

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

ÉCONOMIE CIRCULAIRE PRINCIPES DE BASE

PRINTEMPS 2024

**Faisabilité financière et sociotechnique
d'une économie circulaire de la construction**

Waldo GALLE



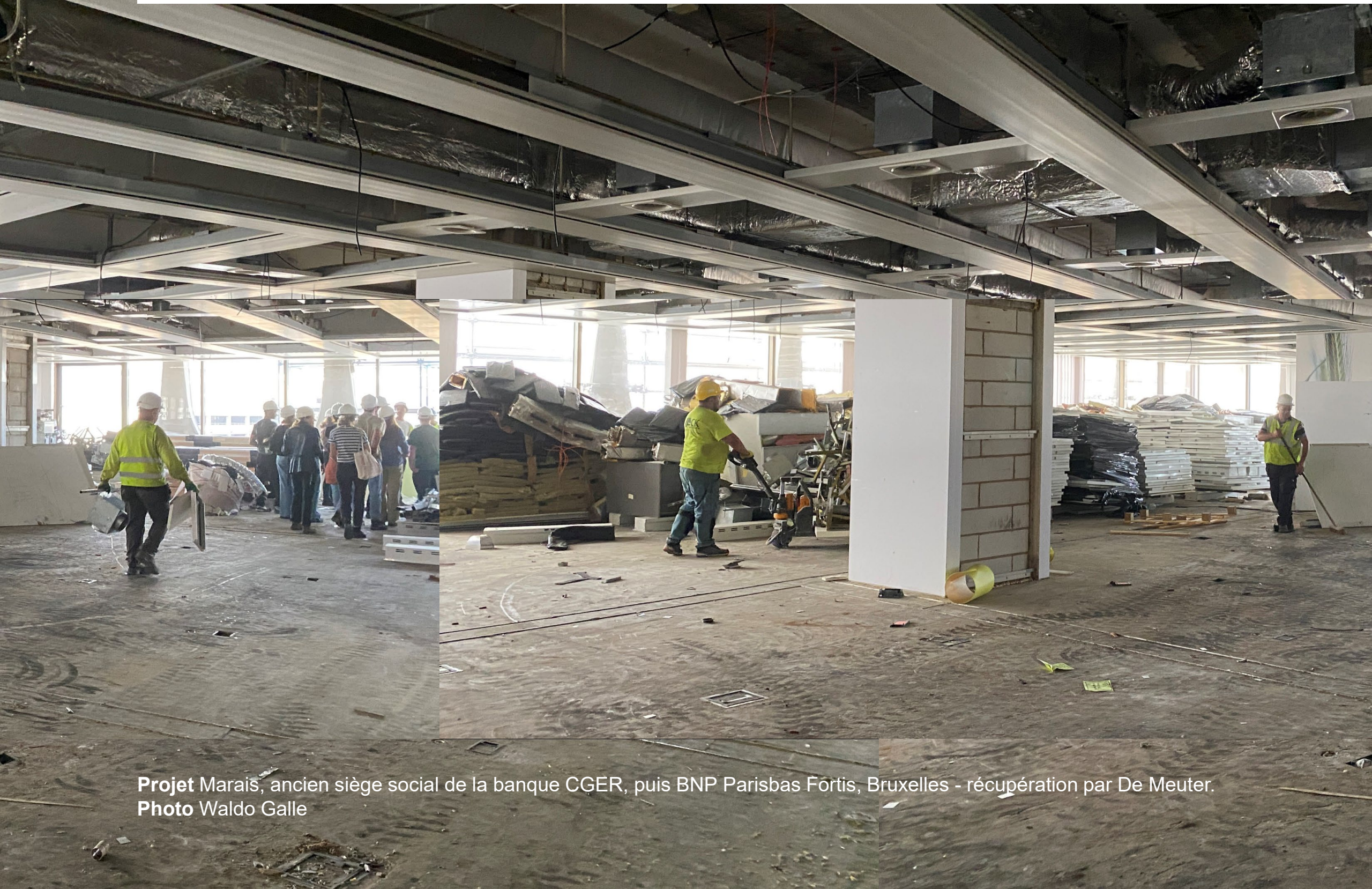
VUB

OÙ EN SOMMES-NOUS AUJOURD'HUI ?



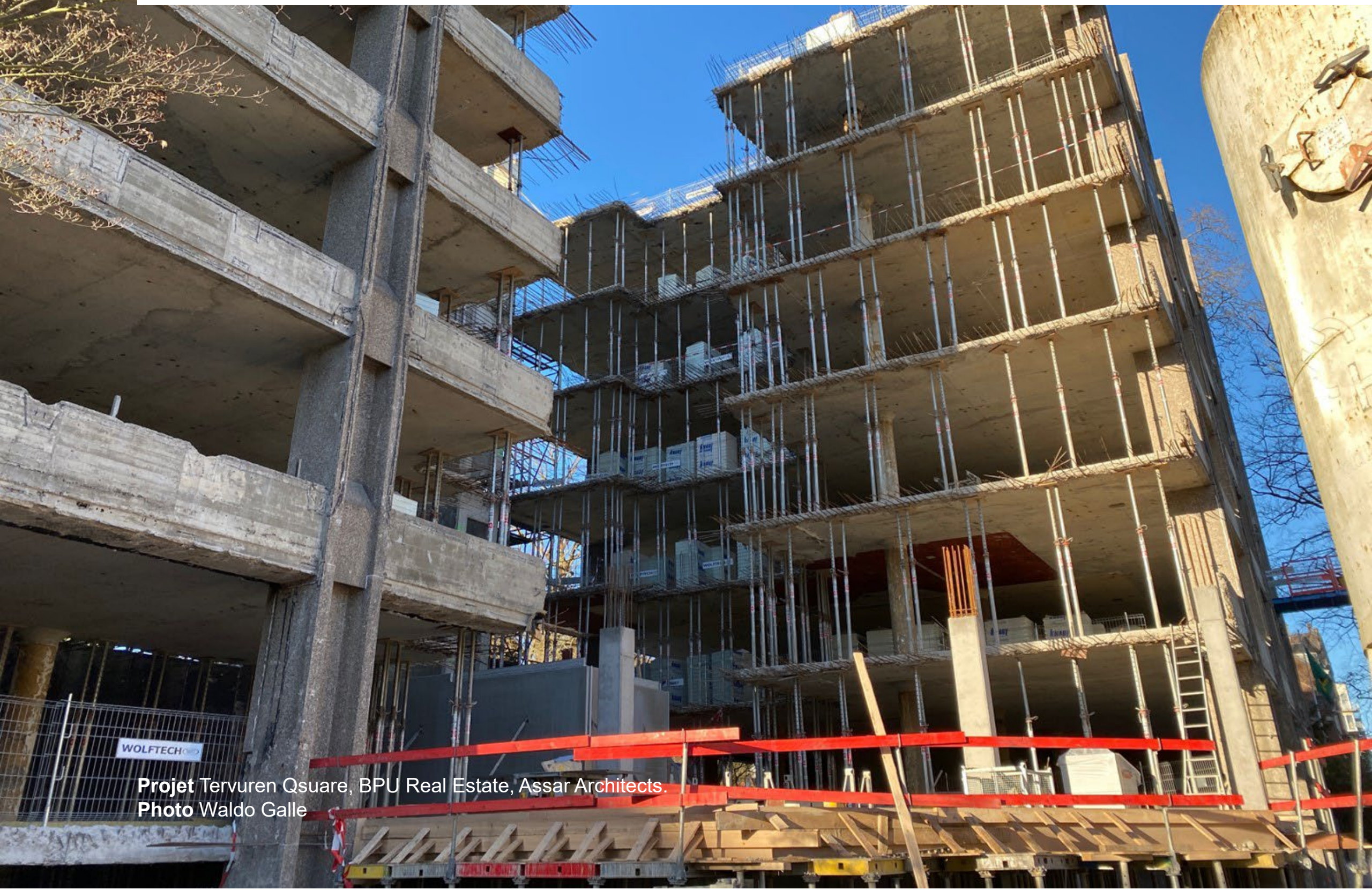
Projet Pont piétonnier en bois, carrefour des Quatre Bras, Tervuren. THV Zoniën Mobiel : Ney & Partners, Environnement, SBE, D+A Consult, Mint, Hesselteer **Photo** Viabuild! Via LinkedIn.com

OÙ EN SOMMES-NOUS AUJOURD'HUI ?



Projet Marais, ancien siège social de la banque CGER, puis BNP Parisbas Fortis, Bruxelles - récupération par De Meuter.
Photo Waldo Galle

OÙ EN SOMMES-NOUS AUJOURD'HUI ?



Projet Tervuren Qsquare, BPU Real Estate, Assar Architects.
Photo Waldo Galle



OÙ EN SOMMES-NOUS AUJOURD'HUI ?

“(...) the vast majority of extracted materials entering the economy are virgin, with the **share of secondary materials declining steadily** since the Circularity Gap Report began measuring it: from 9.1% in 2018 to 7.2% just five years later in 2023.” – Circular Gap Report, 2024.

7,2 %



ARGUMENT

Le critère du prix mis à part, les clients préféreront-ils toujours les nouveaux produits et matériaux !?





ARGUMENT

Étant donné que le bénéfice incertain du réemploi réside dans l'avenir, il n'est pas judicieux d'investir aujourd'hui dans ce domaine !?





ARGUMENT

La construction circulaire ne sera possible que si l'on tient compte du coût environnemental et social des matériaux !?





CONTENU

LA FAISABILITÉ FINANCIÈRE ET SOCIOTECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION CIRCULAIRE

Par les réglementations européennes votées et l'attention constante portée à l'impact environnemental et à la réversibilité de nos bâtiments, le passage à une économie circulaire de la construction a commencé. Mais nous ne voyons pas de réelle avancée. L'une des raisons pour lesquelles le changement est si lent est la valeur ajoutée financière limitée à court terme. Il est temps de passer cela au crible.

TABLE DES MATIERES

1. Une approche de la construction circulaire fondée sur les valeurs financières - la colline des valeurs
2. L'importance de la faisabilité financière de la construction circulaire
3. La faisabilité financière actuelle expliquée : la différence entre le recyclage, le réemploi et la conservation
4. La faisabilité financière actuelle clarifiée : les seuils de système et exemples
 - Main d'œuvre vs. matériel
 - Coût initial vs. coût du cycle de vie
5. Le bond en avant : une double vision
 - Choix circulaires au niveau des éléments
 - Et au niveau du bâtiment
6. Renforcer la faisabilité judicieusement - conclusions et recommandations
 - GRO comme cadre de durabilité
 - Collecte d'informations ciblées, expérimentation et acquisition de connaissances

Voici quelques exemples et recommandations issus de la journée d'étude « Allier ambitions circulaires et faisabilité financière » de Bruxelles Environnement du 19/04/2024 : <https://guidebatimentdurable.brussels/19042024-allier-ambitions-circulaires-faisabilite-financiere>.

Extra (non abordé dans cette session)

- A. Mesurer la valeur résiduelle, la transformabilité et financer la construction circulaire - le passage à des modèles d'entreprise circulaires
- B. Coût versus valeur, effets du marché, mondial et local - le passage à une politique circulaire
- C. Coûts et avantages sociaux (santé, travail, bien-être...) de l'économie circulaire de la construction
- D. ...



SOURCES ET INSTRUMENTS

CONTEXTE JURIDIQUE EUROPEEN

Continued Circular Economy Action Plan (2022) https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en

Renewed Waste Framework Directive (2023) https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive_en

Revised Energy Performance of Buildings Directive (2023) [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/nl/document/EPRS_BRI\(2022\)698901](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/nl/document/EPRS_BRI(2022)698901)

INSTRUMENTS

1. Bruxelles Environnement : [Deux nouveaux outils pour concevoir un bâtiment réversible et circulaire](#)
 - [La Check-list Conception Réversible](#)
 - [Le Guide pratique de conception réversible](#)
2. Bruxelles Environnement : [Dossier Construire réversible et circulaire](#)
 - [Choix des matériaux](#)
 - [Méthodes et scénarios](#)
3. Interrégional :
 - www.gro-tool.be
 - www.totem-building.be
4. Européen : Level(s)
 - https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels/lets-meet-levels/levels-action_en

ETUDES D'EVALUATION

Seys S., Billiet L., ... Ghyoot M. (2015). Vade Mecum pour le réemploi hors-site. Bruxelles : ROTOR DC, Bruxelles Environnement.

