

Construction circulaire – Guide pour les planificatrices et planificateurs



Sommaire

| | | | | |
|-----------|--------------------------------------------------------------|-----------|----------|--------------------------------------------------------------------------|
| 03 | Introduction | 26 | 5 | Choix des matériaux |
| | | 5.1 | | Concept des matériaux |
| | | 5.2 | | Science des matériaux |
| | | 5.3 | | Systèmes d'information |
| | | 5.4 | | Exemple pratique: Maison de l'environnement, Lausanne |
| 04 | 1 Bases de la construction circulaire | 31 | 6 | Construction |
| 1.1 | Economie circulaire | 6.1 | | Concept de bâtiment |
| 1.2 | Contexte | 6.2 | | Structure porteuse |
| 1.3 | La stratégie des 5 R | 6.3 | | Réalisation |
| 1.4 | Exemple pratique: la halle Kopfbau 118 à Winterthour | 6.4 | | Choix des matériaux |
| | | 6.5 | | Exemple pratique: la Maison du bois, Sursee |
| 09 | 2 Stratégie | 36 | 7 | Déconstruction |
| 2.1 | Conflits d'objectifs de la construction circulaire | 7.1 | | Le bâtiment comme stock de matériaux |
| 2.2 | Influence sur la planification | 7.2 | | Réemploi |
| 2.3 | Collaboration | 7.3 | | Récupération des matériaux |
| | | 7.4 | | Exemple pratique: Nest-Unit Urban Mining and Recycling (UMAR), Dübendorf |
| 14 | 3 Remaniement du tissu existant | 41 | 8 | Conditions-cadres |
| 3.1 | Clarification des besoins | 8.1 | | Cadre juridique |
| 3.2 | Analyse de l'existant | 8.2 | | Normes |
| 3.3 | Evaluation du degré d'intervention | 8.3 | | Exigences découlant des normes et labels de construction |
| 3.4 | Exemple pratique: Marktgasse Freilager, Zurich | 44 | 9 | Informations complémentaires |
| 20 | 4 Réemploi d'éléments de construction et de matériaux | 9.1 | | Autres guides |
| 4.1 | Offre et demande | 9.2 | | Centres de conseil |
| 4.2 | Evaluation de la qualité des éléments de construction | 9.3 | | Formation et formation continue |
| 4.3 | Logistique | | | |
| 4.4 | Responsabilité et garantie | | | |
| 4.5 | Exemple pratique: Pointe Nord du PAV, Genève | | | |

Photo de couverture:
Réaffectation d'un chais à Bâle par Esch Sintzel Architekten.
(Photo: Philip Heckhausen)

Introduction

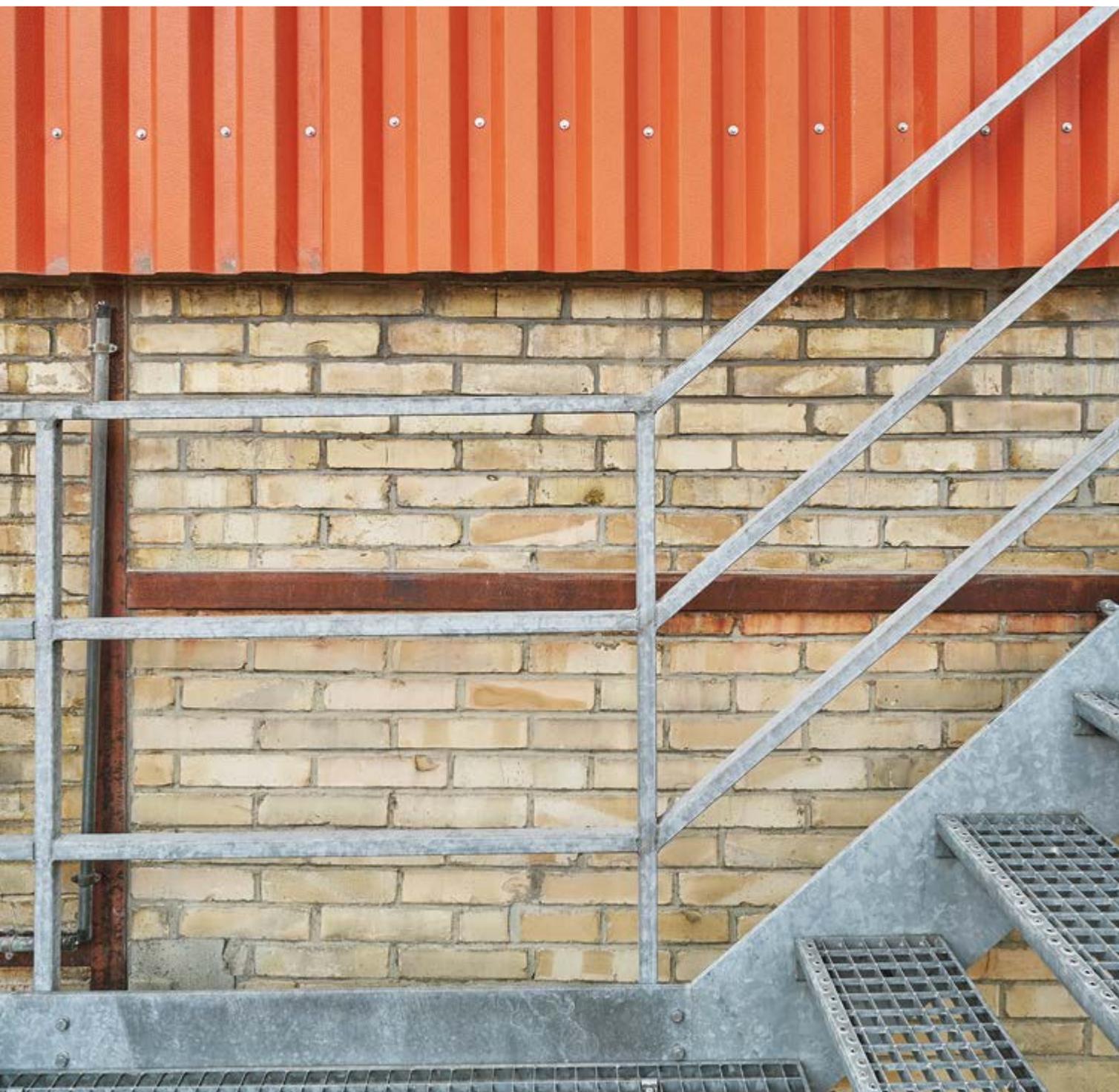
Ce guide fournit aux planificatrices et planificateurs des références concrètes et pratiques pour la construction circulaire dans les domaines, notamment, de l'architecture, de la conception structurelle, de la physique du bâtiment et de la protection anti-feu. Il traite des questions et des décisions les plus importantes auxquelles les équipes de planification interdisciplinaires doivent faire face dans le domaine du bâtiment, que ce soit lors de la conception, pour une étude de faisabilité, pendant l'avant-projet ou la planification de l'exécution.

La construction circulaire comprend de nombreuses stratégies et concepts étroitement liés. Le choix de ceux qui seront appliqués dépend fortement du projet et de la mission de construction. Elle requiert cependant dans tous les cas de nouveaux processus et une approche itérative. Des données empiriques sont actuellement collectées dans un nombre croissant de projets.

Ce guide offre un aperçu du large éventail de solutions envisageables pour la construction circulaire pour chaque phase de prestation SIA. Vous trouverez de plus amples informations sur les différents thèmes dans les documents détaillés.

Certaines conditions nécessaires à la construction circulaire sont établies dès les premières phases du projet. A ce stade, c'est aux planificatrices et planificateurs qu'il incombe de sensibiliser leurs clients à cette thématique, si cela n'a pas encore été fait, et de les accompagner et conseiller. Les principales décisions stratégiques reviennent toutefois en général au maître d'ouvrage. Le guide [«Construction circulaire: Guide pour les investisseurs et les maîtres d'ouvrage»](#) de SuisseEnergie leur explique les principaux points à observer et les meilleures façons de procéder.

1 Bases de la construction circulaire



1.1 Economie circulaire

L'économie circulaire propose un contre-projet au modèle économique linéaire actuel, qui consiste à produire, utiliser et éliminer. Son objectif est de concilier les activités économiques, la préservation des ressources finies et l'utilisation durable des ressources renouvelables, en favorisant une utilisation aussi longue que possible, le réemploi ou le recyclage des bâtiments, structures, matériaux et produits. L'allongement du cycle de vie permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre en amont et en aval ainsi que la consommation de matières premières primaires. Il a en outre un effet positif sur la production de déchets.

La transition vers un système circulaire revêt une importance cruciale dans le domaine du bâtiment. La construction et l'exploitation de bâtiments et infrastructures sont responsables¹:

- d'environ un tiers des émissions de gaz à effet de serre,
- de plus de 70% de la consommation de matières premières et
- de plus de 80% de la production de déchets en Suisse.

Ces valeurs ne pourront être réduites et les objectifs climatiques atteints que si les approches de l'économie circulaire s'imposent comme standards dans la construction durable. Cela nécessite un changement de mentalité de la part de tous les acteurs, de nouvelles stratégies de planification et de nouveaux concepts de production et d'utilisation des bâtiments.

1.2 Contexte

Conditions-cadres politiques

Dans l'accord de Paris sur le climat, la Suisse s'est engagée à ne pas émettre plus de gaz à effet de serre dans l'atmosphère que ce que les réservoirs naturels et artificiels sont capables d'absorber (objectif de zéro net). La stratégie climatique à long terme de la Confédération montre comment la Suisse peut réduire à zéro ses émissions nettes de gaz à effet de serre d'ici 2050. La loi sur le climat et l'innovation (LCI) en vigueur depuis début 2025 ancre cet objectif dans le droit.

¹ Ces chiffres proviennent du guide [«Construction circulaire: Guide pour les investisseurs et les maîtres d'ouvrage»](#). Toutes les sources y sont indiquées.

L'économie circulaire est un instrument incontournable pour atteindre l'objectif de zéro émission nette. La loi sur la protection de l'environnement a été récemment révisée, dans le sillage de l'initiative parlementaire «Développer l'économie circulaire en Suisse». Elle confère notamment au Conseil fédéral la compétence de fixer des exigences concernant la préservation des ressources dans le bâtiment, comme le réemploi d'éléments de construction dans les ouvrages ou l'utilisation de matériaux écologiques ou recyclés et la réversibilité des ouvrages. Parallèlement, dans le cadre de la révision de la loi sur l'énergie, les cantons doivent fixer des valeurs limites pour l'énergie grise. De plus en plus de cantons et de villes élaborent en outre des stratégies en matière d'économie circulaire.

Sans parler des nombreuses initiatives de promotion de l'économie circulaire en cours au niveau européen: citons notamment, au niveau des instances supérieures, la [taxonomie verte de l'UE](#), au niveau de la mise en œuvre, la législation sur les produits de construction et les nouvelles exigences concernant la publication d'informations en matière de durabilité. Voir le chapitre 8 «Conditions-cadres» pour de plus amples informations.

A l'exception de la valorisation des déchets minéraux, la plupart des mesures en faveur de l'économie circulaire reposent encore sur une base volontaire. Il est toutefois probable que des directives relatives à la construction apte à la circularité soient adoptées au cours des cinq à dix prochaines années.

Stratégie de l'association professionnelle

Dans son document de position «Protection du climat, adaptation climatique et énergie» publié en 2020, la Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA) inscrit l'importance de l'économie circulaire pour les secteurs de la planification et du bâtiment dans l'un des six principes directeurs: «La SIA soutient l'usage parcimonieux des ressources et le développement d'une économie circulaire.» Elle a créé à cet effet le «groupe de réflexion Economie circulaire», qui a élaboré la fiche d'information [«Concevoir et construire à l'heure de l'économie circulaire»](#) et examine les adaptations nécessaires dans les normes et règlements de la SIA.

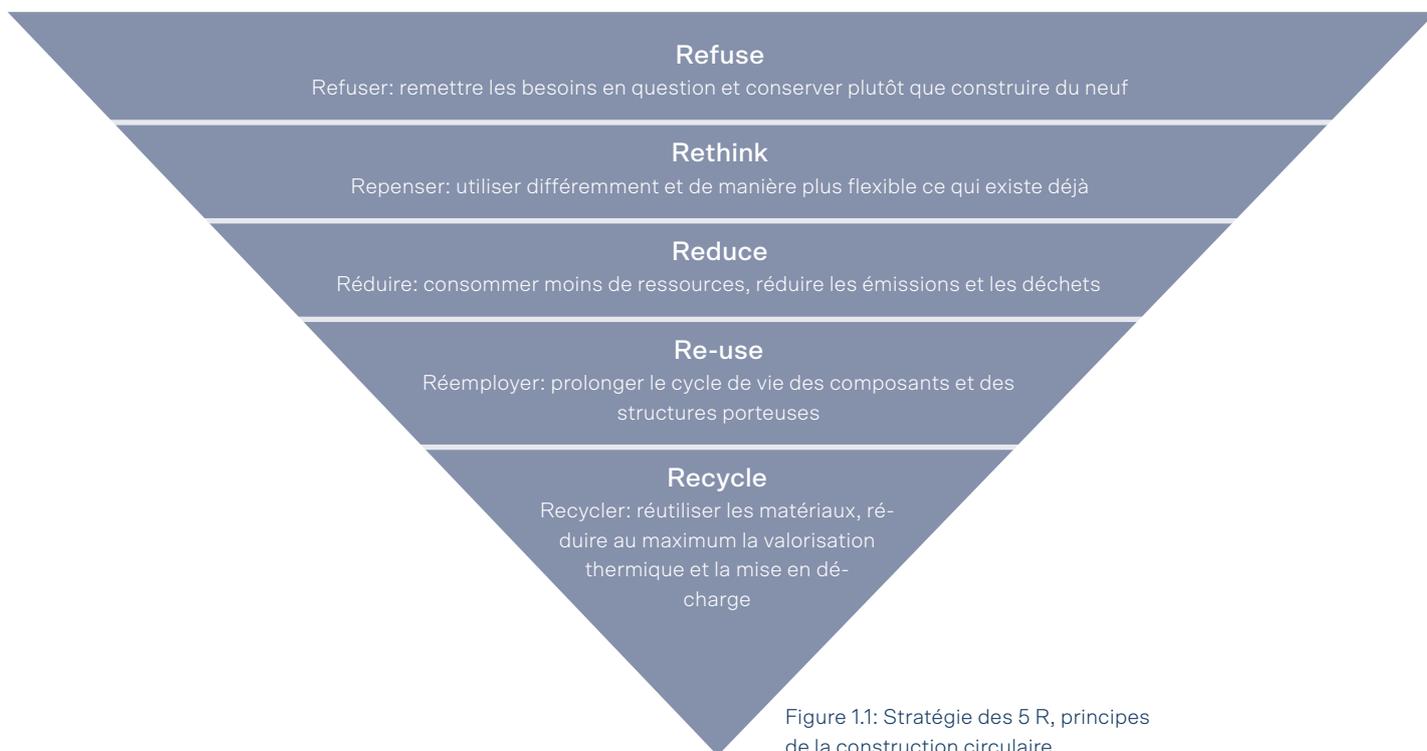


Figure 1.1: Stratégie des 5 R, principes de la construction circulaire.

Charte de la construction circulaire

La «[Charte de la construction circulaire](#)» scelle l'engagement de douze des plus grands maîtres d'ouvrage publics et privés de Suisse sur la voie de l'économie circulaire. Leur ambition commune est

- de réduire d'ici 2030 l'utilisation de matières premières primaires non renouvelables à 50% de la masse totale,
- de comptabiliser et de réduire fortement les émissions grises de gaz à effet de serre,
- de mesurer et d'améliorer fortement la circularité des rénovations et des nouvelles constructions.

1.3 La stratégie des 5 R

L'idée directrice de l'économie circulaire, la stratégie des 5 R, constitue une bonne base de décision pour la construction circulaire. Elle fixe la hiérarchie suivante pour une utilisation durable des matériaux et éléments de construction:

1. Refuse/Refuser
2. Rethink/Repenser
3. Reduce/Réduire
4. Re-use/Réemployer
5. Recycle/Recycler

Ces principes permettent d'évaluer la durabilité de chacune des décisions du processus de planification (fig. 1.1). Le premier principe est le refus (Refuse). La solution évidente consiste à utiliser le bâtiment et ses composants le plus longtemps possible. En d'autres termes: construire moins de

nouvelles constructions de remplacement, généraliser le remaniement du tissu existant (avec un degré d'intervention aussi faible que possible) et réemployer les éléments de construction fonctionnels. Pour y parvenir, il convient d'utiliser les bâtiments désaffectés autrement ou de manière plus flexible (Repenser). De manière générale, il faut optimiser les quantités de matériaux (Réduire). Cela signifie par exemple des structures plus légères, moins de couches de construction, des plans d'étage et des sous-sols optimisés en matière d'espace (idéalement, même sans sous-sols) ou une utilisation plus intensive des espaces grâce au partage. Afin d'allonger au maximum le cycle de vie des composants et matériaux, il convient de les réemployer aussi longtemps que possible (Re-Use) et de ne les recycler que lorsque cela n'est plus possible.

