



Conception et réalisation de bâtiments 'circulaires'

Appliquer les principes de l'économie circulaire à un projet de construction demande que l'on consacre suffisamment de temps à sa préparation et que l'on puisse traduire les choix effectués en solutions pratiques. Cet article propose un plan par étapes et quelques exemples permettant d'aider l'équipe chargée du projet à faire les bons choix en vue de la réalisation d'un bâtiment adaptable, visant la circularité et un faible impact environnemental.

J. Vrijders, ir., chef du laboratoire 'Solutions durables et circulaires', CSTC

A. Vergauwen, dr. ir.-arch., chef de projet, laboratoire 'Solutions durables et circulaires', CSTC

1 Les trois axes de la circularité dans la construction

Dans notre secteur, les principes de l'économie circulaire peuvent être déclinés en trois thèmes majeurs, évoqués dans la [Monographie n° 28 du CSTC](#) ainsi que dans [Les Dossiers du CSTC 2017/2.2](#) :

- la **réalisation de bâtiments plus 'dynamiques'** permettant d'adapter leur utilisation
- l'**utilisation des matériaux disponibles** dans les bâtiments existants (*urban mining*)
- le **développement de nouveaux modèles d'entreprise** dans le but de créer de la valeur ajoutée tout au long du cycle de vie.

Cet article est consacré au premier pilier, plus précisément à la conception et à l'exécution de bâtiments 'circulaires'. Les deux autres sont abordés plus loin dans ce CSTC-Contact.

2 Les différentes étapes de la conception et de la réalisation

2.1 Etape 1 : stratégie et vision à long terme

Un certain nombre de choix stratégiques doivent être effectués au démarrage d'un projet.

2.1.1 Au départ : rénovation ou nouvelle construction ? A quel endroit ?

Il convient tout d'abord de choisir si l'on part d'une **situation existante** ou non. Si l'on souhaite économiser des matières premières, il est préférable d'opter pour un bâtiment existant et de le réutiliser ou de le rénover. Cela n'est toutefois pas toujours possible.

Le choix de l'**emplacement** d'un bâtiment neuf importe lui aussi. S'il n'est pas bien situé, par exemple, il finira par être moins, voire plus du tout utilisé et perdra donc rapidement de sa valeur.

2.1.2 Scénarios d'utilisation

Qu'il s'agisse d'un projet de rénovation ou d'une nouvelle construction, un bâtiment n'est pas une entité statique qui durera éternellement, mais bien un **environnement dynamique** qui continuera à évoluer en fonction des besoins des utilisateurs et des nouvelles techniques. Par conséquent, au moment de démarrer un projet, il faut non seulement satisfaire aux **besoins actuels des utilisateurs**, mais aussi mettre au point une **stratégie à long terme** tenant compte d'une série de scénarios relatifs à l'utilisation future du bâtiment (*design for change*) (voir l'encadré 'Projet ZIN' à la page suivante).

2.1.3 Prévoir la fin de vie

La fin de vie d'un bâtiment doit être étudiée dès sa conception en s'assurant que les matériaux et les éléments constructifs pourront être réutilisés ou recyclés (*design for deconstruction*).