Galle et al. (2019) Building a circular economy. Bruxelles : VUB Architectural Engineering.

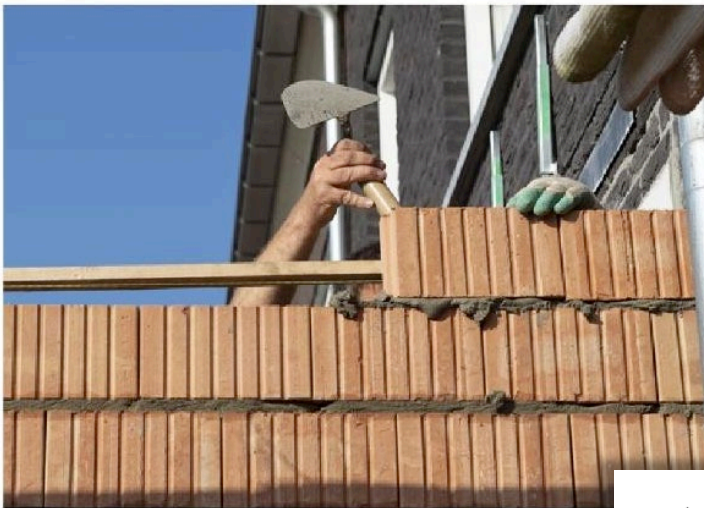
Poppe J., Galle W. (2024) Circulaire renovatie, een nieuwe beleidsagenda op het kruispunt tussen klimaat en circulaire economie.

ARUP | The Road to zero. Net Zero Carbon Buildings: three Steps to Take Now

'Modelling the Renovation of Buildings in Europe from a Circular Economy and Climate Perspective' | Metabolic, 2022



FAISABILITÉ FINANCIÈRE



Vooral energie-intensieve materialen blijven duur. © Tom van

Prijs bouwmaterialen zal niet meteen zakken

VASTGOED Voor bouwmaterialen zal u significant meer blijven betalen dan voor corona. Enkel hout werd goedkoper.

Wie de afgelopen jaren verbouwd, heeft het gemerkt: bouwmaterialen zijn fors duurder geworden. Een gemiddelde nieuwbouwwoning, waarvoor materialen nog zwaarder doorwegen dan bij renovaties, is mede daardoor het afgelopen jaar 14 procent

dan gemiddeld in de jaren 2019. En ook toen Rusland invasie wegviel als houder van Europa, steeg de prijs met meer dan 40 procent. Maar sinds de piek in april, is de prijs weer fors gedaald. Over het hele jaar bekeken, is de prijs van hout zelfs 17,5 procent goedkoper, becijferde Embu. Non-ferrometalen, zoals aluminium, dat onder andere schrijnwerk voor ramen

'Ontwikkelaars renoveren gebouwen na vijf jaar

23-05-2022 Humo The Wild Site - Talitha Dehaene

Het succes van programma's als 'Huis gemaakt' dat de Vlaming nog lang niet af is van zijn vooroorlogse huizen, liggen die hem steeds zwaarder op de maag. De Vlaamse overheid verwachten dat een eigendom voor steeds meer onbetaalbaar wordt, dat vastgoedspeculanten komen en dat een huizenjacht vaak een epische onderneeming is geworden, vooral, waar moet dat heen? Humo's Suleyman (33), Béa Vandendael (58) en vastgoedspeculante (73) drie generaties huizenkenners samen onderzocht.

'Een halfopen woning, instapklaar, met drie slaapkamers, een keuken, een badkamer met bad, douche en twee toiletten, 200 vierkante meter op het zuiden gericht, een vrijstaande garage, aan de rand van Gent.' Aisha, de vierde seizoen van 'Blind gekocht', duwden makelaars de eerste aflevering al meteen een stevig lijstje in de euro. Als ze had gekund, rolde Vandendael zo haar halverwege die gedroomde oprit belandden. 'Wish me luck', zuchtte ze richting haar collega's, interieurarchitecten Bart en Kelly. De scène is tekenend voor de dramatische situatie op de Vlaamse huizenmarkt. Vorig jaar werden huizen in de provinciehoofdsteden gemiddeld nog eens 8,4 procent duurder, voor een appartement moest je 6,2 procent meer neertellen. Jonge koppels met een doorsneebudget van 350.000 euro grijpen steeds vaker

BOUW OP DRIFT (DEEL 2). De prijzen gaan door het dak: "Een huis bouwen, wie kan dat nog betalen?"

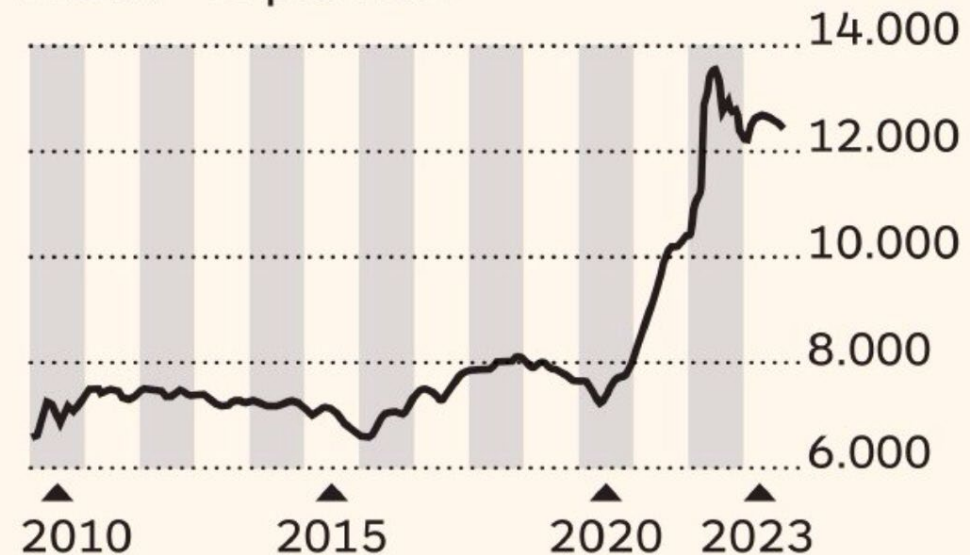
06-02-2022

Eén gesprek met Singer'. P

Het zou bevooroorlijkt zijn om te zeggen dat de prijzen van bouwmaterialen in het eerste kwart stijgen, maar het is wel duidelijk dat de prijzen van bouwmaterialen in het eerste kwart stijgen. Belgen en Nederlanders betalen voor bouwmaterialen.

NA EEN FORSE HAUSSE WORDEN BOUWMATERIALEN NIET LANGER DUURDER

index* in punten



* korf van grondstoffen en materialen die veel gebruikt worden in de bouw

Bronnen: Bouwunie, FOD Economie

beschermt mensen tegen armoede en het zorgt voor een comfortabele oude dag.» HUMO Kun je als jong koppel beter langer huren om daarna een groot huis te kopen voor de rest van je leven, of is het slimmer om snel een klein huis te kopen, dat je na een paar jaar kan verkopen? VANDENDAELE «Ik zou zo snel mogelijk kopen.»

5 à 50€/tonne



Source Granulat 0/40 - Seys S., Billiet L., ... Ghyoot M. (2015). Vade Mecum pour le réemploi hors-site.
Bruxelles : ROTOR DC, Bruxelles Environnement.

© Pascale Vande

5 à 50€/tonne



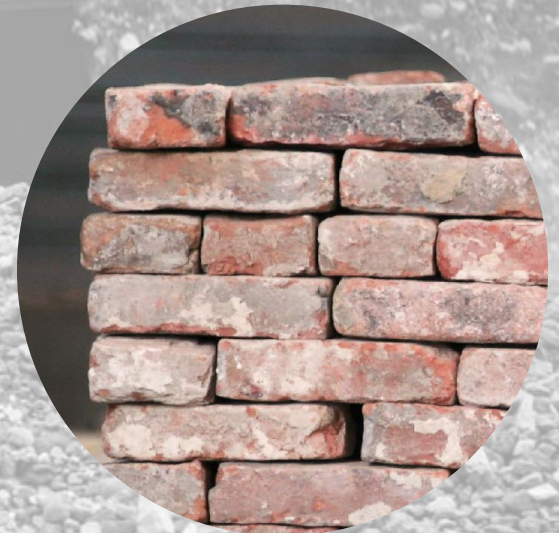
Pierre bleue
700€/tonne



Carrelages
800€/tonne



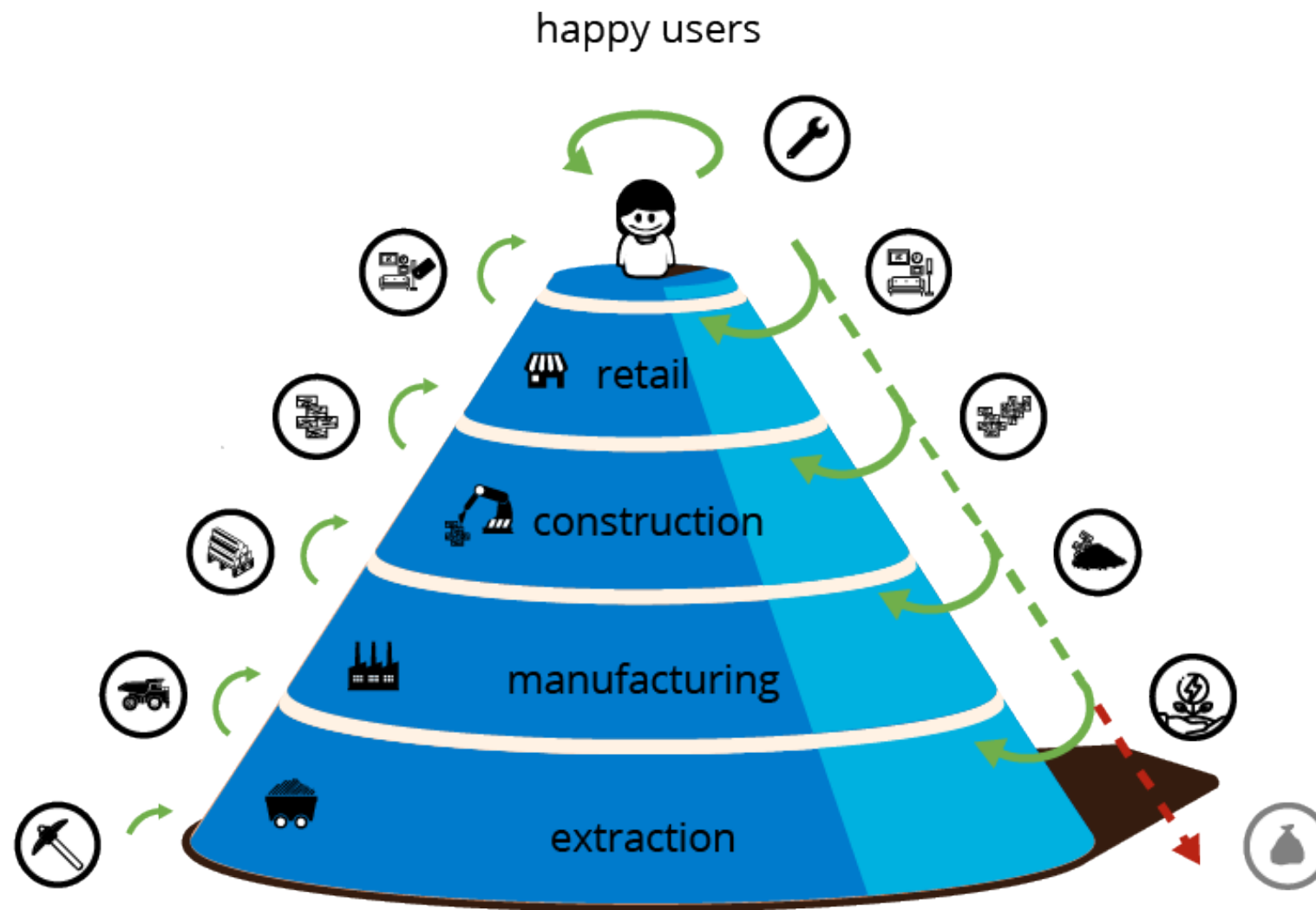
Mortier de ciment



Brique
220€/tonne

Source Granulat 0/40 - Seys S., Billiet L., ... Ghyoot M. (2015). Vade Mecum pour le réemploi hors-site.
Bruxelles : ROTOR DC, Bruxelles Environnement.

