réduire l'impact environnemental, il convient en premier lieu de se référer à la hiérarchie de la pyramide des ressources, en sachant que toute mesure prise dans un cas d'espèce devra s'inscrire dans une réflexion d'ensemble.

- D'une manière générale, il convient de garder à l'esprit que chaque étape de transformation implique un effort et peut entraîner des pertes de masse et de qualité des matériaux. La priorité sera donc donnée aux mesures de conservation visant à prolonger la durée de vie, d'abord des bâtiments entiers, ensuite des éléments ou des matériaux de construction non contaminés, à l'instar d'une réutilisation en lieu et place d'un recyclage.
- La durée de vie des éléments d'un bâtiment peut être prolongée, moyennant des travaux d'entretien et de réparation exécutés avec soin. Bien souvent, des immeubles sont déconstruits alors que de nombreux éléments isolés sont encore en bon état de conservation (par ex. briques ou poutres d'acier). Le cas échéant, il est indiqué d'en réutiliser les éléments dans un autre bâtiment. Pour que tel soit le cas, il est nécessaire d'élaborer à l'avance un plan de déconstruction détaillé et de faire parvenir les éléments préservés aux repreneurs intéressés.

- La valorisation est importante pour boucler le cycle de vie des matériaux. Les éléments de construction contaminés peuvent être réutilisés, après un recyclage en bonne et due forme. Une fois les polluants retirés et détruits, ou éliminés conformément aux prescriptions, les matériaux pourront être utilisés comme matières premières secondaires. Afin d'obtenir un taux de valorisation aussi élevé que possible des déchets de chantier et d'éviter toute dévalorisation des ressources (*downcycling*), il est nécessaire de procéder à une déconstruction minutieuse et de séparer systématiquement sur place les matériaux par catégorie.

Explications générales sur le réemploi, la réutilisation et la valorisation

Réemploi (*reuse* ou *re-use*)

Dans le secteur de la construction, le réemploi consiste à donner une seconde vie à des éléments entiers d'édifices. Il s'agit d'une mesure de prolongation de la durée de vie des produits destinée à en tirer un profit maximal, compte tenu de la charge polluante générée au stade de leur fabrication.

Une phase intermédiaire de rénovation ou de réparation peut s'imposer avant le réemploi. Elle consiste à restaurer la qualité, par exemple en ponçant une surface abîmée, en conservant pour l'essentiel la forme d'origine du produit de construction. Le nouveau lieu d'utilisation ne devrait toutefois pas être trop éloigné, si le transport repose sur des combustibles fossiles.

Réutilisation

Si un **réemploi (utilisation pour le même usage)** n'est plus possible, l'étape suivante de la cascade de ressources est la **réutilisation (utilisation pour un autre usage, généralement de moindre valeur)**.

Valorisation

Un certain nombre de matériaux de construction peuvent être recyclés à plusieurs reprises. Lors de leur revalorisation, ils sont broyés ou fondus en vue d'une récupération comme matières premières, leur forme initiale n'étant pas conservée. En Suisse, la revalorisation des matériaux de déconstruction minéraux comme l'asphalte de revêtement, les matériaux routiers, le béton et les gravats mixtes est une pratique établie de longue date. Les matériaux recyclés ainsi obtenus, comme les granulats de béton et les granulats mixtes, sont utilisés par exemple à la place des granulats naturels dans la fabrication de béton ou de béton avec granulats recyclés.

Bien qu'il soit généralement question de « recyclage » dans ce contexte, la valorisation entraîne souvent une réduction de la qualité (*downcycling*). Au sens strict du terme, le **recyclage constitue une valorisation en vue du même usage** (par ex. béton provenant de la construction et transformé en béton avec des granulats recyclés pour être employé à nouveau dans la construction), tandis que le **downcycling** constitue une **valorisation pour un autre usage de moindre valeur** (par ex. briques pilées pour réaliser une allée)¹⁹.

(propre représentation d'Intep)

¹⁹ Globalement, il s'agit de garder à l'esprit ici que le nouveau texte du Règlement sur les produits de construction de l'UE prévoit ici ses propres définitions légales.

8 Utilisation durable recommandée des matériaux de construction minéraux

Le secteur de la construction regorge d'exemples d'utilisation durable des matériaux de construction minéraux, qui gagneraient à être suivis. Les exemples qui suivent couvrent dans l'ordre les aspects suivants :

1. Durabilité, 2. Résistance, 3. Réemploi, 4. Disponibilité régionale 5. Approche *no tech – low tech*, 6. Emploi dans le bâtiment et le génie civil, 7. Combinaison avec d'autres matériaux de construction, 8. Béton avec granulats recyclés et asphalte recyclé, 9. Argile, 10. Le sol et les déblais comme ressources.