Lors du choix des matériaux pour les nouveaux bâtiments ou parties de bâtiments, il convient de privilégier les matériaux de construction respectueux des ressources, renouvelables et à faibles émissions. Ces matériaux doivent également être utilisés de manière efficace.

Les bâtiments recyclables peuvent être facilement adaptés à l'évolution des besoins et donc être utilisés pendant longtemps, grâce à un concept de construction flexible, une bonne qualité de construction et l'utilisation de matériaux durables. La séparation des systèmes garantit

1 Bases de la construction circulaire

la réparabilité des bâtiments et la démontabilité des composants et matériaux à la fin de leur durée de vie, nécessaires à la fois au réemploi et au recyclage. Il est souhaitable d'éviter au maximum d'utiliser des matériaux et produits qui seront destinés à une valorisation énergétique ou à la décharge.

Le gros œuvre pèse lourd dans la balance

Le gros œuvre représente jusqu'à 70% de la masse, et donc des ressources d'un bâtiment, ce qui se répercute également dans le bilan des gaz à effet de serre des différentes parties du bâtiment (fig. 1.2). Cette consommation de matériaux peut être massivement réduite par des approches circulaires. L'allongement de la durée de vie de la structure porteuse par sa conservation ou son réemploi, ou le recours à des composants de réemploi provenant d'autres ouvrages influencent grandement la consommation de ressources et les émissions grises. Dans les constructions ou extensions neuves, le principal levier réside dans le dimensionnement et le choix des matériaux du gros œuvre.

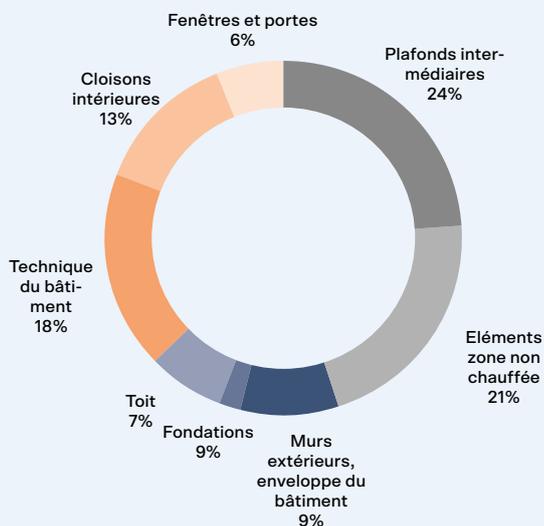


Figure 1.2: Eléments et leurs parts moyennes dans le bilan des gaz à effet de serre pour la construction de bâtiments (en kg eq CO₂/m² SRE). En bleu: éléments de la structure principale du bâtiment (gros œuvre). Les chiffres résultent de neuf immeubles collectifs (les plafonds sont souvent comptabilisés à l'aide d'une méthode simplifiée, ce qui entraîne des imprécisions). (Source: étude Klimapositiv Bauen)

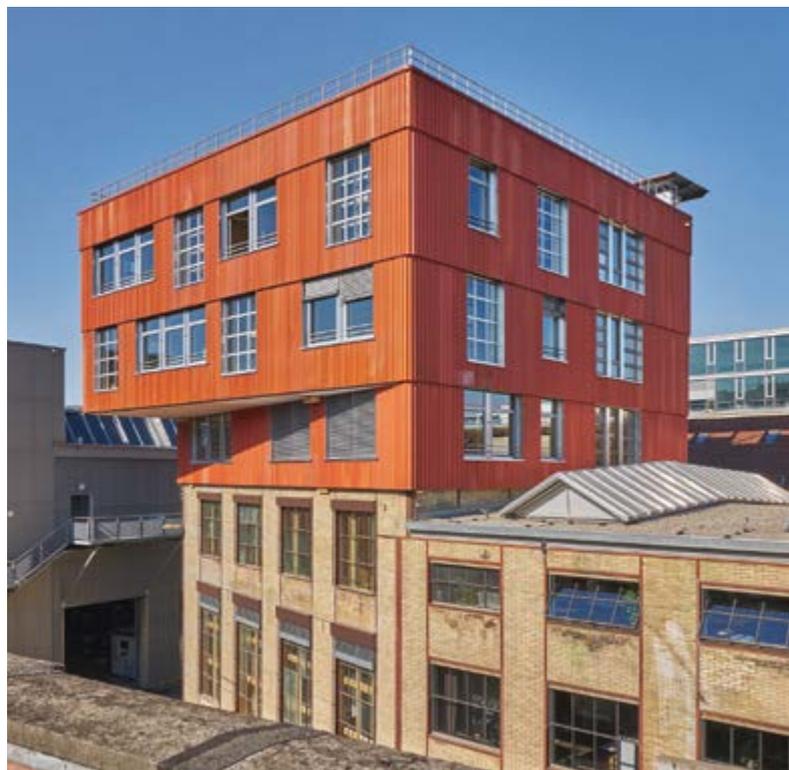


Figure 1.3: La façade et la structure porteuse de l'extension verticale à trois étages située à l'extrémité du hall 118 sur le site de stockage de Winterthur sont principalement constituées d'éléments de construction de réemploi. (Photo: baubüro in situ/Martin Zeller)

1.4 Exemple pratique: la halle Kopfbau 118 à Winterthur

Fiche signalétique

| | |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Objet | Halle Kopfbau 118 à Winterthur |
| Affectation | Locaux commerciaux et ateliers |
| Année de construction | 2021 |
| Maître d'ouvrage | Stiftung Abendrot, Bâle |
| Architecture | baubüro in situ, Zurich |
| Planification technique | baubüro in situ, Zirkular GmbH Construction circulaire |

Vieille d'environ un siècle, la halle industrielle 118 à Winterthur a été surélevée en 2020. La conception et la réalisation ont été pensées pour une construction circulaire. Le bâtiment accueille aujourd'hui huit bureaux et le «Proof of Concept Lab» de la Haute école des sciences appliquées de Zurich.

Plus de la moitié des éléments structurels et composants de cette surélévation proviennent du réemploi: l'ossature acier, les murs en bois, l'escalier extérieur en acier, les fenêtres, le revêtement de façade en aluminium ainsi que d'autres éléments importants sur le plan statique et conceptuel proviennent de bâtiments déconstruits. Ils ont été complétés par endroits par des matériaux minéraux (recyclés) et végétaux (isolation en paille) ou un enduit argileux.

Résultat de l'étude scientifique: le bilan des émissions grises de gaz à effet de serre pour la construction a été ramené à 4,1 kg eq CO₂/m². A titre de comparaison: la valeur limite de base 2 pour les nouvelles constructions scolaires Miner-ge-ECO est d'environ 12 kg eq CO₂/m². Les matériaux de réemploi, qui représentent plus de 50% du volume total, ne contribuent qu'à environ 1% des émissions. En effet, selon la méthodologie utilisée dans l'étude, ils ne tiennent compte que du bilan de la chaîne d'approvisionnement en amont, c'est-à-dire le démontage du bâtiment à déconstruire, le transport et le stockage ainsi que le traitement et le montage, mais pas de la fabrication et de l'élimination des composants et produits de réemploi.

Quelles ont été les particularités du projet?

- La conception suit le principe du «Design from Availability», c'est-à-dire qu'elle donne la priorité aux matériaux, qui sont spécifiquement recherchés pour le projet.
- La géométrie de la structure métallique disponible a déterminé la hauteur des pièces et les dimensions des plans d'étages supplémentaires.
- Etant donné que les panneaux d'aluminium de réemploi pour l'enveloppe extérieure n'avaient pas tous le même format, et afin d'éviter les pertes de découpe, ils se chevauchent telles des écailles.
- Afin de respecter les spécifications d'isolation, des fenêtres industrielles anciennes ont été assemblées pour former un système à double couche.

Figure 1.4: Etant donné que les tôles d'aluminium de réemploi pour l'enveloppe extérieure n'avaient pas toutes le même format, et afin d'éviter les pertes de découpe, elles se chevauchent telles des écailles. (Plan: baubüro in situ)



- Le modeste coefficient U des fenêtres de réemploi (environ 1,4 W/m²K) a été compensé par une bonne isolation de la façade (paille) et du toit et par la forme compacte du bâtiment.

Qu'est-ce qui a entraîné des coûts supplémentaires?

- La synchronisation de la recherche des composants avec le calendrier du projet: des tolérances temporelles définies lors de la conception et du choix des matériaux permettent de réagir à la découverte fortuite de composants de réemploi.
- Les raccords entre les éléments de réemploi et les éléments conventionnels ont nécessité le plus grand soin et ont dû être conçus avec une séparation des systèmes et des tolérances géométriques prises en compte dès la conception.

Qu'est-ce qui n'a pas fonctionné?

- Pour des raisons de sécurité incendie, les poutrelles IPE en acier de réemploi ont dû être coulées avec une dalle de plafond chevillée en béton coulé sur place.
- Par manque de volonté du fabricant, il n'a pas été possible de réutiliser un ascenseur disponible.

Les composants proviennent de bâtiments déconstruits. Ils ont été complétés par endroits par des matériaux minéraux (recyclés) et végétaux (isolation en paille) ou un enduit argileux.

2 Stratégie

Les principes de la construction circulaire doivent absolument être pris en compte dès le début du projet et servir de base à chaque étape de la planification. Cela implique également de définir les conditions-cadres et des objectifs clairs. Dans l'idéal, les maîtres d'ouvrage, les architectes et les planificateurs spécialisés ancrent ces aspects dans leur stratégie d'entreprise ou dans une convention d'utilisation.

Etant donné que chaque projet de construction est unique et qu'il n'existe pas encore de processus standard pour la construction circulaire, une approche ouverte et créative est nécessaire pour trouver des solutions. Une collaboration précoce entre toutes les parties prenantes permet d'obtenir de meilleurs résultats. Plusieurs variantes de projet doivent être envisagées et différents matériaux et produits alternatifs examinés. Cette approche itérative favorise l'innovation et aide à trouver les meilleures solutions.

L'équipe de planification doit parvenir à évaluer soigneusement les conflits d'objectifs entre la consommation de matériaux, l'impact environnemental, le degré d'intervention, la consommation d'énergie et de surface, ainsi que les exigences des utilisateurs, et à trouver une solution appropriée.

Les concours, les appels d'offres, les études préliminaires ou les cahiers des charges sont des outils incontournables pour intégrer dès le début d'un projet des approches circulaires et motiver toutes les parties prenantes à cet égard. Vous trouverez des informations complémentaires à ce sujet dans le document [«Construction circulaire: Guide pour les investisseurs et les maîtres d'ouvrage»](#).

2.1 Conflits d'objectifs de la construction circulaire

Créativité: la construction circulaire favorise les approches innovantes en matière de réflexion et de conception. Le processus de conception s'appuie sur le bâtiment existant, son utilisation future, les exigences légales et normatives, les objectifs du maître d'ouvrage, les composants disponibles et les

exigences de la construction circulaire telles que la séparabilité, la flexibilité d'utilisation ou le recours à des matériaux préservant les ressources. Pour trouver des solutions esthétiques à toutes ces tâches, une nouvelle approche créative est nécessaire.

Culture du bâti: la préservation du patrimoine bâti et la réutilisation des éléments de construction contribuent à une culture du bâti de haut niveau et témoignent de l'estime portée à l'artisanat et aux produits de construction de haute qualité. L'utilisation de matériaux et de méthodes de construction locaux contribue également à la qualité de la culture du bâti.

Disponibilité des matériaux: comme le marché des composants et matériaux de réemploi est encore restreint, il peut être difficile de trouver ce qui convient, d'autant plus que la documentation de ces matériaux est souvent incomplète, voire inexistante. Le réemploi et la mise en œuvre de matériaux locaux permettent en outre de s'affranchir des chaînes d'approvisionnement mondiales.

Rentabilité: l'évaluation de la rentabilité de la construction circulaire requiert un examen de l'ensemble du cycle de vie du bâtiment. Si l'adaptation des processus fait augmenter les coûts de planification, des sources d'économies apparaissent, par exemple par la réduction du degré d'intervention lors des rénovations ou l'absence de sous-sols ou de couches de construction (p. ex. revêtements). Il en va de même pour le choix des matériaux: les matériaux haut de gamme coûtent plus cher à l'achat, mais ils durent plus longtemps et doivent être remplacés ou réparés moins souvent. Lors de la déconstruction du bâtiment, l'élimination des déchets coûte moins cher si les éléments et matériaux peuvent être réutilisés, revendus ou recyclés. La valeur ajoutée de la construction circulaire est encore difficile à chiffrer d'un point de vue purement économique. Vous trouverez des informations complémentaires à ce sujet dans le document [«Construction circulaire: Guide pour les investisseurs et les maîtres d'ouvrage»](#).

Figure 2.1: En cas de réutilisation d'éléments de construction ou de structures porteuses complètes, comme ici pour la surélévation de la Halle 118 à Winterthour, il faut prouver qu'ils satisfont aux exigences du nouveau bâtiment. (Photo: baubüro in situ/ Martin Zeller)



Planification complexe: les processus de planification complexes et la collaboration interdisciplinaire peuvent entraîner des coûts supplémentaires et des risques accrus qu'il est difficile de détailler dans le règlement SIA concernant les honoraires. Cela requiert une direction expérimentée de la planification et du chantier, travaillant en étroite coopération avec le maître d'ouvrage pour le tenir informé de la situation. Plus cette nouvelle procédure s'est établie et plus les acteurs ont acquis de l'expérience, plus les coûts supplémentaires diminuent, ce qui facilite leur acceptation par le maître d'ouvrage.

Conditions-cadres réglementaires: le réemploi d'éléments de construction fait encore l'objet d'incertitudes juridiques en matière de responsabilité et de garantie, ainsi que de prélèvement de composants (voir chapitre 4.4 «Responsabilité et garantie»). Les prescriptions de construction ou normes peuvent également compliquer la mise en œuvre de concepts circulaires innovants, étant donné qu'elles portent, à la base, sur la construction avec des matières premières primaires. Il convient dès lors d'explorer les possibilités avec les professionnels, les autorités et les maîtres d'ouvrage et de chercher une solution pragmatique.

2.2 Influence sur la planification

Processus

Le processus de planification de bâtiments circulaires est plus dynamique que celui des projets conventionnels. Le réemploi d'éléments de construction exige une approche différente, qui s'éloigne des procédés ordinaires inhérents aux phases SIA. Il en va de même pour les prestations. La fig. 2.2 (voir page suivante) recense les principales questions et décisions ainsi que les ajustements possibles dans le processus de planification de la construction circulaire.