LA PERSPECTIVE DU CYCLE DE VIE



Conserver les bâtiments et les produits de
construction
le plus longtemps et le plus qualitatif possible

Value hill for circular construction (after Achterberg E., Hinfelaar J. & Bocken N.) in
Galle et al. (2019) Building a circular economy, VUB Architectural Engineering.

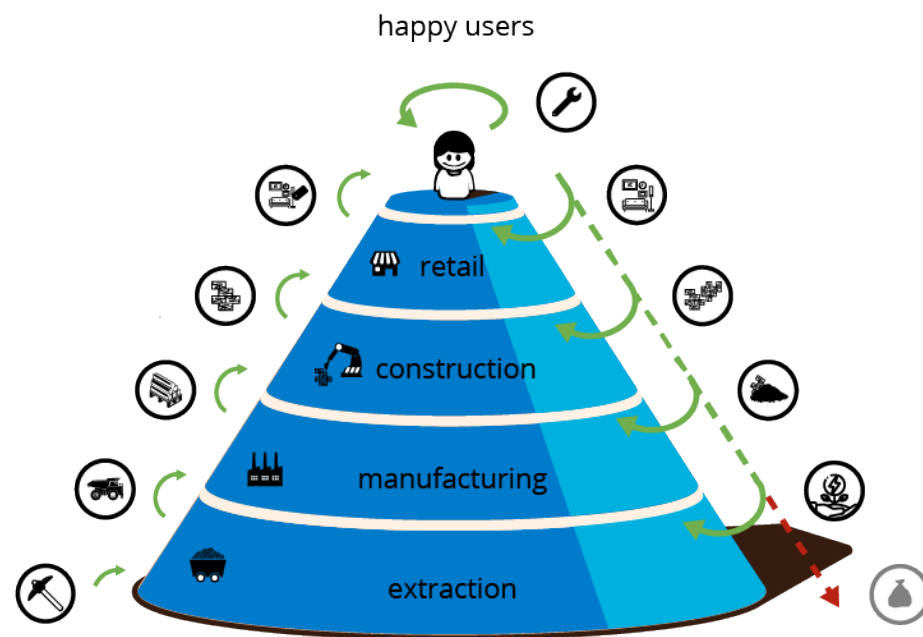


LE BATI
BRUXELLOIS
SOURCE DE
NOUVEAUX
MATERIAUX



ARCHITECTURAL
ENGINEERING

LA PERSPECTIVE DU CYCLE DE VIE



démantèlement
conservation et **reconversion**

démolition
démontage pour **réemploi**

traitement
récupération pour **recyclage**

Value hill for circular construction (after Achterberg E., Hinfelaar J. & Bocken N.) in Galle et al. (2019) Building a circular economy, VUB Architectural Engineering.



LE BATI
BRUXELLOIS
SOURCE DE
NOUVEAUX
MATERIAUX

VUB

æ

ARCHITECTURAL
ENGINEERING



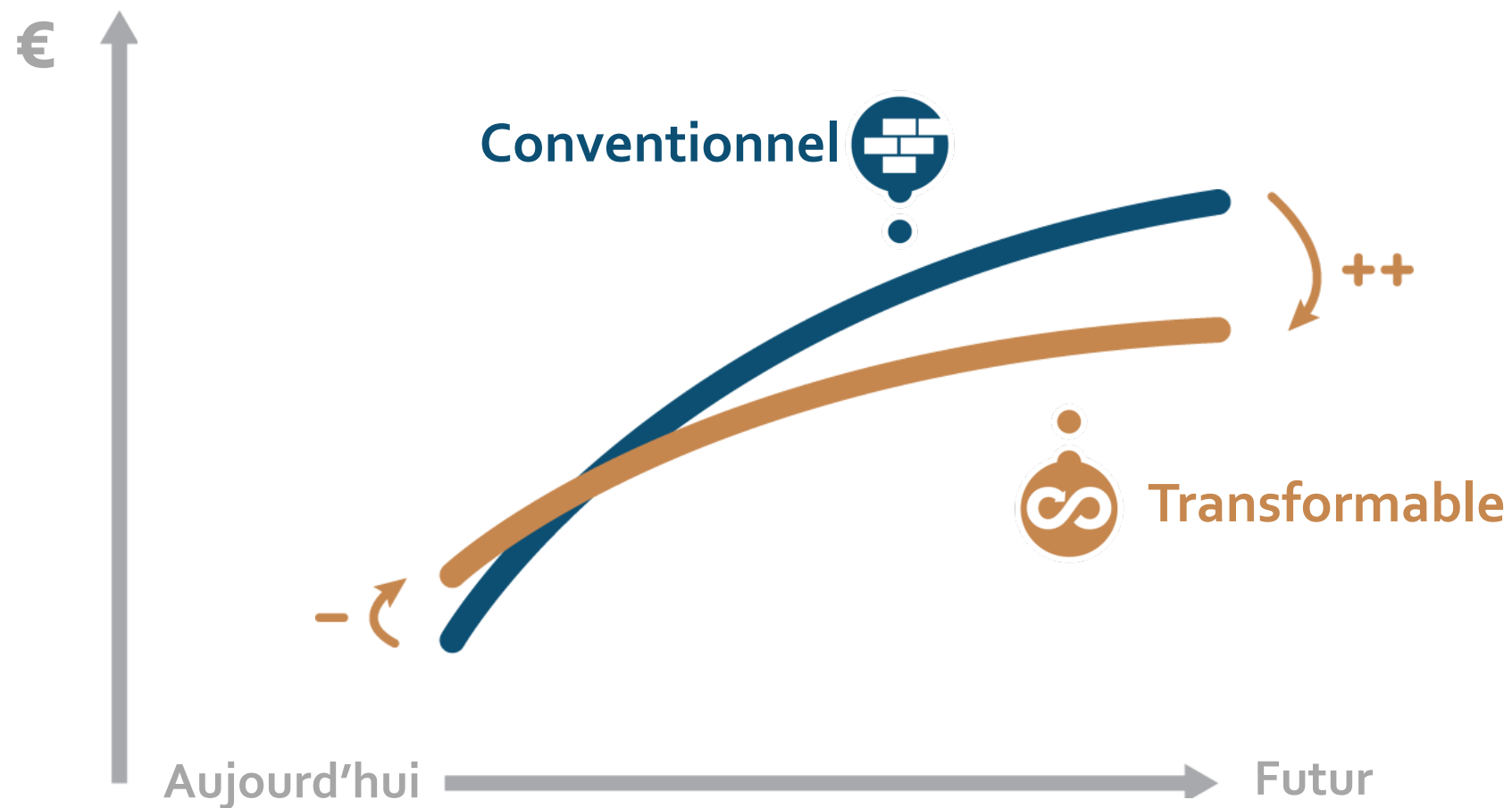
FAISABILITÉ FINANCIÈRE

L'importance de la faisabilité financière de la construction circulaire est déterminée aujourd'hui dans notre contexte par (entre autres) :

- ▶ La liberté d'investissement (value-for-money)
- ▶ L'accès à la construction et à la propriété
- ▶ La marge pour innover et prendre des risques
- ▶ ...