8.1 Durabilité des matériaux de construction minéraux

L'utilisation des matériaux de construction minéraux est particulièrement recommandée, en raison de leur durabilité, dans les cas où la longévité prime. Les possibilités d'utilisation de ces matériaux sont multiples et doivent prendre en compte toutes sortes d'exigences. Outre les propriétés de résistance, il convient de mentionner ici les exigences de durabilité (résistance au gel, au sel de déneigement, imperméabilité, stabilité) et de compatibilité avec l'environnement. Encore faut-il que les édifices ne soient pas déconstruits et leurs matériaux éliminés prématurément, pour que l'avantage de la durabilité se fasse pleinement sentir.



Panthéon, Rome



Maisons de pierre traditionnelles (« rustici »), Val Maggia

8.2 Résistance des matériaux de construction minéraux

L'emploi des matériaux de construction minéraux est également recommandé du fait de leur très grande résistance à de nombreux facteurs environnementaux : les ouvrages de génie civil (par ex. ponts, piliers, portails de tunnels, murs de soutènement) sont généralement soumis à toutes sortes d'influences externes qui soumettent la structure à des contraintes extrêmes. Les propriétés de durabilité du béton s'avèrent ici déterminantes. Il faut dès lors soigneusement choisir les matières premières et la formulation des mélanges, et veiller à leur constance. Les centrales à béton inspectées (Link) offrent les meilleures garanties à cet égard²⁰. Dans la construction de voies ferrées, les traverses en béton rendent le réseau ferroviaire plus sûr et performant. Dans le domaine de la construction hydraulique, tous les matériaux utilisés sont soumis à des contraintes extrêmes dues aux variations climatiques et à l'humidité ainsi qu'à l'écoulement de l'eau, qui charrie parfois des matières solides. Un bon choix des matières premières et une conception optimisée du mélange de béton garantissent des constructions aussi durables que possible. De plus, le béton se marie parfaitement avec d'autres matériaux de construction. Enfin, le béton et l'acier d'armature sont entièrement recyclables au terme d'une longue période d'utilisation.



Pont routier de la Tamina (St. Galler Tagblatt.ch)



Rails et traverses en béton



Béton porteur comprenant des granulats LAFE (laitiers d'aciérie électrique), utilisé pour rehausser les barrages hydrauliques

8.3 Importance majeure du réemploi des éléments de construction

Il faut réutiliser des composants pour économiser un maximum de ressources. Le réemploi ménage les ressources naturelles et s'avère rentable sur le plan écologique, notamment dans le cas des produits à forte consommation d'énergie et à forte émission de gaz à effet de serre.

Le ciment représente la principale source d'émissions de gaz à effet de serre de l'industrie suisse²¹. Il est donc recommandé d'éviter son utilisation. Le choix de réemployer des éléments de construction (au lieu de les fabriquer à neuf) permet d'éviter d'autres nuisances encore pour l'environnement.

Plusieurs projets phares de réemploi du béton ont vu le jour ces dernières années en Suisse, comme la réutilisation de blocs de béton armé pour construire une passerelle à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (voir photo ci-dessous à gauche), qui a permis d'économiser au final des ressources considérables.

À Meyrin (GE), des dalles de béton provenant de différents chantiers genevois ont été réemployées pour le sol de deux hangars (voir photo ci-dessous au centre). Les dalles dûment assemblées ont remplacé une semelle qu'il aurait fallu sinon couler sur place.

Quant aux briques en terre cuite, qui consomment beaucoup d'énergie et génèrent de grandes quantités de gaz à effet de serre lors de leur fabrication, elles ont une très longue durée de vie. Il est donc indiqué, afin d'en améliorer le bilan écologique, de les réemployer comme éléments de construction. Une option étant de réutiliser des briques individuelles, pour autant que le mortier utilisé permette de les séparer sans les casser. Une autre solution consiste à découper des pans de façade en briques et à les réemployer ailleurs, ce qui a été fait, par exemple, dans un immeuble d'habitation de Copenhague (voir photo ci-dessous à droite, [Link](#)).

²⁰ Délimitation par rapport à la certification : selon la LPCo, seuls les produits harmonisés (systèmes 1 et 1+) ainsi que les contrôles de production en usine (système 2+) sont certifiés.

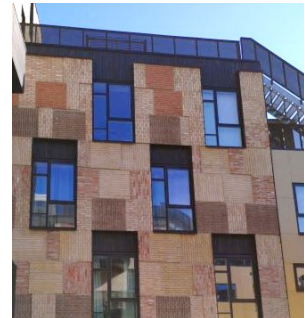
²¹ OFEV, Émissions de gaz à effet de serre générées par l'industrie (chiffres de l'année 2020), www.bafu.admin.ch > Thèmes > Thème Climat > Données, indicateurs et cartes > Données > Inventaire des gaz à effet de serre > Industrie



Une structure porteuse en forme d'arc s'avère idéale pour le réemploi de blocs de béton, car ce matériau n'est soumis qu'à des contraintes de compression.
Source : zvg



Dalles en béton pour réemploi, source : © Faz architectes



Le bâtiment « Resource Rows », à Copenhague, est constitué de modules de briques de réemploi. Photo : Nadja Lavanga

8.4 Avantage de la disponibilité régionale des matériaux de construction minéraux

Le caractère régional des matériaux de construction minéraux est également un argument en faveur de leur utilisation dans la construction : les distances à parcourir pour les obtenir sont courtes.