2.3 Collaboration

La construction circulaire révolutionne la collaboration dans l'équipe de projet. Son fonctionnement est encore un terrain inconnu pour de nombreux partenaires du projet, et reste donc un défi. Nombre de questions ne peuvent être résolues qu'étape par étape, et collectivement. De nombreuses actrices et acteurs n'avaient jusqu'à présent que très peu travaillé ensemble. Toutes les personnes intervenant dans la construction circulaire doivent par conséquent être disposées à le faire et prendre leurs responsabilités. La mission

Processus de planification pour la construction circulaire (PHASES SIA et principales questions et décisions)

Initialisation

- Déclaration d'intention sur la construction circulaire
- Faire appel à un professionnel de la construction circulaire, voir [Chapitre 2.3](#)
- Formuler les besoins et les examiner du point de vue de la sobriété (utilisations, confort, encombrement), voir [Chapitre 3.1](#)

Planification stratégique

- Analyser l'existant (statique, physique du bâtiment, polluants, etc.), voir [Chapitre 3.2](#)
- Définir les objectifs du projet et les grandeurs de mesure pour la construction circulaire (émissions grises de gaz à effet de serre, part de matériaux locaux et/ou renouvelables, part d'éléments de construction de réemploi, etc.) et les ajuster aux autres objectifs du projet.
- Elaborer la stratégie de construction circulaire: définir les priorités et le traitement des conflits d'objectifs
- Evaluer le degré d'intervention avec, en ligne de mire, une conservation maximale de l'existant, voir [Chapitre 3.3](#)
- Examiner la marge de manœuvre concernant le programme et l'utilisation, voir [Chapitre 3.1](#)

Etude préliminaire

- Etude des variantes: conservation, rénovation, réaffectation, remaniement, construction de remplacement. Estimation approximative de l'écobilan des variantes
- Inventaire des éléments de construction de l'existant, évaluation du potentiel de réemploi (potentiel Re-Use) (voir [Chapitre 3.2](#)), élaborer un concept de réemploi (voir [Chapitre 7.2](#))
- Identification d'éléments de construction réutilisables provenant de sources externes (recherche d'éléments de construction) et préparation de l'acquisition (catalogue d'éléments de construction, préfinancement, stockage), voir [Chapitre 4.1](#)
- Définir la collaboration au sein de l'équipe de planification, voir [Chapitre 2.3](#)

Elaboration du projet

- Conception selon des critères circulaires: choix des matériaux sobre en ressources, optimisation des matériaux et surfaces, souplesse d'utilisation, facilité de déconstruction, séparation des systèmes, voir [Chapitre 6](#)

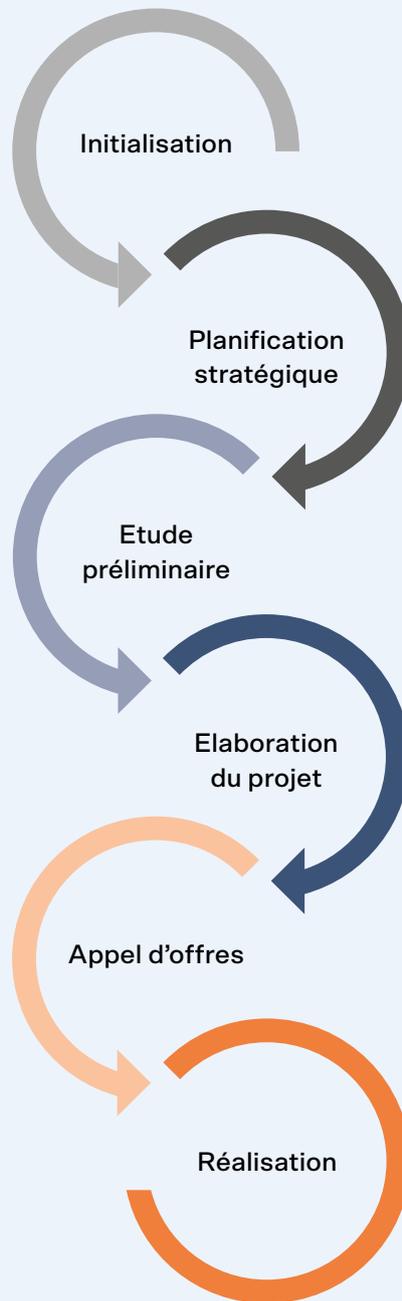


Figure 2.2: Processus de planification pour la construction circulaire

- Examen des objectifs de construction circulaire
- Accompagnement du processus de décision par une analyse du cycle de vie adaptée à chaque phase
- Elaboration d'un concept de base pour la déconstruction, voir [Chapitre 7](#)
- Etude de la déconstruction des éléments de construction de réemploi
- Eléments de construction de réemploi: sélection, examen d'aptitude, préparation du démontage, stockage et logistique, voir [Chapitre 4](#)
- Communication avec les autorités compétentes sur la procédure modifiée
- Documentation des ressources utilisées, voir [Chapitre 4.2](#)

Appel d'offres

- L'appel d'offres contient des critères et paramètres relatifs à la construction circulaire
- Acquisition d'éléments de construction de réemploi externes, voir [Chapitre 4.1](#)
- Logistique des matériaux, voir [Chapitre 4.3](#)
- Appel d'offres Démontage
- Appel d'offres Amélioration et pose d'éléments de construction de réemploi
- Définir des formes de contrat adaptées à une viabilité à long terme de la circularité (rachat, reprise, traçabilité)
- Garantir une étroite collaboration entre les planificateurs et les exécutants de manière à assurer la mise en œuvre des directives de planification

Réalisation

- Garantir l'expertise en matière de construction circulaire (direction et supervision des travaux ou professionnel externe)
- Formation et information continue des entreprises exécutantes sur les exigences en matière de circularité
- Prévoir des coûts supplémentaires de construction et des délais supplémentaires, ainsi qu'une marge de sécurité pour les imprévus
- Documentation des flux de matériaux et de déchets sur le chantier, voir [Chapitre 7](#)
- Documentation des ressources utilisées, voir [Chapitre 4.2](#)

des architectes consiste, dès les prémices du projet, à les impliquer dans le processus et à communiquer activement avec le maître d'ouvrage, les autres ingénieurs d'études, les entrepreneurs en construction et les autorités. Cette nouvelle forme de collaboration fait déjà l'objet de premiers modèles de gestion de projets coopératifs, comme des contrats d'alliance ou la méthode «Design Build».

Nouveaux rôles

Les nouveaux processus et schémas font également émerger deux nouveaux rôles nécessitant des connaissances et une expérience spécifiques dans la construction circulaire. Il est impératif de les attribuer dès le début du projet, même à des professionnels externes.

- Planification technique Construction circulaire: elle met en évidence les points du projet présentant un potentiel de circularité et comment l'exploiter. Elle formule des objectifs de circularité réalistes en étroite collaboration avec le maître d'ouvrage et les ingénieurs d'étude. Elle arbitre l'intégralité du processus de planification et veille à l'implication des ingénieurs d'études dans les phases de planification qui les concernent.
- Planification technique Réemploi: elle commence, dès l'analyse de potentiel dans la phase de conception du projet, par la «chasse aux éléments de construction»: elle identifie et cherche les éléments de construction réutilisables appropriés. Elle coordonne en outre le stockage des éléments de construction et tient un rôle de conseil pour leur réemploi, l'appel d'offres et l'attribution de marchés.

Contrôle d'efficacité

Durant tout le processus de planification d'un projet, il convient de vérifier régulièrement l'effet des différentes décisions sur l'environnement et les ressources. Il existe un outil incontournable dans ce domaine: l'analyse du cycle de vie, ou écobilan, qui permet

- de quantifier l'empreinte écologique,
- d'identifier les conflits d'objectifs et
- de comparer différentes variantes.

Un autre instrument, l'indicateur de circularité, qui en est actuellement encore au stade du développement, évalue la circularité d'un bâtiment comme un tout. Cela permet de formuler des valeurs cibles, mais aussi de comparer des bâtiments. Il existe différentes méthodes et outils pour le calcul d'un tel indicateur. En Suisse, elles sont recensées dans le guide «Rendre la circularité mesurable – Un indicateur suisse de circularité», qui se base à la fois sur les normes européennes et les spécificités de la Suisse. Il a été rédigé à l'initiative de l'association Madaster Suisse avec la participation de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), et de différents acteurs publics et privés du secteur du bâtiment, des organisations de standardisation et de normalisation ainsi que d'institutions de recherche.

Outils et méthodes numériques

La planification, la construction, l'exploitation et la déconstruction selon les critères de l'économie circulaire nécessitent des informations et données détaillées, concernant par exemple

- les matériaux utilisés,
- les indications du fabricant d'origine,
- les méthodes de montage,
- les processus de démontage possibles,
- les émissions grises de gaz à effet de serre et
- les coûts du cycle de vie.

Les outils numériques tels que les modèles BIM ou les catalogues d'éléments de construction facilitent la saisie, la gestion, l'échange et l'analyse de ces informations. La saisie numérique de l'existant offre une base de données fiable pour tous les travaux subséquents lors de la réalisation de constructions ou d'assainissements ou extensions importants. Elle permet de localiser les éléments de construction réutilisables ou d'évaluer le cubage.

Avec un logiciel d'analyse du cycle de vie, les planificateurs peuvent aisément évaluer dès les premières phases de planification les émissions de gaz à effet de serre et la consommation de ressources de différentes variantes du projet.

3 Remaniement du tissu existant



3 Remaniement du tissu existant

Le remaniement du tissu existant offre le plus grand potentiel de préservation du climat et des ressources. La rénovation d'un bâtiment existant émet, en fonction du degré d'intervention, quatre à cinq fois moins de gaz à effet de serre que la construction d'un bâtiment neuf équivalent. Celle-ci doit donc rester exclusivement réservée à des cas exceptionnels dûment justifiés.

La construction dans et avec l'existant revêt une importance cruciale pour la préservation de la culture du bâti. C'est ainsi que se sont développées des stratégies éprouvées et des méthodes établies pour la conservation des bâtiments. Vous trouverez par exemple des informations complètes dans le volume «Rénovation – La transformation durable» de la série de publications spécialisées de Suisse Energie et des cantons (CDEn).

3.1 Clarification des besoins

Adaptés à l'existant

L'objectif de la transformation est d'adapter et d'améliorer le bâtiment existant aux besoins actuels avec le moins possible d'interventions sur la construction. Il est par conséquent impératif, au début d'un projet, d'analyser à quel point l'offre actuelle d'espace et d'équipements convient à la future utilisation. Il semble opportun, dans la mesure du possible, de définir les besoins d'utilisation en fonction de l'existant et non sur la base d'idées arrêtées. Il convient également d'examiner si un changement d'utilisation permettrait de préserver le bâtiment.

Remettre en question les attentes

Il convient également d'examiner les besoins spécifiques de surface pour les différentes utilisations des locaux. S'ils sont élevés, ils doivent être réduits dans la mesure du possible et du raisonnable (sobriété). Pour ce faire, il faut coordonner l'architecture des locaux et la disposition opérationnelle: dans quelle mesure les locaux peuvent-ils être aménagés de manière flexible afin de permettre une utilisation variable au cours de la journée ou de la semaine? Le remaniement du tissu existant remet en question toute intervention architecturale et privilégie des améliorations sobres en ressources dans l'organisation de l'espace. Il semble indiqué d'impliquer les futurs utilisateurs du bâtiment dans l'évaluation, s'ils sont déjà connus.

Dérogations à la norme

Dans la balance globale entre rénovation et remplacement, les améliorations potentielles en matière d'efficacité énergétique et de confort d'utilisation pèsent traditionnellement lourd dans la décision. La stratégie de développement circulaire nécessite une analyse de sensibilité supplémentaire: quel est l'impact des différentes normes d'exécution et industrielles (bruit, climat intérieur) sur les coûts de construction? En concertation avec le maître d'ouvrage ou les groupes d'utilisateurs, le planificateur peut en déduire un profil d'exigences individuel.

Une telle approche différenciée est déjà opérationnelle dans les projets pilotes visant à tester des concepts low-tech. On constate régulièrement que les concepts de ventilation ou les mesures d'isolation acoustique peuvent être réalisés à moindre coût si les groupes d'utilisateurs sont impliqués dès le début. Si la planification s'écarte des normes, il faut prouver que les décisions spécifiques au projet sont compatibles avec les normes de qualité préalablement définies.

3.2 Analyse de l'existant

Une analyse complète de l'existant constitue une base décisionnelle importante pour les différentes possibilités de remaniement. Il convient d'examiner soigneusement les aspects suivants:

Structure porteuse et sous-sol (statique et structure)

Le cœur d'un bâtiment est constitué d'éléments porteurs horizontaux et verticaux. Pour évaluer leur fonctionnalité, il est nécessaire de disposer d'informations détaillées sur la structure des éléments porteurs, les assemblages et les matériaux utilisés. Les documents de planification des bâtiments anciens font cependant souvent défaut; les revêtements de surface peuvent également compliquer l'analyse. Si nécessaire, des études spécifiques sur la capacité de charge statique sont donc commandées.

3 Remaniement du tissu existant

Ces informations permettent de déterminer les options pour le remaniement: une rénovation technique de la structure du bâtiment est-elle nécessaire pour remédier aux insuffisances? Ou l'état initial permet-il une surélévation?

La conservation de la structure porteuse a une grande influence sur la consommation de ressources et les émissions de gaz à effet de serre (voir chapitre 1, section «Le gros œuvre pèse lourd dans la balance»). La réutilisation des sous-sols recèle également un grand potentiel écologique. Il convient ici de vérifier si la structure existante doit être renforcée ou adaptée à la nouvelle utilisation.

Enveloppe du bâtiment (physique du bâtiment)

Les éléments non porteurs (murs extérieurs, revêtement de façade, fenêtres ou cloisons intérieures) doivent répondre à différentes exigences en matière de physique du bâtiment. Il faut toutefois souvent améliorer l'isolation thermique et acoustique lors de la rénovation d'un bâtiment. Comme ces systèmes sont relativement éphémères, la rénovation ou l'amélioration de ces éléments de construction peut généralement être réalisée séparément de la structure primaire porteuse. Si des éléments de construction doivent être remplacés, ils doivent provenir autant que possible d'un pool de réemploi.

Potentiel de réemploi (potentiel Re-Use)

Si le remaniement de l'existant se révèle infaisable ou s'il faut déconstruire certains éléments du bâtiment, l'analyse de l'état des éléments porteurs et non porteurs fournit des informations essentielles sur le réemploi, sur place ou dans d'autres bâtiments (voir section «Passeport matériaux ou ressources» au chapitre 4.2). Elle comprend également des informations sur la manière de procéder au démontage et à la réinstallation. Il convient en outre de s'informer dès que possible sur les possibilités de mise sur le marché des éléments de réemploi qui ne sont plus nécessaires sur place.

Structure et plans

Afin d'adapter la structure d'utilisation aux nouveaux besoins, il peut être envisagé de supprimer ou de déplacer les cloisons non porteuses. L'espace disponible dans les bâtiments existants ne peut toutefois pas être modifié à volonté. Outre la structure porteuse, les zones d'accès (cage d'escalier, couloir) ou les gaines techniques limitent les adaptations possibles. L'analyse de l'état actuel doit porter sur les modifications réalisables, par exemple l'adaptation des plans ou l'encapsulage de balcons.

Polluants

Le bâti existant reflète les connaissances des traditions de construction anciennes. Il faut partir du principe que la substance du bâtiment est contaminée par des polluants. C'est la raison pour laquelle la loi impose une analyse des polluants pour les projets de construction soumis à autorisation concernant des bâtiments construits avant 1990. Les normes de construction Minergie-ECO et SNBS exigent un contrôle des polluants pour tous les projets de modernisation, de rénovation et de déconstruction de bâtiments datant d'avant 1990.

Il est recommandé de faire appel à un professionnel pour le prélèvement d'échantillons et l'analyse. En cas de suspicion de présence de substances nocives, les éléments de construction concernés doivent être assainis ou éliminés. Leur utilisation ne peut continuer que si tout danger immédiat pour l'homme et l'environnement peut être exclu. Les éléments de construction contenant des substances nocives peuvent être réutilisés à l'extérieur après avoir été démontés et assainis de manière appropriée.

Un projet sur les substances nocives et les éléments de construction de réemploi est actuellement mené pour le compte de l'OFEV. Le rapport sera publié fin 2025.

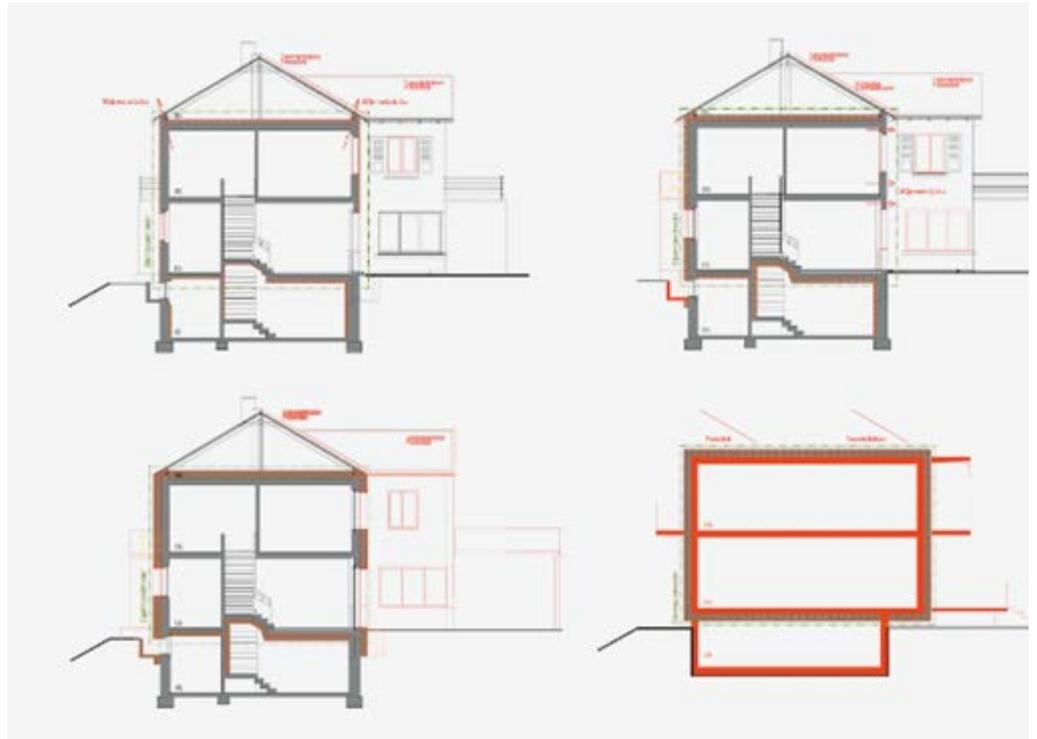


Figure 3.1: Exemple d'étude de variantes. (Source: livre «Rénovation – La transformation durable», Faktor Verlag)

3.3 Evaluation du degré d'intervention

L'évaluation du degré d'intervention s'appuie sur l'analyse de l'état actuel et les besoins d'utilisation. A cette fin, il convient d'examiner différentes variantes de traitement de la substance bâtie existante (voir fig. 3.1). Les options possibles sont les suivantes: rénover, réaffecter, agrandir ou remplacer. Le cadre décisionnel doit rester aussi ouvert que possible, en concertation entre le maître d'ouvrage et les planificateurs.

