



Circular Bio-based Construction Industry

Interreg
2 Seas Mers Zeeën



European Regional Development Fund

Livre Blanc

Les cinq fondamentaux d'une initiative circulaire biosourcée réussie dans le secteur de la construction

Comment les professionnels de l'immobilier, les propriétaires fonciers (publics) et les promoteurs appliquent-ils les principes circulaires biosourcés ?



Version

Partenaires contributeurs	Voir page 40
Lien avec le projet	Livre blanc 1 sur 3
Date	30-9-2020
Statut du document	Final
Langue	Français (anglais et néerlandais disponible)
Annexes	2

Circular Bio-based Construction Industry (CBCI) est un projet Interreg 2 Seas 2014-2020. Interreg 2 Seas est un programme de coopération territoriale européenne. Ce projet a reçu un financement du programme Interreg 2 Seas 2014-2020 cofinancé par le Fonds européen de développement régional dans le cadre du contrat de subvention n° 2S05-036 CBCI.

Visitez notre site Web: www.CBCI.eu

CITATION

Toute citation de cette publication doit mentionner la référence suivante :

Koster, M., Schrottenboer, I., Van der Burgh, F., Dams, B., Jacobs, L., Versele, A. & Verdoodt, S. (2020). Livre blanc : Les cinq fondamentaux d'une initiative circulaire biosourcée réussie dans le secteur de la construction. Circular Bio-based Construction Industry (CBCI).

CLAUSE DE NON-RESPONSABILITÉ

Le contenu de ce rapport reflète le point de vue des auteurs. Les autorités du programme Interreg 2 Mers, ni les organisations partenaires du projet, ne sont nullement responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations contenues dans ce rapport.

RÉDACTION ET CONCEPTION

[Studio MES](#)

Veemarktkade 8

5222 AE 's-Hertogenbosch, Pays-Bas

info@studiomes.nl

CRÉDITS PHOTO

P.10. Wiegelied - c. Petra Ronda | P.13. Clinique Emergis - c. Eddy Westveer | P.15. Tijdelijke Rechtbank - c. Leon van Woerkom | P.19 Science Museum Group - c. Marta Leskard | P.23. Adnams Brewery - Photo courtesy of Adnams Brewery | P.25. Municipalité de Venlo - c. Richard van Bremen | P. 28. Réhafutur - Photo courtesy of cd2e | P.32. Banque Triodos - c. Bert Rietberg

Auteurs

Koster, Myron. Researcher at Centre of Expertise bio-based Economy, 's Hertogenbosch and Creative Facilitator, Consultant & Founder at Intrinnovate, Haarlem, The Netherlands.

Schrotenboer, Irene. Lecturer Finance & Control at the Academy of General and Financial Management, senior project lead at the Centre of Expertise Technical Innovation, Avans University of Applied Sciences, Breda, The Netherlands.

Van der Burgh, Fred. Director at Agrodome B.V.; consultancy for bio-based, circular building, Wageningen, The Netherlands.

Dams, Barrie. Research associate at Department of Architecture and Civil Engineering, University of Bath, United Kingdom.

Jacobs, Lidwien. Senior lecturer at the School of Marketing, Innovation and Entrepreneurship, SDG expert and researcher at the Centre of Expertise Sustainable Business at Avans University of Applied Sciences, 's-Hertogenbosch, The Netherlands.

Versele, Alexis. Researcher Socio-Ecological Construction at Faculty of Engineering Technology, research group Sustainable Buildings, Technology Campus Ghent of KU Leuven, Belgium.

Verdoodt, Stijn. Scientific Researcher at Faculty of Engineering Technology, Technology Campus Ghent of KU Leuven, Belgium.

ÉQUIPE INTERVENANTE

Beaujean-Kuijsters, Anja. Lecturer at the School of the Built Environment and Infrastructure and researcher at the Centre of Expertise Technical Innovation at Avans University of Applied Sciences, 's-Hertogenbosch, The Netherlands.

Bremen, Richard. Circular economy policy specialist at Province of Zeeland, Middelburg, The Netherlands.

Lefevre, Lode. Researcher circular and bio-based constructions at Faculty of Engineering Technology, research group Sustainable Buildings, Technology campus Ghent of KU Leuven, Belgium.

Quanjel, Emile. Senior designer, researcher and developer for views, processes and solutions, Breda, The Netherlands.

Ronda, Petra. Project Coordinator Circular Economy at Flemish Confederation for Construction (VCB), Brussels, Belgium

Roovers, Petra. Purchasing Advisor at Province of Zeeland, Middelburg, The Netherlands.

Scherpenisse, Martin. Senior strategic procurement policy specialist at Province of Zeeland, Middelburg, The Netherlands.

Torfs, Sofie. Project manager at Kamp C, Center of sustainability and innovation Province of Antwerp, Westerlo, Belgium

Van Maldegem, Ageeth. Research Coordinator, SME Strategy Development at HZ University of Applied Sciences, The Netherlands.

Van Opstal, Laura. Communication officer CBCI at Avans University of Applied Sciences, Breda, The Netherlands.

Van Son, Han. Associate professor at Centre of Expertise Sustainable Business, Avans University of Applied Sciences, Breda, The Netherlands.

Verspeek, Sissy. Technical Director at Agrodome B.V., Consultancy for bio-based circular building, Wageningen, The Netherlands.

Remerciements

Nous présentons nos sincères remerciements aux organisations et aux personnes que nous avons pu interviewer. Leurs connaissances et leurs contributions ont été inestimables pour la rédaction de ce livre blanc:

Adnams Distribution Center, Royaume-Uni

Andy Wood (PDG de [Adnams PLC](#))

Emergis, Pays-Bas

René Brugman (Chef de projet chez [Emergis](#)),

Carola Helmendach-Nieuwenhuize (Chef de projet chez [Impuls Zeeland](#)) &

Taco Tuinhof (Architecte et directeur chez [Rothuizen](#))

Enterprise Center UEA, Royaume-Uni

John French (Professeur et PDG de projet, [UEA](#)) &

Iris Anderson (Consultante et ancienne fonctionnaire)

Hôtel de ville de Venlo, Pays-Bas

Bas van de Westerlo (Circular Building Procurement chez [C2C Expolab](#))

Mundo A & Mundo Madou, Belgique

Frédéric Ancion (Director at [Ethical Property Europe](#))

Réhafutur, France

Frederic Laroche (Responsable du pôle Bâtiment Durable au Centre de Développement des Eco-Entreprises ([CD2E](#))) &

Marie Darul (Consultante qualité environnementale du bâtiment au [CD2E](#))

Science Museum Group, Royaume-Uni

Marta Leskard (Care and Collections Manager, [Science Museum](#))

Streekhuis Dijleland, Belgique

Willy Verbeke (Chef de projet chez [Natuurinvest](#)) &

Wim Aertsen (Chef de projet chez [Territoire paysager de la région de la Dyle](#))

SVGG Eindhoven, Pays-Bas

Joyce Vercoelen (Project Manager à la [commune d'Eindhoven](#) ([SVGG](#))) &

Jeroen van de Water ([Brink](#))

The Greenhouse, Pays-Bas

Rogier Joosten (Développeur circulaire au Studio R)

Tijdelijke Rechtbank, Pays-Bas

Menno Rubbens (Directeur chez [cepezedprojects](#))

Triodos Office, Pays-Bas

Sander Kok (Chef de projet Bâtiments chez [JP van Eesteren](#))

Wiegelied, Belgique

Cindy Debeen (Expert administratif, dépt. KJOS, [Ville d'Ostende](#)) &

Sarah Colpaert (Expert administratif, département accueil d'enfants) &

Maarten van der Linden (Architecte, [Bast architects & engineers](#))

Nous tenons à remercier Izhar van Eenennaam ([Jeras](#)), Barbara Govaert ([Ville de Gand](#)) et Mieke Vandenbroucke ([VIBE](#)) intervenants observateurs, pour le feed-back dont il nous ont fait part sur le livre blanc en cours de rédaction.

Table des matières

Introduction	6
Les défis de la construction circulaire biosourcée	8
1 Accessibilité réutilisation rentable et inclusive	12
2 Flexibilité préparation aux fonctions futures	17
3 Passivité environnement climatisé et sain avec des matériaux biosourcés	21
4 Intégralité réflexion continue sur les avantages circulaires biosourcés	26
5 Propriété traditionnelle gardez les choses simples	31
Conclusion	34
Annexes Annexe A: Tableau des cas analysés Annexe B: Business model canvas et considérations	36
Partenaires du projet	40

Les cinq fondamentaux d'une initiative circulaire biosourcée réussie dans le secteur de la construction

Comment les professionnels de l'immobilier, les propriétaires fonciers (publics) et les promoteurs appliquent-ils les principes circulaires biosourcés ?

Introduction

L'économie circulaire fait de plus en plus partie de nos vies. La réutilisation et le recyclage de matériaux gagnent en popularité dans de nombreux secteurs, y compris celui de la construction, qui est actuellement responsable d'environ un tiers des volumes de déchets produits en Europe¹. Le passage à la circularité est motivé par des raisons intrinsèques ainsi que par une attention accrue portée à l'efficacité des matériaux et de l'énergie aux niveaux européen, national et local. Dans ce livre blanc, vous découvrirez les expériences de treize organisations du Royaume-Uni, de Belgique, des Pays-Bas et de France, déjà fières propriétaires et utilisatrices de constructions circulaires biosourcées.

Contrairement à la construction conventionnelle, une construction circulaire ne suit pas un parcours linéaire de fabrication, d'utilisation et de démolition. Plutôt que de se transformer en déchets ; les éléments, produits et matériaux continuent de circuler. Dans le secteur de la construction, la circularité implique la réutilisation continue des ressources non renouvelables telles que les métaux, le sable et les pierres, et des matériaux renouvelables, comme le bois et les isolants végétaux. Mais comment mettre cela en pratique dans les projets de construction ? Nous avons remarqué que les dirigeants et autres acteurs des initiatives de construction sont encore confrontés de nombreuses questions et de nombreux doutes tels que : Quels sont les défis courants et comment y faire face ? Quels sont les facteurs de réussite ? Comment sélectionner les bons partenaires ? Comment réaliser et maintenir des constructions abordables et fonctionnelles ?

Ce livre blanc apportera des réponses aux personnes impliquées dans la phase de lancement des projets de construction (avant le début de la production et de la construction proprement dites). Les cinq éléments fondamentaux et les projets témoins seront utiles aux individus en quête d'orientation et d'inspiration. Nous ciblerons en particulier les professionnels de l'immobilier, les propriétaires fonciers (publics) ainsi que les promoteurs qui ont récemment entrepris ou se lanceront prochainement dans un projet de construction circulaire, comprenant des rénovations ainsi que des extensions de bâtiments. Mais ce livre blanc pourrait également présenter de l'intérêt pour les autres acteurs du secteur de la construction, tels que

¹ Kozlovská, M., & Spišáková, M. (2013). Construction waste generation across construction project life-cycle. Organization, technology & management in construction: an international journal, 5(1), 687-695.

les architectes et les constructeurs, même si ces derniers ne constituent pas le public principalement ciblé.

Ce document a été élaboré de la manière suivante. Dans un premier temps, nous avons mené des recherches documentaires sur les mécanismes de financement, les modèles de coopération et les besoins des parties prenantes. Ensuite, nous avons interviewé les initiateurs et partenaires clés de treize projets témoins de construction circulaire, que nous désignons par les termes « études de cas » et « cas ». Huit de ces cas ont été sélectionnés pour leurs particularités (combinaison de circularité et d'application de matériaux biosourcés, p. ex.). Ces derniers ont été soumis à une analyse plus approfondie (voir l'annexe A). Le document renverra à certaines informations à l'aide d'une référence numérique, comme 1.2. Veuillez consulter l'annexe A pour prendre connaissance des informations auxquelles ces chiffres font référence. Nous espérons que les connaissances pratiques des personnes interrogées vous inspireront (20.7) ; tout comme ces dernières ont été inspirées par d'autres en regardant des films, en visitant des projets ou en assistant à des conférences thématiques (1.2).

Nous commençons par brièvement esquisser les principaux défis généraux auxquels la construction circulaire biosourcée fait face au moment de la rédaction. Ensuite, chaque chapitre est dédié aux éléments fondamentaux suivants, extraits des interviews que nous avons menés :

- 1 **Accessibilité** réutilisation rentable et inclusive
- 2 **Flexibilité** préparation aux fonctions futures
- 3 **Passivité** environnement climatisé et sain avec des matériaux biosourcés
- 4 **Intégralité** réflexion continue sur les avantages circulaires biosourcés
- 5 **Propriété traditionnelle** gardez les choses simples

Projet CBCI : L'apprentissage par l'action

Sans avoir la prétention d'être exhaustifs, nous partageons les enseignements que nous avons tirés des interviews et de l'étude de la documentation. Au lieu de théoriser, nous nous efforçons principalement à communiquer des informations pratiques et des solutions faciles à mettre en œuvre. Le projet CBCI est structuré de manière à permettre un apprentissage continu. Nous mettons en pratique les connaissances recueillies lors de la réalisation de trois projets de construction faisant office de laboratoires vivants au sein de ce projet de recherche appliquée.