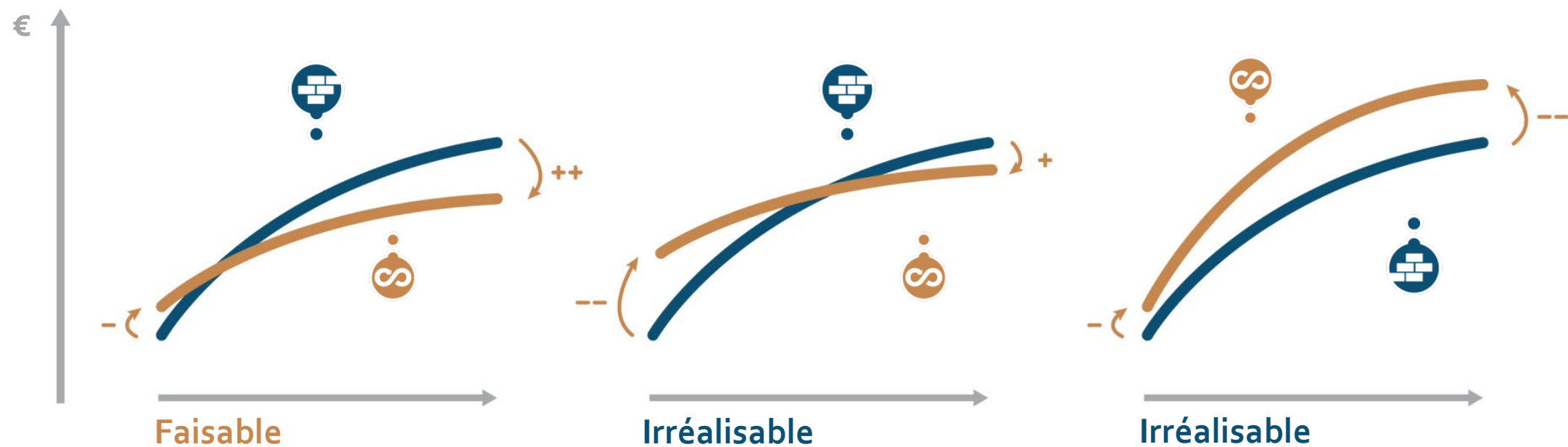
VALUE-FOR-MONEY



Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



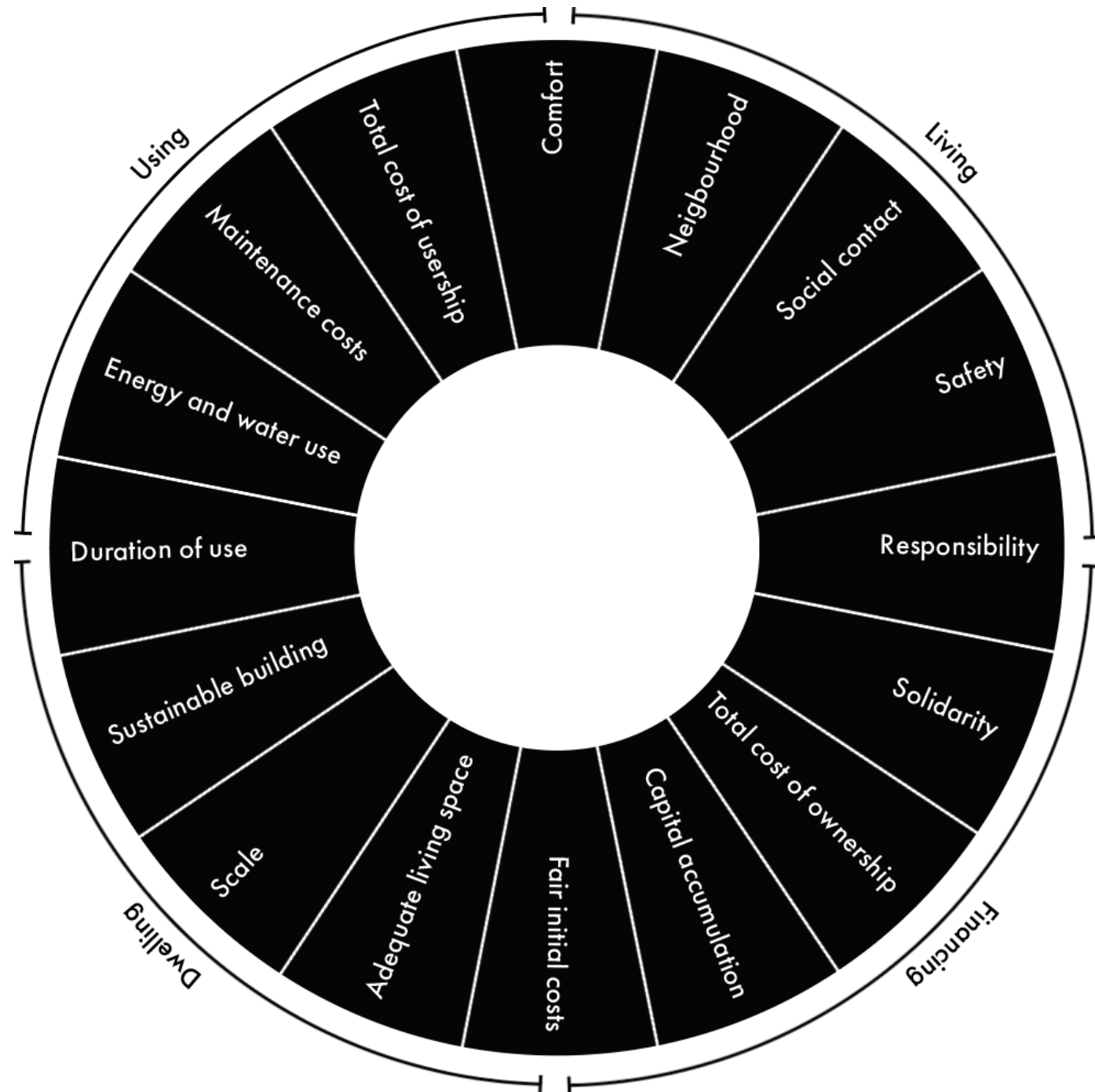
VALUE-FOR-MONEY



Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



VALUE-FOR-MONEY



Equitable Housing Framework

Margaux Lespagnard
VUB Architectural Engineering

VALUE-FOR-MONEY

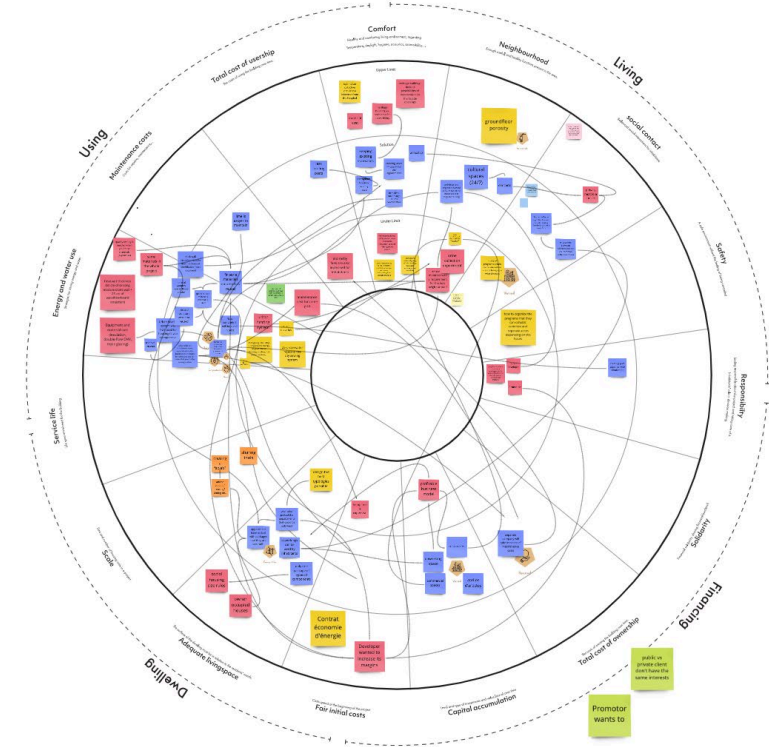


Equitable housing framework

The circular economy is getting more and more attention, perhaps also in your practice. We want circular design choices to not only be for financial reasons, but also for social and environmental reasons. On the other hand, the need for affordable housing is still growing.

Can we find opportunities where circular building design helps to make housing more affordable?

In this workshop we will investigate the challenges of affordable housing for the case of the future. Circular design and the circular economy in building design. We will discuss the different dimensions of affordable housing in the context of Urban Outcomes and how we can use circular design to address these challenges.



Lespagnard, M., Galle, W., & De Temmerman, N. (2022). The equitable housing workshop. Mapping and improving stakeholders' decision-making process for circular equitable housing projects. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1122(1), 012024. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1122/1/012024>

Margaux Lespagnard
VUB Architectural Engineering

L'ACCÈS À LA CONSTRUCTION ET À LA PROPRIÉTÉ



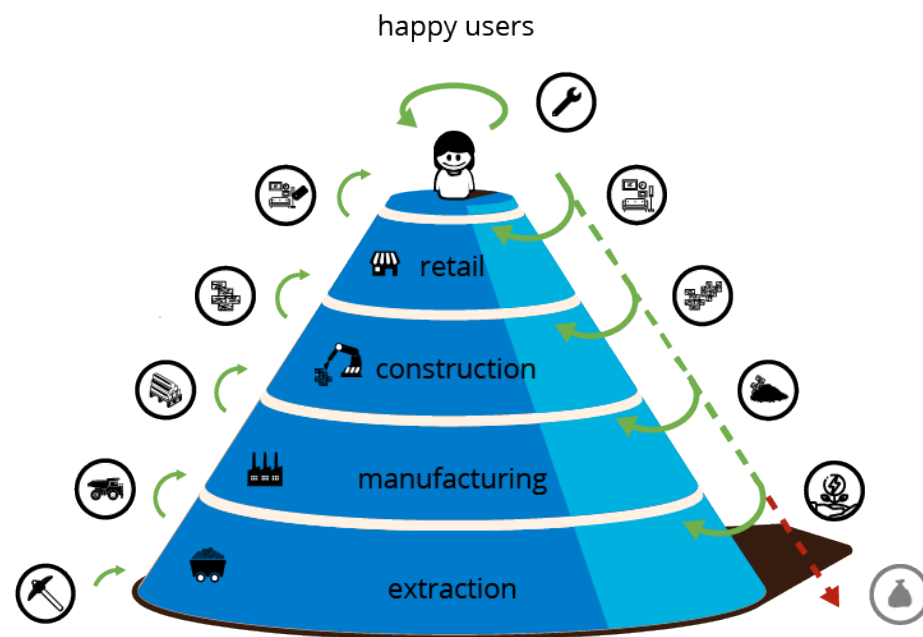
Produit JUUNOO, Chis Van de Voorde
Photo Circular Retrofit Lab VUB, Anne Paduart.

LA MARGE POUR INNOVER ET PRENDRE DES RISQUES



Projet USquare (2024) evr-architecten, BC architects & studies, VK engineers, Callebaut architecten, pour SAU, VUB, ULB, Bruxelles. Photo Waldo Galle

LA PERSPECTIVE DU CYCLE DE VIE



démantèlement
conservation et **reconversion**

démolition
démontage pour **réemploi**

traitement
récupération pour **recyclage**

Value hill for circular construction (after Achterberg E., Hinfelaar J. & Bocken N.) in Galle et al. (2019) Building a circular economy, VUB Architectural Engineering.