Selon le projet, il peut être utile de réaliser des analyses approfondies et des études de planification:

- une procédure de planification test globale afin de comparer différentes options de développement.
- des études de faisabilité permettant d'évaluer différentes stratégies de rénovation des bâtiments.
- Dans le cadre d'un concours, il convient de traiter sur un pied d'égalité les stratégies de conservation et de rénovation pour la «construction de remplacement» et celles qui favorisent la «réutilisation des bâtiments» si une construction de remplacement ne peut être exclue d'emblée.

3.4 Exemple pratique: Marktgasse Freilager, Zurich

Fiche signalétique

| | |
|-------------------------|----------------------------------------------------|
| Objet | Entrepôt de transit Albisrieden Zurich, Marktgasse |
| Affectation | Habitat, commerce |
| Année de construction | Plan d'aménagement 2004–2010, Projet 2008–2016 |
| Maître d'ouvrage | Freilager AG Zürich |
| Architecture | Meili & Peter Architekten AG |
| Planification technique | aucune |
| Construction circulaire | |

Entre 2008 et 2016, un nouveau quartier à forte densité de population comprenant environ huit cents appartements locatifs et 18 000 m² de surfaces commerciales et de bureaux a vu le jour sur le site de l'ancien entrepôt de transit de Zurich-Albisrieden. Plus de 2500 personnes y vivent et y travaillent.



Figure 3.2: Deux anciennes halles de stockage surélevées forment la Marktasse sur le site de l'entrepôt de transit à Zurich-Albisrieden. (Photo: Georg Aerni)

Une partie des bâtiments les plus anciens a pu être conservée: deux imposants entrepôts de trois et quatre étages, longs de 135 mètres, construits entre 1926 et 1927 selon les plans des architectes Pflughardt & Haefeli. A l'intérieur, les anciens entrepôts surprennent par leur profondeur pouvant atteindre 24 mètres, leur hauteur impressionnante et leur structure en béton caractéristique avec des piliers champignons disposés selon une trame de 5 x 5 mètres.

Les deux bâtiments historiques en briques ont été surélevés de trois étages chacun. Le principe statique a été étendu verticalement selon la même trame que l'existant, dans une construction massive à piliers et dalles. Cela a permis de créer 195 appartements de 56 types différents. La substance existante a été améliorée par une isolation intérieure minérale, ce qui a permis de conserver l'aspect de la façade en briques d'origine. Le changement d'affectation de l'entrepôt en immeuble d'habitation est visible de l'extérieur grâce aux nouveaux balcons en forme de haricot.

Les deux bâtiments sont séparés par la Marktasse, qui s'est considérablement animée grâce aux restaurants et aux magasins du rez-de-chaussée. Puisque le site de l'entrepôt de transit est certifié «Site 2000 watts», la préservation du bâtiment existant a largement contribué à respecter les faibles émissions de gaz à effet de serre exigées lors de la construction. Le bâtiment a été certifié Minergie-ECO.

Quelles ont été les particularités du projet?

Une analyse de l'état et une vérification de la sécurité structurale des deux bâtiments en briques ont montré qu'ils pouvaient être surélevés. Malgré l'augmentation des charges permanentes, un simple renforcement minimal des fondations a suffi, sans qu'il soit nécessaire de recouvrir les piliers, ce qui aurait été coûteux.

Qu'est-ce qui a entraîné des coûts supplémentaires?

L'affectation au logement a nécessité la construction de nouvelles cages d'escalier, et donc des découpes dans la structure porteuse. Afin de minimiser cette intervention, les architectes ont regroupé l'accès dans quatre cages d'escalier qui assurent également le renforcement des bâtiments.

3 Remaniement du tissu existant

Quels ont été les principaux défis?

Comme la profondeur de construction de 24 mètres et la trame des piliers de 5 mètres ne sont en réalité pas adaptées à un usage résidentiel, la disposition en plan a constitué un défi architectural. Grâce à des cloisons intérieures non porteuses, disposées librement hors de la trame, il a été possible de développer des types de plans permettant un agencement judicieux pour la construction de logements, tout en intégrant les piliers champignons dans les pièces comme éléments plastiques et structurants.

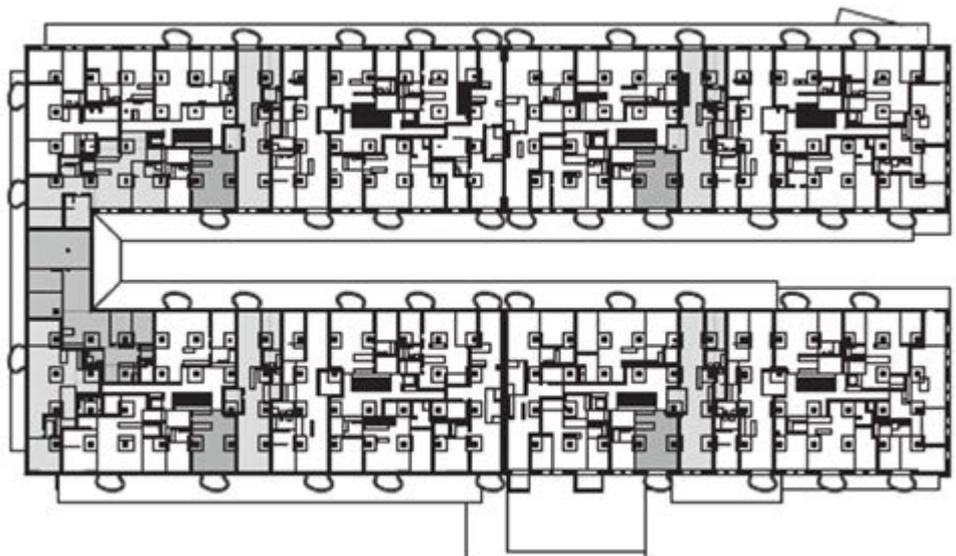


Figure 3.3: Les piliers champignons caractéristiques ont été intégrés dans les pièces. (Photo: Georg Aerni)



Figure 3.5: Les nouvelles cages d'escalier ont nécessité des découpes dans la structure porteuse. (Photo: Studio Gataric Fotografie)

Figure 3.4: Plans 1^{er} étage.
(Plan: Meili & Peter Architekten AG)



4 Réemploi d'éléments de construction et de matériaux



Le secteur du bâtiment est un gros producteur de déchets. Trop d'éléments de construction, de matériaux et de déblais finissent à la décharge (fig. 4.1). Si les éléments et matériaux démantelés sont réutilisés dans le même bâtiment ou ailleurs, les besoins en ressources primaires diminuent. Le réemploi et la réutilisation des éléments de construction offrent également un potentiel prometteur de réduction des émissions indirectes de gaz à effet de serre lors de la construction d'un bâtiment. Cela nécessite toutefois une déconstruction sélective (voir chapitre 7 «Déconstruction»).

Modification du processus de conception

La construction circulaire commence par un processus de conception articulé autour de la réutilisation et du réemploi des éléments et matériaux de construction. Selon l'approche du projet, elle est un élément ou le thème principale du design et de la construction («Design from Availability»). Les éléments et matériaux de réemploi peuvent être intégrés de manière systématique dans le processus de planification s'ils sont pris en compte lors des phases de conception, de choix des matériaux et d'attribution/d'achats. Des bilans écologiques adaptés à chaque phase permettent de vérifier l'efficacité du projet.

4.1 Offre et demande

Quels sont les composants disponibles?

La première question qui se pose toujours est celle de la disponibilité: quels sont les matériaux et composants réutilisables disponibles et quelle est leur qualité? De quelles sources peuvent-ils provenir?

Les concours d'architecture dont le programme exige le réemploi de composants et de produits de construction sont souvent accompagnés d'un catalogue des composants disponibles. Ce pool de matériaux est généralement déjà en possession du porteur du projet.

L'équipe de planification peut également lancer sa propre recherche de composants et de produits de construction réutilisables. Les sources potentielles sont les bourses d'échange de composants externes ou les bâtiments existants menacés de déconstruction. Des entreprises spécialisées ou la planification technique Construction circulaire/ Réemploi organisent ce type de recherche de composants, qui consiste à parcourir le marché de la déconstruction à la recherche de composants et de matériaux de réemploi.

Déchets de chantier en Suisse (en tonnes)

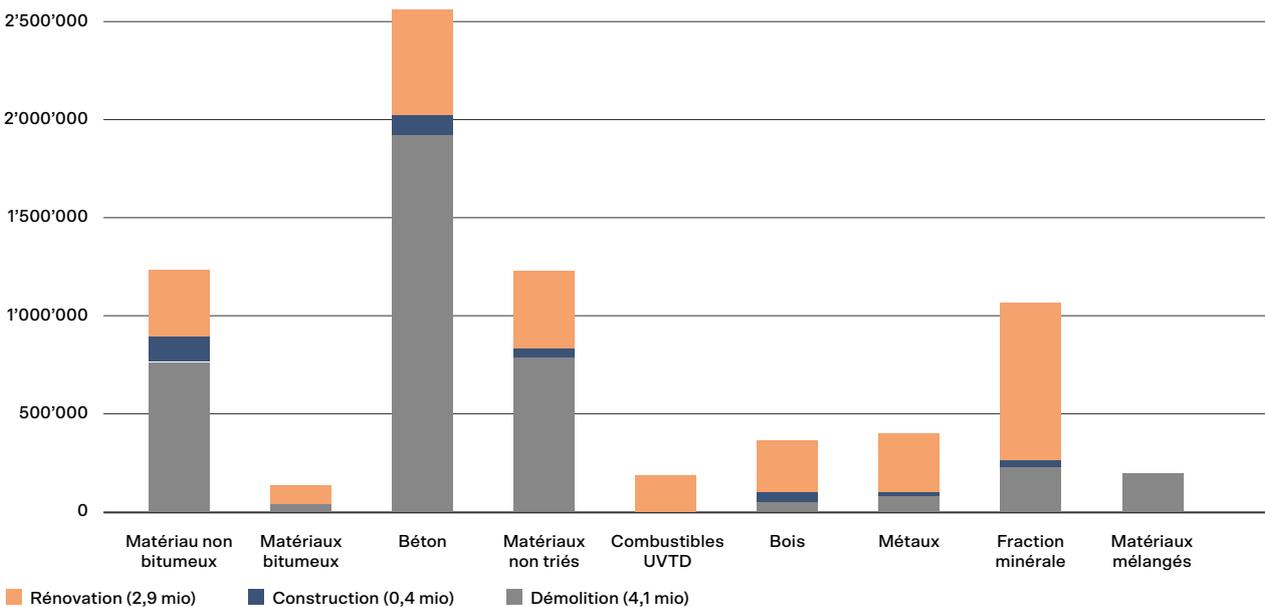


Figure 4.1: Plus de la moitié des déchets de chantier en Suisse proviennent des démolitions. (Source: Bauabfälle in der Schweiz – Hochbau, 2015, OFEV)



Figure 4.2:
La maison de la culture et du commerce Elys à Bâle est équipée de 200 fenêtres de réemploi de différentes couleurs, formes et matériaux. (Photo: baubüro in situ/Martin Zeller)

Flexibilité dans la planification

La planification avec des composants et des matériaux de réemploi nécessite davantage de flexibilité dans le processus décisionnel qu'un processus conventionnel. Etant donné que la recherche des composants se déroule parallèlement à la phase de conception, les décisions relatives aux composants et aux matériaux doivent être prises spécifiquement pour chaque phase. Comme le prouvent des projets pilotes, la construction avec des composants de réemploi doit être considérée comme une tâche de conception créative à part entière. A partir du moment où il est possible de se procurer des composants de même type mais de nature hétérogène (couleur, surface), cette diversité peut être librement intégrée dans la conception du bâtiment.

Exigences en matière de démontage et de réinstallation

La construction circulaire part du principe que les composants, les matériaux et les produits de construction peuvent être facilement démontés à la fin de leur période d'utilisation et réinstallés tout aussi facilement dans un autre bâtiment pour le cycle d'utilisation suivant. Le coût de conception nécessaire au réemploi de composants reste limité s'ils peuvent être réutilisés tels quels et dans le même but.

Le démontage des éléments réemployables doit être soigneusement planifié et adapté aux exigences spécifiques du réemploi. Lors du réemploi, il faut veiller à ce que le démontage ultérieur puisse

également être effectué facilement. Les éléments réemployés doivent en outre être consignés dans le passeport de ressources du bâtiment.

Il ne faut toutefois pas négliger le fait que les exigences de qualité pour les nouvelles constructions ou les rénovations de bâtiments s'appliquent à chaque composant individuel. Il convient donc de vérifier au préalable si les composants et matériaux de construction réemployables doivent être améliorés pour répondre aux exigences en matière de sécurité, d'isolation acoustique ou thermique, ou si des solutions peuvent être trouvées dans le système du bâtiment (par exemple, certificat énergétique du système).

4.2 Evaluation de la qualité des éléments de construction

Etat technique et potentiel de réemploi

La réemployabilité d'un élément de construction dépend également de son état technique. Il est par conséquent indispensable de collecter et de documenter des informations sur la qualité lors de la préparation du projet. Cette documentation se compose de deux parties: l'analyse des propriétés des matériaux et des spécificités de l'utilisation et l'évaluation du potentiel de réemploi. Différentes initiatives ont cours en Europe pour saisir de manière systématique l'aptitude au réemploi des produits de construction, au niveau national, normatif ou entrepreneurial.

Passeport matériaux ou ressources

Les passeports matériaux ou ressources pour les bâtiments, qui visent à diffuser largement les informations relatives à la disponibilité, n'en sont qu'au stade du développement. Ils spécifient les caractéristiques chimiques, techniques et écologiques du matériau d'origine et les complètent avec des indications du fabricant et l'histoire de l'utilisation de l'élément de construction. Des tests de matériaux actualisés et un code numérique permettant d'identifier le lieu d'installation apportent des précisions tout aussi utiles. Sont également mis au point des systèmes d'information intégrés au Building Information Modelling (BIM) afin de faciliter la gestion des données.

La documentation des ressources dans le domaine du bâtiment a plusieurs objectifs. Elle rassemble les principales informations permettant une réutilisation et un réemploi au niveau des projets, et elle fournit les bases essentielles à la planification permettant une évaluation rapide du potentiel de réemploi des matériaux utilisés. Autre rôle non négligeable: elle sensibilise, par exemple les propriétaires, à la valeur des ressources naturelles. Elle facilite en outre l'entretien des éléments de construction pendant la phase d'utilisation.

Le règlement européen révisé sur les produits de construction exige la mise en place de passeports numériques de produits (voir le chapitre 8.1 «Cadre juridique»). Cette exigence sera prochainement intégrée dans la législation suisse.

4.3 Logistique

Organisation et planification technique

Le pilotage d'un projet de réemploi doit s'appuyer sur les processus suivants: identification, évaluation, documentation, démontage, logistique et remontage des éléments de construction. Si nécessaire, l'équipe de planification peut faire appel à une planification technique Construction circulaire. Les prestations incluses dans les honoraires comprennent le concept de réemploi, la recherche d'éléments de construction, l'organisation des stations de transit et des entrepôts ainsi que les instructions techniques pour le démontage, la réinstallation et l'entretien des éléments pendant la phase d'utilisation. En revanche, l'achat des éléments, leur stockage, leur traitement et les honoraires de direction technique des travaux sont inclus dans les coûts de construction.

Documentation et gestion des données

En amont de la phase d'achat de matériaux, il convient de déterminer quels sont les matériaux recherchés et d'où ils pourraient provenir. La documentation de l'inventaire disponible constitue une base de travail importante pour la planification globale. Elle répertorie les quantités demandées et les caractéristiques qualitatives de chaque élément de construction.