2.2 Etape 2 : un plan concret

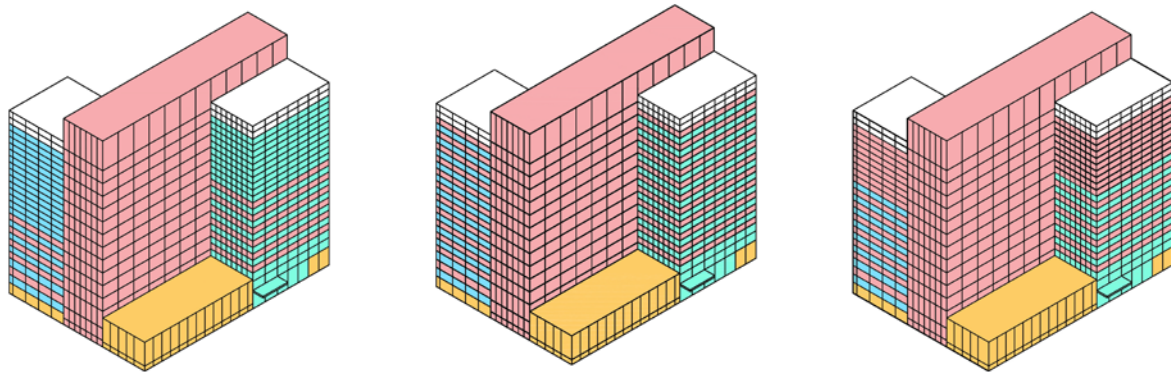
Lorsqu'on transpose une stratégie générale en plan concret, il faut chercher à concilier les ambitions en termes de circularité et d'impact environnemental avec diverses exigences techniques et conditions préalables. Pour ce faire, il est souvent nécessaire de trouver un compromis entre les aspects qui offrent une valeur ajoutée au projet et ceux qui



Befimmo

Projet ZIN

Pour le réaménagement des tours du WTC au Quartier Nord à Bruxelles, le choix a été fait de conserver la structure en béton des deux tours et de réutiliser et de recycler autant que possible les flux de déchets. Lors de la conception, trois affectations ont été prévues : des bureaux (zones roses), des appartements (zones bleues) et un hôtel (zones vertes). Le bâtiment pourra ainsi être adapté lorsque les besoins en espaces de bureaux seront plus ou moins importants (voir image de droite).



Source : 51N4E/Jaspers-Eyers/LAUC et Befimmo



Structure en couches



Dans le bâtiment Vandemoortele, le plancher en béton repose sur une structure portante en acier à laquelle est fixée la façade. Les installations techniques ne sont pas solidaires de la structure portante (c'est-à-dire qu'elles ne sont pas posées sous les chapes ou encastées dans les murs). Les poutres en acier sont systématiquement pourvues d'ouvertures destinées aux installations techniques. On a également opté pour un 'plafond climatique' (c'est-à-dire un plafond intelligent qui combine diverses techniques innovantes).

ont un impact sur l'exécution, les coûts et, éventuellement, sur les performances techniques.

2.2.1 Aménagement intelligent du bâtiment

En premier lieu, **le plan au sol et le dimensionnement du bâtiment** doivent être adaptés à la stratégie à long terme pour permettre d'envisager différents scénarios d'utilisation.

Il est en outre recommandé de pourvoir la **structure portante** de travées suffisamment étendues, afin de pouvoir mieux moduler la répartition des espaces et éventuellement ajouter d'autres charges ultérieurement (étage supplémentaire, changement d'affectation, ...).

Enfin, les étages doivent disposer d'une **hauteur libre** suffisante pour pouvoir adapter le bâtiment à d'autres fonctionnalités et fournir aux installations techniques l'espace nécessaire dans le sol ou le plafond.

Il va sans dire que les avantages d'un tel surdimensionnement sont à estimer au regard du surcoût éventuel et de l'impact environnemental potentiel de certains matériaux.

2.2.2 Structure en couches

Comme les éléments de construction ont généralement des durées de vie différentes, certains devront être adaptés ou remplacés durant la phase d'utilisation. Afin de faciliter ces modifications, il est préférable de construire le bâtiment en



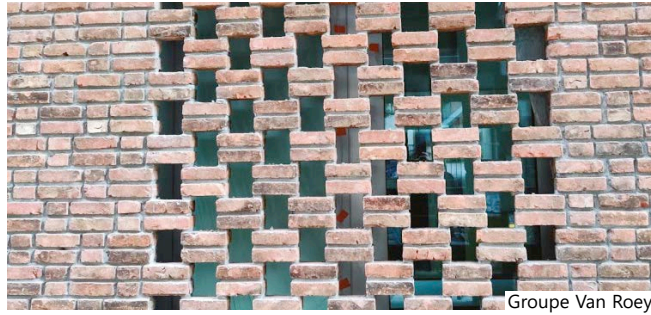
Chapes sèches

Le système Staenis permet de réaliser des chapes sèches. Le matériau de remplissage (qui peut contenir des matériaux recyclés, tels que du béton cellulaire concassé) peut être retiré et les grilles peuvent être réutilisées sur un autre chantier.