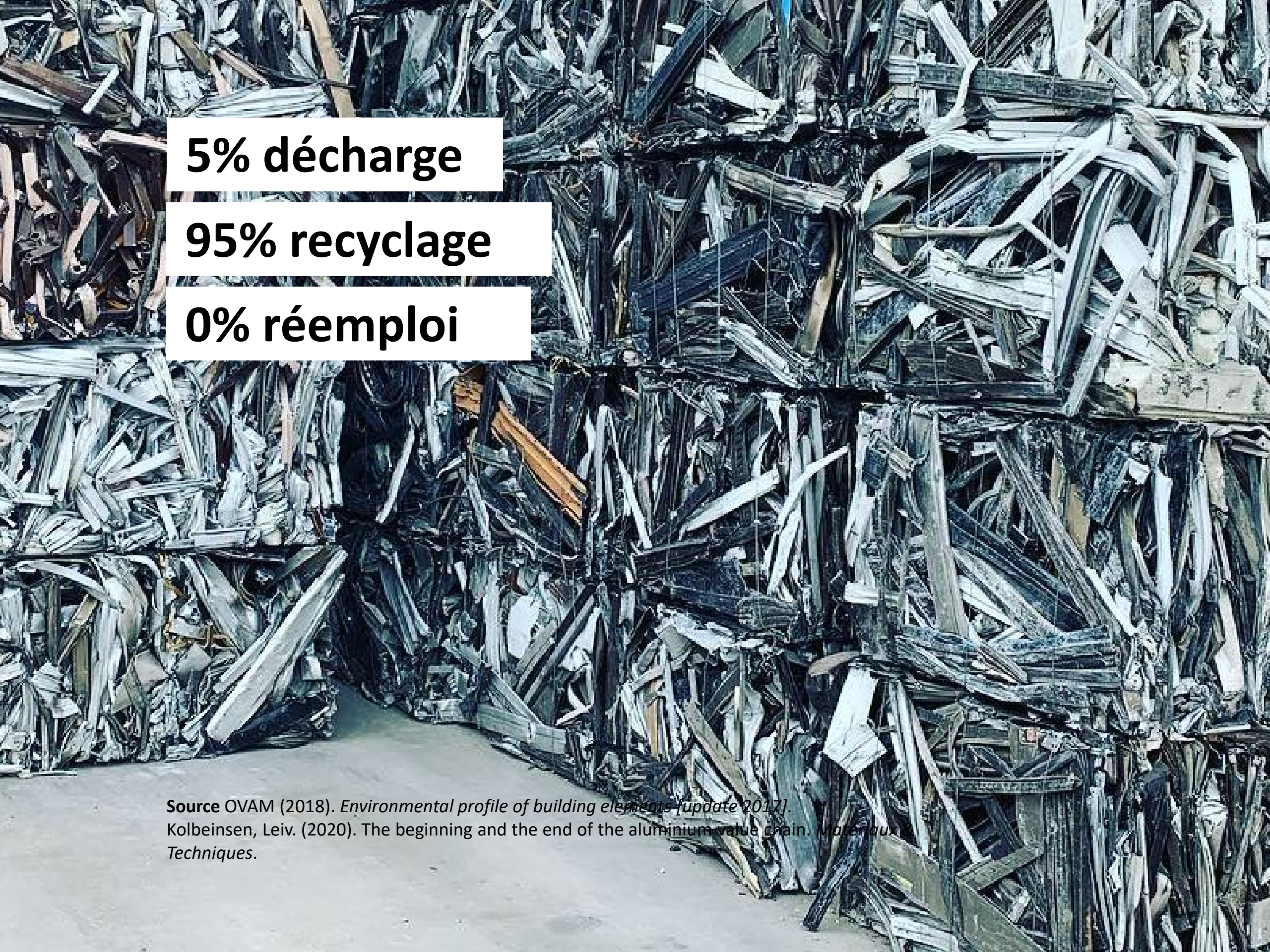


LE BATÎ
BRUXELLOIS
SOURCE DE
NOUVEAUX
MATÉRIAUX

VUB

æ

ARCHITECTURAL
ENGINEERING



5% décharge

95% recyclage

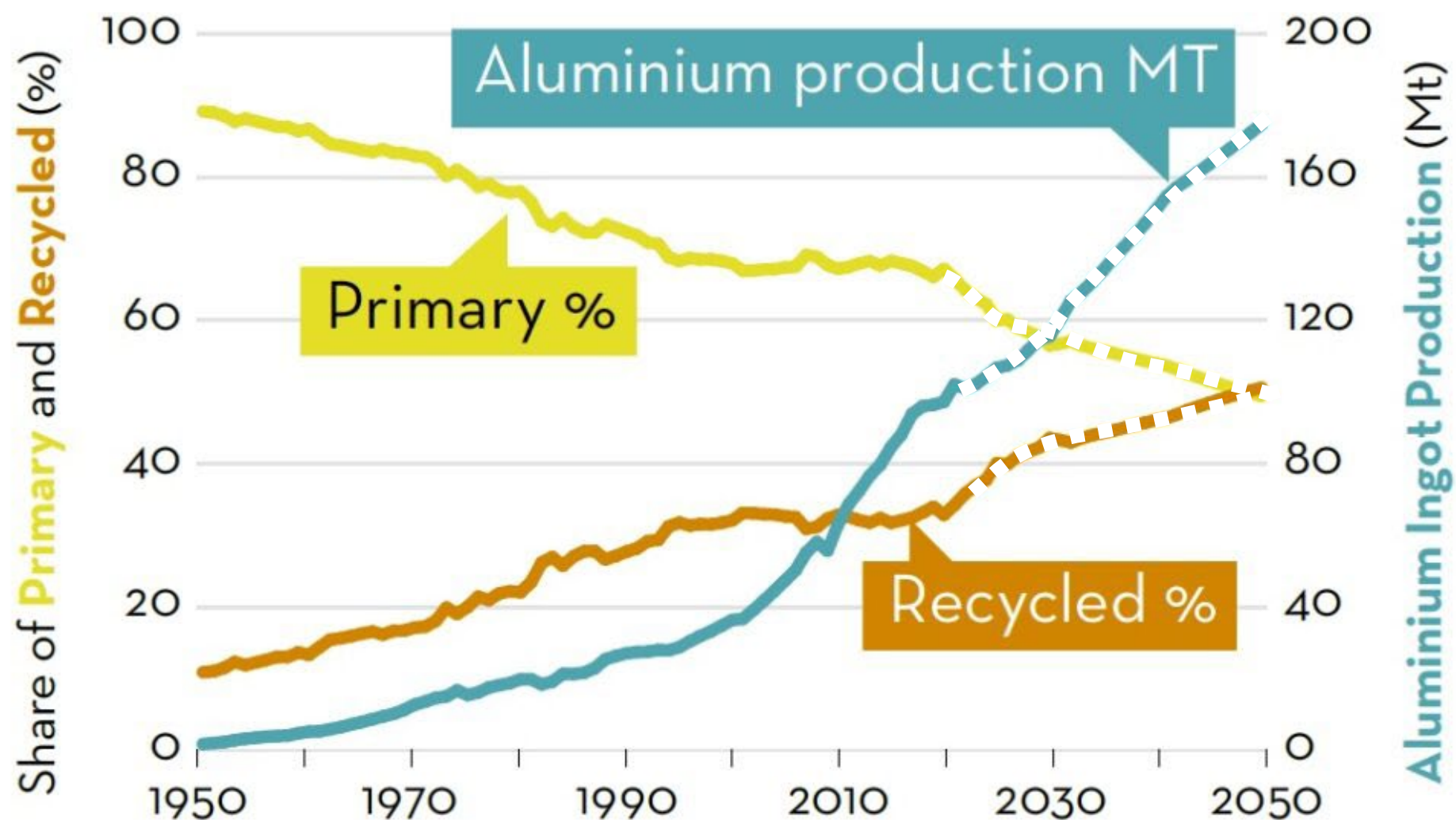
0% réemploi

Source OVAM (2018). *Environmental profile of building elements [update 2017]*.

Kolbeinsen, Leiv. (2020). The beginning and the end of the aluminium value chain. *Matériaux & Techniques*.



RECYCLAGE



Part de l'aluminium primaire et recyclé à l'horizon 2050, sur la base des taux de collecte des biens de consommation en fin de vie en 2019.

Source International Aluminium Institute (2021) IAI Material Flow Model,
<https://international-aluminium.org/resource/iai-material-flow-model-2021-update/>

BIENVENUE
À L'ATELIER
BOIS !

MASSIF

Atelier
STOCKAGE
AREA

Projet Elys Cultural and Commercial Building by Baubüro In Situ, Bâle

Photo © Martin Zeller for Bauburo In Situ



structure conservée

laine de verre

fenêtres réemployées

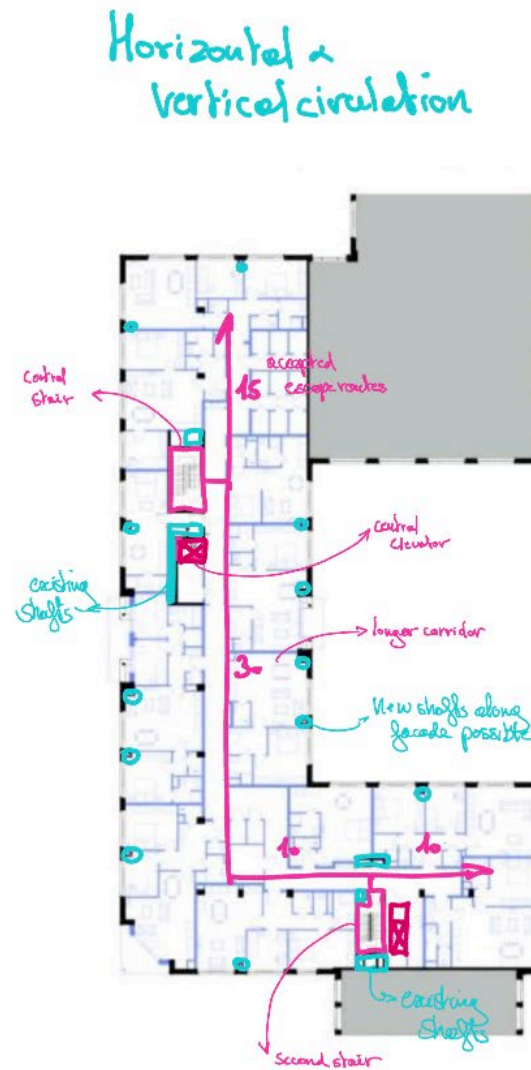
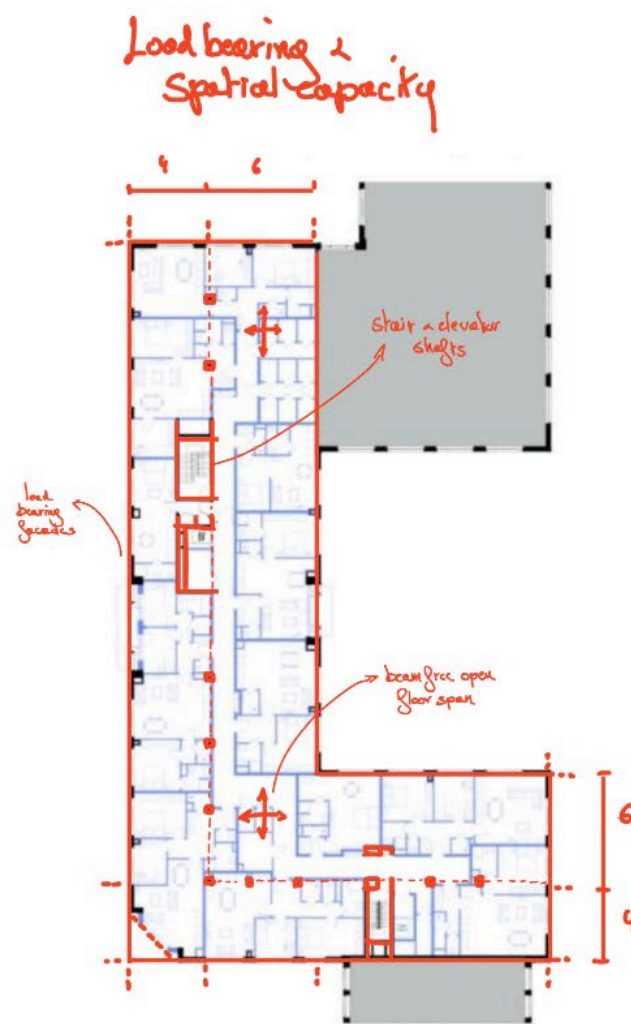
A photograph of a modern, multi-story brick building with a grid-like window pattern and dark blue balconies. The building is surrounded by lush green trees and a paved walkway. The sky is clear and blue.

**Le mieux
est l'ennemi
du bien.**

Projet Antares social housing, DDS+ Architects for Inclusio, Woluwe-Saint-Lambert
Photo Inclusio.be

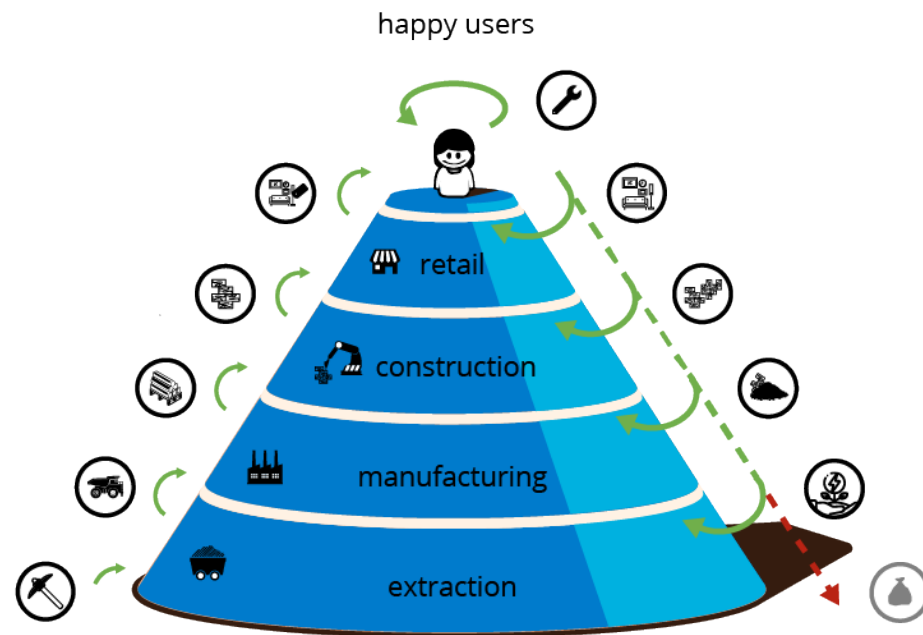


RECONVERSION





FAISABILITÉ FINANCIÈRE SELON UNE PERSPECTIVE DE CYCLE DE VIE



reconversion

économies à la fin, bénéfices au (re)commencement

réemploi

coûts à la fin, économies au (re)commencement

recyclage

économies/bénéfices à la fin, rien au début

Value hill for circular construction (after Achterberg E., Hinfelaar J. & Bocken N.) in Galle et al. (2019) Building a circular economy, VUB Architectural Engineering.