La Suisse couvre actuellement elle-même près de 80 % de ses besoins en matériaux de construction minéraux, mais pourrait faire mieux avec son riche sous-sol²². Ce serait d'autant plus souhaitable que les matériaux de construction minéraux sont traités au niveau régional et de manière décentralisée, près de leur lieu d'utilisation, ce qui réduit la charge environnementale due au transport²³. Il faut toutefois garder à l'esprit que l'extraction a un impact considérable sur le paysage.

Outre l'avantage des courtes distances de transport, les sites d'extraction locaux sont des lieux privilégiés pour des espèces animales et végétales rares : dès le stade de l'extraction des matières premières, des plans d'eau sans végétation, des surfaces en friche ou d'abrupts parois non colonisées apparaissent et offrent un microclimat propice à la flore et à la faune.



Carrière de gravier de Bethlehem, quadragmbh.ch

²² Exposition Materia Helvetica, 2022, <https://materia-helvetica.ch/fr> ; à l'heure actuelle, près de 20 % des matériaux de construction minéraux sont importés.

²³ La Suisse est riche en matières premières minérales, FSKB-INFO-2020-FR-WEB.pdf (arv.ch)

8.5 *No tech – low tech* : une construction massive en matériaux minéraux nécessite moins d'installations techniques



Béton avec granulats recyclés dans le bâtiment scolaire de Gebenstorf

Exemples :

Bâtiment scolaire de Gebenstorf :

Le bâtiment scolaire de Gebenstorf a été entièrement conçu selon une approche « low tech ». Du béton y est utilisé pour les finitions : tous les sols ainsi que les marches d'escalier sont en béton dur, coloré par pigmentation, avec finition patinée. Le béton apparent dans les sols et les plafonds garantit une transmission de chaleur optimale et fait office de masse d'accumulation thermique. En été, il absorbe pendant la nuit l'air frais extérieur qu'il restitue pendant la journée, évitant toute surchauffe. L'inertie thermique atténue les fluctuations de température et par là, les besoins de chauffage et de refroidissement diminuent tandis que le confort thermique s'améliore.

L'absence de toute couche supplémentaire de matériaux a fait économiser des ressources, des gaz à effet de serre ainsi que de l'argent. Aucun équipement technique n'a été installé dans la structure en béton. Tous les locaux bénéficient d'une aération transversale par la façade, sans ventilation mécanique. D'où une solution respectueuse du cycle de vie du béton²⁴.

Concept de bâtiment 2226 :

Le concept novateur et durable de l'immeuble 2226 repose sur une construction aux murs massifs qui permettent, grâce à l'efficacité de leur masse thermique, de réduire les pertes de chaleur tout en assurant un climat intérieur agréable, avec des températures optimales (entre 22 et 26 degrés). Les fenêtres, en proportion équilibrée et placées en retrait, apportent également une contribution précieuse à cet égard. Un tel concept permet de renoncer aux systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) ainsi qu'aux stores. L'enveloppe de l'édifice, dont l'épaisseur approche 80 cm, est en maçonnerie à double paroi et combine les avantages de deux fonctions différentes de la brique. La couche extérieure est composée de briques à pores grossiers pour assurer la fonction d'isolation, et la couche intérieure est composée de briques à pores fins et à densité plus élevée pour assurer la fonction d'inertie thermique et statique. Les surfaces ainsi que les matériaux utilisés dans les enduits à la chaux sont en outre conçus de façon à compenser de manière optimale les écarts de température.

Pour qu'un tel projet soit réellement écologique, il faut à chaque fois calculer l'écobilan, car les murs épais impliquent une dépense supplémentaire en ressources et en énergie grise. Afin de réduire l'impact écologique, il est recommandé d'utiliser des matériaux minéraux de réemploi ou recyclés, comme la chaux issue de matières premières secondaires. Lors de la fabrication de mortiers ou d'enduits à base de chaux, il convient de renoncer au ciment, pour ne pas affecter la longévité de la brique. Toute une série d'additifs et de liants issus de l'argile et des déchets de chantier peuvent convenir pour les sols, les murs ou la maçonnerie en argile. On notera encore que pour qu'une telle approche *low-tech* fonctionne, une présence humaine minimale dans le bâtiment s'avère indispensable afin de générer la chaleur nécessaire.



Immeuble de bureaux à Emmen « 2226 »

²⁴ www.baudokumentation.ch/m11/47/868547/223edc6109373eefb480f562d4051493.pdf

8.6 Les déchets de chantier minéraux conviennent dans le bâtiment et le génie civil

Il est recommandé de réutiliser autant que possible les déchets de chantier minéraux pour un usage similaire. L'association asr a publié dans la fiche d'information « De nouvelles perspectives pour les vieilles pierres » ([Link](#)) des recommandations sur les possibilités de récupération des déchets de chantier minéraux, avec la liste des prescriptions légales et des normes applicables.