Il s'agit de la première publication réalisée dans le cadre du projet CBCI. Elle sera suivie de documents (livres blancs) sur les marchés, les règles et réglementations ainsi que les possibilités techniques des matériaux circulaires biosourcés. Pour recevoir les mises à jour de CBCI, veuillez vous inscrire [ici](#).

Les défis de la construction circulaire biosourcée

Dans cette section, nous vous présentons les principaux défis de la circularité. Par ailleurs, nous établissons une réflexion sur le positionnement des matériaux biosourcés dans le contexte de circularité défini par l'Agence européenne de l'environnement, illustré dans le tableau (1) ci-dessous. Ce contexte résume parfaitement les principaux défis de la circularité dans l'industrie de la construction et de la démolition².

Dans les interviews, nous avons constaté que l'industrie de la construction est confrontée à certains défis spécifiques, à savoir de faibles marges bénéficiaires combinées à l'intérêt commercial des investissements antérieurs dans les installations de production. La faible marge et les investissements antérieurs freinent l'innovation et contribuent à générer une certaine aversion au risque (30.3). Un autre défi réside dans le fait que le processus décisionnel des projets de construction est généralement dominé par des exigences de réduction des coûts, qui prennent régulièrement le pas sur les ambitions environnementales (3.2).

What?	Why?	Potential
Concurrence sur les prix avec des alternatives vierges	Les parties prenantes ont tendance à privilégier des solutions moins chères et crédibles, et les minéraux vierges* sont dans de nombreux cas moins chers que les matières secondaires en raison des coûts de traitement de ces dernières	Un marché concurrentiel des matériaux secondaires créerait une demande de quantité et de qualité des déchets, augmentant ainsi directement la circularité
Confiance dans la qualité et les propriétés structurelles des matériaux secondaires (traçabilité)	Les parties prenantes ont tendance à choisir des matériaux vierges dont la qualité est assurée par des garanties et des normes	S'engager dans l'élaboration de normes pour les matières secondaires augmenterait la confiance dans leurs propriétés et leur qualité
Teneur en substances dangereuses	Les matériaux pollués ne conviennent pas au recyclage et l'élimination du contenu dangereux est coûteuse	Développer une technologie pour éliminer efficacement les substances dangereuses et éliminer l'utilisation de matières dangereuses dans les nouvelles constructions
Manque de données suffisantes et fiables sur les bâtiments (historiques)	La composition des flux de matériaux issus des activités de démolition ne peut pas toujours être prédite	Les audits préalables à la démolition et, à l'avenir, les passeports des matériaux aident à enregistrer le type et le volume de matériaux dans le parc immobilier existant
Temporisation	Le délai entre la mise en œuvre d'une action circulaire et ses bénéfices en raison de la longue durée de vie des bâtiments peut décourager les parties prenantes	Pas applicable
(*) Les matières vierges sont des matières premières qui proviennent de la nature par opposition aux matières secondaires issues du traitement des déchets.		

Tableau 1: Défis de l'adoption de la circularité identifiés par l'Agence européenne pour l'environnement². (Traduction de l'anglais)

² Agence européenne pour l'environnement. (2020). Construction and demolition waste: challenges and opportunities in a circular economy. <https://www.eea.europa.eu/publications/construction-and-demolition-waste-challenges>.

Positionnement de la construction biosourcée dans le contexte

Les matériaux biosourcés ont de multiples rôles à jouer dans l'avenir de la construction. Les ressources biosourcées, qui font tant partie du cycle technique que biologique, occupent une place particulière dans la circularité. S'ils peuvent faire l'objet d'une réutilisation et d'un recyclage technique, les matériaux biosourcés peuvent également retourner dans le cycle biologique par compostage et, dans des compositions et

conditions adéquates, se dégrader et se retransformer en ressource pour la nature. Les matériaux biosourcés occupent également une place particulière en raison de leur potentiel de réduction des émissions de CO₂. Par exemple, les matériaux biosourcés appliqués dans des projets de construction stockent le CO₂ qu'ils contiennent relativement longtemps.

Malgré cette position particulière, les matériaux biosourcés ne sont pas inclus dans le tableau des défis

composé par l'Agence européenne de l'environnement. Nous estimons cependant que les matériaux biosourcés peuvent jouer un rôle central dans la transition vers la construction circulaire. Par ailleurs, il ressort assez clairement des interviews menées pour ce livre blanc que les défis des matériaux biosourcés sont assez similaires aux défis de la circularité en général.



Wiegelied Ostende, Belgique

Initiateur : Wiegelied

Fonction principale : Crèche

Architecte : Bast Architects & Engineers (Gand)

Entrepreneur principal : Furnibo (Veurne) et PUUR Bouwen (Baaigem)

Année d'achèvement : 2018

Particularité : Travailler avec des matériaux biosourcés constituait une nouveauté pour l'équipe et de nombreux défis ont été résolus avec un budget serré.

« Nous avons principalement été confrontés à des questions d'ordre technique et financier, sans perdre de vue la vocation d'un bâtiment écologique. En termes de budget et de planning, le projet était plutôt serré... nous avons d'emblée dû prendre un certain nombre de décisions. Par exemple, pour le soubassement, nous avons proposé une solution intégrée qui a permis à l'entrepreneur principal d'utiliser des éléments préfabriqués. Nous avons complètement modifié le point de départ de la composition du toit, notamment en optimisant les poutres porteuses en fonction de la capacité de charge et du coût ».

● Maarten van der Linden, architecte chez BAST architects & engineers

Fondamentaux mis en pratique dans ce cas

Réutilisation abordable

Flexible

Passive

Réutilisation abordable

Traditionnelle

Par rapport aux matériaux vierges, les matériaux biosourcés et circulaires présentent des défis liés à la compétitivité des prix, mais aussi des défis liés à la confiance dans la qualité. Dans l'exemple de Wiegelied, nous montrons comment la combinaison de fonctionnalités et l'utilisation de

matériaux biosourcés ont permis de respecter le budget. Actuellement,

Actuellement, les coûts et les défis liés à la qualité émanent principalement du manque d'échelle de production

les coûts et les défis liés à la qualité

émanent principalement du manque d'échelle de production, en particulier pour les nouveaux produits biosourcés. À titre d'exemple, dans les cas britanniques, nous avons identifié que la réalisation de constructions biosourcées semblait se compliquer au cours des dernières années en

raison de la diminution du nombre de fournisseurs présents sur ce marché (30.7). Cette situation est différente de celle qui régnait au moment où les cas britanniques présentés plus loin dans ce livre blanc ont été réalisés.

Pour les nouveaux matériaux circulaires biosourcés, l'obtention d'une certification est souvent compliquée.

Dans plusieurs cas, les personnes interrogées ont rapporté que les initiateurs, les utilisateurs et les législateurs ont exprimé certaines préoccupations concernant les matériaux biosourcés. Cependant, après quelques recherches et un examen plus approfondi, les défis liés à la qualité de la construction, à la sécurité incendie, aux allergies et

aux risques d'insectes des matériaux biosourcés ont été surmontés ou se sont avérés insignifiants (10.1). Cela indique que l'adoption d'une approche circulaire dépend de l'attitude envers le biosourcé et la réutilisation, tout comme de la volonté de l'équipe de construction d'effectuer les recherches nécessaires.

Pour les nouveaux matériaux circulaires biosourcés, l'obtention d'une certification est souvent compliquée. Il est difficile de prouver la qualité du matériau, surtout s'il ne peut être mis en œuvre dans la pratique et à grande échelle sans cette preuve. Lorsque les tests et la certification sont possibles, ces derniers peuvent en outre s'avérer relativement coûteux. Étant donné que la certification des matériaux réutilisés (circulaires) s'effectue au

cas par cas, celle-ci coûte plus cher que pour les matériaux vierges. Par ailleurs, nous avons constaté que les normes liées aux matériaux biosourcés diffèrent par rapport à leurs équivalents conventionnels, ou ne sont tout simplement pas disponibles.

Les éléments qui précèdent montrent clairement que les projets de construction qui visent à mettre en œuvre des matériaux réutilisés et biosourcés sont confrontés à divers défis, qui s'ajoutent à tous les autres défis qui caractérisent généralement les projets de construction. Notre objectif consiste à contribuer au succès des futurs projets de construction circulaires et biosourcés en délivrant des informations pratiques et des solutions facilement applicables dans les fondamentaux suivants.



1 ACCESSIBILITÉ

réutilisation rentable et inclusive

Lorsque l'on se concentre sur la réutilisation technique, plusieurs questions récurrentes surviennent durant la phase initiale d'un projet de construction, notamment : Comment incorporer ce qui existe déjà ? Quels éléments, produits et matériaux (de construction) peuvent recevoir une seconde vie dans notre construction ? Pourtant, lorsque l'on envisage la réutilisation, on peut également être confronté au défi des moyens financiers. Comment y remédier ? Ce premier élément fondamental vous en apprend davantage.

Des éléments, produits et matériaux pourraient être disponibles sur vos propres sites, par exemple dans une construction qui doit être remplacée ou démolie. Ces constructions pourraient servir de bâtiment donneur et être sauvés de la démolition. En outre, il existe des revendeurs et des plates-formes actifs dans la récupération et la rénovation de matériaux et de produits de construction. Les matériaux y sont disponibles en grandes quantités, et sont de bonne qualité. À ce titre, ils facilitent la circularité dans le secteur de la construction. Consultez par exemple les sites Web de la plate-forme opalis.eu (France), salvoweb.com (ROYAUME-UNI), insert.nl (Pays-Bas) et oogstkaart.nl (Pays-Bas).

La réutilisation, la redistribution et la rénovation entraînent une diminution de la demande de matériaux vierges. Par ailleurs, si les normes écoénergétiques sont respectées, l'impact environnemental d'une construction réalisée avec des matériaux réutilisés est généralement inférieur à celui des matériaux neufs/vierges. Cependant, le stock actuel de constructions n'étant généralement pas conçu pour être réparé, la réutilisation peut exiger beaucoup de temps, d'énergie et de main-d'œuvre, ce qui entraîne des coûts de réutilisation supérieurs.

Nous recommandons néanmoins de ne pas rejeter trop tôt l'idée de réutilisation, de redistribution et de rénovation, malgré la pression des budgets serrés et des délais fixes des projets de construction. Au cours des interviews, nous avons reçu la preuve qu'il existe des moyens de rendre la réutilisation abordable. Le cas Emergis aux Pays-Bas en est un exemple inspirant.



Clinique Emergis Kloetinge, Pays-Bas

Initiateur : Emergis

Fonction principale : Établissement psychiatrique

Architecte : Rothuizen Architecten (Middelburg)

Entrepreneur principale : Bouwmeester Pro (Middelburg)

Année d'achèvement : 2019

Particularité : Bâtiment flexible construit avec des matériaux, y compris des matériaux biosourcés, prélevés dans un bâtiment donneur : un ancien bureau de Rijkswaterstaat. La logistique et la rénovation ont été confiées à des travailleurs sociaux de De Ambachten (ainsi que d'Emergis).

« Trouver une nouvelle destination pour les services/installations n'est pas simple. Ici, nous demandons aux installateurs de l'appliquer immédiatement et de garder une trace de ce qu'ils ont réutilisé. Nous n'avons pas réalisé une bonne estimation au début [du projet]. Les luminaires ne sont presque jamais réutilisables. Les panneaux de sortie de secours et les conduits de câbles le sont. Le câblage et les boîtes de commutation ne le sont pas non plus. De nombreuses canalisations de traitement d'air sont également facilement recyclables, il n'est donc pas logique de les réutiliser car les tailles [nécessaires] sont différentes. »

● **Taco Tuinhof, architecte à Rothuizen**

Fondamentaux mis
en pratique dans ce cas

Réutilisation
abordable

Flexible

Passive

Réutilisation
abordable

Traditionnelle

En effet, dans l'ensemble des cas analysés pour ce document, le critère de priorité et de sélection le plus récurrent est le prix lié au budget. Cela se traduit par des budgets fixes et d'autres contraintes financières. Cette priorité était suivie par le temps, à savoir les délais fixes. Il est intéressant de noter que dans les cas d'Emergis, de Réhafutur et de Wiegeliéd, l'affectation exacte des postes de dépenses budgétaires est restée flexible pendant le projet. Leur raisonnement était le suivant : dans le cadre d'une réutilisation, ainsi que d'une démolition, il est difficile de prévoir la qualité de matériau au départ et donc, de quelle manière et dans quelle mesure il pourrait être appliqué. Par conséquent, le potentiel de réutilisation a été examiné à plusieurs reprises à chaque étape du processus de construction par l'architecte ainsi que par les entrepreneurs (et sous-traitants). L'approche budgétaire flexible (postes de dépenses) s'est avérée utile pour optimiser la réutilisation des matériaux tout au long du projet.

Le critère de priorité et de sélection le plus récurrent est le prix lié au budget.

La réutilisation est cependant soumise à certaines limites. Pour le chauffage, la ventilation et la climatisation (CVC) et d'autres installations telles que l'eau, la réutilisation abordable semble être plus compliquée (voir également l'élément fondamental 4). Dans le projet Emergis, l'entrepreneur avait prévu un budget

initial supérieur pour les installations réutilisées (CVC) que ce qui a finalement pu être réalisé, car la réutilisation abordable semblait trop compliquée.