Stockage et calendrier

L'achat de matériaux doit également être préparé sur le plan logistique. Comme le montre le marché encore jeune des éléments de construction, cette phase génère des coûts supplémentaires et prend du temps. Il faut ainsi prévoir des lieux de collecte et de stockage pour les matériaux de déconstruction disponibles qui ne seront nécessaires que lors d'une phase de construction ultérieure. Leur traitement et leur mise à disposition pour le chantier nécessitent également de l'espace.

4.4 Responsabilité et garantie

Dispositions du règlement des constructions

Les dispositions cantonales du règlement des constructions relatives aux exigences liées aux éléments de construction portent généralement sur les normes techniques du SIA. En ce qui concerne les éléments de construction de réemploi, il convient d'examiner leur conformité à l'état actuel de la technique après leur première période d'utilisation. Les permis de construire pour les projets de réemploi sont généralement autorisés, d'autant plus lorsque les autorités font usage de leur marge d'appréciation ou peuvent peser les intérêts en jeu pour accorder des dérogations.

Responsabilité

Selon les recherches en matière de droit de la construction effectuées par la Haute école des sciences appliquées de Zurich (ZHAW), le risque de responsabilité dans le domaine de la construction circulaire est sensiblement le même qu'avec une construction conventionnelle. A cet égard, les délais habituels pour invoquer un grief (deux ans) et la prescription pour les défauts cachés (cinq ans) s'appliquent. Il convient de noter que les entreprises qui démontent ou livrent des composants et procèdent à leur remontage n'assument aucune responsabilité quant à l'absence de défauts des

composants utilisés. Il est cependant possible de se prémunir contre le risque de défauts, par exemple en imposant une sélection rigoureuse et des obligations de contrôle spécifiques ou des travaux d'inspection et d'entretien supplémentaires.

Changement de propriétaire

La loi sur les produits de construction (LPCo) régit la première mise sur le marché; elle ne s'applique pas encore au remontage ou au réemploi. On peut toutefois en déduire indirectement que le propriétaire de l'ouvrage (c'est-à-dire de l'immeuble) est responsable de la sécurité d'utilisation du produit (de réemploi). Si les éléments de construction appartiennent déjà au propriétaire immobilier, par exemple parce qu'ils sont réemployés dans le même bâtiment ou dans un autre immeuble de son propre portefeuille immobilier, il n'y a pas d'autres aspects juridiques à prendre en compte.

Dans son expertise, la ZHAW recommande toutefois de documenter également les aspects liés à la sécurité des éléments de réemploi (résistance au glissement, bris de glace, protection contre les chutes).

Vous trouverez de plus amples informations dans les documents du projet Innosuisse [«Réemploi d'éléments de construction: Cadre juridique»](#).

4.5 Exemple pratique: Pointe Nord du PAV, Genève

Fiche signalétique

| | |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Objet | PAV Pointe Nord |
| Affectation | Administration |
| Année de construction | 2020–2023 |
| Maître d'ouvrage | Caisse de pension de l'Etat de Genève (CPEG) |
| Architecture | F. Baud & T. Früh Atelier d'Architecture SA |
| Planification technique Construction circulaire | F. Baud & T. Früh Atelier d'Architecture SA |

Au sud de la ville de Genève, à la jonction avec les communes de Lancy et de Carouge, se trouvent plusieurs anciens sites industriels bien desservis. Au nord de cette zone appelée «Praille Acacias Ver-

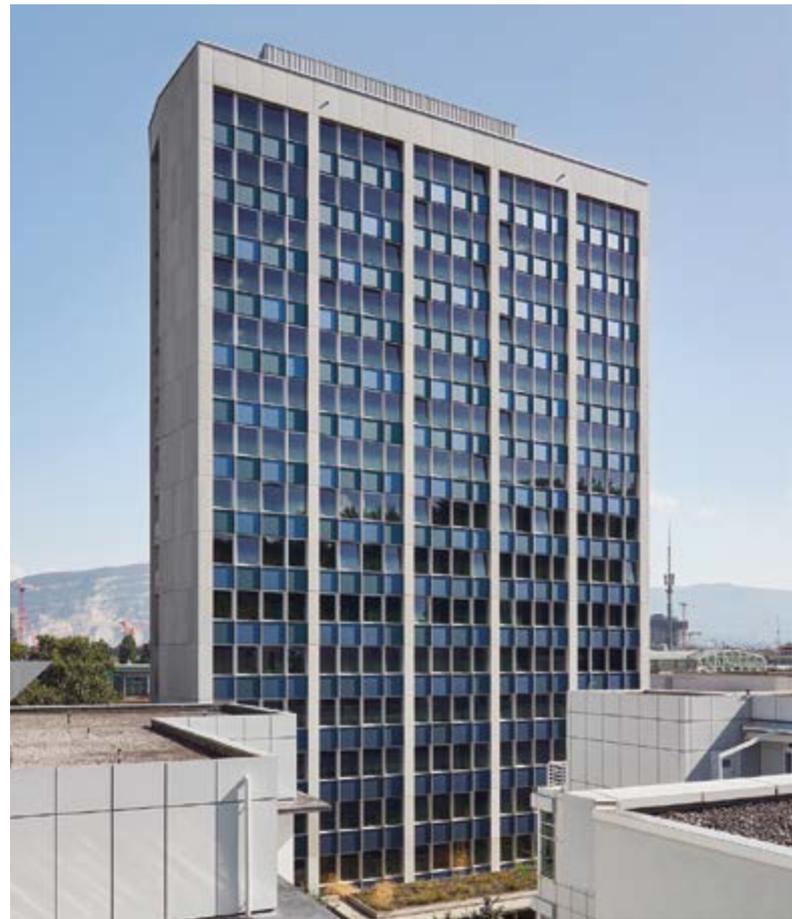


Figure 4.3: La tour de 16 étages autrefois utilisée par le fabricant de parfums Firmenich a bénéficié d'un lifting de façade avec des modules photovoltaïques colorés, et produit désormais de l'électricité solaire renouvelable. (Photo: Eric Rossier)

nets» (PAV), la caisse de pension du canton de Genève a acquis en 2017 la parcelle «Pointe Nord», dont l'emblème est une tour de 16 étages, anciennement utilisée par le fabricant de parfums Firmenich. Entre 2020 et 2023, elle a été transformée, avec trois bâtiments voisins, en un centre administratif pour divers services du canton de Genève. L'accent a été mis sur l'économie circulaire: une part aussi importante que possible des structures et des composants devait provenir du réemploi ou du recyclage.

L'équipe de F. Baud & T. Früh Atelier d'Architecture SA (BFSA) a donc commencé par établir un inventaire afin d'identifier les matériaux réemployables. Une grande partie de l'aménagement intérieur a pu être réemployée sur place, tandis que les tables, les luminaires, les fauteuils et les appareils électro-



Figure 4.4: L'ancien revêtement de façade a été transformé en revêtement en terrazzo pour les espaces intérieurs rénovés.
(Photos: Marcel Kohler/Eric Rossier)

ménagers en bon état ont été vendus à des particuliers par l'intermédiaire d'un partenaire local. Des éléments de construction de valeur, tels que les revêtements en pierre des anciennes façades ou les engrenages de l'ancien paternoster, ont même trouvé une deuxième vie dans du mobilier d'extérieur. Selon le bilan carbone du projet, le réemploi sur place et la redistribution des composants ont permis d'économiser environ 177 tonnes de CO₂, soit 8% des émissions totales.

Les mesures de réemploi ont été complétées par des améliorations énergétiques et l'installation de modules photovoltaïques colorés sur la façade de la tour afin de pouvoir produire et utiliser de l'énergie solaire sur place. A partir de 2025, l'approvisionnement en chaleur et en froid du site sera assuré par le réseau «GéniLac».

Quelles ont été les particularités du projet?

- La collaboration avec des partenaires locaux qui se sont chargés du démontage des éléments aptes à être conservés et de leur revente à des particuliers sur le chantier.
- La mise en place sur le terrain d'un espace de stockage temporaire pour les matériaux destinés au réemploi.
- Le principe de conception «Design from Availability» – travailler avec les matériaux disponibles. Par exemple, l'asphalte réutilisé sert de marches dans les installations extérieures. Un revêtement de façade qui ne pouvait pas être démonté sans être détruit a été transformé en revêtement de sol en terrazzo (downcycling).

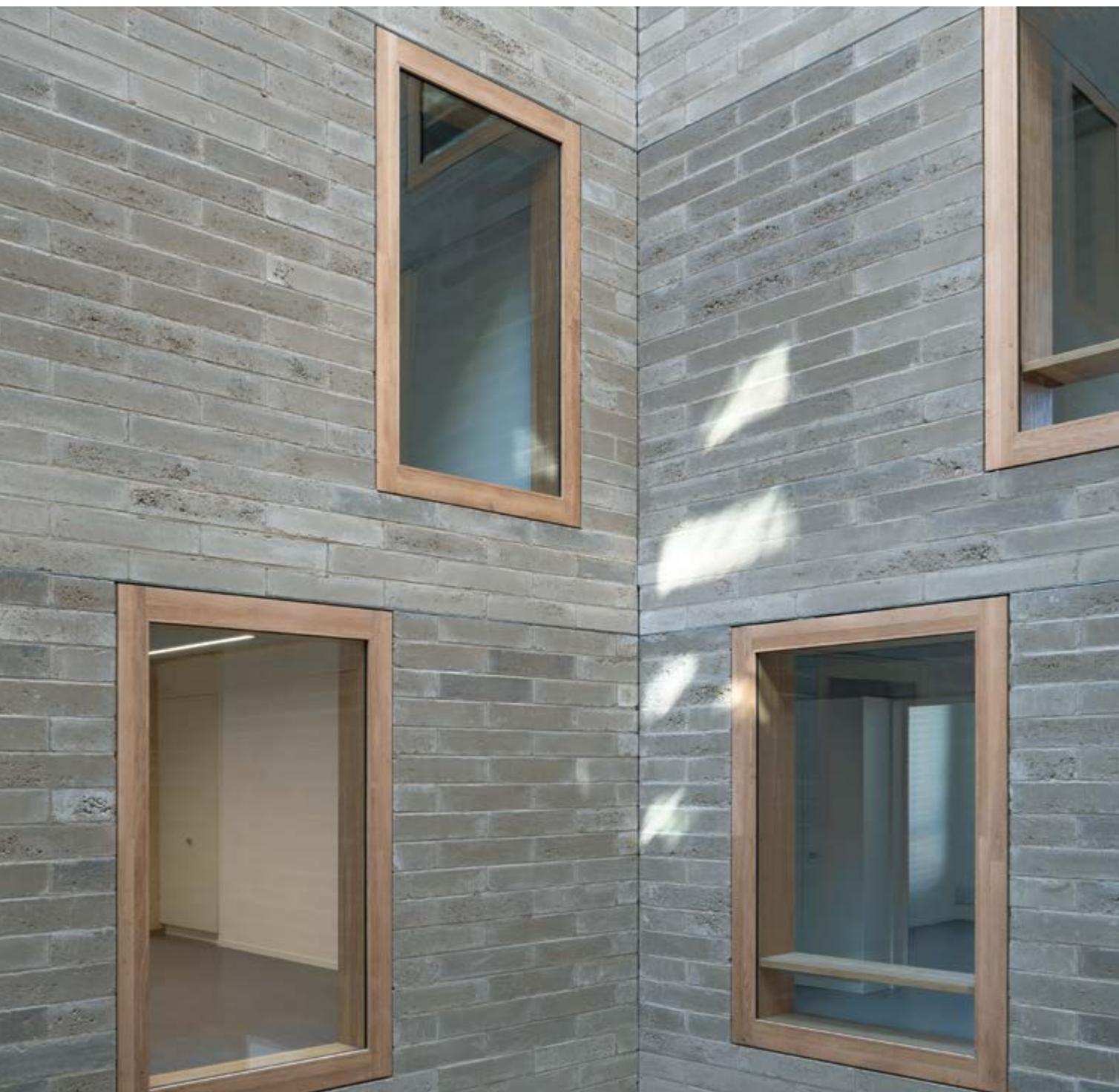
Qu'est-ce qui a entraîné des coûts supplémentaires?

- Le principal défi a résidé dans la gestion des garanties, toutes les entreprises participantes n'étant pas disposées à en accorder pour des produits de réemploi. Pour y remédier, l'équipe de BFSA a organisé des tables rondes avec les parties prenantes et a proposé des tests sur place. Elle a également veillé à disposer d'un stock suffisant de produits pour remplacer ceux qui seraient fortement endommagés.
- La planification et l'approvisionnement en matériaux ont été très laborieux, notamment en raison des normes de protection incendie et d'isolation acoustique ainsi que de la perte de savoir-faire pour certaines techniques anciennes. Ainsi, l'entreprise de maçonnerie n'avait plus posé de terrazzo depuis trente ans.

Qu'est-ce qui n'a pas fonctionné?

Il n'a pas été possible d'utiliser des portes coupe-feu de réemploi, étant donné qu'il est interdit d'y apporter quelque modification que ce soit, même de changer la serrure. Il était en outre prévu de broyer l'ancien revêtement de façade au concasseur sur un chantier voisin. L'autorité compétente a rejeté cette demande au motif qu'il était interdit de transporter des déchets d'un chantier à un autre. Au lieu d'être recyclés sur place, les matériaux ont dû être transportés par camion à 20 km de là, sur le site de l'entreprise de construction mandatée, où ils ont été traités avant d'être ramenés sur le chantier.

5 Choix des matériaux



5.1 Concept des matériaux

La construction circulaire vise à préserver autant que possible les ressources épuisables et à réduire de manière générale la consommation de matériaux pour les nouveaux bâtiments. Il faut par conséquent veiller à concevoir des constructions efficaces. Pour le choix des matériaux proprement dit, il convient de choisir des matériaux et des produits de construction variés, aptes à la circularité et non polluants. Les matériaux de construction recyclables et ceux contenant une forte proportion de matériaux recyclés sont à privilégier par rapport à ceux issus de la fabrication primaire. Les écomatériaux sont généralement plus aptes à la circularité que les matériaux minéraux, et il est plus facile de réutiliser ou de recycler correctement les matériaux homogènes que les matériaux composites.

En plus des exigences fonctionnelles, il convient par conséquent de tenir compte des critères suivants lors du choix des matériaux:

- Durabilité
- Part de recyclage, recyclabilité future et efficacité du recyclage
- Origine et chaîne d'approvisionnement
- Impact sur la qualité de l'air intérieur et la santé (absence de substances nocives et dangereuses)
- Empreinte carbone spécifique au produit et influence sur le bilan global du bâtiment
- Planification des moyens de fixation et des points d'ancrage pour une meilleure démontabilité

Il convient en outre d'élaborer une documentation des ressources liées au bâtiment (voir «Passeport matériaux ou ressources» au chapitre 4.2).

Disponibilité, logistique et transport

Des plateformes commerciales régionales et des bourses de composants destinées au réemploi des composants sont en cours de développement. En Suisse, certains prestataires élargissent leur offre de services en proposant, en plus d'une simple consultation en ligne, une offre de conseil destinée aux architectes et aux ingénieurs civils.

Le raccourcissement des chaînes d'approvisionnement et la création de valeur au niveau régional par la fabrication et le recyclage correspondent aux objectifs de l'économie circulaire. Ces principes doivent également s'appliquer à l'achat de matériaux

de construction circulaires. Plus l'empreinte carbone liée au traitement ou à la production de composants réutilisables ou de matériaux de construction recyclés est faible, plus l'impact de leur lieu d'origine et de la distance de transport augmente.

Plus de la moitié des émissions indirectes de gaz à effet de serre générées par les matériaux de construction réutilisables qui sont démontés et réinstallés sans modification sont imputables au transport. Les distances de transport doivent donc être aussi courtes que possible et évaluées à l'aide d'un bilan écologique. En principe, le réemploi implique une chaîne d'approvisionnement locale qui couvre des distances nettement plus courtes que les matériaux de construction classiques.

La disponibilité du béton recyclé est un cas particulier: il reste plus écologique qu'un béton coulé sur place classique, même s'il implique des frais de transport supplémentaires, généralement sur des distances allant jusqu'à 30 km supplémentaires.

5.2 Science des matériaux

Matériaux et produits de construction minéraux

Lors de l'achat de matériaux de construction minéraux, il convient d'exiger une part de recyclage aussi élevée que possible. La fabrication de béton, d'acier, d'aluminium, de verre et de produits en plastique à partir de ressources secondaires issues de la déconstruction de bâtiments ou de résidus de fabrication internes reste très gourmande en énergie, d'où une empreinte carbone importante, indépendamment de la part de matériaux recyclés de chaque produit. L'utilisation de sources d'énergie renouvelables pour le processus de retraitement permet d'améliorer l'empreinte carbone. Le recyclage de certains matériaux peut également aboutir à un downcycling.