Produits 'circulaires'

Dans le cadre du projet ProReMat, le CSTC a établi, en collaboration avec le groupe Van Roey, une liste non exhaustive de produits présentant une ou plusieurs qualités correspondant aux critères de circularité (briques de récupération, ...). Pour de plus amples informations, nous vous renvoyons au site www.proremat.be. Les produits repris dans cette liste n'ont pas été évalués sur la base de leurs performances techniques. Les performances de chaque projet doivent donc être déterminées en fonction de l'application visée.



Groupe Van Roey

plusieurs **couches indépendantes** (voir encadré 'Structure en couche' à la page précédente). Ces couches peuvent, par exemple, être réparties comme suit :

- la structure portante
- les installations techniques
- la façade
- la toiture
- les finitions et l'aménagement intérieurs
- le mobilier.

2.3 Etape 3 : le choix des matériaux

La troisième étape consiste à choisir les matériaux, les produits et les solutions techniques. Il est possible de viser la circularité et un faible impact environnemental à cette étape-ci également en optant, par exemple, pour :

- des **matériaux démontables et réutilisables** : robustes, résistants à l'usure, de grande valeur, ...
- des **matériaux recyclables**, en évitant les composites complexes et les substances nocives

- des **matériaux naturels** : compostables ou biodégradables
- des **matériaux déjà présents dans le cycle d'utilisation** : matériaux de réemploi recyclés ou provenant d'autres secteurs (voir encadré 'Chapes sèches' à la page précédente).

Pour un aperçu des diverses solutions, on consultera l'encadré 'Produits circulaires' ci-dessus.

Notons que l'impact environnemental des matériaux ou des solutions circulaires n'est pas nécessairement moindre. Il se peut que leur production demande plus d'énergie, que leur transport s'avère plus long ou que leur fréquence de remplacement soit plus élevée (voir à ce sujet l'article en p. 12).

2.4 Etape 4 : les détails et fixations

Si l'on vise l'adaptabilité et le réemploi des éléments et des matériaux de construction une fois la phase de fin de vie



Circular Retrofit Lab

Dans ces anciens kots d'étudiants, le squelette modulaire en béton a été habillé d'éléments de façade modulaires et de parois intérieures démontables. Les installations techniques restent accessibles à des fins de modifications ultérieures. Pour plus d'informations : <https://www.vub.be/arch/project/circularretrofitlab>.



A tract architecture - BLIEBERG - P. Van Gelooven

Fixations réversibles

Dans le projet Lab2Fab, les panneaux de la toiture reposent sur une structure portante en acier. La façade constituée d'éléments en bois de type CLT (planches en bois contrecollées en couches croisées) peut être facilement démontée.

du bâtiment atteinte, il importe de miser sur :

- la **modularité**, c'est-à-dire des dimensions standard (voir encadré 'Circular Retrofit Lab' à la page précédente)
- la **compatibilité** entre les matériaux
- les **fixations réversibles ou 'détachables'**, en privilégiant au maximum les fixations mécaniques (vis, colliers, ...) à l'utilisation de colles ou de mastics (voir encadré 'Fixations réversibles').

2.5 Etape 5 : la mise en œuvre

La tâche principale de l'entrepreneur consiste à réaliser sur site ce qui a été conçu sur plan. Les choix décrits ci-avant ayant un impact sur son rôle et ses activités, il est important, pour obtenir un résultat optimal, qu'il collabore efficacement avec l'auteur de projet.