Dans le cas de la clinique Emergis, le problème de l'intensité de main-d'œuvre et du coût élevé de l'utilisation d'un bâtiment donneur pour les matériaux réutilisables a été abordé de la manière suivante. La réutilisation du bois d'œuvre (petites tuiles) semblait particulièrement longue, et donc coûteuse. L'aide d'une organisation ouvrière sociale (interne) a donc été sollicitée. Par rapport à la main-d'œuvre conventionnelle, cette dernière présente des coûts inférieurs. Le choix d'engager cette organisation ouvrière sociale

La construction circulaire offre la possibilité de combiner réutilisation et travail inclusif.

a également généré des avantages non financiers. Les ouvriers de cette organisation engagés sur le projet de construction ont réellement apprécié d'y travailler, d'autant plus qu'ils savaient qu'ils contribuaient à une installation importante pour la région. En plus de la main-d'œuvre, cette organisation a également fourni l'espace de stockage nécessaire après la démolition/le démantèlement et pendant la phase de construction. La supervision et la gestion du travail social nécessitent des compétences spéciales, ainsi qu'une approche différente des contraintes de planning. Dans l'ensemble, la colla-

boration a contribué à générer du travail plus inclusif et plus agréable pour des personnes (auparavant) éloignées du marché du travail. Ce cas montre que la construction circulaire offre la possibilité de combiner réutilisation et travail inclusif.

L'exemple ci-dessus montre que l'intégration de matériaux réutilisés dans une construction requiert une certaine flexibilité, en particulier tant que la réutilisation n'est pas industrialisée. Dans certains des cas observés, une approche d'apprentissage par la pratique s'est avérée nécessaire pour traiter les matériaux réutilisés et les aspects inconnus/imprévisibles de la qualité (20.6). Pour réussir une construction avec cette approche, il est important que les partenaires de construction sélectionnés reflètent cette mentalité.

Enfin, nous souhaitons aborder le sujet du travail nécessaire pour la réutilisation de votre nouvelle construction à la fin de sa durée de vie. Pour que la réutilisation future des éléments, des produits et des matériaux soit abordable, il convient de l'anticiper et de chercher des solutions qui ne nécessitent pas trop de main-d'œuvre. Cet aspect est abordé dans la liste de considérations pratiques ci-dessous et développé plus en détail dans l'élément fondamental 2 (préparation aux fonctions futures) et l'élément fondamental 4 (réflexion continue sur les avantages circulaires biosourcés).



Tijdelijke Rechtbank Amsterdam, Pays-Bas

Initiateur : Rijksvastgoedbedrijf, Den Haag, public

Fonction principale : Palais de justice

Architecte : Architectenbureau cepezed, Delft

Entrepreneur principale : Cepezedprojects et Du Prie Bouw en Ontwikkeling

Année d'achèvement : 2016

Particularité : Palais de justice construit pour être enlevé au bout de 4 à 6 ans, « kit d'éléments », contrat de conception, de construction, d'entretien et d'élimination.

« Le problème réside dans le fait que les unités standard ne conviennent pas aux fonctions spécifiques du tribunal. Seules 10 à 15 des 60 unités pouvaient être standard. D'autres unités nécessitaient du verre spécial, une isolation plus forte ou avaient une fonction très spécifique, comme des tribunes pour le public et des blocs cellulaires. Souvent, les systèmes de construction échouent dans ces conditions uniques. Les autres fournisseurs [de préfabriqué industriel] étaient plus chers. »

● **Menno Rubbens, directeur du promoteur cepezedprojects**

Fondamentaux mis
en pratique dans ce cas

Réutilisation
abordable

Flexible

Passive

Réutilisation
abordable

Traditionnelle

Considérations pratiques

Dans le cadre de la réutilisation, la redistribution et la rénovation abordables, les considérations pratiques suivantes peuvent vous aider à prendre des mesures préparatoires pour la prise de décision avec votre équipe et pour la réutilisation à proprement parler. Bien que présentées de manière séquentielle, ces considérations s'inscrivent en pratique dans un processus itératif en raison de l'interdépendance de nombreuses actions.

Réutilisez sur vos propres sites

- Refusez de démolir/démanteler (des parties de) une construction existante. Si elles sont viables, préférez la rénovation aux constructions neuves.
- Procédez à l'inventaire des éléments, produits et matériaux avec un potentiel de réutilisation. Certains acteurs du marché peuvent réaliser cet inventaire pour vous.
- Évaluez la valeur résiduelle des éléments, produits et matériaux avec un potentiel de réutilisation.
- Évaluez les besoins en main-d'œuvre pour les parties présentant un potentiel de réutilisation, de

redistribution et de rénovation, ainsi que les coûts de logistique et de stockage.

- Envisagez d'engager de la main-d'œuvre inclusive.
- Évaluez ou demandez des devis auprès de démolisseurs pour déterminer la valeur résiduelle/les coûts des matériaux qui ne peuvent être recyclés.
- Sélectionnez les parties (internes) pour lesquelles les matériaux sont les plus précieux (initiateur, producteur, entrepreneur, démolisseur, etc.) et vendez-les ou donnez-les-leur afin de maximiser la valeur de réutilisation ou

de réduire les coûts.

- Détachez (ou désolidarisez) les parties réutilisables, décrivez les dimensions, les quantités, le poids, etc. et n'oubliez pas d'étiqueter et de numériser les éléments uniques avec contraintes d'emplacement ou relatives.
- Offrez les éléments, produits et matériaux inutilisés aux parties capables de créer des matériaux abordables pour d'autres ou aux revendeurs actifs sur le marché de l'occasion. Préférez la réutilisation à l'infrecyclage/au recyclage.

Concevez avec des matériaux et des éléments de construction réutilisés

- Étudiez comment incorporer les éléments, produits et matériaux identifiés ci-dessus dans la conception, en tenant compte de la logistique, dans la planification.
- Procurez-vous des éléments, produits et matériaux récupérés et remis à neuf dans des bâtiments donneurs ou sur les marchés de matériaux d'occasion de votre région ou pays.
- Recherchez de la main-d'œuvre inclusive pour les tâches associées à la redistribution et à la rénovation des éléments, produits et matériaux issus des bâtiments donneurs et/ou des marchés.
- Fournissez-vous auprès de rénovateurs, notamment si vous êtes limité par les quantités disponibles ou la logistique.
- Envisagez les sources (locales) de restes biosourcés exploitables pour l'isolation ou les composites.

Concevez pour une réutilisation future abordable

- Incluez des éléments préfabriqués/normalisés pour réduire les coûts et pour obtenir une qualité de construction, une maintenance et une démontabilité constantes (20.1). Cet aspect a été mentionné dans plus de la moitié des entretiens comme intéressant.

- Réduisez les futurs coûts de déconstruction et de matériaux en concevant des structures démontables avec des matériaux purs et non toxiques (ces matériaux sont souvent définis par l'expression « du berceau au berceau »).
- Utilisez des outils de construction numériques (BIM) pour faciliter la réutilisation et la maintenance futures pendant la durée de vie.

Concluons ce premier élément fondamental en répondant à la question : pourquoi consentir cet effort supplémentaire ? En Europe, le secteur de la construction est responsable de jusqu'à 33 % des flux de déchets totaux. En moyenne, seule la moitié de ce volume est recyclée, le reste est évacué dans des décharges ou incinéré³. Outre les matériaux visibles, l'énergie grise ainsi que le travail sont gaspillés.

Avec 40 % de déchets de déconstruction recyclés, les britanniques présentent un taux de recyclage proche de la moyenne de l'UE. Les autres pays de la zone des 2 Mers ; la Belgique, les Pays-Bas (+ 60 %) et la France (+ 70 %) les surpassent³. En Belgique, où le taux de recyclage est le plus élevé des trois, 90 % des déchets de construction recyclés sont utilisés comme sous-fondation et fondation dans la

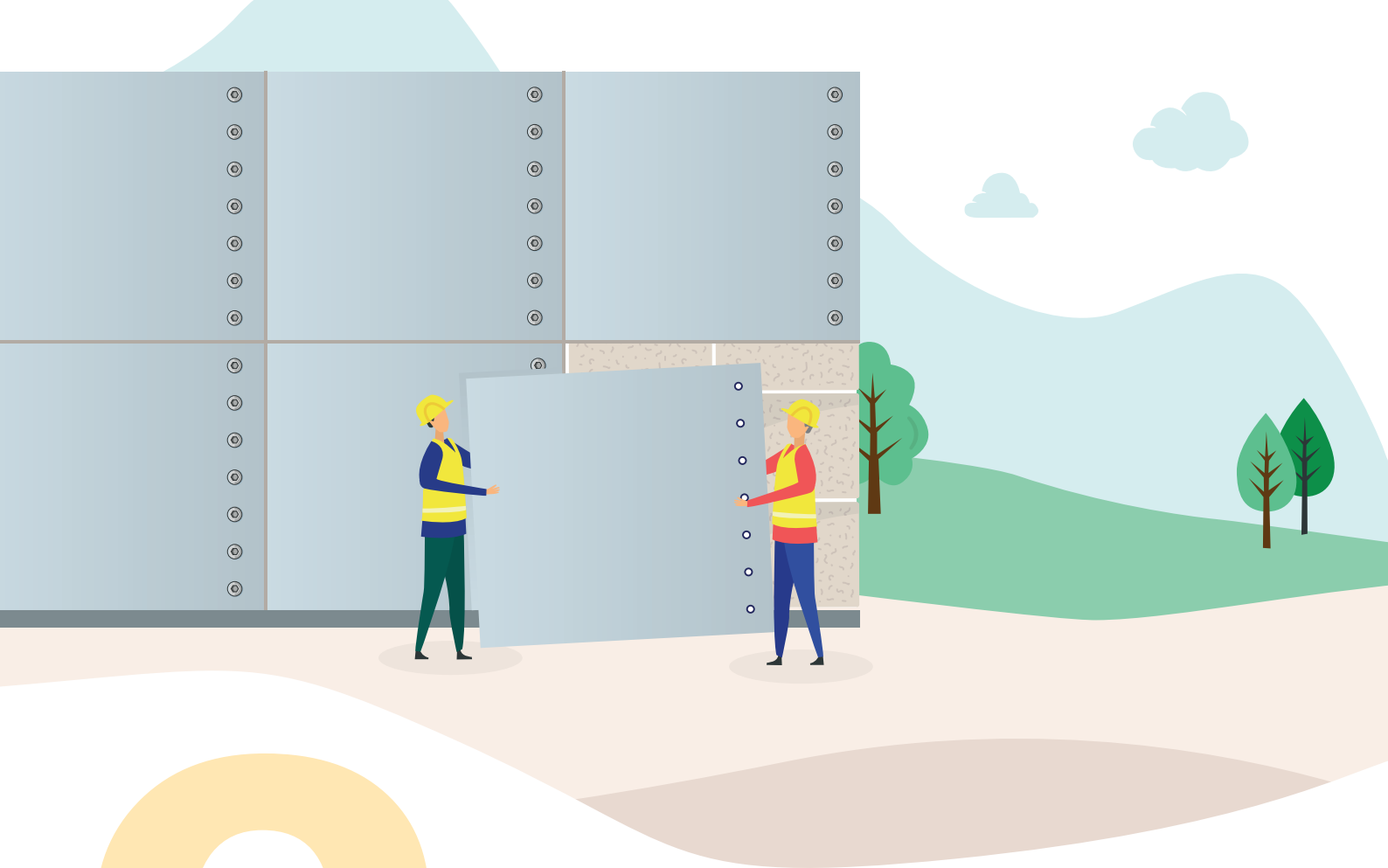
construction routière ; les matériaux font donc l'objet d'un infrarecyclage⁴. Cela nous montre qu'il reste de nombreux progrès à réaliser en matière de réutilisation circulaire des matériaux.

La circularité pourrait réduire l'utilisation globale des matériaux vierges de 50 %, réduire la consommation d'énergie d'environ 40 % et les émissions de CO₂ de 35 %⁵. Les recherches indiquent qu'en 2030, le nombre de projets de construction résidentielle prévu aux Pays-Bas sera deux fois supérieur à celui des projets de démolition. Le nombre de projets de nouvelles constructions non résidentielles dépasse quant à lui presque trois fois supérieur à celui des démolitions⁶. Alors que les Pays-Bas ont l'ambition d'être circulaires à 50 % à l'horizon 2030 et à 100 % à l'horizon 2050, nos résultats indiquent qu'il existe un écart de plus de 66-75 % impossible à combler avec des matériaux circulaires. L'application de matériaux biosourcés comme source renouvelable dans les constructions peut jouer un rôle crucial pour combler cet écart et répondre aux ambitions circulaires.

³ Kozlovská, M., & Spišáková, M. (2013). Construction waste generation across construction project life-cycle. Organization, technology & management in construction: an international journal, 5(1), 687-695.
⁴ Vyncke, J., & Vrijders, J. (2010). Recycling of C&D waste in Belgium : State-of-the-art and opportunities for technology

transfer. À la deuxième Conférence internationale sur les matériaux et les technologies de construction durables, Università Politecnica delle Marche. Ancône, Italie (p. 11).
⁵ Herczeg, M., McKinnon, D., Milios, L., Bakas, I., Klaassens, E., Svatikova, K., & Widerberg, O. (2014). Resource Efficiency in the Building Sector Final Report. Client: DG Environment.