8.7 Combinaison de matériaux minéraux et d'autres matériaux de construction



Pont vert, Espazium.ch

En plus d'être résistants aux endroits exposés, les matériaux de construction minéraux se combinent de manière optimale avec d'autres matériaux de construction. Cette particularité plaide également en faveur de l'utilisation de matériaux minéraux dans la construction.

Les constructions hybrides, alliant des éléments en dur et d'autres en bois par exemple, permettent de satisfaire à plusieurs exigences à la fois. Dans de telles constructions, le bois est souvent combiné à une base solide, comme un socle ou un noyau en béton. Il faut dès lors s'assurer que chaque matériau puisse développer au mieux ses propriétés naturelles et que la combinaison n'ait pas d'effets préjudiciables (par ex. revêtement en bois empêchant le béton d'assurer le confort thermique).

La plus haute construction hybride bois-béton de Suisse mesure 60 mètres et a été érigée en 2019 à Risch-Rotkreuz (ZG). Son ossature de bois se développe à partir d'un rez-de-chaussée en béton et comporte deux noyaux en béton coulé sur place. Des planchers hybrides en bois et en béton séparent les étages et intègrent les installations techniques du bâtiment²⁵. Le système hybride, utilisé avec climatisation intégrée, a permis de valoriser la couche de béton. « En utilisant le bois, ce système de plancher permet d'économiser l'énergie grise dans la phase de production et jusqu'à 30 % d'énergie lors de l'exploitation grâce à l'activation du béton comme volant thermique »²⁶.



Suurstoffi 22 Risch-Rotkreuz, burkardmeyer.ch

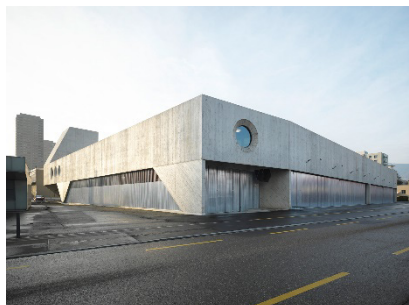
²⁵ <https://burkardmeyer.ch/projekte/suurstoffi-22-risch-rotkreuz/>

²⁶ <https://issuu.com/lignum/docs/bbu135>

8.8 Les matériaux de construction minéraux recyclés préservent les ressources naturelles

Exemple du béton :

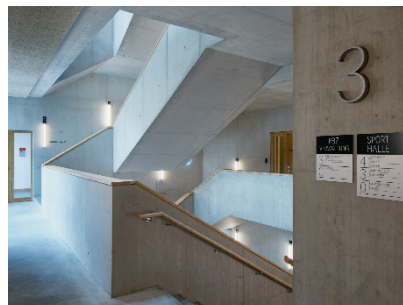
Pour la construction de bâtiments, la Ville de Zurich utilise systématiquement depuis 2002 du béton à base de granulats recyclés, soit au moins du béton RC-C ou, quand c'est techniquement possible, du béton RC-M. Les plafonds en béton apparent sont par exemple réalisés en béton RC-M.



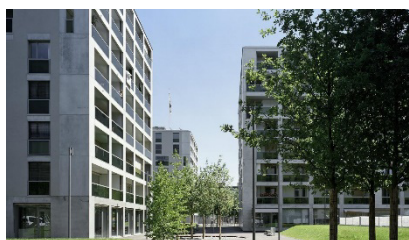
Dépôt de bus Hardau : Service des bâtiments, photo : Andrea Helbling Arazebra, Zurich



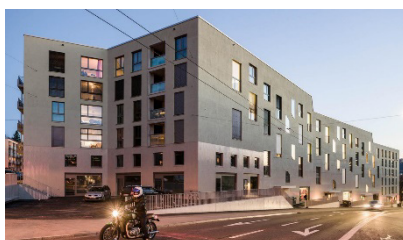
École Schauenberg : Service des bâtiments, photo : Roland Bernath, Zurich



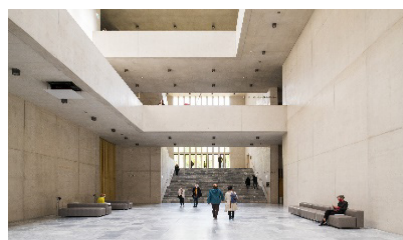
École Schütze : Service des bâtiments, photo : Theodor Stalder, Zurich



Lotissement Werdwies : Service des bâtiments, photo : Georg Aerni, Zurich



Lotissement Kronenwiese : Service des bâtiments, photo : Roman Keller, Zurich



Extension du Kunsthaus de Zurich : Service des bâtiments, photo : Juliet Haller, Zurich

Exemple de l'asphalte :

Il y a relativement peu de nouvelles routes en Suisse, il faut avant tout rénover le réseau existant. Dans ce contexte, on utilise régulièrement de l'asphalte recyclé.