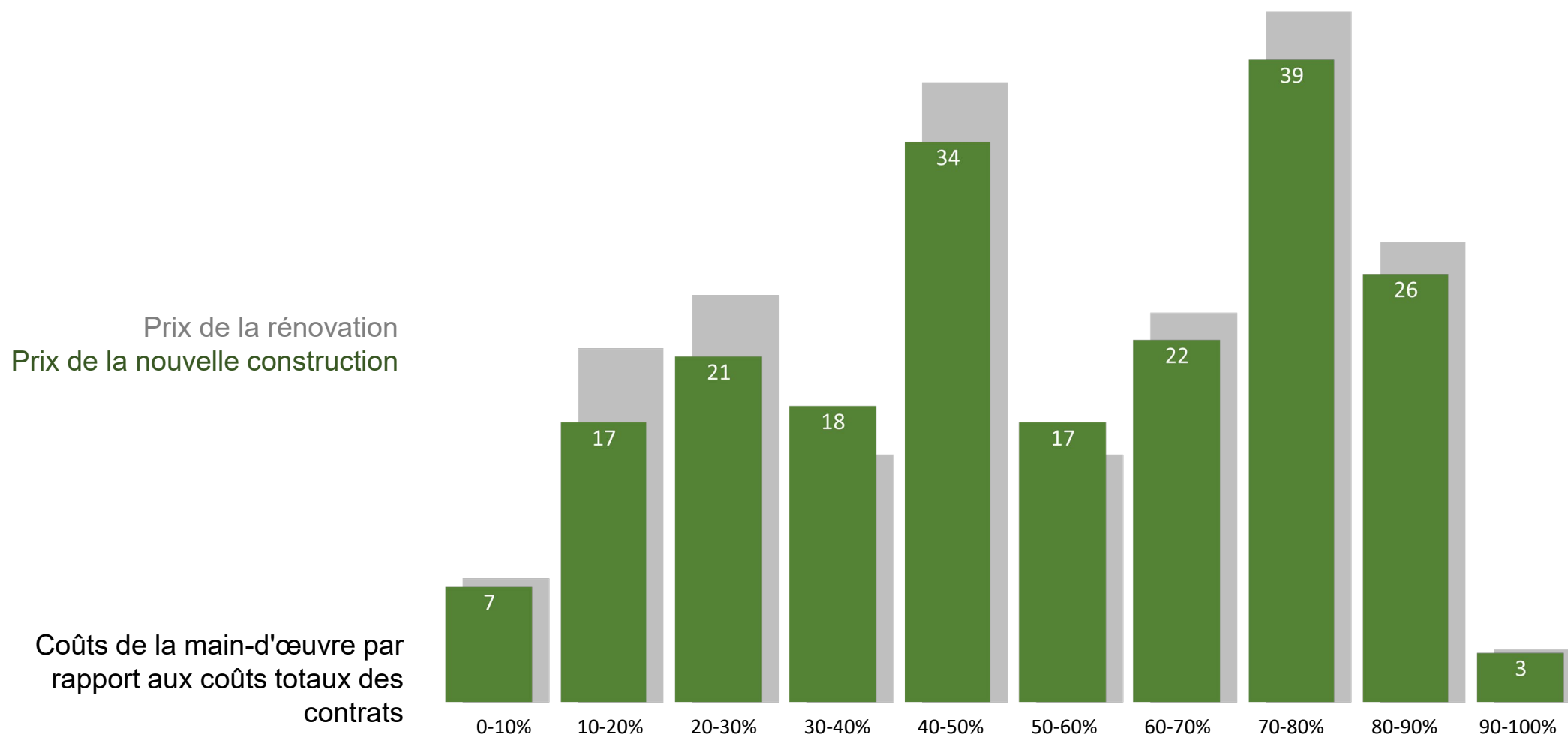
LE BATI
BRUXELLOIS
SOURCE DE
NOUVEAUX
MATERIAUX



ARCHITECTURAL
ENGINEERING



LES ÉCUEILS DU SYSTÈME



Pour la plupart des 200 produits de construction typiques, le coût de la main-d'œuvre dépasse la valeur du matériau.

Source ASPEN (2014) in Galle W. (2016). Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building(Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. VUB, Bruxelles.



EXAMPLES

Item	source		labour		material		utilities		total
35_Isolatie - pur (160)	ASPEN 2014a, 2014b	€	4,10	€	77,84	€	-	€	81,94
			5%		95%		0%		
41_Isolatie - rotswolplaten (2x80)	ASPEN 2014a, 2014b	€	9,26	€	20,86	€	-	€	30,12
			31%		69%		0%		

Source ASPEN (2014) in Galle W. (2016). Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building(Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. VUB, Bruxelles.



EXAMPLES

Item	source		labour		material		utilities		total
43_Vloerafwerking - laminaat (10)	ASPEN 2014a, 2014b	€	33,36	€	34,50	€	1,56	€	69,42
			48%		50%		2%		
43*Vloerafwerking - massief hardhout, gevernist (10)	ASPEN 2014a, 2014b	€	77,35	€	25,05	€	4,88	€	107,28
			72%		23%		5%		
43_Vloerafwerking - marmertegels (400*400*30)	ASPEN 2014a, 2014b	€	30,62	€	203,58	€	5,97	€	240,17
			13%		85%		2%		

Source ASPEN (2014) in Galle W. (2016). Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building(Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. VUB, Bruxelles.



EXAMPLES

Item	source	labour		material		utilities		total
47_Dakpannen (355*245)	ASPEN 2014a, 2014b	€	35,32	€	25,67	€	0,62	€ 61,61
			57%		42%		1%	
41_Baksteen (188*88*48)	ASPEN 2014a, 2014b	€	63,71	€	33,16	€	3,08	€ 99,95
			64%		33%		3%	
(demonteerbaar baksteen facadesysteem)	(confidentieel, 2018)	€	25,00	€	54,02	€	-	€ 79,02
			32%		68%		0%	

Source ASPEN (2014) in Galle W. (2016). Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building(Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. VUB, Bruxelles.



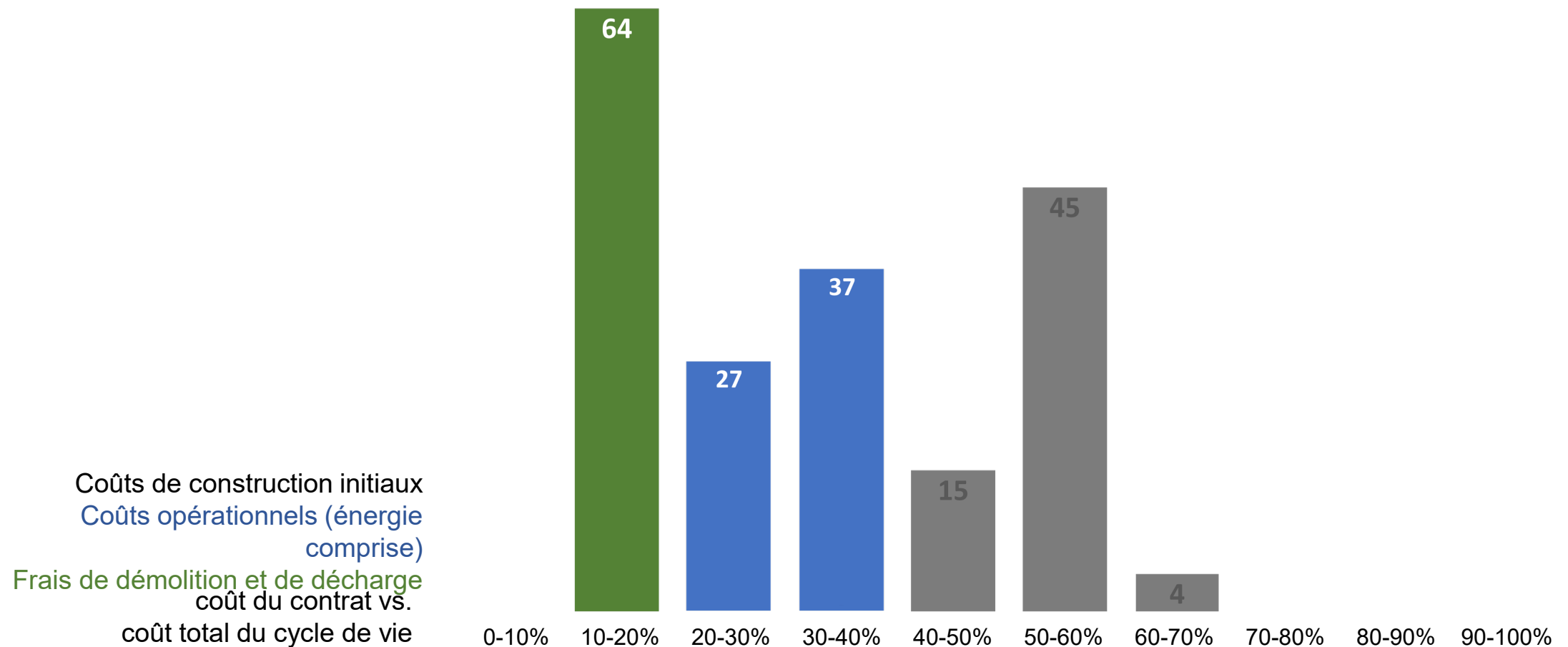
EXAMPLES

Item	source	labour	material	utilities	total
42_Structuur in metaal (50)	ASPEN 2014a, 2014b	€ 8,41 € 53%	€ 7,46 € 47%	- 0%	€ 15,87
(demonteerbaar binnenwandsysteem)	(confidentieel, 2019)	€ 0,56 € 4%	€ 12,60 € 96%	- 0%	€ 13,16

Source ASPEN (2014) in Galle W. (2016). Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building(Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. VUB, Bruxelles.



LES ÉCUEILS DU SYSTÈME

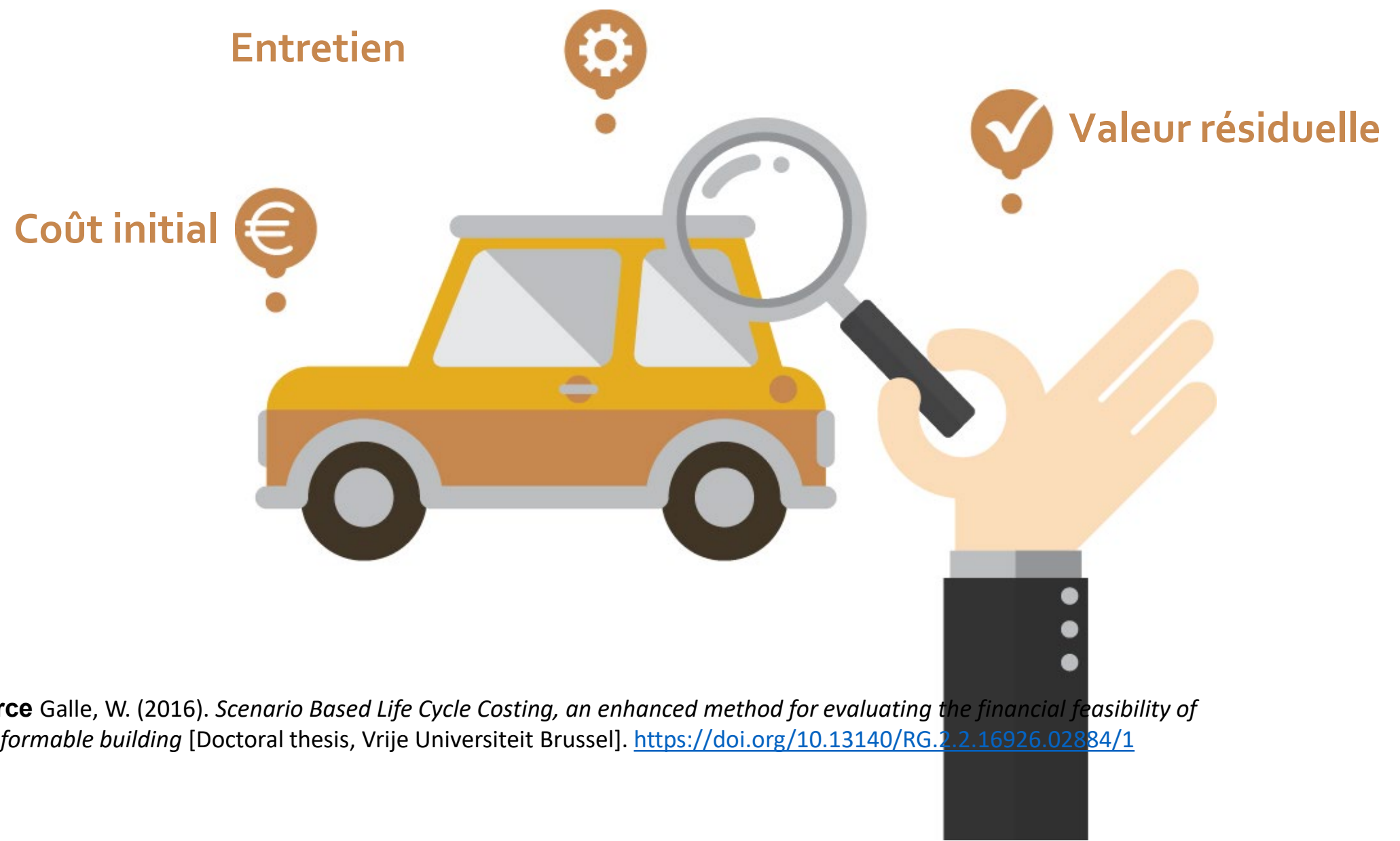


Pour 64 solutions de façade alternatives, les coûts de démolition et de décharge représentent environ 15 % de l'ensemble des coûts sur une période de 60 ans.