⁶ Arnoldussen, J. (EIB), Roemers, G. (Metabolic), Errami, S. (EIB), Blok, M. (Metabolic), Semenov, R. (EIB) Kamps, M. (Metabolic), Faes, K. (SGS Search). (2020). Materiaalstromen, milieu-impact en energieverbruik in de woning- en utiliteitsbouw, Stichting Economisch Instituut voor de Bouw en Metabolic, januari 2020.



2 FLEXIBILITÉ

préparation aux fonctions futures

Les projets de construction résultent souvent d'exigences spécifiques pertinentes au moment du développement. Pourtant, les besoins peuvent évoluer - et évolueront probablement - au fil du temps, tout comme la fonction d'une construction pendant sa durée de vie. Pour minimiser le gaspillage et la demande de nouveaux matériaux lorsque les fonctions changent, nous avançons que la mise en œuvre réussie d'une construction circulaire nécessite l'intégration de la circularité et des changements de fonction/de la capacité d'adaptation dans la conception. Il s'agit de notre deuxième élément fondamental.

Les changements de fonctions et d'utilisateurs peuvent nécessiter des modifications de l'intérieur et de l'extérieur des bâtiments, voire le déplacement de la construction. Aux Pays-Bas, les individus déménagent en moyenne une fois tous les 10 ans⁷, tandis que les entreprises déménagent environ une fois tous les 25 ans, soit 4 % des entreprises par an⁸. Pour suivre cette demande fluctuante tout au long de la vie d'un bâtiment, une conception flexible avec des couches de construction séparées facilite les adaptations et les remplacements d'éléments. Une conception flexible facilite les changements ainsi que la rénovation, réduit l'impact sur le bâtiment existant et augmente la durée de vie totale.

⁷ CBS. (2018). <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2019/09/minder-verhuizingen-in-2018>.

⁸ Van Oort, F., Ponds, R., Vliet, J. V., Amsterdam, H. V., Declerck, S., Knobben, J., ... & Weltevreden, J. (2008). Verhuizingen van bedrijven en groei van werkgelegenheid.

Penser en termes de scénarios futurs permet de se préparer aux changements de construction probables et/ou significatifs et vous aide à développer un concept dont les fonctions peuvent évoluer avec un minimum de gaspillage de matériaux, de ressources et d'énergie. Inclure la flexibilité et l'adaptabilité dans la réflexion contribue également à générer de futures économies de coûts et à réduire les besoins inutiles en nouveaux matériaux. Pour bénéficier d'une conception circulaire/adaptable, il est important de gérer correctement la conception et les changements tout au long de la durée de vie de la construction. Cette gestion peut s'opérer à l'aide d'un modèle BIM ou d'autres moyens numériques.

Maintenez les couches séparées et démontables

De nombreuses interviews ont révélé que la séparation des couches de construction (voir figure 1) était un aspect important de la conception (20.4). Plusieurs arguments ont été avancés. Premièrement, la séparation des couches permet de démonter le bâtiment plus facilement par rapport à un bâtiment aux couches intégrées. Deuxièmement, étant donné que la durée de vie des couches diffère (voir figure 1), une rénovation et un entretien indépendants par couche aident à prolonger la pertinence de la construction. Par exemple, si vous décidez d'intégrer la couche de services d'un bâtiment, qui possède une durée de vie d'environ 30 ans, et la couche structurelle, avec une durée de vie de 100 ans, la durée de vie effective des deux couches peut devenir celle de la couche qui possède la durée de vie la plus courte, dans ce cas 30 ans.

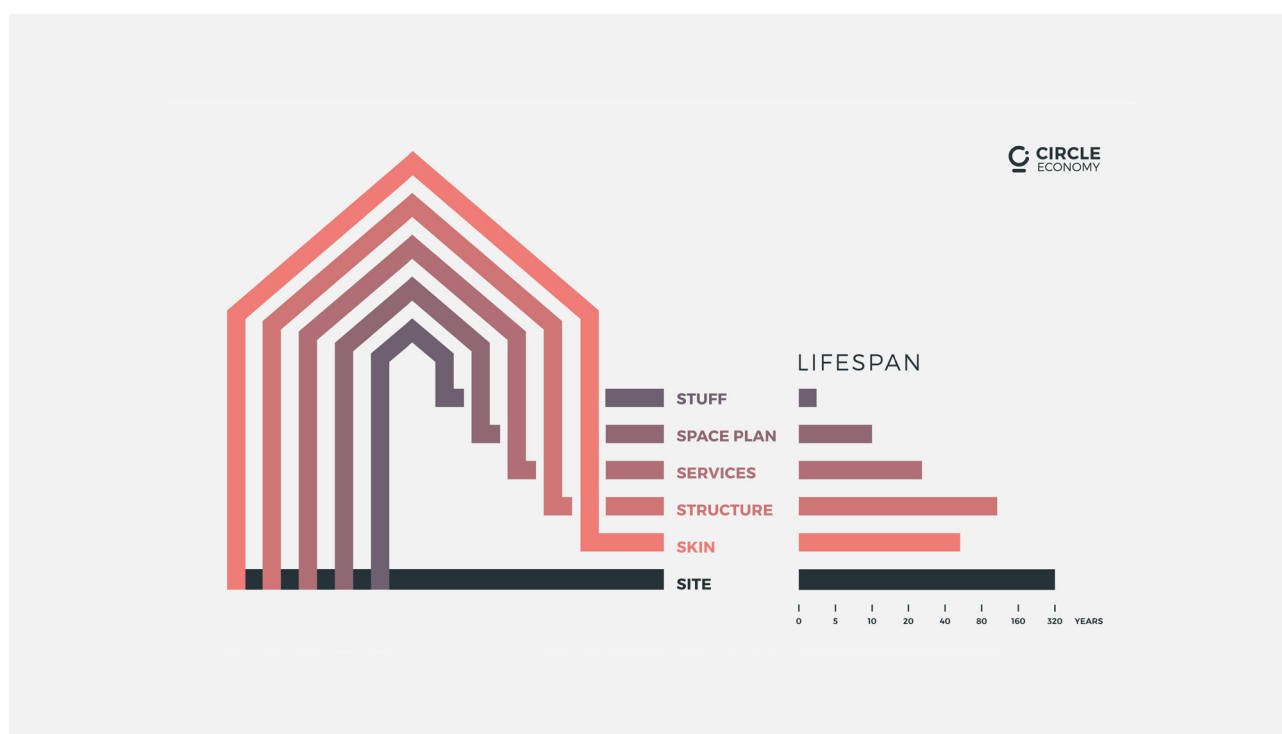


Figure 1: Six couches de construction, basées sur les travaux de Stewart Brand⁹

⁹ Brand, S. (1995). How buildings learn: What happens after they're built. Penguin.



Science Museum Group Wroughton, Wiltshire, Royaume-Uni

Fonction principale : Espace d'archivage

Architecte : Emission Zero Engineering Architecture Ltd.

Entrepreneur principale : Lime Technology (Abingdon) et Hempcrete Projects (Chesterfield)

Année d'achèvement : 2012

Particularité : Le chaux-chanvre permet d'atteindre des niveaux d'humidité relative très stables, ce qui est essentiel pour garantir la préservation d'importantes collections patrimoniales. Les propriétés du matériau sont efficaces pour réduire la consommation d'énergie et diminuer la dépendance envers les services de chauffage.

« En termes de réutilisation, il est modulaire et pourrait donc être désassemblé. Les panneaux de béton de chanvre sont simplement accrochés à la charpente d'acier à l'aide de boulons, rien n'est plâtré ou quoi que ce soit du genre. Vous pouvez donc les enlever. Un grillage anti-rongeurs est installé sur le panneau de fibres de bois, car tout le monde craignait que les rats ne rongent le béton de chanvre, même s'il est censé être à l'épreuve de la vermine ! Mais vous pouvez l'enlever et retirer le panneau de fibres de bois, ce n'est qu'un simple revêtement. Ce bâtiment peut parfaitement être démonté et réutilisé ailleurs. »

● **Marta Leskard, Care and Collections Manager au Science Museum de Wroughton**

Fondamentaux mis
en pratique dans ce cas

Réutilisation
abordable

Flexible

Passive

Réutilisation
abordable

Traditionnelle

La démontabilité ne s'applique pas seulement aux couches de construction, mais aussi aux matériaux, produits, composants ou espaces. Elle implique que les couches et sous-structures peuvent être désassemblées/séparées chaque fois que le besoin s'en fait sentir pendant la phase d'utilisation, ainsi qu'à la fin de leurs durées de vie respectives. Les moyens pratiques observés pour y parvenir comprennent : matériaux de jonction avec vis, chevilles, crochets, connexions à encliqueter et boulons au lieu de colle et de clous. Par ailleurs, les panneaux de béton de chanvre réutilisables du Science Museum (voir encadré) prouvent que circularité et application de matériaux biosourcés sont parfaitement combinables.

Capacité flexible

À quoi faut-il se préparer ? Dans la moitié des cas analysés, les conceptions tenaient compte des différents scénarios développés, options d'utilisation futures, futurs changements de capacité ou futurs changements de politique. Pour la brasserie Adnams,

Pour les projets caractérisés par de longues périodes de réalisation il semble encore plus pertinent de créer une fondation porteuse à l'épreuve d'une croissance future

par exemple, les plans d'étage et les entrées ont été conçus de manière à permettre un doublement de la capacité du bâtiment pour répondre à un éventuel

développement de l'entreprise. Dans ce cas, la conception sera réutilisée pour la construction d'une extension qui sera reliée au bâtiment existant par une porte déjà présente.

Pour anticiper les futures évolutions de fonctions et de capacité, il faut accorder une attention particulière à la fondation et à la structure porteuse. Celles-ci doivent être créées de manière à pouvoir supporter différentes charges, fonctions et exigences techniques associées au fil du temps, vraisemblablement environ 100 ans. Cet aspect de l'adaptabilité génère un potentiel d'utilisation efficace plus long, et augmente de ce fait la valeur du bâtiment. Pour les projets caractérisés par de longues

périodes de réalisation (comme les projets d'infrastructure), il semble encore plus pertinent de créer une fondation porteuse à l'épreuve d'une croissance future, car il est probable que les estimations liées à l'utilisation/la capacité évoluent déjà pendant la phase de construction.

Usage/fonctionnalité flexible

Le plan d'espace (voir figure 1), ou plan d'étage, est également une couche de construction importante à considérer lors de la conception d'une construction circulaire évolutive. La clinique Emergis est un exemple intéressant à cet égard. Emergis a développé divers scénarios d'évolution de l'environnement en termes de demande de soins de santé mentale (nombre de clients ou règles et réglementations relatives aux soins de santé, notamment) et a tenté d'imaginer l'impact que ces derniers pourraient avoir sur la conception du bâtiment. Ensuite, plusieurs options de plan d'étage réalisables avec une seule unité ont été développées. Emergis a créé des unités isolées, reliées par des portes pour faciliter les différents types de soins à prodiguer dans les départements au fil du temps. Ces unités sont également conçues de manière à permettre un agrandissement de l'espace par pièce, ce qui pourrait s'avérer utile

pour certaines formes de soins. En marge de cela, de par leur conception, les unités aménagées en salles de consultation peuvent facilement être converties en petits appartements privés pour les soins de longue durée, si nécessaire. Les unités ont été conçues et construites de manière à ce que les modifications ne nécessitent pas de travaux de construction majeurs. Cela signifie qu'outre adhérer aux principes circulaires, elles limitent les inconvénients subis par les clients et le personnel lors des adaptations proprement dites.

Flexible aux évolutions des règles et réglementations

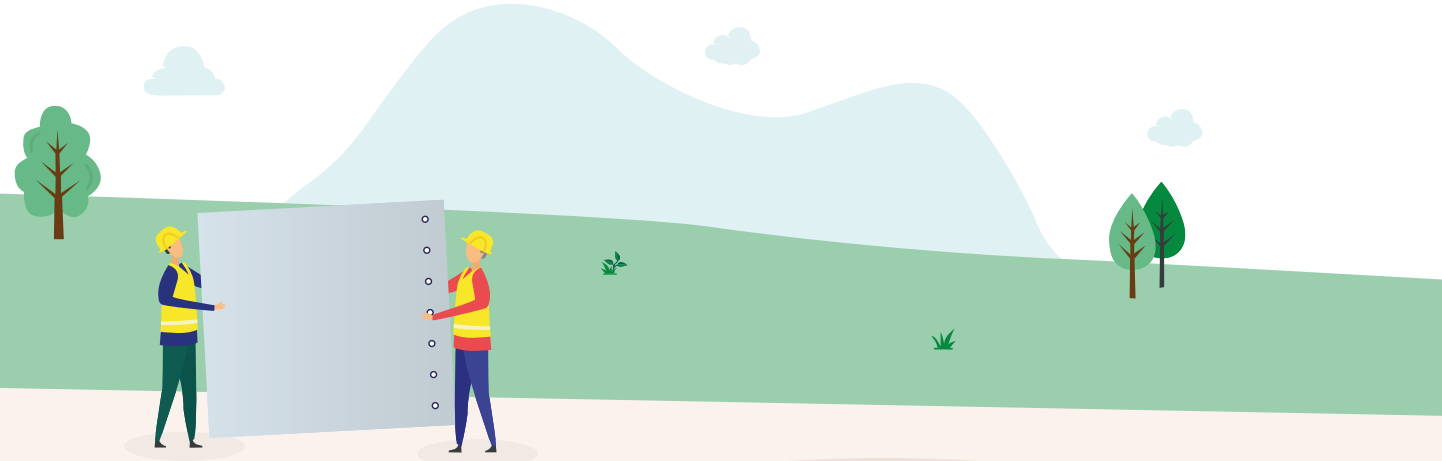
La conception flexible est également souhaitable pour anticiper les évolutions de règles et réglementations. Dans le secteur de la santé néerlandais, par exemple, les réglementations changent assez souvent. Une évolution qu'Emergis a anticipée avec les unités flexibles et transformables de sa clinique circulaire. L'accent est mis sur la démontabilité et le réarrangement, créés par des choix intelligents de jonctions et de dimensions des éléments.