Pour des raisons écologiques, il est préférable de n'avoir recours aux matériaux de construction les plus courants dans la construction, tels que le béton, la brique et l'acier, sous forme recyclée que s'ils garantissent une longue durée de vie du bâtiment. Une construction en bois ou en pisé peut constituer une solution intéressante pour les structures porteuses et les enveloppes de certains types de bâtiments. Les briques en terre crue sont également intéressantes pour les cloisons intérieures.

Produits à faibles émissions

De nouveaux procédés sont développés pour les composants des matériaux de construction minéraux tels que le béton, le ciment ou l'argile (briques, tuiles) afin de réduire leur empreinte carbone. Les types de béton optimisés pour le climat disponibles sur le marché contiennent généralement moins de clinker et sont mélangés à du gravier secondaire carbonaté. La déclaration n'est toutefois pas encore standardisée (voir Chapitre 5.3 Systèmes d'information).

Ecomatériaux

Les matériaux de construction et matières premières à base de bois, d'argile, de paille, de chanvre ou de cellulose proviennent de matières premières renouvelables et biodégradables. Leur production et leur élimination font généralement appel à des processus naturels. De nombreux écomatériaux sont également des sous-produits de l'agriculture ou d'autres secteurs économiques. Dans ce cas, ils doivent satisfaire aux conditions suivantes: ils ne doivent pas contenir d'autres matières et doivent provenir de sources renouvelables basées sur une gestion durable des ressources naturelles (forêts, plantes utiles). Les informations sur leur origine doivent soit figurer dans les certificats des produits, soit être disponibles auprès des fabricants.

Matériaux composites

Les matériaux composites, les systèmes de composants liés chimiquement ou les matériaux à base de bois sont souvent collés ou encollés, ce qui complique considérablement ou même empêche leur recyclage à la fin de leur cycle de vie. Les projets de construction en bois nécessitent par conséquent, outre une analyse du cycle de vie, un examen approfondi des possibilités d'utilisation de bois massif ou de lamellé-collé pour les différentes structures. Il convient également d'évaluer l'utilité des vernis de protection pour les éléments en bois.

5.3 Systèmes d'information

Empreinte carbone

Les analyses écologiques du cycle de vie des matériaux de construction fournissent des bases essentielles pour les décisions de construction et une évaluation correcte des produits. Grâce aux standards de calcul établis dans la branche de la planification en Suisse (SIA 2032) et aux bases de données communes (données des écobilans KBOB) la comparai-

son des matériaux porte sur des fonctions et des durées d'utilisation identiques. Ce système de bilan intègre également de manière prospective la déconstruction et les différentes parts de produits recyclés.

Il convient de préciser que si le recyclage de matériaux de construction n'améliore pas forcément le bilan carbone, le remplacement de matières premières primaires par des produits recyclés a un impact positif sur les écosystèmes (les eaux, la biodiversité, etc.). La méthode susmentionnée fournit des bases de décision tout aussi efficaces à cet égard. Si nécessaire, les chaînes de production et d'approvisionnement de différents matériaux de construction à l'état de neuf peuvent également être évaluées à l'aide d'unités de charge écologique.

Standards de déclaration

La déclaration d'émissions de gaz à effet de serre spécifiques aux produits n'est pas encore réglementée par l'Etat. Certaines informations figurent dans la liste «Données écobilans dans la construction» de la KBOB/Ecobau/IPB. Les Déclarations environnementales de produit DEP (en anglais Environmental Product Declaration EPD) contiennent également les valeurs d'émissions de gaz à effet de serre de certains produits. Les données écobilan KBOB servent de base pour les écobilans standardisés exigés pour les labels de construction Minergie, Minergie-ECO et SNBS, ou utilisés pour calculer les valeurs cibles de la norme SIA 390/1 «La voie du climat». Les exigences en matière de DEP varient d'un pays à l'autre au sein de l'UE, aucune comparaison n'est donc possible à l'heure actuelle. L'UE travaillera à une harmonisation pour les prochaines années. Les données des DEP ne sont pas non plus compatibles avec les données écobilan KBOB. La Suisse adoptera la révision du règlement européen sur les produits de construction, avec pour objectif de garantir la compatibilité des approches et la comparabilité des écobilans des produits et comme priorités l'harmonisation des données de base, la prise en compte de l'ensemble du cycle de vie et le calcul d'indicateurs environnementaux pertinents. L'association Ecobau note les éco-produits en fournissant des informations générales sur leur qualité écologique.

BIM et autres outils numériques

La construction circulaire complexifie la planification, car elle nécessite de saisir, collecter et échanger des données supplémentaires (matériaux, écobilans). Les planificateurs disposent ainsi d'outils de planification

5 Choix des matériaux

numériques qui simplifient les flux d'informations et leur fournissent des bases décisionnelles adaptées à chaque niveau. Ils sont même fortement recommandés pour les nouvelles constructions. Les jumeaux numériques de bâtiments, créés à l'aide de la modélisation des données du bâtiment (BIM), sont également très utiles pour la gestion des données dans la construction circulaire. Par exemple, les premières versions du GreenBIM déjà disponibles intègrent les normes concernées et des bases de données complètes sur les matériaux.

5.4 Exemple pratique: Maison de l'environnement, Lausanne

Fiche signalétique

| | |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Objet | Maison de l'environnement, Lausanne |
| Affectation | Administration |
| Année de construction | 2017-2021 |
| Maître d'ouvrage | Canton de Vaud |
| Architecture | Ferrari Architectes Lausanne SA en partenariat avec JPF Entreprise Générale SA |
| Planification technique | - |
| Construction circulaire | |

Cet immeuble de bureaux moderne destiné à accueillir la Direction générale de l'environnement du canton de Vaud a été construit entre 2017 et 2021 au nord-est de la ville de Lausanne. Conçue comme une maison passive, la «Maison de l'environnement» reflète l'engagement de ses utilisateurs en faveur de l'environnement.

Elle est organisée autour de deux cours intérieures végétalisées qui servent de lieux de rencontre et d'échange et qui contribuent à la régulation du climat intérieur: les ouvertures d'aération sur les côtés et dans le toit des atriums créent un effet de cheminée assurant une ventilation naturelle. Les cours intérieures apportent en outre de la lumière naturelle aux pièces adjacentes, propice à une atmosphère agréable.

La structure porteuse des étages supérieurs et les façades sont en bois. Afin de compenser sa faible capacité thermique, il a été décidé de construire les murs intérieurs du nouveau bâtiment en pisé, un matériau doté d'une grande capacité d'accumulation de chaleur qui contribue au confort thermique et régule l'humidité de l'air. Du béton recyclé a été utilisé pour le sous-sol.

Figure 5.1:
La «Maison de l'environnement» est le nouveau siège de la Direction générale de l'environnement du canton de Vaud. (Photo: Duccio Malagamba)



5 Choix des matériaux

Les cloisons en plaques de plâtre sont conçues de manière à permettre une adaptabilité optimale des pièces en fonction des besoins. Cette flexibilité augmente la durée de vie du bâtiment. La construction modulaire en bois favorise en outre le réemploi des éléments de construction à la fin de leur cycle de vie. Grâce à ces différentes mesures, l'énergie grise du nouveau bâtiment a pu être réduite à 80% de la valeur limite exigée par Minergie-ECO (cf. graphique ci-dessous). Les émissions grises de gaz à effet de serre pour la réalisation s'élèvent à 10,53 kg eq CO₂/m².

Quelles ont été les particularités du projet?

- Les usagers ont pu s'impliquer dans plusieurs domaines pendant toute la phase de développement du projet, par exemple en ce qui concernait l'aménagement des installations extérieures, l'utilisation de l'eau ou la toiture végétale.
- Les matériaux locaux ont été utilisés en priorité pour la construction quand c'était possible. Le client a fait réaliser une étude sur la traçabilité des matériaux, qui a montré que 97% du bois et 100% du béton provenaient de Suisse. La majeure partie du bois local a été abattue dans le canton de Vaud, dans des forêts gérées durablement.

Energie grise

Valeur du projet 620'000 MJ/an, Valeur limite: 775'000 MJ/an
Energie non renouvelable en MJ/an

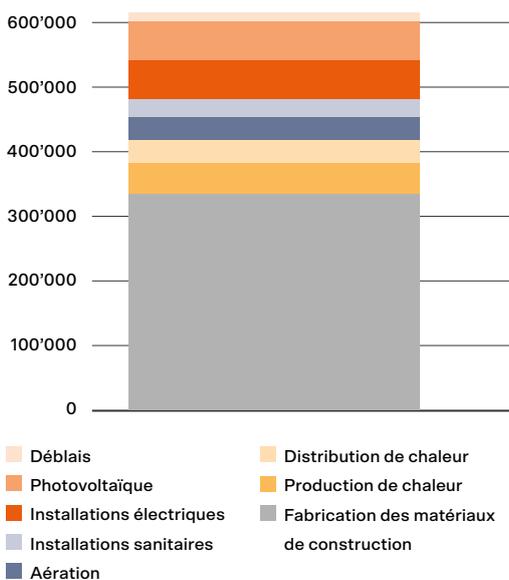


Figure 5.3: Calculs de l'énergie grise (Source: Weinmann-Energies SA)

Qu'est-ce qui a entraîné des coûts supplémentaires?

Il a fallu convaincre le client d'utiliser de l'argile pour les murs intérieurs. Des visites de bâtiments déjà réalisés ont permis de lever ses derniers doutes.

Qu'est-ce qui n'a pas fonctionné?

Il était prévu à l'origine d'utiliser les déblais du chantier pour fabriquer les briques d'argile. Mais les fortes pluies qui se sont abattues sur la région pendant les travaux d'excavation ont eu raison de cette idée: il aurait en effet fallu sécher artificiellement la terre pendant plusieurs semaines avant de pouvoir l'utiliser. De la terre d'autres chantiers situés dans un rayon de trente kilomètres a donc été acheminée.



Figure 5.2: L'un des deux atriums qui non seulement apportent beaucoup de lumière naturelle dans le bâtiment, mais influencent également positivement le climat intérieur grâce à l'effet de cheminée et aux briques d'argile utilisées. (Photo: Duccio Malagamba)

6 Construction



Les nouvelles constructions offrent une occasion idéale d'appliquer de manière exhaustive les stratégies de conception et de construction circulaires et de créer une documentation sur les ressources liées au bâtiment.

6.1 Concept de bâtiment

Les aspects suivants doivent être pris en compte dès la phase de conception du bâtiment:

- Durabilité: les exigences techniques relatives à la durée de vie des systèmes et des installations du bâtiment sont normalisées et donc définies à l'avance comme objectif minimal pour chaque tâche de planification. D'autres facteurs d'influence sur le cycle de vie du bâtiment, tels que les changements d'affectation futurs ou les adaptations au changement climatique, doivent également être évalués à un stade précoce. Il est donc recommandé, dès les premières phases de planification, de réaliser différents scénarios d'utilisation ou des analyses de sensibilité afin de vérifier la capacité d'adaptation et la polyvalence d'un bâtiment.
- Résilience: une architecture basée sur des concepts intemporels valorise le bâtiment dans la durée et favorise son acceptation par le public. Elle doit en même temps être conçue, en association avec la technologie, dans une optique de fonctionnement résilient. Compte tenu des conséquences prévisibles du changement climatique, les bâtiments doivent pouvoir être adaptés, sans perte de confort, à des scénarios climatiques tels que les vagues de chaleur.
- Flexibilité d'affectation: l'organisation des surfaces, au moyen de mesures structurelles, spatiales et organisationnelles, doit permettre différents usages, dans le temps ou pour chaque unité d'espace. Les modèles de plans d'étage sobres en matière de ressources qui prévoient des unités d'espace ouvertes, par exemple pour le co-working ou la cohabitation, permettent également d'économiser de la surface.
- Séparation des systèmes: la séparation des différents systèmes et couches du bâtiment est indispensable pour faciliter les changements d'affectation, l'entretien et la déconstruction futurs. A cette fin, il convient de séparer, dans le bâtiment, les éléments de construction ayant des fonctions et des durées de vie différentes et de les assembler de manière amovible. Cela facilite les modifica-



Figure 6.1: Couches de durabilité (selon le DGNB, d'après le modèle des «shearing layers» de Stewart Brand)

tions de répartition des espaces ainsi que le démontage et le réemploi des éléments (fig. 6.1).

- Concept de déconstruction: même si les nouveaux bâtiments doivent être conçus pour durer longtemps, dans le meilleur des cas trois à quatre générations ou plus, il convient de préparer leur déconstruction ultérieure. C'est encore plus important pour les éléments de construction ayant une durée de vie plus courte (par exemple la façade, les aménagements intérieurs, les installations techniques). Cela nécessite l'élaboration d'un concept de réemploi et de démontage, qui doit être transmis aux responsables de l'exploitation lors de la remise des clés.

6.2 Structure porteuse

Dimensionnement adaptable

La structure porteuse constitue déjà aujourd'hui le cœur durable du bâtiment. Sa simplification fait partie des étapes incontournables d'une optimisation de la construction circulaire. Les transferts de charges verticaux rectilignes nécessitent moins de matériaux qu'une ossature angulaire avec des porte-à-faux.

Le dimensionnement de la structure porteuse a une influence considérable sur la flexibilité d'affectation du bâtiment. La conception des portées et des hauteurs d'étage doit être adaptée à une utilisation flexible des espaces et des plans d'étage. Il convient toutefois de noter qu'une structure porteuse flexible n'est pas toujours très sobre en matériaux et n'a donc qu'un effet à long terme sur la préservation des ressources.

6.3 Construction

Éléments séparables

Un bâtiment se compose de différents systèmes (structure porteuse, enveloppe, aménagements intérieurs) qui nécessitent une parfaite coordination de différents corps de métier. Pour les nouvelles constructions, il convient donc de planifier dès les premières phases du projet comment faciliter la remise en état pendant la phase d'utilisation ou le démontage à la fin de l'utilisation. La planification de nouvelles constructions doit respecter des

exigences de plus en plus strictes, qui imposent la prise en compte, dès le début, de la démontabilité et de la facilité de déconstruction sélective des éléments.

Assemblages réversibles

Les assemblages réversibles, généralement mécaniques, créent les conditions optimales pour le «Design for Disassembly». Ils peuvent notamment consister à privilégier le vissage ou l'aboutage par rapport au collage. Les raccords faciles à démonter améliorent la circularité d'une construction modulaire ou présentant un degré élevé de préfabrication.