Source Galle W. & Vandenbroucke M. (2015). Optimising the financial and environmental life cycle impact of a demountable external wall. DS2BE. Vrije Universiteit Brussel, Bruxelles.



COÛT DU CYCLE DE VIE



Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



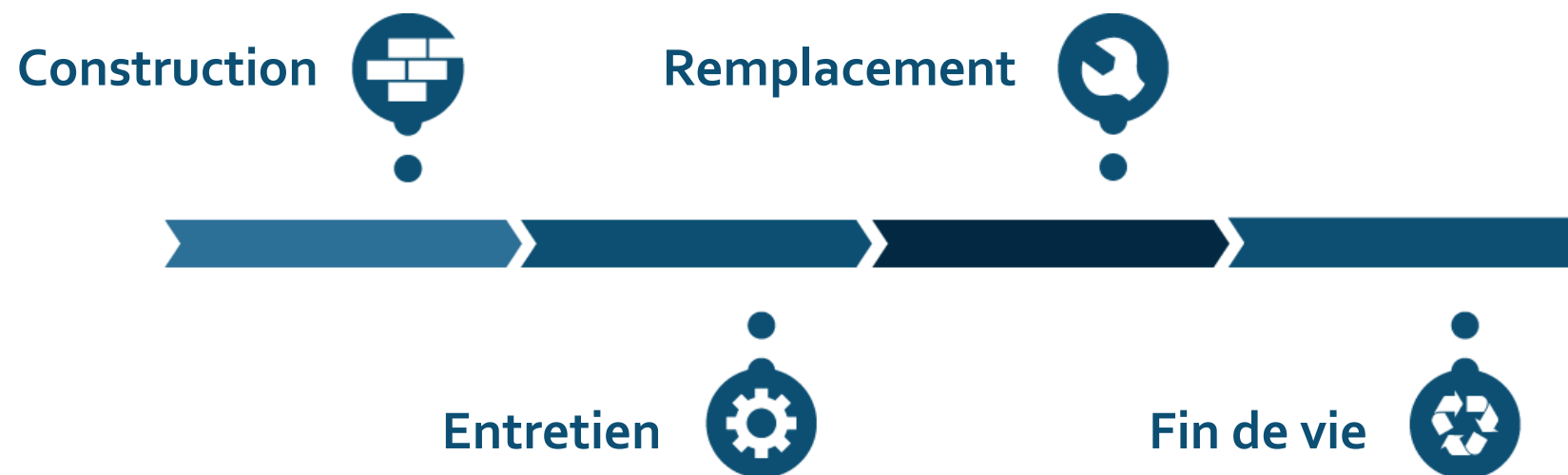
COÛT DU CYCLE DE VIE



Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



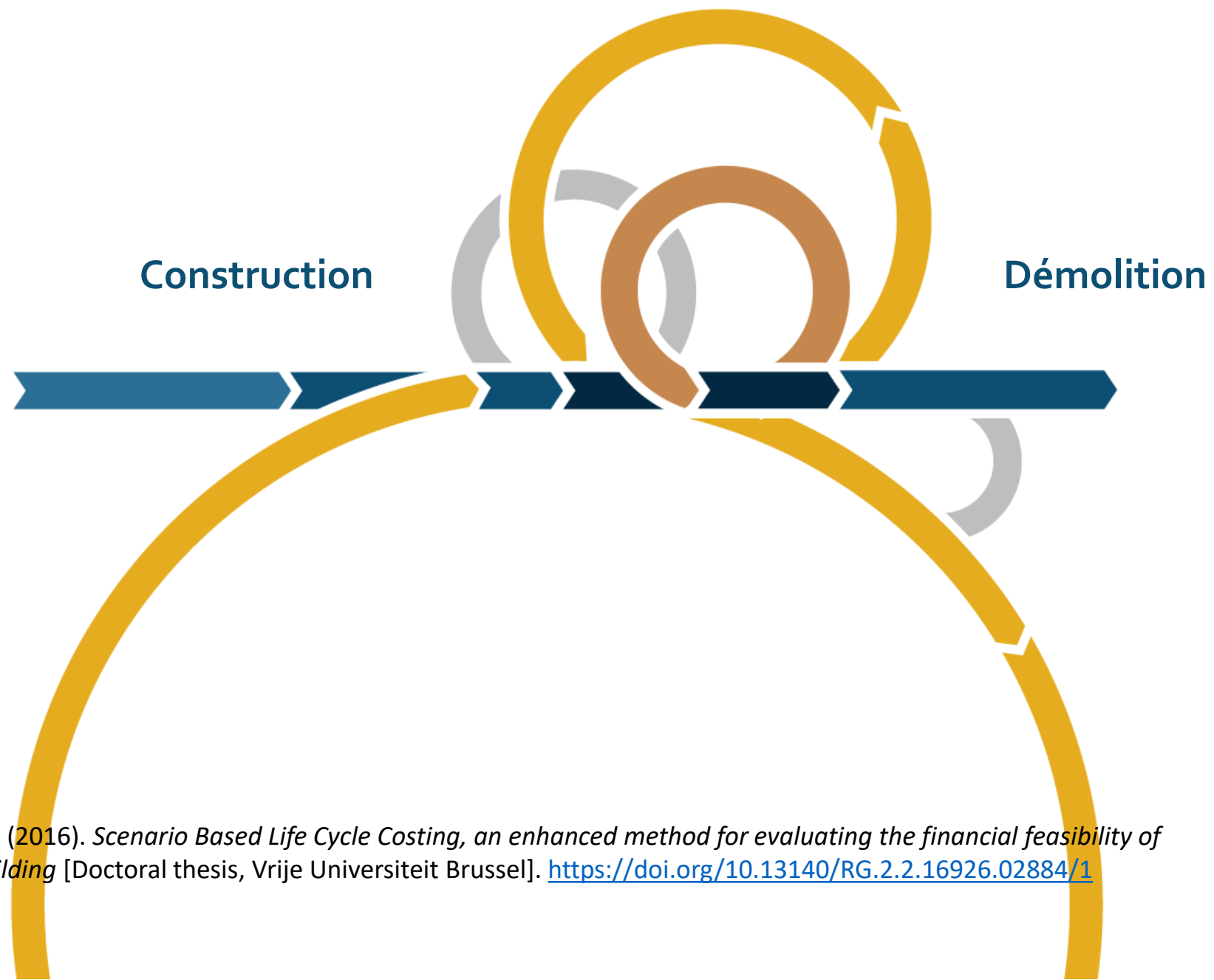
COÛT DU CYCLE DE VIE



Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



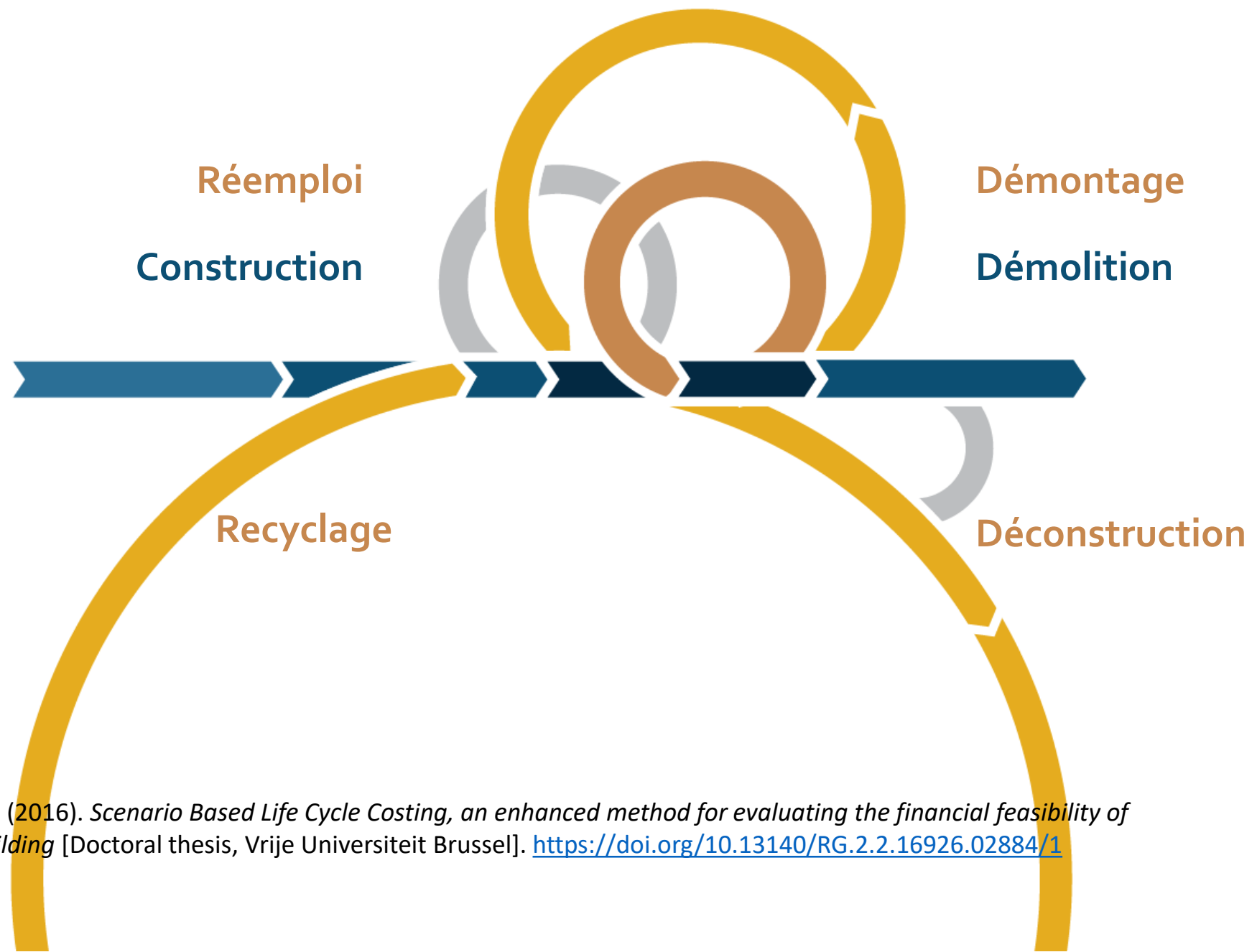
COÛT DU CYCLE DE VIE



Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



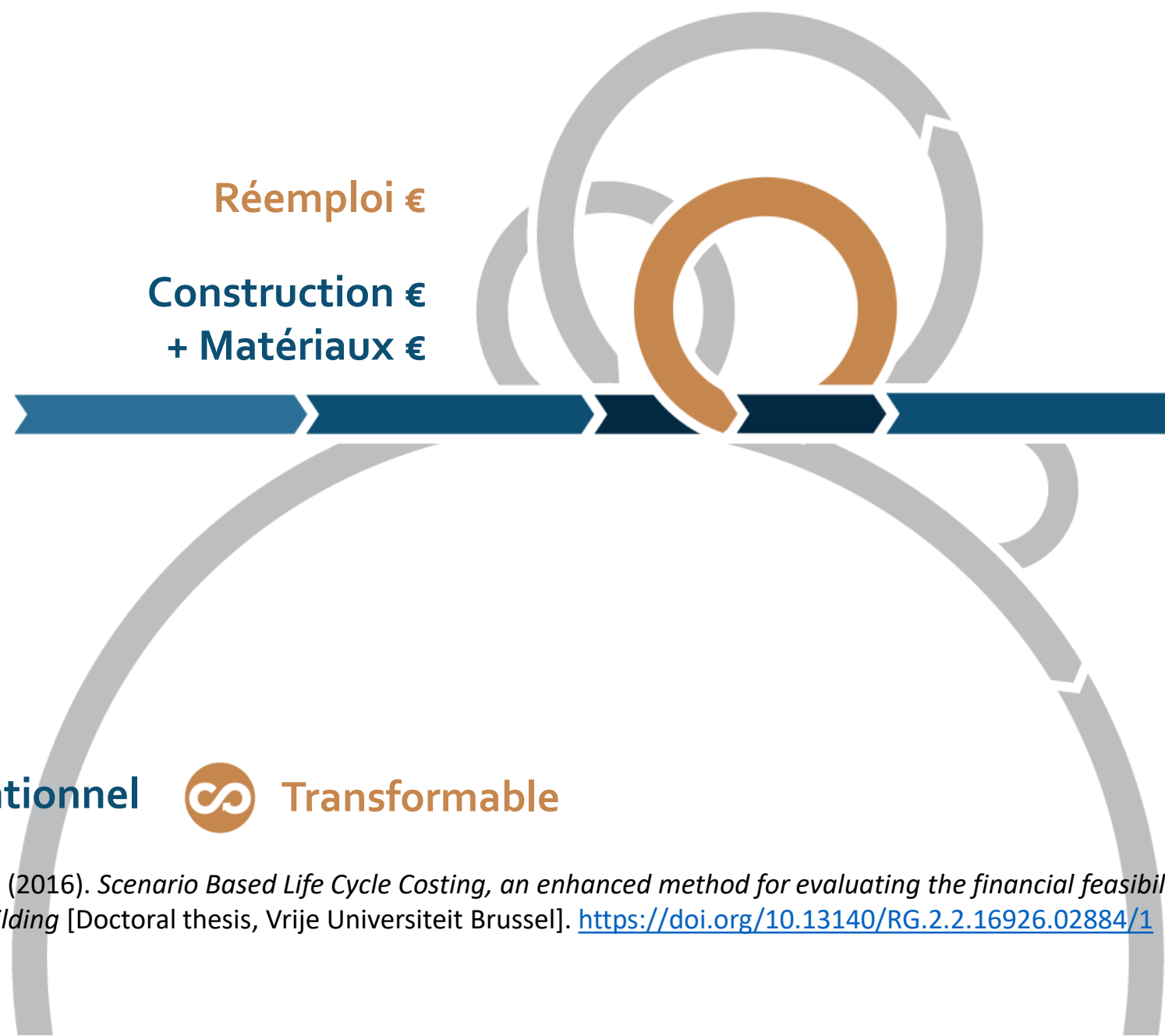
COÛT DU CYCLE DE VIE



Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



COÛT DU CYCLE DE VIE



Conventionnel



Transformable

Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



COÛT DU CYCLE DE VIE



Conventionnel

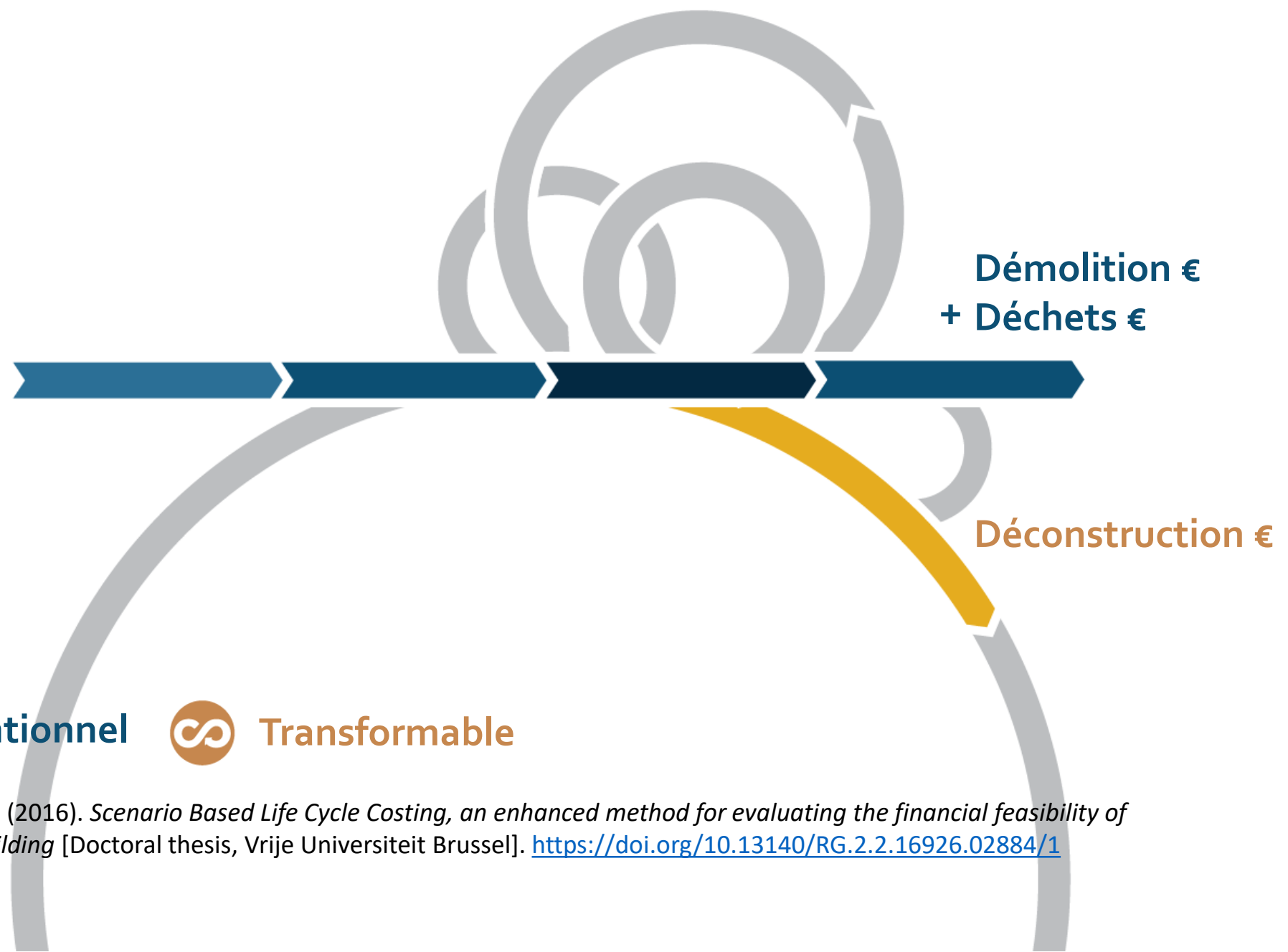


Transformable

Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



COÛT DU CYCLE DE VIE



Conventionnel



Transformable

Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>

PV_i , the discounted construction costs C_i

$$PV_i = C_i \left(\frac{1+r_g}{1+r_d} \right)^{y_i}$$

With PV_m , the discounted annual maintenance costs C_m

$$PV_m = C_m \sum_{t=1}^{y_f - y_i} \left(\frac{1+r_g}{1+r_d} \right)^{y_i+t}$$

(7.13)

With PV_{repl-m} , the discounted replacement cost C_{repl} reduced with maintenance cost C_m

$$PV_{repl-m} = (C_{repl} - C_m) \sum_{n=1}^N \left(\frac{1+r_g}{1+r_d} \right)^{y_i + f_{repl} \cdot n}$$

(7.14)

With PV_{refu} , the discounted refurbishment cost C_{refu}