Les modifications potentielles des règles et réglementations peuvent également être prises en compte dans le détail d'une conception.

Dans le cas de la Tijdelijke Rechtbank, la modernisation des vitres, qui pourrait s'avérer nécessaires lorsque le bâtiment sera déplacé dans quelques années, a été anticipée. Un espace supplémentaire a intentionnellement été prévu dans les cadres de fenêtre pour insérer du verre plus épais, comme du triple vitrage, voire du verre avec panneaux solaires intégrés (3.4).

Remarques finales sur la flexibilité

Outre envisager les changements potentiels, il est utile d'estimer la fréquence à laquelle ces derniers pourraient se produire. Cela vous aidera à définir des critères spécifiques, notamment en termes de temps et de personnel nécessaires pour modifier la fonction d'une unité. Les changements s'opéreront-ils tous les trimestres ou juste une fois tous les dix ou quinze ans ? Dans ce dernier cas, vous accepterez probablement plus de temps pour le changement de fonction que dans le premier. L'objectif consiste à trouver une solution circulaire qui présente un équilibre adéquat entre flexibilité, temps et coûts. Plus important encore, il est judicieux de prendre le temps de réfléchir à la flexibilité avant de commencer la construction (voir également l'élément fondamental 4).





PASSIVITÉ

environnement climatisé et sain avec des matériaux biosourcés

Le troisième élément fondamental concerne ce qu'un bâtiment peut vous offrir en termes d'environnement climatisé et sain. Les différents cas nous ont appris qu'il est recommandé de rendre un bâtiment passif en utilisant des matériaux biosourcés, non seulement pour réduire l'empreinte écologique du bâtiment et contribuer aux ambitions de décarbonisation d'une entreprise, mais aussi pour générer des avantages potentiels pour la santé et réaliser des économies sur les coûts opérationnels.

En ce qui concerne l'empreinte écologique et les émissions de CO₂ d'un bâtiment, le choix des services de chauffage, de refroidissement et de ventilation (CVC) constitue un élément important. Ces services génèrent un confort thermique et rendent la qualité de l'air intérieur acceptable. Pourtant, ces avantages peuvent également être obtenus en appliquant des matériaux biosourcés. Les propriétés des matériaux biosourcés peuvent être mises à profit pour réguler l'environnement interne. Dans les bâtiments dits passifs, les installations sont réduites au minimum et l'énergie est économisée tout au long de la phase d'utilisation. S'il est réalisé dans les règles de l'art, l'investissement supplémentaire (le cas échéant) pour rendre un bâtiment passif peut être récupéré (voir également l'élément fondamental 4). Dans ce chapitre, nous prenons le concept de passivité au sens plus large que la référence

commune à la consommation d'énergie. Pour nous, la passivité englobe tous les avantages qu'offrent les matériaux sans éléments actifs et consommateurs d'énergie tels que les services de climatisation.

Un environnement intérieur stable avec une fluctuation minimale permet de maintenir le confort thermique des utilisateurs du bâtiment. Les propriétés naturelles des matériaux biosourcés peuvent offrir une stabilité environnementale interne, avec des fluctuations réduites de température et d'humidité relative - une caractéristique typiquement associée aux bâtiments thermiquement massifs tels que la pierre ou le béton¹⁰. Les matériaux de construction hygroscopiques biosourcés régulent passivement l'humidité de l'air interne grâce à leur capacité à adsorber et à désorber l'humidité, une propriété connue sous l'appellation « tampon d'humidité »¹¹. Cela peut améliorer les environnements internes des manières suivantes :

- **Confort et stabilité thermiques** : le tampon d'humidité favorise le confort des utilisateurs du bâtiment en minimisant les variations de température interne dues à la ventilation et à l'infiltration. Il réduit la demande de régulation de la température interne par les systèmes de chauffage ou de refroidissement (CVC), ainsi que la consommation d'énergie dans les bâtiments¹².
- **Réduction du besoin de consommation d'énergie pour le chauffage d'hiver** : étant donné que le matériau génère de la chaleur latente, la consommation d'énergie en hiver est réduite¹³.
- **Diminution des taux d'humidité relative interne en été**¹⁴.

¹⁰ Shea, A., Lawrence, M., & Walker, P. (2012). Hygrothermal performance of an experimental hemp-lime building. *Construction and Building Materials*, 36, 270-275.

¹¹ Cascione, V., Maskell, D., Shea, A., & Walker, P. (2019). A review of moisture buffering capacity: From laboratory testing to full-scale measurement. *Construction and Building Materials*, 200, 333-343.

¹² Zhang, M., Qin, M., Rode, C., & Chen, Z. (2017). Moisture buffering phenomenon and its impact on building energy consumption. *Applied Thermal Engineering*, 124, 337-345.

¹³ Kraniotis, D., Nore, K., Brückner, C., & Nyrud, A. Q. (2016). Thermography measurements and latent heat documentation of Norwegian spruce (*Picea abies*) exposed to dynamic indoor climate. *Journal of Wood Science*, 62(2), 203-209.

¹⁴ Osanyintola, O. F., & Simonson, C. J. (2006). Moisture buffering capacity of hygroscopic building materials: Experimental facilities and energy impact. *Energy and Buildings*, 38(10), 1270-1282.



Brasserie Adnams

Reydon, Suffolk, Royaume-Uni

Initiateur : Adnams Southwold

Fonction principale : Centre de distribution de la brasserie

Architecte : Aukett Fitzroy Robinson (Londres)

Entrepreneur principal : Haymills (Londres)

Année d'achèvement : 2006

Particularité : Des blocs de construction en béton de chanvre fabriqués à partir de chanvre local (béton de chanvre) qui offrent un avantage de refroidissement pour le centre de distribution. La plus grande toiture végétale du Royaume-Uni, au moment de la construction.

« [Lorsque nous avons abaissé la température pour la première fois] à 13°C, nous avons tout fermé et depuis ce jour, nous sommes parvenus à maintenir une température ambiante comprise entre 13°C et 16°C. Lorsqu'il commence à faire trop chaud, nous refroidissons la bière qui sort de la brasserie de manière plus intensive, en abaissant la température d'un degré ou d'un degré et demi ; cela agit comme si vous insériez un bloc de glace dans un sac isotherme. Cela refroidit tout l'entrepôt. C'est une technique que nous avons découverte depuis que nous exploitons le bâtiment, qui fonctionne absolument comme nous l'espérions. »

● **Andy Wood, PDG d'Adnams plc.**

Fondamentaux mis
en pratique dans ce cas

Réutilisation
abordable

Flexible

Passive

Réutilisation
abordable

Traditionnelle

Avantages énergétiques

Dans la majorité des cas explorés, les avantages des matériaux biosourcés utilisés dans les projets ont été étudiés durant la phase de conception (1.1). La brasserie Adnams est un excellent exemple d'économies d'énergie réalisées grâce à la mise en œuvre de matériaux biosourcés. La brasserie a utilisé le chaux-chanvre comme isolant. Cet isolant (largement) biosourcé possède de bonnes propriétés thermiques et hygroscopiques. Il aide à réguler et à stabiliser les températures internes de la brasserie aux niveaux requis et a permis de réduire les investissements dans les services de climatisation. Pour réduire le besoin en services de refroidissement de la brasserie Adnams, un concept intelligent a été mis en œuvre : l'abaissement de la température des fûts de bière entrants.

Des produits à base de chaux-chanvre, également connus sous le nom de béton de chanvre, ont été utilisés dans le centre de distribution Adnams et le magasin du Science Museum. Cette section se penche davantage sur ces derniers. Le chaux-chanvre est un matériau composite fabriqué à partir des anas du noyau ligneux des tiges de chanvre mélangés à un liant de chaux¹⁵. Le chanvre est une plante annuelle à fibres libériennes, dotée d'un noyau ligneux et d'un espace central interne. Le chanvre convient à l'isolation, car la structure poreuse de ses fibres capte l'air (y compris l'humidité qu'il contient). Le chaux-chanvre est plus efficace comme tampon d'humidité lorsqu'il est exposé à l'intérieur ou recouvert d'un enduit à la chaux¹⁶. L'isolation au chanvre peut offrir les avantages suivants :

- Il a été démontré que l'isolation au chanvre est moins sensible aux variations d'humidité que d'autres matériaux biosourcés tels que la laine et les fibres de bois¹⁷.
- Pour la même quantité d'apport de chaleur, les températures maintenues dans les maisons de chanvre sont constamment un ou deux degrés supérieures à celles des maisons en briques¹⁸.
- La construction en chaux-chanvre réduit les effets des variations de l'environnement externe sur l'environnement interne, et aide à maintenir des conditions internes confortables pendant l'été et à réduire la consommation d'énergie en hiver grâce à des niveaux de perméabilité à l'air conformes à la norme maison passive (label Passivhaus)¹⁹.
- Le chanvre séquestre/capture le carbone, ce produit a donc une empreinte carbone négative²⁰.

De nombreuses choses ont déjà été réalisées en matière de passivité. Le projet Réhafutur montre, par exemple, que la rénovation d'anciens bâtiments en maisons passives avec des matériaux biosourcés est possible. Pour le Science Museum au Royaume-Uni, des panneaux biosourcés réutilisables (à l'aide de vis) ont été utilisés pour stocker des artefacts précieux qui requièrent le respect rigoureux de certaines plages de température et d'humidité.

Bienfaits passifs pour la santé

Le nouveau bâtiment de la mairie de Venlo a eu un effet positif relativement inattendu sur la santé des employés. Au cours de la première année qui a suivi la mise en service du nouveau bâtiment, les congés de maladie du

personnel ont diminué de 2 %. Cette baisse a généré des économies environ cinq fois supérieures à celles déjà réalisées sur la consommation d'énergie (voir encadré). Toutefois, bien que cette diminution des congés de maladie soit encourageante, l'incertitude demeure quant à son origine réelle. Il est probable que des facteurs autres que l'utilisation de certains matériaux aient également contribué à la santé des employés. Des aspects tels que le plan d'étage, la lumière solaire entrante, les niveaux de CO₂ et peut-être la joie d'un nouveau départ pourraient également avoir contribué à la réduction des arrêts maladie.

Au cours de la première année qui a suivi la mise en service du nouveau bâtiment, les congés de maladie du personnel ont diminué de 2 %

Nous considérons les bénéfices pour la santé émanant de l'utilisation de matériaux sains comme un avantage passif. Le projet CBCI vise à explorer et à démontrer les avantages relatifs pour la santé, l'énergie, l'environnement et les coûts des matériaux biosourcés. Dans l'évaluation des avantages passifs, nous tenons compte du contexte du bâtiment, car les plans d'étage, les matériaux utilisés, la position géographique et le climat ont tous un impact. Les bénéfices pour la santé ne sont pas encore suffisamment étayés par des preuves et des contrôles indépendants. Cela montre que les propriétaires d'immeubles et les gestionnaires d'installations peuvent contribuer à cette recherche, en surveillant et en partageant la consommation d'énergie et les données sur la santé.

¹⁵ Kinnane, O., McGranaghan, G., Walker, R., Pavia, S., Byrne, G., & Robinson, A. (2015, November). Experimental investigation of thermal inertia properties in hemp-lime concrete walls. Dans les actes de la 10e conférence sur les enveloppes de bâtiments avancées (pp. 942-949). Bern: auteur.

¹⁶ Latif, E., Lawrence, M., Shea, A., & Walker, P. (2015). Moisture buffer potential of experimental wall assemblies incorporating formulated hemp-lime. *Building and Environment*, 93, 199-209.

¹⁷ Korjenic, A., Zach, J., & Hroudová, J. (2016). The use of insulating materials based on natural fibers in combination with plant facades in building constructions. *Energy and Buildings*, 116, 45-58.

¹⁸ Yates, T. (2002). Final report on the construction of the hemp houses at Haverhill, Suffolk. Building Research Establishment, Watford, report, 209-717.

¹⁹ Shea, A., Lawrence, M., & Walker, P. (2012). Hygrothermal performance of an experimental hemp-lime building. *Construction and Building Materials*, 36, 270-275.

²⁰ Lawrence, M., Fodde, E., Paine, K., & Walker, P. (2012). Hygrothermal performance of an experimental hemp-lime building. Dans *Key Engineering Materials* (Vol. 517, pp. 413-421). Trans Tech Publications Ltd.