De l'asphalte recyclé a par exemple servi à aménager une piste cyclable, lors de la rénovation de la route reliant Oetwil an der Limmat à Würenlos (AG). Des villes comme Berne, Küsnacht, Uster et Zurich privilégient également l'asphalte recyclé pour leurs rues de quartier et leurs routes principales.



Source : CFF

Les CFF misent de même sur l'asphalte recyclé pour les quais de gare. Un projet pilote a testé et confirmé la faisabilité d'une telle technique, qui permet de réduire d'un quart l'impact environnemental par rapport aux quais en asphalte neuf²⁷.

²⁷ <https://company.sbb.ch/fr> > Entreprise > Responsabilités > Développement durable > Économie circulaire

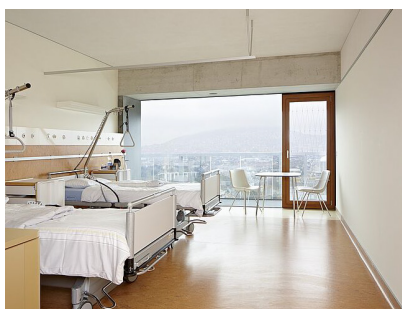
8.9 Utilisation recommandée de l'argile

L'argile est un matériau de construction minéral à part entière, qui contribue à un climat ambiant agréable. Son utilisation dans la construction est hélas encore rare en Suisse. Un changement de pratique serait ici fortement recommandé et souhaitable, car les ressources en argile ne manquent pas en Suisse, bien au contraire : la carte suisse des matières premières ([Link](#)) montre que sa disponibilité est importante, et cela sur une bonne partie du territoire.

Le plus grand potentiel d'utilisation de l'argile réside aujourd'hui à l'intérieur des bâtiments. L'argile utilisée en enduit a un effet positif sur le climat des locaux et affiche un bilan énergétique durable. Un tel enduit peut tout à la fois réguler naturellement la teneur en humidité de l'air, isoler du bruit, stocker la chaleur et absorber les odeurs. Autre avantage, l'argile est entièrement recyclable. Voici quelques exemples de son utilisation :



Maison des plantes de Laufon : IG Lehm, photo : Andrea Helbling Arazebra, Zurich



Hôpital municipal du Triemli : IG Lehm, photo : Ralph Freiner, Zurich



Bureaux à Laufon : IG Lehm, photo : fnp-architekten, Zurich

8.10 Le sol et les matériaux d'excavation : des ressources encore sous-estimées

Le sol aussi est une ressource rare, et donc il convient de privilégier une urbanisation interne. En outre, il faut mesurer au plus juste les surfaces des bâtiments, car des surfaces surdimensionnées ou inutilisables augmentent la consommation de matériaux et aggravent l'impact environnemental des bâtiments. Il est vrai que les besoins sociaux jouent également un rôle important dans la planification des surfaces (par ex. mise à disposition d'espaces communs et d'espaces de détente de proximité).

Il convient encore de mentionner à propos du sol la question des matériaux d'excavation. Selon leur qualité, diverses formes de valorisation sont envisageables dans les remodelages de terrain autorisés. Voir l'aide à l'exécution de l'OFEV relative à l'OLED, module Déchets de chantier ([Link](#)).

9 Le béton comme matériau de construction : développements et innovations

Diverses formulations innovantes pour la production de béton écologique sont à l'étude. Vous trouverez ci-dessous quelques exemples :

Potentiel du ciment écologique

Le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Empa) travaille sur la mise au point d'autres formes de ciment et de béton qui émettent moins de gaz à effet de serre ou qui parviennent à fixer le dioxyde de carbone. Selon les chercheurs de l'Empa, le ciment CSA, à base de sulfoaluminat de calcium, permet de réduire de presque 30 % les émissions de gaz à effet de serre. Son avantage tient tant à la plus faible quantité de calcaire présente dans le mélange de matières premières qu'à sa température de cuisson moins élevée. Le processus de cuisson pourrait même devenir complètement inutile en modifiant le type d'additifs contenus dans le ciment²⁸.

Une autre technologie pour produire du ciment à faible teneur en carbone consiste à remplacer le clinker, très émissif en CO₂, par un mélange d'argile blanche (kaolin), de gypse, de laitiers de hauts-fourneaux et de métagéosite de sodium. Un tel procédé se révèle intéressant pour les bétons d'ingénierie (béton autoplaçant, fondations spéciales, chapes) et pour la préfabrication²⁹. À condition de renoncer au processus de cuisson, le bilan CO₂ des bâtiments pourrait être réduit à long terme de 70 %³⁰. Un tel ciment sans clinker a par exemple servi à construire les fondations, les dalles et les murs d'un complexe de villas dans la commune d'Onex (GE).

Pour bien évaluer ces nouveaux types de ciment, il convient de tenir compte à chaque fois des émissions de CO₂ lors de la fabrication, mais aussi de l'origine et de la disponibilité des matières premières, ainsi que de la fiche technique sur les usages prévus pour de tels produits.