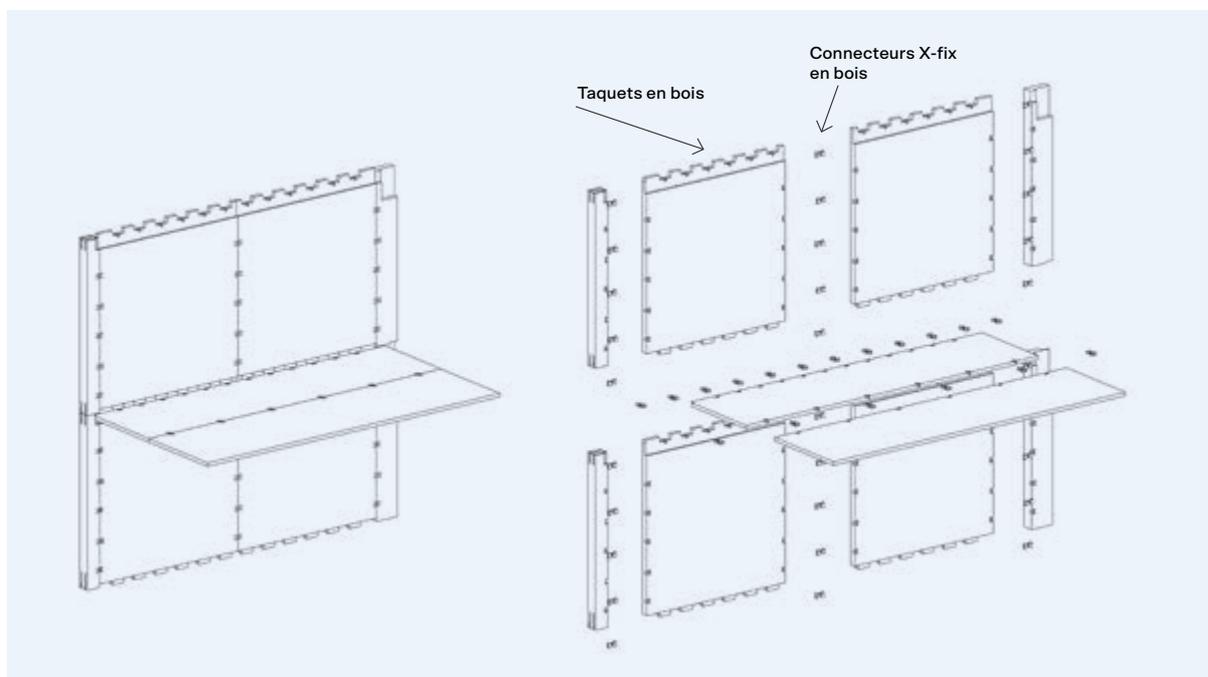


Figure 6.3: Assemblages réversibles dans la «Maison du bois». (Source: PIRMIN JUNG Schweiz AG)

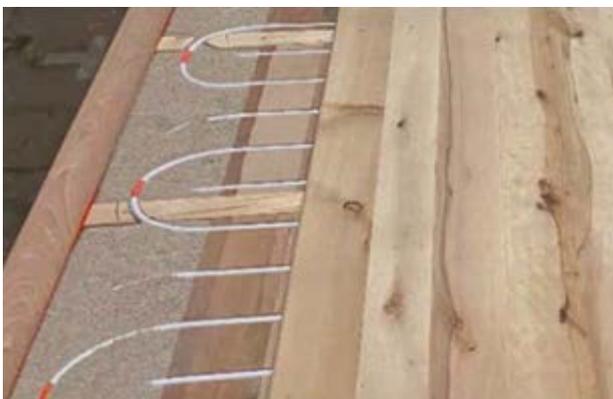


Figure 6.2: Composition du sol dans les étages de bureaux de la «Maison du bois». Les tuyaux du système de chauffage et de refroidissement ne sont pas coulés dans le béton, mais peuvent être enlevés très facilement. (Source: PIRMIN JUNG Schweiz AG)

Il convient de veiller à ce que les raccordements restent facilement accessibles, d'où l'importance des points suivants: les gaines et câbles complètement encastrés dans le gros œuvre ne peuvent être triés convenablement lors d'une éventuelle déconstruction. Il convient donc d'éviter ce type de montage dans la mesure du possible.

Protection durable

Les mesures constructives de protection des éléments exposés garantissent une plus grande longévité des matériaux avec un minimum d'efforts, comme la protection des façades extérieures contre les intempéries: il est préférable de recourir à des mesures architecturales plutôt qu'à un traitement avec des produits chimiques.

6.4 Choix des matériaux

Faible consommation de ressources

Le choix des matériaux est une étape importante dans les nouvelles constructions et les rénovations afin de boucler le cycle de la construction. L'accent est mis sur les matériaux à faible empreinte carbone. Les composants de réemploi et les écomatériaux sont donc privilégiés. S'il est impossible d'éviter des matériaux minéraux pour des raisons de statique, il convient d'utiliser des produits ou des matériaux durables et aussi économes en ressources que possible (voir chapitre 5 «Choix des matériaux»).

Matériaux recyclables

Indépendamment du matériau, le tri est d'une importance décisive. Les surfaces non traitées peuvent être recyclées plus facilement. Il convient de préciser dans l'appel d'offres pour les produits de construction les spécifications relatives à la reprise des matériaux de déconstruction. De plus en plus de fabricants organisent déjà leurs propres systèmes de collecte et de recyclage (voir chapitre 7 «Déconstruction»).

6.5 Exemple pratique: la Maison du bois, Sursee

Fiche signalétique

| | |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Objet | Maison du bois, Sursee |
| Affectation | Administration et bureaux, commerce, habitat |
| Année de construction | Achèvement en 2022 |
| Maître d'ouvrage | Pirmin Jung Immobilien AG, Sursee |
| Architecture | Marc Syfrig Architekten ETH SIA BSA, Lucerne |
| Planification technique Construction circulaire | Pirmin Jung Schweiz AG, Sursee |



Figure 6.4: La «Maison du bois» est presque entièrement composée de bois locaux. (Photo: Marcolegu GmbH)



Figure 6.5: Afin de garantir la séparabilité des composants, les concepteurs de la construction à ossature bois ont opté pour des assemblages par emboîtement et par vis. (Photo: Tschopp Holzbau AG)

La «Maison du bois» de Sursee a ouvert en automne 2022. Le nouveau siège social de Pirmin Jung Schweiz AG abrite des bureaux, des commerces et des appartements. Il est certifié selon les normes SNBS (standard Construction durable Suisse) Platine et Minergie-P-ECO et a reçu le label Bois suisse.

Avec cette nouvelle construction, le maître d'ouvrage souhaitait réaliser un projet phare en matière de conception et de construction numériques, respectueuses du climat et circulaires. Le bâtiment, construit selon un système modulaire en bois, intègre les dernières technologies pour une efficacité énergétique et une utilisation des ressources optimales. Il a été conçu selon la méthode BIM. Presque tous les éléments de construction, y compris la cage d'escalier, la cage d'ascenseur et une partie des chapes, sont fabriqués à partir de bois local. Les murs sont constitués d'ossatures en bois revêtues et isolées des deux côtés et, par endroits, renforcées par des éléments en bois lamellé-collé. Les plafonds des bureaux sont des dalles nervurées, ceux des appartements sont en bois lamellé. L'isolation est à base de fibres minérales.

Tous les éléments ont été vissés ou emboîtés, sans clous, ni agrafes, ni colle, afin de pouvoir être facilement démontés. Des maquettes ont permis de tester

concrètement ce «Design for Disassembly». La séparation des systèmes garantit en outre une grande souplesse d'affectation, une longue durée de vie et un tri professionnel des matériaux lors de la déconstruction.

L'empreinte carbone du nouveau bâtiment est d'environ 2200 tonnes, soit environ 1000 tonnes de moins qu'un bâtiment construit en dur. Les quelque 1600 m³ de bois utilisés pour la construction stockent en outre plus de 1600 tonnes de carbone. Les émissions de gaz à effet de serre liées à la construction s'élèvent à 11,11 kg eq CO₂/m².

Quelles ont été les particularités du projet?

- L'accent a été mis sur la planification et la construction numériques selon la méthode BIM et sur une durabilité de bout en bout afin de répondre aux enjeux sociétaux, économiques et de protection du climat.
- Le choix des partenaires du projet n'a pas été fait sur la base de critères économiques, mais en fonction de ce qu'ils pouvaient apporter pour que le projet soit un succès, c'est-à-dire, notamment, leur approche pour faire avancer la planification et la construction numériques dans leur propre domaine dans le cadre de leurs activités dans la Maison du bois.
- La planification à base de modèles a permis de mesurer et de contrôler en permanence les matériaux utilisés et les processus. Une transparence payante dans la communication.

Quels ont été les principaux défis?

L'utilisation d'un modèle numérique et la séparation des systèmes ont nécessité de repenser de nombreux processus. Mais les solutions n'ont pas tardé à émerger, grâce à l'équipe interdisciplinaire de l'entreprise, pour laquelle aucun obstacle n'est insurmontable: la construction circulaire est toujours possible, à condition de faire preuve d'ouverture d'esprit et de faire appel à des professionnels dès le début du projet.

Qu'est-ce qui a entraîné des coûts supplémentaires?

L'implémentation des nouveaux processus et la planification numérique. Mais il était clair pour tous les participants que ce projet innovant coûterait plus cher.

7 Déconstruction



7.1 Le bâtiment comme stock de matériaux

L'économie circulaire considère les bâtiments comme des stocks temporaires de matériaux. Dans l'idéal, les matériaux utilisés pour leur construction sont prélevés dans la nature pour une durée déterminée et, à la fin de la durée de vie d'un bâtiment, ils sont réintroduits dans le cycle des matériaux, soit pour être réutilisés dans un autre bâtiment, soit pour être rendus à la nature. Dans la mesure du possible, la qualité des matériaux réutilisés doit rester inchangée. Les bâtiments actuels ne sont pas encore construits de cette manière et leurs composants ne sont pas suffisamment documentés pour pouvoir être facilement démontés en pièces détachées ou en composants. La plupart du temps, ils sont démolis à la fin de leur durée d'utilisation et ne peuvent pas ou difficilement être réintégrés dans le cycle naturel.

Déconstruction sélective

Lors d'une déconstruction sélective, les éléments d'un bâtiment sont séparés les uns des autres de manière à conserver autant que possible leurs propriétés et leurs fonctions. L'objectif est d'obtenir une proportion élevée d'éléments réutilisables, et, en second lieu, de recycler le mieux possible les déchets de construction non pollués, afin de réduire au maximum la part de matériaux valorisés thermiquement ou mis en décharge. Cela signifie que le bâtiment doit être démonté par couches, ce qui requiert une planification soignée et une déconstruction professionnelle. Vous trouverez des informations détaillées et des exemples d'application dans la brochure [«Déconstruction sélective – Construction réversible»](#) publiée sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement.

Analyse des polluants

Les bâtiments anciens contiennent en général des polluants. C'est la raison pour laquelle la loi impose une analyse des polluants pour les projets de construction soumis à autorisation concernant des bâtiments construits avant 1990, et un plan d'élimination des déchets dès lors que l'analyse révèle la présence de polluants ou à partir de 200 m³ de déchets de construction (y compris les matériaux d'excavation) produits. Les éléments ou matériaux contenant des polluants doivent être démontés avant la déconstruction proprement dite et éliminés séparément des autres déchets.

Les normes de construction Minergie-ECO et SNBS exigent un [contrôle des polluants](#) pour tous les projets de modernisation, de rénovation et de déconstruction de bâtiments datant d'avant 1990.

Inventaires des matériaux et des éléments

Pour une déconstruction sélective efficace, l'analyse des polluants est complétée par un inventaire des éléments et matériaux à prélever. Il n'existe actuellement aucune procédure standardisée à cet effet, par exemple sous la forme de passeports de matériaux ou d'éléments. La [spécification DIN 91484](#) «Procédure d'enregistrement des produits de construction comme base pour l'évaluation du potentiel de réutilisation avant les travaux de démolition et de rénovation» fournit une première approche. Elle peut servir de guide pour la réalisation d'audits préalables à la démolition, c'est-à-dire d'inventaires des ressources ou des composants des bâtiments existants.

[L'analyse de potentiel «Construction circulaire»](#)

d'Ecobau est un outil simple qui permet d'estimer la quantité de matériaux de construction pouvant être réutilisés et, en second lieu, recyclés. Elle propose des modèles pour le recensement des composants et des produits de construction. Le guide correspondant explique la procédure à suivre.

Les inventaires ainsi établis permettent ensuite d'élaborer des concepts de réemploi et de recyclage. Le réemploi est toujours préférable au recyclage, qui est très gourmand en énergie, comme le prévoit également la norme SIA 430 «Limitation et gestion des déchets de chantier» depuis sa révision en 2023. Cela vaut aussi bien pour les projets de déconstruction de grande envergure que pour les rénovations ou les réparations.

7.2 Réemploi

Le concept de réemploi définit

- les éléments de construction et les matériaux qui se prêtent au réemploi,
- la manière dont ils doivent être démontés,
- le lieu où ils doivent être stockés et
- les canaux par lesquels ils doivent être redistribués.

Il régit également les responsabilités des différentes parties prenantes et la répartition des coûts.

7 Déconstruction

Le moment exact du démontage, son déroulement ainsi que le transport et le stockage des éléments doivent être clarifiés à l'avance. Les éléments doivent être identifiés individuellement et protégés contre tout dommage. En fonction de leur état, ils sont nettoyés, traités ou réparés sur place. Les travaux de traitement plus complexes sont généralement effectués en dehors du chantier de déconstruction, dans des entreprises spécialisées. Tous les éléments de construction sont documentés à l'aide d'un passeport d'éléments.

Il est important de prévoir suffisamment de temps pour l'inventaire, le placement et le démontage des éléments de construction et de disposer d'un lieu de collecte sur le chantier de déconstruction.

Vous trouverez des informations détaillées dans la fiche d'information [«Wiederverwendung von Bauteilen»](#).

7.3 Récupération des matériaux

Afin d'obtenir des matériaux recyclés de haute qualité, il convient de trier les déchets dans des bennes spécifiques dès la phase de déconstruction. Si le chantier ne permet pas un tri sélectif pour des raisons de place, il est également possible de trier les déchets dans une installation de l'usine de recyclage. Cependant, les déchets ainsi triés sont généralement moins facilement recyclables que lorsque le tri est effectué pendant la déconstruction.

L'objectif de la construction circulaire est de transformer en matières premières secondaires la plus grande partie possible des matériaux de déconstruction ne convenant pas au réemploi. Pour y parvenir, le maître d'ouvrage peut exiger un taux de recyclage élevé lors de l'appel d'offres pour la déconstruction. Cela ne concerne pas seulement les fractions de déchets habituelles telles que les métaux ou les matériaux de construction minéraux. Il existe aujourd'hui de plus en plus de systèmes de reprise par les fabricants pour les matériaux tels que les revêtements de sol ou les membranes de toiture en PVC, les plaques de plâtre et les panneaux de plâtre massif ou les matériaux isolants. Vous trouverez de plus amples informations à ce sujet dans les fiches techniques ecoCFC d'Ecobau, par exemple. Les filières d'élimination des différents matériaux sont recensées dans



Figure 7.3: Les piliers, poutres et éléments de plafond de l'ancien parking Lysbüchel à Bâle sont démontés élément par élément et seront ensuite réemployés dans deux nouveaux bâtiments. (Photo: Muriel Mangold)

Parts de recyclage de différents matériaux de construction

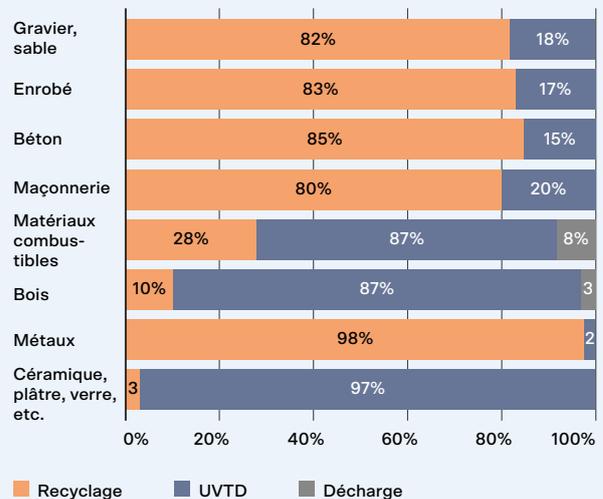


Figure 7.1: Alors que les matériaux minéraux sont déjà largement recyclés en Suisse, il existe encore un important potentiel de recyclage pour les matériaux combustibles, le bois, la céramique, le plâtre et le verre. (Graphique: Empa, 2016)

7 Déconstruction

Figure 7.4: L'unité «UMAR» se trouve sur la plateforme du milieu. On distingue aisément les plaques de cuivre réemployées au-dessus et en dessous des fenêtres: les différentes teintes résultent de l'oxydation. (Photo: Zooey Braun, Stuttgart)



la position «112 Démolition / déconstruction / valorisation». Des modèles pour l'appel d'offres sont proposés dans «ecoDevis 117: Démolitions et démontages».

7.4 Exemple pratique: Nest-Unit Urban Mining and Recycling (UMAR), Dübendorf

Fiche signalétique

| | |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Objet | Urban Mining & Recycling (UMAR), Dübendorf |
| Affectation | Habitat |
| Année de construction | 2018 |
| Maître d'ouvrage | Empa (plateforme NEST) |
| Architecture | Werner Sobek, Dirk E. Hebel et Felix Heisel |
| Planification technique Construction circulaire | Werner Sobek, Dirk E. Hebel et Felix Heisel |

Depuis plusieurs années, l'Empa exploite à Dübendorf la plateforme de recherche «NEST» afin de tester dans la pratique des approches innovantes pour le secteur de la construction. L'un des projets est l'unité d'habitation «Urban Mining & Recycling» (UMAR). Elle a été conçue dans une optique de réemploi, de recyclage ou de compostage de toutes les ressources utilisées. L'objectif était de construire un bâtiment entièrement circulaire qui, avec une superficie d'environ 130 m², servirait pendant plusieurs années de logement à deux étudiants.

La structure porteuse et certaines parties de la façade de l'UMAR sont en bois non traité donc compostable, et protégé par des mesures constructives telles que des plaques de cuivre provenant d'un hôtel en Autriche, et dont les décolorations dues à l'oxydation deviennent un élément de design. Les modules en bois n'ont pas été collés, mais emboîtés et vissés. Cela permet un tri par type au moment de la déconstruction.