Municipalité de Venlo Pays-Bas

Fonction principale : Hôtel de ville (bureaux et salles de réunion)

Architecte : Kraaijvanger Architects

Entrepreneur principal : BBN Houten/Laudy bouw en ontwikkeling, Sittard

Année d'achèvement : 2016

Particularité : Construit selon les principes de berceau au berceau, conception et construction prêtes à l'emploi, intérieur axé sur la santé des utilisateurs, cheminée solaire avec ventilation naturelle, façade végétale intégrée à la régulation du climat intérieur, dépôt pour meubles et neutre en énergie.

« Nous avons choisi d'appliquer le coût total de possession - CTP - sur 40 ans. Sur 40 ans, 1 % d'économie d'énergie correspond à 16,9 millions. Avec une période d'amortissement d'environ 15 ans, le projet a initialement été rejeté par le conseil municipal. Nous avons ajouté un calcul des flux de trésorerie et l'avons renvoyé au Conseil. Après un an, l'économie (énergie/eau) s'est avérée supérieure à la charge d'intérêts de 3,4 millions. Ce fut - avec du recul - un moment clé du projet. À l'unanimité, le Conseil a concédé... que toutes les constructions doivent être accompagnées d'un calcul des flux de trésorerie. »

● **Bas van de Westerlo, conseiller en construction circulaire et marchés publics chez C2C ExpoLAB**

Fondamentaux mis
en pratique dans ce cas

Réutilisation
abordable

Flexible

Passive

Réutilisation
abordable

Traditionnelle

Les matériaux isolants semblent revêtir une importance particulière pour la santé des individus. Selon une recherche menée par l'Université de

Les matériaux isolants semblent revêtir une importance particulière pour la santé des individus.

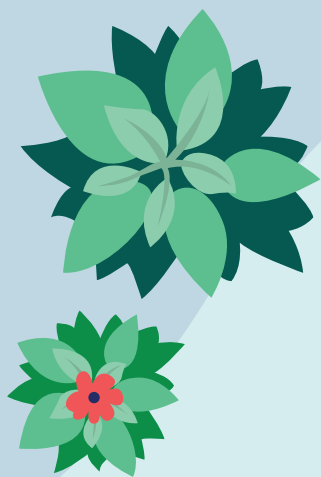
Wageningen aux Pays-Bas, la mauvaise qualité de l'air intérieur découle principalement de l'humidité et de la libération de substances toxiques liées au type de matériau isolant utilisé (composés organiques volatils). Outre la santé des futurs utilisateurs du bâtiment, les risques potentiels pour la santé des individus qui appliquent les

matériaux, ou de ceux en charge de leur démolition, doivent également être pris en compte lors du choix des matériaux d'isolation.

Entretien

Si les matériaux biosourcés présentent divers avantages pour les utilisateurs et les propriétaires d'un bâtiment, dans plus de la moitié des cas analysés, leur application a également suscité des inquiétudes. L'entretien figure parmi les importantes préoccupations fréquemment citées. Il est apparu qu'à cet égard, les matériaux biosourcés pourraient en quelque sorte être moins « passifs » et nécessiter plus de travaux d'entretien par rapport à d'autres

matériaux. Pour les surfaces à la chaux ainsi que certains bois, par exemple, la facilité d'entretien ajoute un important défi dans la construction biosourcée. Ces surfaces doivent être traitées/peintes plus fréquemment, et avec les bons produits, pour prolonger leur durée de vie. Les biocomposites semblent être des matériaux prometteurs pour réduire les besoins en entretien, car ils ne nécessitent aucun (ou moins de) traitement de surface (8.3). Enfin, certaines surfaces rugueuses ne conviennent pas à tous les publics, comme les enfants ou les clients des établissements de soins de santé.



4 INTÉGRALITÉ

réflexion continue sur les avantages circulaires biosourcés

Après avoir exploré les possibilités de maximiser la réutilisation (élément fondamental 1), anticipé la préparation aux fonctions futures (élément fondamental 2) et examiné le potentiel de passivité (élément fondamental 3), il est temps de passer au quatrième élément fondamental d'une construction circulaire biosourcée réussie. Son objectif consiste à adopter une approche intégrale des aspects financiers et organisationnels du projet de construction.

Malgré les avantages qu'elle présente, une approche entièrement intégrale n'est pas courante dans le secteur de la construction. Mettre l'accent sur la collaboration et le partage des apprentissages facilite l'adoption d'une approche de travail intégrale. Cette dernière présente l'avantage de permettre de dépasser les considérations budgétaires et d'envisager d'autres avantages, généralement à long terme, en s'adressant à de multiples parties prenantes.

L'approche intégrale s'applique de diverses manières. Ce chapitre en fournit des exemples, présente un aperçu des avantages des constructions biosourcées circulaires, dévoile des moyens d'atténuer les risques et d'améliorer la collaboration, ainsi que des méthodes de prise de décision intégrale telles que l'analyse des flux de trésorerie, l'analyse du cycle de vie (ACV) et le recours aux certifications.

Aperçu des avantages

Afin d'aider les initiateurs à comprendre les avantages des constructions circulaires et biosourcées, nous les énumérons ci-dessous. Dans environ trois quarts des entretiens, les avantages et les business case connexes ont joué un rôle durant la phase d'initiative (4.5). Le recours à des outils tels que le Business Model Canvas a été beaucoup moins fréquent que ce à quoi nous nous attendions. Ces derniers peuvent toutefois s'avérer utiles ; c'est pourquoi nous les renseignons à [l'annexe B](#).

Les avantages identifiés de la construction circulaire biosourcée comprennent :

Le recours à des matériaux à faible émission de carbone contribue également à réduire l'empreinte écologique.

○ Santé

Le cas Venlo montre qu'un bâtiment dans lequel des matériaux biosourcés sont appliqués présente des avantages pour la santé des utilisateurs. Les arrêts maladie des employés ont diminué de 2 %, ce qui reflète un effet positif sur la santé mentale et physique. La réduction des coûts liés aux congés de maladie était quant à elle environ cinq fois supérieure aux réductions des coûts d'eau et d'énergie réalisées grâce au nouveau bâtiment. Par ailleurs, l'application de matériaux naturels et non toxiques peut également présenter des avantages pour la santé des ouvriers de la construction qui travaillent directement avec ces derniers.

○ Réduction de l'empreinte carbone et de la consommation d'énergie

Trois cas montrent comment

l'utilisation de matériaux biosourcés diminue considérablement la consommation d'énergie des bâtiments, et contribue ainsi à la décarbonisation. Pour la brasserie Adnams, l'utilisation de béton de chanvre biosourcé comme isolant a permis de réaliser des économies d'énergie de refroidissement de plus de cent mille livres sterling par an. Il est intéressant de noter que ces réductions peuvent également être réalisées avec des isolants conventionnels. Les isolants biosourcés ont considérablement réduit les besoins en services de refroidissement, ainsi que les émissions, les investissements et les coûts d'exploitation. L'espace de stockage du Science Museum, où des matériaux isolants en béton de chanvre ont également été appliqués, consomme 2/3 d'énergie de moins que les espaces de stockage conventionnels. La mairie de Venlo a quant à elle réalisé des économies d'énergie grâce à des façades végétales, une sorte de jardin vertical. Le recours à des matériaux à faible émission de carbone contribue également à réduire l'empreinte écologique.

○ Flexibilité

La flexibilité n'est pas seulement une caractéristique de la construction circulaire (voir l'élément fondamental 2 sur la préparation aux fonctions futures), mais également un avantage inhérent. Un bâtiment flexible conserve une valeur d'usage élevée tout au long de sa durée de vie. Par ailleurs, la flexibilité génère potentiellement des économies de coûts en termes de rénovations, d'entretien et d'adaptations. De plus, elle renforce l'intérêt des nouveaux propriétaires ou utilisateurs au

moment de la vente du bâtiment et en améliore la valeur résiduelle. Et en cas de démantèlement, un bâtiment flexible produit potentiellement moins de déchets et offre généralement de meilleures perspectives de réutilisation.

○ Augmentation de la valeur en fin de vie

Intégrer le concept de réutilisation dans la conception permet d'augmenter la valeur de la construction en fin de vie. Plus de la moitié des cas observés ont tenu compte de la valeur en fin de vie. Cependant, hormis la Tijdelijke Rechtbank et de la Banque Triodos (où les matériaux sont conservés dans un passeport matériel), aucune tentative de calcul de la valeur résiduelle n'a été réalisée. Pour les projets où les objectifs de circularité et de rétention de valeur en fin de vie étaient pertinents, la numérisation du bâtiment est devenue une priorité. Nous en apprendrons davantage lorsque la Tijdelijke Rechtbank sera démontée dans quelques années (9.1). De nombreuses incertitudes persistent encore dans ce domaine, notamment concernant la valorisation et la valeur au bilan. La recherche dans ce domaine n'entre pas dans les priorités de CBCL, car il existe déjà de bonnes sources disponibles comme le rapport C8 (en néerlandais) de Deloitte²¹.

○ Valeur promotionnelle

À l'heure actuelle, la construction circulaire biosourcée n'est pas encore courante. Les propriétaires et utilisateurs de constructions circulaires biosourcées, ainsi que les entrepreneurs (sous-traitants) et autres parties impliquées, peuvent dès lors se distinguer des autres.

²¹ Rau, Thomas. Van Bergen, Thomas. Driever, Desie. Mousseer, Ian. Havenga, Danique. Manschot, Dingeman. Menger, Olga & Verbaan, Jan, 2017. C8 | Van Vastgoed naar Losgoed: Nieuwe financiële baten van circulariteit voor vastgoedeigenaren

Pour les initiateurs de projets de construction désireux d'être reconnus en tant que pionniers du développement durable, comme la Banque Triodos, la valeur promotionnelle et exemplaire était un objectif pertinent du projet de construction. Pour la majorité des initiateurs des autres cas observés, il s'agissait d'une conséquence indirecte. Cependant, les entrepreneurs (sous-traitants) largement impliqués dans ces cas ont largement apprécié la valeur promotionnelle (8.2). Grâce à l'attention attirée par la brasserie

Nous étudierons plus en détail l'impact social et sociétal de la construction circulaire biosourcée

Adnams, par exemple, l'entrepreneur concerné est entré en contact avec un nouveau client, avec à la clé une valeur commerciale considérable

(20.15). De même, le projet Réhafutur a inspiré les entreprises locales et régionales et les agences de logement social à inclure des matériaux biosourcés dans leurs projets (de rénovation).

Bien que les cas observés aient déjà révélé les avantages de la construction circulaire biosourcée énumérés ci-dessus, nous les étudierons plus en détail dans l'un de nos projets de laboratoire vivant. En outre, nous étudierons plus en détail l'impact social et sociétal de la construction circulaire biosourcée, y compris le travail inclusif et la cohésion sociale. Nous émettrons ensuite des recommandations et dévoilerons des outils pratiques pour atteindre ces avantages.

Choix des partenaires

La construction étant un effort de collaboration, il convient de sélectionner des partenaires. Mais quels partenaires

choisir pour réussir des projets de construction circulaire biosourcée par le biais d'une approche intégrale ? Les interviews font allusion aux critères suivants :

- Esprit entrepreneurial - capacité à gérer l'inconnu
- Mentalité d'apprentissage, qu'ont-ils appris des projets précédents ? - les projets innovants exigent une capacité à apprendre en cours de route
- Expertise dans des domaines autres que le vôtre - la coopération doit ajouter de la valeur
- Ne pas avoir peur de la réutilisation ou des matériaux biosourcés (20.13)
- Volonté de comprendre les intérêts des autres partenaires (initiateurs, utilisateurs, producteurs, entrepreneurs, etc.)
- Fiabilité - Vérifiez, sur la base de références, s'ils font effectivement ce qu'ils disent



Réhafutur

Loos-en-Gohelle, France

Initiateur : Maison et cités, société de logement social

Fonction principale : Immeuble de bureaux et centre d'exposition

Architecte : GIE Arietur

Entrepreneur principal : Cluster EKWATION

Année d'achèvement : 2015

Particularité : Rénovation d'un bâtiment (1920) en maison passive avec des matériaux biosourcés et réutilisés. Projet pilote pour l'industrie du bâtiment régionale (doté d'un système de suivi).

« Séances de formation (par le fabricant) pour les travailleurs. L'étanchéité à l'air était un important thème de formation, alors encore assez méconnu de la plupart des constructeurs. Mélange également des équipes de construction. Nous avons demandé de l'expérience en construction biosourcée et en efficacité énergétique. » « Tout le monde a apprécié l'aventure, une bonne énergie. Construit en moins d'un an. C'est devenu le projet de tout un chacun, pas seulement de cd2e, fier du projet ».