Fixation du CO₂ dans le béton par carbonatation

Les granulats de béton ont le potentiel de stocker durablement le CO₂ par liaison chimique. Au cours de procédés spéciaux, ils sont exposés au CO₂. D'où une carbonatation superficielle de la matrice cimentaire, où le CO₂ est durablement piégé sous forme cristalline. Les granulats de béton ainsi traités viennent s'ajouter au béton frais, en tant que substitut de gravier³¹. L'efficacité face à la carbonatation des procédés mis au point par diverses entreprises est très variable, mais demeure dans la plage d'un pourcentage à un chiffre.

Le béton à base de granulats carbonatés possède des propriétés statiques identiques à celles du béton primaire et convient ainsi à beaucoup d'éléments de construction (murs extérieurs et intérieurs, dalles de plancher).

Conception avec utilisation minimale de matériaux



²⁸ www.empa.ch/web/s604/a-recipe-for-eco-concrete

²⁹ www.ciments-hoffmann.fr/dossier-ciment-decarbone/

³⁰ www.batimag.ch/monde-de-la-construction/le-ciment-francais-sans-carbone-se-menage-une-place-en-suisse-romande-3682

³¹ www.kibeco.ch/de/produkte/kibeco-beton

Plafond autoportant caractérisé par de hautes performances et de faibles émissions (« high performance, low emissions », HiLo), Block Research Group de l'EPF de Zurich

La plateforme d'innovation NEST de l'Empa utilise la technologie d'impression 3D afin de créer un plafond ultraléger. « Le système de plancher léger dans l'unité HiLo se caractérise

par une structure de nervures bombée et résistante à la compression qui permet d'économiser 50 % de matériaux par rapport aux planchers en béton traditionnels »³². Cette conception en filigrane génère beaucoup moins d'émissions grises de CO₂ par mètre carré de surface utile. Les éléments du plafond, qui contiennent des granulats mélangés provenant de projets de déconstruction, favorisent en outre des installations techniques à haut rendement énergétique. La fabrication des éléments à l'aide de machines à commande numérique permet une utilisation plus flexible des matériaux, en tirant le meilleur parti de la structure porteuse. L'épaisseur de la dalle en béton varie en fonction des exigences statiques. En outre, la qualité d'exécution est constante et des formes géométriques plus complexes deviennent réalisables. D'où de nouveaux horizons pour la conception, la statique et la fonctionnalité³³.

10 Recommandations par phase des travaux

10.1 Remarques générales

Pour construire de manière durable avec des matériaux minéraux, il faut se fixer des critères précis à atteindre en matière de durabilité dès le stade de la planification stratégique. Il convient notamment d'examiner ce qui pourrait être préservé au lieu d'être reconstruit à neuf. Dans une dimension écologique, cela commence avec l'idée de « réduction ». Une question fondamentale qui peut se poser dans ce contexte est la suivante : comment construire de manière circulaire, tout en ménageant les ressources ? Il faudra bien entendu examiner les différents aspects concrets de la question.

Les appels d'offres aussi constituent d'importants leviers en faveur de la durabilité. Des critères d'appel d'offres suffisamment exigeants, qui permettent néanmoins des propositions innovatrices, aideront à trouver les partenaires idéaux pour la mise en œuvre.

Le réemploi d'éléments de construction est un bon moyen de prolonger la durée de vie des ouvrages bâtis et donc de réduire dans ce secteur les émissions de CO₂ et la consommation de ressources. Or il faut savoir que les projets basés sur le réemploi et faisant appel à des éléments usagés ne peuvent être traités selon les phases du modèle SIA. Certaines étapes interviennent plus tôt, alors que d'autres sont regroupées dans la même phase. En particulier, il faut effectuer de bonne heure les dépenses liées aux éléments de construction, sans lesquels aucun projet de réemploi ne peut voir le jour.

Les explications qui suivent se concentrent sur l'emploi de produits recyclés (par ex. béton avec granulats recyclés). Pour en savoir plus sur la construction circulaire ou sur la construction selon le principe du réemploi, il est recommandé de consulter la littérature spécialisée. Le chapitre 11 «Autres » indique plusieurs sources utiles à connaître.

10.2 Planification stratégique, étude préliminaire et conception

Idéalement, les objectifs et les conditions-cadres pour la construction durable avec des matériaux minéraux seront définis dès la phase de planification stratégique. À ce stade, le maître d'ouvrage détermine les caractéristiques requises pour un ouvrage, ainsi que les objectifs en matière de durabilité et de choix des matériaux. Sur cette base, il incombe à l'équipe de planification d'élaborer des solutions appropriées, d'entente avec les fabricants de produits et le maître d'ouvrage. Les constructions faisant appel à des éléments minéraux sont à la fois très solides, robustes et incombustibles. Moyennant une planification correcte, de tels matériaux pourront être réemployés comme éléments de construction à part entière ou du moins recyclés, au moment de la déconstruction.