2.5.1 Faisabilité pratique

Les solutions imaginées lors de la conception doivent être transposables dans la pratique. Or, l'expérience révèle que certaines solutions proposées sont (encore) inexistantes ou qu'elles exigent un travail excessif. Ainsi, pour les grands bâtiments, par exemple, il peut s'avérer difficile de trouver des briques de réemploi provenant d'un seul et même lot,

ou du béton recyclé disposant des certifications techniques nécessaires.

Par conséquent, la mise en œuvre nécessitera davantage de préparation, car il faudra, par exemple :

- obtenir les bonnes informations
- coordonner les travaux des différentes parties
- concevoir des détails qui soient non seulement réalisables, mais également suffisamment performants (étanches à l'eau et à l'air, par exemple).

Certaines solutions circulaires offrent néanmoins des **avantages** par rapport aux systèmes traditionnels. On citera notamment la rapidité de mise en œuvre (pose de parois démontables, par exemple, voir encadré à la page suivante) ou la possibilité de travailler par temps très froid ou très chaud (montage de briques sans mortier, par exemple).

2.5.2 Validation technique et innovation

Qu'ils soient 'anciens' ou 'nouveaux', les produits de construction sont susceptibles de présenter des **défis techniques**. Ainsi, la plupart des solutions innovantes ne disposent pas d'un retour d'expérience suffisant ou ne s'inscrivent pas toujours dans le cadre normatif existant. Cela ne signifie nullement qu'elles ne soient pas applicables, mais bien que

leur mise en œuvre nécessitera une certaine réflexion et que l'on devra, par exemple, consacrer suffisamment de temps et de ressources à la collecte des informations techniques nécessaires quant aux performances des produits.

Si on ne peut garantir au préalable les performances des solutions qui n'ont pas encore été validées, il est possible de les suivre de près grâce aux technologies modernes (capteurs et monitoring, par exemple). Il conviendra cependant de bien définir les responsabilités des parties concernées et la manière de traiter les problèmes éventuels.

2.5.3 Coût des solutions circulaires


La réalisation de bâtiments 'circulaires' et durables peut entraîner un certain **surcoût**, d'autant plus lorsque les solutions sont encore en phase expérimentale ou lorsque le concept de circularité n'a pas été pris en compte dès la conception. Plusieurs pistes existent néanmoins pour compenser ce surcoût :

- une autre forme d'**appel d'offres** qui ne tient pas seulement compte du prix le plus bas, mais aussi des coûts liés au cycle de vie ou des avantages environnementaux. Bien entendu, ceci nécessite que toutes les parties possèdent une connaissance suffisante du sujet et qu'une méthodologie standardisée permette de comparer objectivement

les différentes options

- une autre forme de **financement** : une formule de *leasing* ou de location, par exemple, pourrait aider à étaler dans le temps les coûts d'investissement initiaux.

3 Conclusion

Si la circularité est prise en compte lors du processus de conception et que certains choix sont effectués en ce sens, les bâtiments et les éléments constructifs sont susceptibles de conserver leur valeur plus longtemps. Comme ces choix ont un impact sur la mise en œuvre, il est essentiel d'acquérir au cours des prochaines années un maximum de connaissances pratiques et de les diffuser sur l'ensemble du secteur de la construction. 

Cet article a été rédigé dans le cadre de divers projets dont Proeftuin Circulair Bouwen subsidié par Vlaanderen Circulair et OVAM, et le projet européen FEDER BBSM (plus précisément la publication de la VUB consacrée à la qualité de la conception).



— Parois démontables —

Ces parois intérieures conçues par JuuNoo n'ont pas besoin d'être vissées : elles sont calées entre le sol et le plafond au moyen de cadres télescopiques. Les panneaux peuvent être fixés à cette structure à l'aide de vis ou de bandes de type Velcro.