● Frédéric Laroche, Responsable du pôle Bâtiment Durable au CD2E

Fondamentaux mis en pratique dans ce cas

Réutilisation abordable

Flexible

Passive

Réutilisation abordable

Traditionnelle

Atténuation des risques en collaboration

Dans la plupart des cas analysés, sauf un, l'atténuation des risques a joué un rôle important dans le processus. Les risques courants comprennent les retards, les malentendus, le cloisonnement du travail en silos, une conception sous-optimale et les dépassements de budget. Les points d'attention suivants peuvent aider les initiateurs à réduire la matérialisation de ces risques et à améliorer la collaboration :

- Autoriser la représentation de l'initiateur dans l'équipe de construction
- Maintenir un contact direct entre les directeurs/décideurs
- Initier la collaboration de tous les partenaires de construction (y compris les producteurs) à un stade précoce
- Planifier des moments d'échange de connaissances et de définition d'ambitions communes
- Préciser au préalable les moments de décision et les étapes du processus ; par exemple, organiser une session pour l'implication précoce des utilisateurs et répartir les processus/décisions par couche de bâtiment
- Planifier des moments de dialogue et de feed-back continus entre l'architecte, les propriétaires du bâtiment, les fabricants, les entrepreneurs (en démolition), les constructeurs et les autres parties prenantes. L'un des entretiens a révélé, à la stupéfaction des constructeurs, qu'il est rare qu'on leur demande du feed-back dans le secteur de la construction néerlandais (20.11).
- Maintenir la flexibilité des postes budgétaires afin d'optimiser la réutilisation des matériaux de manière itérative (20.6).
- Impliquer les utilisateurs dans le processus de conception. Ce point n'a été mentionné que dans deux

des interviews. Pour ces cas, il s'est avéré très utile (20.11). Nous nous attendions néanmoins à ce que la consultation des utilisateurs soit plus fréquente.

- Leadership motivé par l'ambition. Sans ce dernier, les ambitions circulaires biosourcées sont difficiles à concrétiser. Cet aspect était présent dans tous les cas observés (20.2).
- Mettre en place des mesures d'incitation sur la base des performances des partenaires de construction. Cette méthode a été utilisée pour atténuer le risque de décalage. Dans plusieurs cas, on y a eu recours pour améliorer la transparence et la prise de responsabilité. Nous avons observé : partage des bénéfices du projet/ réduction des coûts entre les partenaires de construction (Emergis avec la méthode Bouwmeester PRO), financement des recherches sur le matériau par les initiateurs si ce dernier est sélectionné (Venlo : C2C quick scan) et partage de la valeur résiduelle d'un bâtiment (Tijdelijke Rechtbank) (4.3).

La visualisation des flux de trésorerie dans des échéanciers indiquant les flux de trésorerie annuels et non annuels peut également être très révélatrice.

Prise de décision intégrale

Il existe de nombreuses méthodes utiles à la prise de décisions éclairées. Lors des entretiens, nous en avons identifié trois : le calcul des flux de trésorerie, l'analyse du cycle de vie (ACV) des matériaux et le recours aux certifications. Nous les illustrons ci-dessous.

Calcul des flux de trésorerie

Les simulations de flux de trésorerie sont très utiles dans la prise de décisions éclairées, en particulier si elles

visent à comparer plusieurs options. Pour une prise de décision intégrale, les simulations de flux de trésorerie doivent couvrir l'ensemble du cycle de vie de chaque couche de bâtiment et inclure les coûts initiaux ainsi que la valeur résiduelle, les coûts directs d'utilisation et de maintenance, ainsi que les coûts et avantages indirects qui dépassent les coûts directs liés à l'utilisation de la construction. Il est également important de distinguer les flux de trésorerie liés aux activités d'exploitation, comme les factures d'énergie, les activités d'investissement (dépenses en capital), et les activités de financement, comme les versements d'intérêts. Réaliser ces simulations pour plusieurs options à l'étude vous permet de mettre les coûts et les avantages en perspective et de prendre des décisions éclairées. La visualisation des flux de trésorerie dans des échéanciers indiquant les flux de trésorerie annuels et non annuels peut également être très révélatrice.

Pour la mairie de Venlo, les calculs de trésorerie ont été le facteur décisif qui a permis d'accroître les investissements consentis dans l'amélioration de la santé et la réduction de la consommation d'eau et d'énergie (4.4). Les calculs et les projections ont révélé que les futures économies de coûts liées à la construction circulaire biosourcée proposée l'emportaient sur l'investissement supplémentaire et les versements d'intérêts associés. De plus, la présentation des chiffres a permis de convaincre les parties prenantes internes d'augmenter l'investissement initial, en montrant la vitesse à laquelle il pourrait être récupéré. Ainsi, créer un aperçu complet des flux de trésorerie peut aider à prendre des décisions financières judicieuses, voire à augmenter le degré d'efficacité des ressources d'une construction.

Analyse du cycle de vie (ACV)

Les analyses de cycle de vie (ACV) permettent de comparer les matériaux et les produits et de les relier à

Les certifications peuvent être utiles comme principes directeurs du processus de construction.

l'ambition globale du projet (2.2).

Dans le cas de la Banque Triodos et de la Tijdelijke Rechtbank, les informations de l'ACV ont été utilisées pour sélectionner les matériaux. Ces informations de l'ACV/la DEP (Déclaration environnementale de produit) sont considérées comme une bonne source d'informations neutres sur l'impact environnemental global des matériaux. Avec une bonne ACV, des aspects qui n'auraient peut-être pas été pris en considération autrement, comme la consommation d'énergie

pour la production, la réutilisation et le recyclage (en fin de vie), sont désormais inclus dans le processus décisionnel. Cependant, ce type de données n'est pas encore disponible pour tous les matériaux biosourcés, pour lesquels des recherches supplémentaires doivent être menées.

Lors du choix des matériaux, il est également important de s'assurer qu'ils correspondent à la réutilisation globale de la construction. Cela a également un impact sur la consommation d'énergie à la fin de la vie d'une construction. Pour trouver l'équilibre optimal, il faut faire un compromis entre l'utilisation des matériaux, la disponibilité, les budgets, la consommation d'énergie et l'impact environnemental. L'analyse du cycle de vie (ACV) facilite ces décisions.

Certifications

Les certifications peuvent être utiles comme principes directeurs du processus de construction. Après avoir décidé d'une certification particulière, cette dernière vous guide dans la prise de décision tout au long du projet, car vous suivez une certaine norme. Seuls deux des cas interrogés ont envisagé ou mis en œuvre une certification, plus spécifiquement BREAAAM²², en tant que norme de circularité dans le processus de construction. Afin d'économiser de l'argent, qui a été injecté dans le bâtiment même, l'un des deux cas a indiqué avoir eu recours à la norme BREAAAM, sans toutefois avoir introduit la demande de certificat (8.1/30.2). Dans ce cas, l'immeuble n'était pas destiné à être vendu à des investisseurs institutionnels, qui privilégient fréquemment ce type de certification.



²² BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) est la méthode la plus ancienne et la plus utilisée au monde pour évaluer, classer et certifier la durabilité des bâtiments (depuis 1990).



5 PROPRIÉTÉ TRADITIONNELLE

gardez les choses simples

Alors que dans les chapitres précédents, nous vous encourageons à faire preuve de créativité et d'innovation dans la recherche de solutions, dans ce chapitre, nous soutenons qu'il est essentiel de garder les choses simples lorsqu'il s'agit de la propriété d'une construction. Même si le projet contient les matériaux circulaires et biosourcés et les méthodes de construction les plus innovants, sa propriété et les financements associés ne doivent pas nécessairement suivre les dernières tendances. À l'aide de deux cas, nous illustrons que la propriété traditionnelle peut être le mode de propriété le plus adéquat pour des projets circulaires biosourcés et très innovants.

Traditionnellement, l'initiateur d'un projet de construction, où le client, devient propriétaire une fois la construction achevée ; et non pas le concepteur, l'entrepreneur, les fournisseurs, les fabricants ou les producteurs d'éléments/préfabriqués. Les alternatives à ce modèle de transaction traditionnel incluent le crédit-bail, le loyer, le produit en tant que service ou le paiement à l'utilisation. Avec ces alternatives, l'initiateur ne devient pas propriétaire de la construction, qu'il utilise dans son intégralité, ou d'une partie de cette dernière (songez ici aux couches). Dans ces modèles alternatifs, la propriété se situe ailleurs dans la chaîne

d'approvisionnement. On pourrait soutenir que la propriété du producteur dans la chaîne d'approvisionnement encourage davantage la circularité qu'une vente à l'utilisateur ; la propriété confère au producteur ou au fournisseur un intérêt et une responsabilité à long terme dans le cycle. Ce qui rend cette propriété peu attrayante, cependant, c'est que dans le secteur de la construction, la main-d'œuvre nécessaire pendant la phase de construction ajoute une grande valeur ajoutée par rapport à la valeur des matériaux de construction. Il en va de même pour les coûts de main-d'œuvre d'un processus de démontage ou de rénovation. Un autre inconvénient est lié à l'horizon temporel des constructions, souvent plus long que la durée de vie des entreprises. Ce décalage temporel est également mentionné dans le cadre de l'Agence européenne pour l'environnement illustré dans le tableau 1. Lors du développement de modèles commerciaux viables, les solutions aux problèmes de propriété ne font pas l'objet d'un consensus.

Une approche récente dans le domaine de la propriété est la CESCO (Société de services d'économie circulaire), dans laquelle les partenaires de la coalition restent les propriétaires de ce qu'ils fournissent physiquement au client, le reprennent en fin de vie, en assumant la responsabilité et en assurent la réutilisation. Les partenaires de la coalition d'une CESCO peuvent entreprendre des démarches conjointes auprès d'institutions financières pour le financement des activités. Autre option plus ou moins similaire à cette dernière : le contrat intelligent et un consortium dédié responsable de la conception, de la construction et de l'entretien de la construction pour une période déterminée.



Banque Triodos Driebergen-Rijsenburg, Pays-Bas

Initiateur : Banque Triodos

Fonction principale : Immeuble de bureaux de l'institution financière

Architecte : Rau Architecten

Entrepreneur principal : J.P. van Eesteren

Année d'achèvement : 2019

Particularité : BREEAM-NL niveau Exceptionnel, conception modulaire amovible, utilisation de Madaster comme passeport matériel numérique, poutres en bois pour la construction ainsi que toitures végétales.

« Le point de départ était l'utilisation du service en tant qu'approche produit. Le paiement au service. Après avoir réalisé les calculs pour l'ascenseur, la façade, l'éclairage, etc., il a été décidé que Triodos resterait propriétaire des éléments de construction en raison de l'incertitude liée à l'utilisation future et à la valeur des éléments, des développements techniques à venir (ascenseur, façades, etc.)... Les prix des contrats de service étaient trop élevés pour être rentables. Sur le plan économique, il était plus intéressant d'acheter les éléments et de travailler avec amortissement comme dans la pratique courante. »

● **Sander Kok, chef de projet chez Triodos**

Fondamentaux mis
en pratique dans ce cas

Réutilisation
abordable

Flexible

Passive

Réutilisation
abordable

Traditionnelle

La question est de savoir si ces modèles alternatifs génèrent des constructions circulaires biosourcées abordables pour les initiateurs et les utilisateurs. Pour le moment, la réponse semble tendre vers la négative. Presque tous les cas que nous avons analysés pour ce livre blanc ont opté pour une propriété traditionnelle et un financement hypothécaire (4.6). La Banque Triodos et la Tijdelijke Rechtbank ont été particulièrement claires quant à leurs motivations. Après mûre réflexion, toutes deux ont conclu que la propriété traditionnelle intégrale de la construction est financièrement plus intéressante que les alternatives. Toutes deux ont indiqué que cela s'expliquait par les frais de location ou d'utilisation relativement élevés dans le cadre d'une propriété externe par rapport aux coûts d'un financement traditionnel.

Ces coûts supérieurs sont le résultat d'une prime de risque prise par les entrepreneurs pour pallier l'incertitude liée à la valeur future ainsi que des coûts de financement supérieurs encourus par ces autres parties si elles restaient propriétaires. Prédire la valeur résiduelle des éléments, produits et matériaux à la fin de la durée de vie d'une construction (généralement longue) est un exercice hasardeux. Par ailleurs, les contrats conclus entre le(s) propriétaire(s) du (des couches de) bâtiment et les utilisateurs peuvent être assez compliqués. La détermination des responsabilités en cas de dommage ou d'usure, par exemple, n'en est qu'à ses débuts. Il est très difficile de savoir

si les contrats couvrent les risques de manière correcte et exhaustive, car il n'existe que peu d'exemples à suivre.

Une autre raison en faveur de la propriété traditionnelle réside dans les faibles taux d'intérêt pour le financement des activités. De nos jours, être propriétaire de l'immeuble vous permet d'obtenir une hypothèque à un faible taux d'intérêt. Il s'agit donc, de manière générale, du mode de financement d'un immeuble le plus abordable. En raison de la méconnaissance des nouveaux modèles commerciaux et des risques associés, les institutions financières peuvent exiger des taux d'intérêt plus élevés des partenaires de construction qui possèdent des parties de la construction. À leur tour, ces partenaires répercuteront ces coûts dans les frais, les loyers et les conditions de location imposés à l'utilisateur.

Nous vous encourageons à garder les pieds sur terre en matière de propriété et de financement connexe.

En ce qui concerne la propriété, la Tijdelijke Rechtbank constitue un cas intéressant. Tout au long de la phase d'utilisation, qui devrait durer entre quatre et six ans, cette construction temporaire appartient à l'agence immobilière gouvernementale des Pays-Bas. Ensuite, sa propriété sera transférée à une entité formée par cepezed-projects et Du Prie, qui en sont les promoteur et entrepreneur respectifs. Il a été convenu qu'il s'agirait d'un « cadeau

» concédé en échange d'une remise sur l'offre publique d'achat initiale.