Exemple du béton avec granulats recyclés :

Dès les phases 1 et 2 (planification stratégique et étude préliminaire), le maître d'ouvrage fixera dans la convention d'utilisation, d'entente avec l'équipe de planification, les objectifs en matière de durabilité. En fonction de ces objectifs et des produits à disposition possédant les propriétés voulues, une évaluation sera effectuée pour déterminer si l'utilisation de béton à base de granulats recyclés est judicieuse ou non.

³² www.holcim.ch/fr/nachhaltiger-holcim-beton-fuer-innovatives-leichtbau-forschungsprojekt-der-eth-zuerich

³³ <https://www.swissbau.ch/de/aktuell/blog/neue-nest-unit-step2-3d-druck-und-gebaeudehuelle-im-fokus>

Des recherches préliminaires doivent permettre de vérifier la disponibilité du béton à base de granulats recyclés dans la région. La mise en œuvre se fera ensuite en fonction de la phase des travaux. Par exemple, lors de la phase 3 (conception statique des éléments de construction), il s'agit de définir quels éléments de construction peuvent être en béton avec des granulats recyclés ou doivent être réalisés en béton primaire. À cet effet, l'ingénieur civil pourra se servir durant cette phase du document d'aide ECO « Justificatif concernant la part de RC-béton et le type de ciment (XLSX) » ([Link](#)).

Recommandations aux maîtres d'ouvrage, aux responsables de projet et aux planificateurs (l'ordre d'énumération ne correspond ni à leur ordre de priorité, ni à leur plus ou moins grande efficacité)

- Avant de décider de démolir un bâtiment, examiner les autres formes d'utilisation envisageables pour en préserver l'existence.
- Contribuer à la gestion durable des ressources bâties en privilégiant le réemploi d'éléments de construction et en n'utilisant des produits recyclés qu'en seconde priorité.
- Convenir de la réutilisation ou du réemploi d'éléments de construction, de groupes d'éléments de construction ou encore de béton avec granulats recyclés dès la phase de planification stratégique et d'étude préliminaire.
- Utiliser du béton avec granulats recyclés dans les domaines d'application indiqués (voir la brochure « Recommandations d'utilisation » de l'asr et de l'ASGB » ([Link](#)) et le cahier technique SIA 2030).
- Conformément à la législation révisée sur les marchés publics, les marchés sont désormais adjugés au soumissionnaire présentant non pas l'offre économiquement la plus avantageuse, mais l'offre la plus avantageuse compte tenu des critères de durabilité définis ([Link](#) OFEV et [Link](#) KBOB).
- Prévoir la démontabilité non destructive des éléments et des produits de construction en temps utile lors du choix des matériaux, des produits et solutions de construction, afin d'en assurer plus tard la circularité, lors des travaux de réparation puis de la déconstruction.
- Tenir compte des coûts du cycle de vie des matériaux / des produits de construction ainsi que du bâtiment et, si possible, des coûts externes dus à l'impact environnemental des matériaux minéraux (voir la fiche d'information sur la nouvelle culture en matière d'adjudication [Link](#)).

10.3 Appels d'offres

Une nouvelle culture en matière d'adjudication

La loi et l'ordonnance révisées sur les marchés publics (LMP et OMP) sont entrées en vigueur le **1^{er} janvier 2021**. L'objectif était d'introduire un « changement de culture » lors de la passation des marchés publics. Les adjudicateurs publics sont invités à faire figurer davantage de critères d'adjudication fondés sur la qualité et la durabilité dans les documents d'appel d'offres. Ainsi, les marchés sont adjugés au soumissionnaire présentant l'offre « la plus avantageuse » et non au soumissionnaire présentant l'offre « économiquement la plus avantageuse ». Des compléments d'information figurent dans la fiche d'information de la KBOB « Nouvelle culture en matière d'adjudication – la concurrence axée sur la qualité, la durabilité et l'innovation au cœur du droit révisé sur les marchés publics » ([Link](#)).

Exemple du béton avec granulats recyclés

Durant la phase 4, à savoir l'appel d'offres, il s'agit de commander le béton avec granulats recyclés pour les applications qui conviennent, compte tenu de ses propriétés, et de le proposer comme article principal s'il peut être obtenu à une distance raisonnable (par ex. 25 km pour la centrale à béton, selon Minergie-Eco). Pour permettre une comparaison des prix, les bétons primaires correspondants sont saisis dans les positions PER.

Les éco-devis présentent les types les plus courants de bétons RC-C comme écologiquement intéressants. Ils sont désormais proposés dans la plupart des classes de résistance. Le béton RC-M convient lui aussi à certaines conditions. Le module d'élasticité doit toutefois être défini comme propriété supplémentaire aux exigences de la norme produit SN EN 206.

Définition des spécifications techniques

Les critères de durabilité doivent figurer comme exigences parmi les spécifications techniques. Il est par exemple possible de réduire les émissions grises de gaz à effet de serre et celles de CO₂, en optant pour des types de ciment à faible teneur en clinker de ciment Portland. Minergie-Eco a établi la prescription M4.010 et défini les mesures à prendre pour les bétons soumis à une sollicitation normale. Ces directives sont très utiles pour une planification écologique et pour les appels d'offres correspondants.