Les cloisons intérieures sont constituées de panneaux de construction sèche en argile et fibres de chanvre, tandis que la cloison du salon est composée de panneaux fabriqués à partir de cartons à boissons déchiquetés et compressés. Les plans de travail de la cuisine et les cabines de douche sont en verre recyclé, tandis que le revêtement mural hydrofuge est constitué de polyéthylène recyclé provenant de bouchons et de planches de coupe. L'isolation est assurée par du coton broyé provenant de vieux jeans.

Selon les calculs de l'équipe du projet, UMAR atteint un taux de circularité de 96%, un record mondial pour une nouvelle construction. Au moment de la construction, les coûts étaient de 12 à 15% supérieurs à ceux d'une construction conventionnelle, mais il est fort probable que cette différence soit déjà compensée en raison de l'augmentation des prix des matières premières et des matériaux. Le projet n'était en outre explicitement pas axé sur la parité des coûts, mais sur une circularité maximale.

Quelles ont été les particularités du projet?

Afin de pouvoir récupérer les matériaux pour de nouveaux bâtiments lors de la déconstruction et d'éviter les déchets, les ressources utilisées doivent pouvoir être triées par type. Par exemple, les vitres des fenêtres sont équipées d'un joint sec au lieu de silicone et les tuyaux des conduites d'eau sont vissés et non soudés.

La préfabrication des différents modules en usine est également exemplaire. Elle permet de réaliser toutes les installations techniques du bâtiment sur le chantier en seulement trois jours. Ce délai de réalisation extrêmement court illustre le potentiel de la construction industrielle.

Avec UMAR, les responsables ont voulu montrer que la construction circulaire n'est pas une utopie, mais qu'elle est déjà une réalité. Le projet prouve également que de nombreuses mesures peuvent être mises en œuvre sans coûts supplémentaires. L'Empa estime qu'il est déjà possible aujourd'hui d'atteindre une circularité de 50% sans incidence sur les coûts.

Les matériaux et produits utilisés sont présentés dans une bibliothèque des matériaux située dans le hall d'entrée d'UMAR, qui rassemble par exemple des fiches techniques contenant les informations des fabricants et des spécifications. [Version en ligne de la bibliothèque des matériaux](#)

Qu'est-ce qui a entraîné des coûts supplémentaires?

Il a fallu beaucoup de recherches pour trouver les matériaux appropriés. Les méthodes de construction innovantes, telles que l'utilisation de joints secs pour les fenêtres, ont également été plus chronophages que les solutions conventionnelles. Mais: chaque



Figure 7.5: La cloison mobile se compose de briques recyclées enfilées sur une grille métallique, sans mortier. (Photo: Zooey Braun, Stuttgart)

projet permet d'accroître le savoir-faire et d'améliorer la marche à suivre pour le prochain bâtiment circulaire, grâce aux expériences accumulées.

Qu'est-ce qui n'a pas fonctionné?

Les responsables ont pu mettre en œuvre tout ce qu'ils avaient prévu. Le confort est convaincant, les étudiants n'ont donné jusqu'à présent que des retours positifs. Seuls les appareils électroménagers, qui ont été pris en compte dans le bilan du bâtiment, et l'isolation des tuyaux ne sont pas circulaires. Il n'existait sur le marché aucune alternative à la méthode courante consistant à coller l'isolation minérale avec une feuille d'aluminium, une solution qui n'est malheureusement pas circulaire.

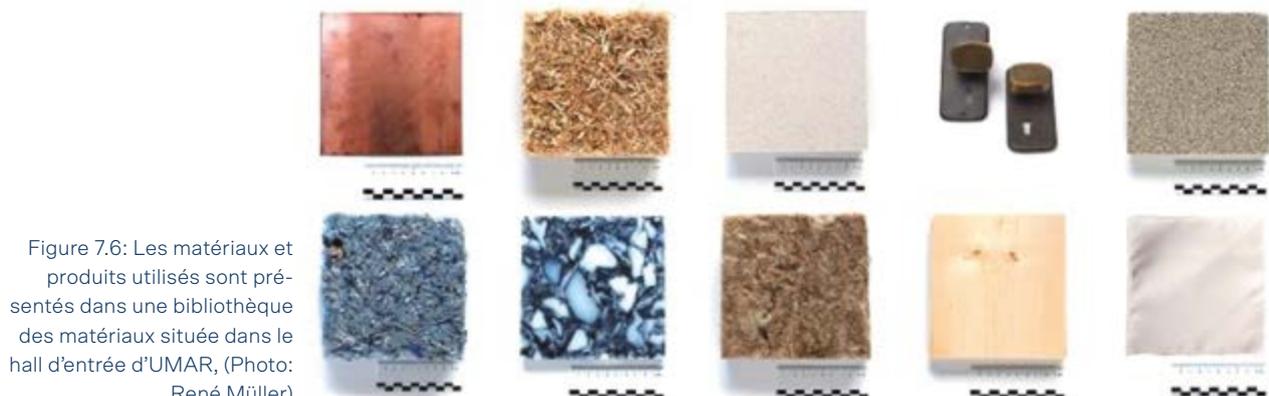


Figure 7.6: Les matériaux et produits utilisés sont présentés dans une bibliothèque des matériaux située dans le hall d'entrée d'UMAR, (Photo: René Müller)

8 Conditions-cadres



La loi sur la protection de l'environnement stipule que la production de déchets doit, dans la mesure du possible, être limitée et que les déchets doivent être valorisés et éliminés de la manière la plus respectueuse possible de l'environnement. L'ordonnance sur les déchets (OLED) précise cette disposition pour différents types de déchets. Elle prescrit par exemple la valorisation des déchets minéraux provenant de la déconstruction d'ouvrages. Cela mis à part, la plupart des mesures visant à promouvoir l'économie circulaire et la construction circulaire reposent encore sur une base volontaire. Toutefois, des évolutions juridiques sont en cours, tant en Suisse qu'au niveau européen.

8.1 Cadre juridique

Loi sur la protection de l'environnement

Le Parlement a adopté en mars 2024 diverses modifications du cadre juridique, sur la base de l'initiative parlementaire «Développer l'économie circulaire en Suisse». La révision de la loi sur la protection de l'environnement (LPE), de la loi sur l'énergie (LEne) et de la loi fédérale sur les marchés publics (LMP) concerne divers domaines. La LPE révisée, entrée en vigueur début 2025, prévoit notamment que le Conseil fédéral puisse édicter des prescriptions relatives à la construction respectueuse des ressources, telles que des règles sur le réemploi des éléments de construction, l'utilisation de matériaux de construction écologiques ou recyclés et la déconstruction des ouvrages. La Confédération est en outre invitée à montrer l'exemple dans ses propres constructions. Une hiérarchie des modes de valorisation précise que le réemploi et le recyclage des déchets sont préférables à la valorisation énergétique. La mise en œuvre de la révision de la loi au niveau de l'ordonnance se fera de manière échelonnée au cours des prochaines années.

Loi sur l'énergie: valeurs limites pour l'énergie grise

La loi fédérale sur l'énergie (LEne) révisée, entrée en vigueur début 2025, oblige les cantons à fixer des valeurs limites pour l'énergie grise pour les nouvelles constructions et les rénovations notables. Cette mesure vise à encourager la demande en matériaux à faible énergie grise et à promouvoir des méthodes de construction économes en ressources.

La révision des modèles de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC) reprend déjà cette exigence de la loi sur l'énergie. Le MoPEC 2025 contient

dans son module de base des valeurs limites pour l'énergie grise, c'est-à-dire les émissions de gaz à effet de serre liées à la construction. Si cette proposition est acceptée par la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie (CDEn), il appartiendra aux cantons de mettre en œuvre les valeurs limites dans leur législation cantonale.

Législation sur les produits de construction

La révision du règlement sur les produits de construction RPC adoptée en novembre 2024 actualise les réglementations européennes existantes dans ce domaine et offre la possibilité d'adapter la normalisation aux nouvelles évolutions techniques. Les passeports numériques des produits permettront de mieux informer les consommateurs et faciliteront les choix écologiques. Le nouveau règlement vise également à faciliter l'adoption de nouvelles normes et à habiliter la Commission européenne à adopter des spécifications communes sous certaines conditions.

A l'instar du RPC, auquel elle est étroitement liée, la législation suisse sur les produits de construction intervient au moment de la mise sur le marché des matériaux de construction. L'accord bilatéral avec l'UE relatif à la reconnaissance mutuelle en matière d'évaluation de la conformité (ARM) permet à la Suisse d'accéder sans obstacle au marché intérieur européen dans le secteur des produits de construction. Afin de continuer à garantir l'équivalence avec le RPC, la législation suisse sur les produits de construction sera révisée.

La loi révisée sur la protection de l'environnement élargit la compétence du Conseil fédéral, qui peut fixer des exigences pour la construction d'ouvrages, et non plus seulement pour la mise sur le marché de produits de construction. Les exigences éventuelles n'ont donc aucune incidence sur l'équivalence entre la législation suisse sur les produits de construction et le RPC de l'UE.

8.2 Normes

Norme SIA 390/1 «La voie du climat – Bilan des gaz à effet de serre et bilan carbone des bâtiments»

Cette norme recense les émissions de gaz à effet de serre des bâtiments tout au long de leur cycle de vie et définit à cet effet des valeurs limites et des objectifs en fonction de l'utilisation pour la construction et l'exploitation d'un bâtiment. La norme remplace la

fiche technique SIA 2040 «La Voie SIA vers l'efficacité énergétique» et est en vigueur depuis février 2025.

Norme SIA 430:2023 «Limitation et gestion des déchets de chantier»

Cette norme décrit les mesures nécessaires dans les différentes phases SIA afin de garantir une gestion durable des matériaux de construction.

Fiche d'information SIA 2032:2020 «L'énergie grise – Etablissement du bilan écologique pour la construction de bâtiments»

Cette fiche d'information sert de base à la méthode d'évaluation et de calcul d'un bilan écologique des bâtiments conforme à la planification.

Normes ISO

Avec la nouvelle série de normes ISO 59000, l'Organisation internationale de normalisation (ISO) vise à accélérer la transition vers l'économie circulaire. Ces normes contiennent pour la première fois [des définitions et règles internationales de l'économie circulaire](#).

8.3 Exigences découlant des normes et labels de construction

Il existe de nombreux labels de construction, qui couvrent différentes exigences de l'économie circulaire. Ils fournissent aux planificatrices et planificateurs des indications importantes sur les points à prendre en compte lors de la conception et de la planification d'un bâtiment circulaire. Outre les labels suisses mentionnés ci-dessous, les normes internationales DGNB, BREEAM et LEED imposent des exigences en matière de circularité des bâtiments.

Minergie

Depuis 2023, toutes les normes Minergie fixent des valeurs limites spécifiques aux ouvrages pour les émissions grises de gaz à effet de serre des nouvelles constructions de toutes les catégories de bâtiments. Le calcul des émissions est effectué selon la même méthode que pour Minergie-ECO et le futur MoPEC. Les valeurs limites sont définies de manière moins stricte que pour le complément ECO afin d'avoir un large impact et de convenir à tous les sites. Elles ont été fixées à 13 kg eq CO₂/m² pour une maison à plusieurs logements, auxquelles peuvent s'ajouter les émissions des installations PV et des

sondes géothermiques. Les valeurs limites diminuent progressivement selon un objectif de réduction.

Minergie-ECO

Le complément ECO complète les normes de construction Minergie par une construction circulaire et respectueuse du climat et garantit un climat intérieur sain. Il exige un bilan de l'énergie grise et des émissions de gaz à effet de serre lors de la construction et fixe deux valeurs limites: la valeur limite 1, qui est généralement d'environ 10,5 eq CO₂/m² pour un immeuble collectif, et la valeur limite 2, qui est légèrement plus élevée et s'élève généralement à un peu moins de 13 eq CO₂/m². La valeur écologique résiduelle d'un bâtiment en cas de déconstruction est également calculée et évaluée. Certaines propriétés des matériaux, telles que l'utilisation de ressources locales ou d'écoproduits certifiés, sont demandées séparément dans le catalogue des spécifications. La norme fixe également des spécifications relatives à la flexibilité d'utilisation, au réemploi, à la protection du climat, à l'économie circulaire, à l'aptitude à la déconstruction et au recyclage. Elle évolue continuellement et offre aux planificateurs et aux maîtres d'ouvrage la possibilité de définir leurs propres priorités.

Standard de la construction durable en Suisse

Pour le standard de la construction durable en Suisse pour le bâtiment (SNBS-Bâtiment), l'économie circulaire est un thème transversal qui englobe différents critères. Cela commence dès le début du projet, avec des critères tels que «Objectifs et cahier des charges» (111) et «Urbanisme et architecture» (112). Le critère 213 «Démontabilité et réemploi» évalue la démontabilité sans destruction (Design for Disassembly), l'accessibilité des installations techniques, le réemploi des éléments de construction et la création d'une documentation sur les matériaux. En tenant compte de l'énergie grise et des émissions de gaz à effet de serre lors de la construction, le SNBS récompense la circularité de manière générale. Ainsi, la démolition d'un bâtiment avant une durée d'utilisation de 60 ans est sanctionnée par une perte de points dans le critère «Emissions de gaz à effet de serre de la construction» (311). D'autres critères favorisent, au moins indirectement, les projets circulaires: les «coûts du cycle de vie» (211), la «flexibilité et variabilité d'affectation» (223), les «matériaux de construction écologiques» (332) et l'«eau» (342). Une grande partie de ces critères correspond aux critères ECO.

9 Informations complémentaires

Une liste d'ouvrages complémentaires, de sites Internet et d'outils de planification est disponible sur enbau.ch/zirkulaeres-bauen.

9.1 Autres guides

«Construction circulaire: Guide pour les investisseurs et les maîtres d'ouvrage» de SuisseEnergie

[Wiederverwendung von Bauteilen: Rechtlicher Rahmen](#). ZHAW, Zirkular GmbH, 2024

[Charte de la construction circulaire](#)

[Guide «Rendre la circularité mesurable»](#). Association C33

9.2 Centres de conseil

Association Ecobau

Association des offices des bâtiments de la Confédération, des cantons et des villes qui souhaitent établir la construction saine, écologique et durable comme norme en Suisse. ecobau.ch

Association Cirkla

Organisation qui relie tous les acteurs du réemploi (Re-use). cirkla.ch

Association C33 – Service suisse de coordination pour la construction circulaire

Point de contact central et neutre de l'économie circulaire dans le secteur suisse de la construction. circularconstructioncatalyst.ch

Association Circular Economy Switzerland

Plateforme de coordination et d'échange sur l'économie circulaire. circular-economy-switzerland.ch

9.3 Formation et formation continue

CAS Construction circulaire

La formation continue en cours d'emploi est dispensée par EN Bau en collaboration avec l'EPF de Zurich, SIA inForm et Zirkular GmbH. enbau.ch/zirkulaeres-bauen

Cours «Zirkuläres Entwerfen und Realisieren»

Cours d'une journée dispensé par Ecobau et SIA inForm: ecobau-zirkulaeres-entwerfen.events.sia.ch

La construction circulaire dans la formation initiale

Différents cours consacrés à la construction circulaire pour les personnes en formation et les enseignants dans le domaine de l'aménagement du territoire et la planification des constructions: future-perfect.ch/zirkulaeres-bauen

Photos:

Esch Sintzel Architekten, photo: Philip Heckhausen (page 1)
baubüro in situ, photo: Martin Zeller (pages 4, 7, 11, 22)
baubüro in situ, plan de façade (page 8)
Zirkular GmbH (page 9)
Rita Palanikumar, 13Photo (page 14)
Erneuerung – nachhaltiges Weiterbauen, Faktor Verlag (page 17)
Georg Aerni (pages 18 et 19 côté gauche)
Plan: Meili & Peter Architekten AG (page 19 en bas)
Studio Gataric Fotografie (page 19 côté droit)
Stellwerkost, Matthias Niedermann (page 20)
Eric Rossier (pages 24 et 25 côté droit)
Marcel Kohler (page 25 côté gauche)
Duccio Malagamba (pages 26, 29 et 30)
TUM.wood (page 31)
PIRMIN JUNG Schweiz AG (les trois photos de la page 33)
Marcolegu GmbH (page 34)
Tschopp Holzbau AG (page 35)
UMAR (page 36)
Muriel Mangold (page 38)
Zoöey Braun, Stuttgart (pages 39 et 40 en haut)
René Müller (page 40 en bas)
Zirkular, Pascal Hentschel (page 41)

SuisseEnergie
Office fédéral de l'énergie OFEN
Pulverstrasse 13
CH-3063 Ittigen
Adresse postale: CH-3003 Berne

Infoline 0848 444 444
infoline.suisseenergie.ch

suisseenergie.ch
suisseenergie@ofen.admin.ch
ch.linkedin.com/company/energieschweiz