Au moment du transfert de la propriété, l'entité formée par cepezed-projects et Du Prie chercheront des moyens d'en assurer la réutilisation. Tout en endossant cette responsabilité, ils n'ont pas choisi de conclure un contrat de rachat avec les fournisseurs ou les producteurs, même si l'on sait déjà que l'évacuation et le démontage auront lieu dans un futur proche. Au lieu de cela, ils ont pris la décision pragmatique de simplement tout vendre, y compris les meubles, en fin de vie ou presque, « peut-être simplement sur une plateforme en ligne, comme Marktplaats ». Une décision motivée par la volonté de garder les choses simples et raisonnables, car les parties externes, auxquelles les matériaux sont vendus à l'avance, sont susceptibles de prendre une compensation pour le risque/l'incertitude relativement importante et disproportionnée par rapport à la valeur résiduelle (4.4).

Cet exemple de la Tijdelijke Rechtbank montre que la propriété traditionnelle n'interfère pas nécessairement avec la circularité. La mentalité, qui transforme la responsabilité des entreprises à l'égard de notre avenir commun en action, semble revêtir davantage d'importance. Par conséquent, nous vous encourageons à garder les pieds sur terre en matière de propriété et de financement connexe. Privilégiez la simplicité.



Conclusion

Si l'enthousiasme, les politiques, les règles et les réglementations continuent de favoriser la durabilité, l'adhésion à la construction circulaire biosourcée devrait s'intensifier au fil du temps. Actuellement, ce mode de construction en est encore à ses premiers stades de développement, et plusieurs défis subsistent. Dans ce livre blanc, nous avons démontré qu'il existe déjà une base solide sur laquelle s'appuyer : le travail de pionnier qui a précédé de nouveaux projets de construction circulaire biosourcée.

Nous vous y avons également présenté la complémentarité des principes circulaires et biosourcés. Les préjugés qui entourent les matériaux circulaires et biosourcés reflètent souvent simplement la peur et le manque de connaissances du sujet et ne sont pas nécessairement liés aux risques réels. Sur la base de cas témoins, nous vous avons donné cinq éléments fondamentaux à considérer dans la phase d'initiative. Ces fondamentaux visent à vous aider à relever le défi de la construction circulaire biosourcée en toute confiance et à bénéficier des avantages inhérents.

La phase d'initiation est une phase très importante pour le degré de circularité d'une construction et pour l'étendue de l'application des matériaux biosourcés. Par conséquent, nous proposons d'utiliser les fondamentaux comme ligne directrice dans la phase d'initiative, et d'autant plus avant de prendre des décisions irréversibles. Les fondamentaux peuvent être résumés par les questions suivantes :

- 1 Accessibilité** Avons-nous envisagé une réutilisation rentable et inclusive ?
- 2 Flexibilité** Avons-nous regardé au-delà des besoins actuels et préparé le projet pour les futures fonctions et futurs utilisateurs ?
- 3 Passivité** Avons-nous recherché des moyens passifs de maintenir un climat intérieur sain et agréable avec des matériaux biosourcés ?
- 4 Intégralité** Avons-nous élargi notre perspective et réfléchi de manière continue aux avantages financiers et non financiers de la construction circulaire biosourcée ?
- 5 Propriété traditionnelle** Avons-nous gardé la propriété aussi simple que fonctionnelle ?

Nous espérons que les cas de ce livre blanc et les cinq fondamentaux vous inspireront et vous aideront à concevoir des constructions circulaires biosourcées abordables et réalisables. En vous concentrant sur l'essentiel, vous éviterez le gaspillage de ressources précieuses (y compris l'énergie), aujourd'hui et demain. Les cas témoins prouvent que c'est possible. Nous devons admettre que cela demande du leadership et de la persévérance. Ce qui n'est pas toujours simple. Pourtant, et cela explique peut-être pourquoi, sans exception, les initiateurs sont fiers de ce qu'ils ont accompli (10.2). Donc, comme l'a dit le directeur de [cepezeprojects](#) « [la construction circulaire] n'a rien de sorcier. Avec de la volonté, tout est possible » (10.1). Nous vous avons révélé nos conseils. Maintenant, à vous de jouer.

Continuez à apprendre avec nous

Si vous souhaitez continuer votre apprentissage de la construction circulaire biosourcée avec nous, cliquez [ici](#) et inscrivez-vous au bulletin d'information de la CBCI. Nous explorerons plus en détail des sujets tels que les avantages du biosourcé, les business case, les marchés (publics), les certificats, les règles et règlements.

Annexes

Annexe A: Tableau des cas analysés

8 cas observés aboutissant à ce tableau: Wiegeliend (BE), Emergis (NL), Tijdelijke Rechtbank (NL), City Council Venlo (NL), Triodos Office (NL), Adnams brewery (UK), Science Museum (UK) and Rehafutur (FR). Pour les résultats détaillés des entretiens, contactez l'équipe CBCI

	ID	Déclaration récapitulative	Se Produit*
Préparation et conception	1.1	Les initiateurs veulent en savoir plus sur les avantages des solutions circulaires biosourcées	100%
	1.2	Les initiateurs veulent s'inspirer des projets réalisés et des informations qui peuvent servir d'exemple	50%
	2.1	Les initiateurs veulent savoir quelles parties sont disponibles pour réaliser leurs ambitions	50%
	2.2	Les initiateurs veulent prendre des décisions qui les aident à atteindre de manière optimale leur ambition	88%
	3.1	Les initiateurs veulent sélectionner des parties en qui ils ont confiance pour surmonter les défis et répondre aux exigences	88%
	3.2	Les initiateurs doivent avoir un ensemble d'exigences clair afin de bien faciliter le processus de construction	88%
	3.3	Les initiateurs veulent que la conception préliminaire et l'appel d'offres expriment bien leurs besoins afin de ne pas courir le risque d'obtenir quelque chose d'inadéquat	88%
	3.4	Permettre une possibilité d'adapter le bâtiment à des besoins d'utilisation changeants / croissants à l'avenir	63%
	4.1	Les initiateurs veulent développer un plan global dans le cadre d'un budget défini ou d'un ensemble d'exigences	100%
	4.3	Utilisation de modèles / accords de revenus basés sur les performances	38%
	4.4	Les constructions circulaires et biosourcées peuvent conduire à des avantages intéressants ou à des analyses de rentabilisation. Les flux de trésorerie aident à prendre de meilleures décisions	75%
	4.5	Les organisations utilisent des canevas de modèles commerciaux pour obtenir une vue d'ensemble de leur projet et s'aligner avec différentes parties prenantes	0%
	4.6	Des alternatives de financement par hypothèque sont envisagées mais non sélectionnées. Le financement est traditionnellement le plus abordable.	100%
Exécuter	5.1	Les initiateurs veulent que leur projet soit terminé dans le respect des exigences en matière de prix, de temps, d'informations et de qualité.	75%
	5.2	Les ambitions circulaires / durables évoluent avec le temps	50%
	5.3	Les initiateurs veulent être représentés dans l'équipe de construction	75%

*Se produit = pourcentage de cas dans lesquels l'aspect est observé.

	ID	Déclaration récapitulative	Se Produit*
Utilisation	8.1	Les initiateurs veulent mesurer les ambitions environnementales	38%
	8.2	Les initiateurs veulent apprendre et être reconnus comme des pionniers.	75%
	8.3	Les initiateurs préfèrent les bâtiments maintenables	63%
La Vie	9.1	Garder la valeur en fin de vie	38%
Émotionnel	10.1	Perception: s'inquiète des principes biosourcés et circulaires, en raison de la méconnaissance. Avec une expérience et des recherches à plus long terme, nous voyons que ce n'est pas fondé.	63%
	10.2	Prendre fierté et motivation d'être un exemple / inspireur pour d'autres projets	63%
Succès	20.1	Éléments préfabriqués / standardisés pour une réduction des coûts, une qualité de construction et une démontabilité constantes	63%
	20.2	Leadership fort (groupes) motivés par les ambitions ainsi que par la construction bio et circulaire	100%
	20.3	Offrir des solutions personnalisées est préférable (cela ne doit pas entrer en conflit avec le préfabriqué / prefab)	25%
	20.4	Garder consciemment les couches de construction séparées	13%
	20.5	Avoir des délais serrés et pré-planifiés aide à prendre des décisions	13%
	20.6	Une approche d'apprentissage par la pratique était nécessaire pour gérer la réutilisation des matériaux et les aspects inconnus / imprévisibles de la qualité	38%
	20.7	L'enthousiasme a transformé les partenaires (de construction) en évangélistes	50%
	20.9	Tenir compte au maximum des règles et réglementations et des évolutions potentielles	38%
	20.10	Étiquetage des pièces et avoir suffisamment de temps pour permettre leur réutilisation	13%
	20.11	Éduquer et demander des commentaires à l'équipe du bâtiment et aux utilisateurs	38%
	20.12	Les productions locales ont aidé avec l'environnement, la sécurité d'approvisionnement et de meilleures conditions de travail	38%
	20.13	Le besoin de (sous) traitants qui n'ont pas peur de prendre des risques en matière de réutilisation des matériaux et de nouvelles approches	38%
	20.14	Une vision à long terme, une entreprise familiale ainsi que des membres du conseil d'administration qui restent longtemps sont utiles pour une construction circulaire biosourcée réussie	25%
	20.15	L'attention accordée au bâtiment a favorisé l'organisation et a conduit à des opportunités commerciales	13%

*Se produit = pourcentage de cas dans lesquels l'aspect est observé.

	ID	Déclaration récapitulative	Se Produit*
Échec	30.1	Éléments qui ne peuvent pas être réutilisés (à moindre coût) dans la conception ou comme flux d'entrée (TENSION AVEC 20.13)	50%
	30.2	Les certificats peuvent être trop chers pour les initiateurs qui ne revendent pas les bâtiments commercialement. Le montant concerné peut également être utilisé pour améliorer les bâtiments.	13%
	30.3	Les faibles marges dans le secteur du bâtiment ainsi que les investissements réalisés dans le passé freinent la prise de risque et l'innovation	13%
	30.4	Les données LCA (Life Cycle Analysis) pour les matériaux biosourcés sont / n'étaient pas toujours disponibles	13%
	30.5	Les LCA dépendent de prédictions qui peuvent être impossibles à connaître pour le moment	25%
	30.6	Regretté de ne pas avoir approfondi les modèles commerciaux / de ne pas avoir pris part à l'innovation rendue possible par l'initiateur	13%
	30.7	La construction biosourcée semble devenir plus difficile à organiser au Royaume-Uni au cours des dernières années en raison du manque de fournisseurs dans ce domaine.	25%

*Se produit = pourcentage de cas dans lesquels l'aspect est observé.

Annexe B:

Business model canvas et considérations

Les Business model canvas sont des outils pratiques pour développer de nouveaux modèles commerciaux ou améliorer des modèles existants. En expliquant la valeur d'une entreprise ainsi que les principaux composants et objectifs de ces modèles, il devient plus facile de partager les informations clés du processus de création de valeur avec les parties prenantes. Développer et améliorer les modèles permet également d'aligner les pensées, les idées et les croyances. Par ailleurs, ils encouragent et facilitent les discussions de groupe.

Les modèles suivants peuvent être utilisés lors de sessions collectives :

- **Business Model Canvas** : souvent utilisé, il fonctionne bien pour les aspects économiques financiers et commerciaux. Cependant, il ne correspond pas totalement aux aspects sociaux ou durables qui sont des éléments essentiels des principes circulaires et biosourcés.
- **Modèle commercial à trois niveaux** : incorpore de multiples aspects de valeur, y compris des éléments sociaux et écologiques, et son utilisation est assez pratique. C'est actuellement le plus pratique et le plus applicable à la construction circulaire et biosourcée.
- **Le modèle en trèfle** : définit les différentes valeurs qui seront créées et ajoute des sections pour les principes directeurs et les modes de coopération avec les parties prenantes. Les effets potentiels réalisés grâce à ces modèles ne deviennent visibles que lorsque plusieurs entreprises les ont intégrés ensemble. Étant plutôt générique, une étude plus approfondie de son applicabilité est nécessaire.

Les modèles de services développés par Circle Economy et ABN AMRO offrent un bon aperçu des modèles commerciaux que vous pouvez choisir. De plus, l'équipe CBCI estime que les modèles commerciaux qui reposent sur les données, notamment lorsque les données de construction sont collectées pour déterminer la valeur de réutilisation, sont également prometteurs. La figure 2²³ 24 illustre les approches à considérer pour intégrer la circularité dans les modèles commerciaux:



Figure 2: Tiré du rapport « A Future-Proof Built Environment - Putting circular economy into practice. » Circle Economy & ABN AMRO ²⁵

²³ Thelen, D. et al. (2018). Scaling the Circular Built Environment – pathways for business and government. Circle Economy & WBCSD.

²⁴ Kubbinga, B. et al. (2017). A Future-Proof Built Environment - Putting circular economy into practice. Circle Economy & ABN AMRO.

²⁵ Kubbinga, B. et al. (2017). A Future-Proof Built Environment - Putting circular economy into practice. Circle Economy & ABN AMRO.

Partenaires du projet



www.interreg2seas.eu/fr/CBCI



European Regional Development Fund

www.interreg2seas.eu/fr



www.agrodome.nl



www.avans.nl



www.emergis.nl



www.hz.nl



www.kampc.be



www.kuleuven.be



www.zeeland.nl



www.bath.ac.uk



www.vcb.be



www.wtcb.be