Définition des critères d'adjudication

En complément des spécifications techniques, les critères d'adjudication peuvent également intégrer des considérations environnementales. Afin de comparer les offres reçues, les mandataires et les maîtres d'ouvrage disposent d'un calculateur en ligne pour l'évaluation écologique des différents types de béton. Il devient ainsi possible de calculer l'impact de la part des matériaux recyclés et du choix de ciment sur l'écobilan du béton ([Link](#)). En même temps, les propriétés techniques requises doivent toujours être prises en compte.

Les adjuvants pour mortiers et béton peuvent eux aussi être soumis aux normes d'émission de l'Association suisse des fabricants d'adjuvants pour béton (FSHBZ). Cette association fixe des critères écologiques visant à réduire l'impact des adjuvants sur l'homme et l'environnement. Lors du recyclage du béton de démolition pour la fabrication de nouveau béton, des adjuvants sont souvent ajoutés. Or, si l'opération est répétée à plusieurs reprises, la teneur cumulée en adjuvants augmente.

En novembre 2023, la KBOB a publié une recommandation relative aux achats durables dans la construction, qui explique quelles sont les possibilités concrètes d'intégrer la durabilité comme critère d'adjudication dans les appels d'offres portant sur des projets de construction de bâtiments ([Link](#)). La recommandation correspondante pour la partie infrastructure a été publiée en 2021 ([Link](#)).

10.4 Réalisation

Au cours de la phase de réalisation, la principale contribution à la durabilité réside dans la mise en œuvre effective, preuves à l'appui, de la planification établie. Sur le chantier, les spécialistes chargés de la surveillance et du contrôle de la qualité des travaux vérifieront notamment le respect des exigences de durabilité prévues à ce stade. Pendant l'exécution, la qualité des matériaux minéraux et les quantités utilisées doivent être contrôlées à l'aide des bons de livraison. Il est recommandé de prier à temps les personnes compétentes des entreprises mandatées de rassembler les bons de livraison, puis de vérifier la concordance des quantités. Quant au béton, il est possible de commander ultérieurement auprès de la centrale à béton un aperçu de toutes les livraisons, listées par type de béton³⁴.

L'utilisation de béton à base de granulats recyclés peut encore être optimisée en extrayant les matériaux minéraux nécessaires directement sur les chantiers de déconstruction des environs puis en fabriquant sur place le béton avec granulats recyclés, afin d'éviter tout long transport³⁵.

³⁴ Minergie ECO

³⁵ www.ftige.ch/la-maitrise-de-leconomie-circulaire-sera-un-vrai-avantage/

11 Autres aides à la mise en œuvre

Outils, aides à l'évaluation et labels destinés aux bâtiments

- KBOB : données écobilan dans la construction ([Link](#))
- Minergie-ECO ([Link](#))
- ecoDevis | indications écologiques associées aux articles du CAN ([Link](#))
- ecoProduits – produits écologiques certifiés et évalués ([Link](#))
- SNBS Bâtiment ([Link](#))
 - 332 Matériaux écologiques
- SNBS Infrastructure ([Link](#))
 - W 1.2.2 | Conservation et déconstruction facilitées
 - W 2.2.1 | Matières premières disponibles au niveau régional
 - U 1.4.1 | Déchets non pollués
 - U 1.5.1 | Utilisation efficace des ressources
 - U 1.5.3 | Potentiel de déconstruction
- DGNB / SGNi ([Link](#))s
 - ENV 1.2 Risques pour l'environnement local
 - ENV 1.3 Utilisation de ressources renouvelables
 - TEC1.6 Facilité de démontage et de recyclage

Réemploi

- Aperçu de tous les acteurs du réemploi en Suisse, plateforme de l'association Cirkla ([Link](#))
- Fiche d'information « Wiederverwendung von Bauteilen », Zirkular und ZAHW ([Link](#))
- Livre : « Bauteile wiederverwenden - Ein Kompendium zum zirkulären Bauen » ([Link](#))
- Étude : Salza et matériau, sur mandat de l'OFEV, Construire le réemploi, 2020 ([Link](#))
- Standards, méthodes et instruments sur la construction circulaire : liste établie par intep ([Link](#))

Matériaux de construction minéraux recyclés

- Cahier technique SIA 2030 Béton avec granulats recyclés (2021) ([Link vers le shop](#))
- Recommandation d'utilisation pour les maîtres d'ouvrage, mandataires, architectes et ingénieurs, ASGB et asr ([Link](#))
- SN EN 15804 Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Déclarations environnementales sur les produits - Règles régissant les catégories de produits de construction
- Types de béton : calculatrice pour les bureaux d'études ([Link](#))

Emploi d'agrégats d'asphalte et enrobés tièdes

- Guide des bonnes pratiques « Recyclage des agrégats d'enrobés et recours aux enrobés tièdes », KfG / arv ([Link](#))