$$PV_{refu} = C_{refu} \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=1}^M \left(\frac{1+r_g}{1+r_d} \right)^{y_i + f_{repl} \cdot n + f_{refu} \cdot m}$$

(7.15)

With PV_e , the discounted end-of-life cost C_e

$$PV_e = C_e \left(\frac{1+r_g}{1+r_d} \right)^{y_f}$$

(7.16)

With f_{repl} the replacement periodicity, f_{refu} the refurbishment periodicity, N the number of replacements and M the number of refurbishments determined in accordance with the geometric discounting technique developed in chapter 5 for a period of analysis of $y_f - y_i$ and taking into account the parameter implications detailed in chapter 4.

Source Galle, W. (2016). Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.22.16926.02884/1>

The resulting NPV_e includes in addition to the elements discounted transformation costs the value of the construction costs of adding instances to the building, those simple refurbishment costs as long as they are removed from the building.

Figure 7.4 As illustrated lives with identical situations further

So far the life cycle value. However, the interaction between interventions at different times. Practically, the building transformation, all, the additional refurbishment of the need and cost of the interaction between interventions is still possible. Therefore, it is difficult to determine the value and with which costs

To determine the value necessary to know they are transformed been present in the building they were installed

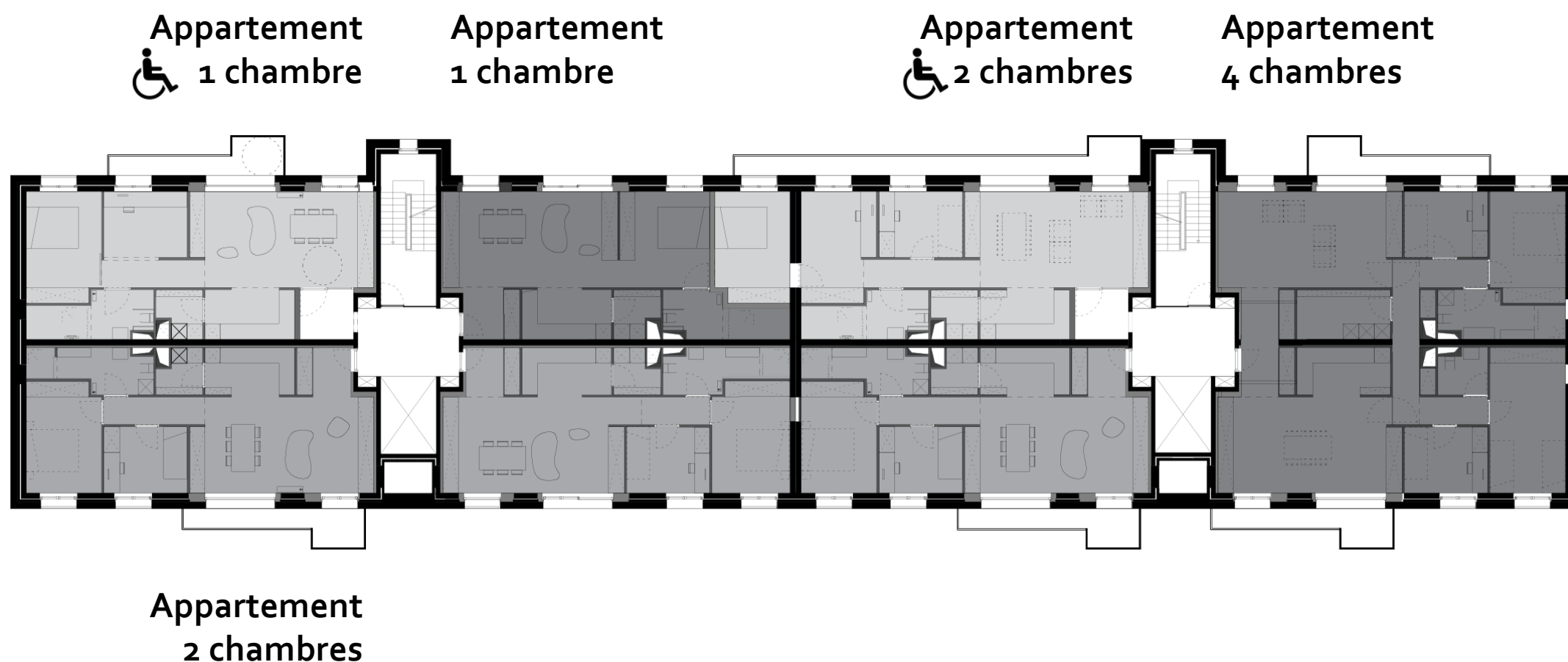
Photo Waltaert P. (2015). *Rénovation de l'immeuble d'appartements Hoogbouwplein, Zelzate*. KPW Architecten 2014-2016.





COÛT DU CYCLE DE VIE

Cas 1 - Rénovation de l'immeuble d'appartements HoZe

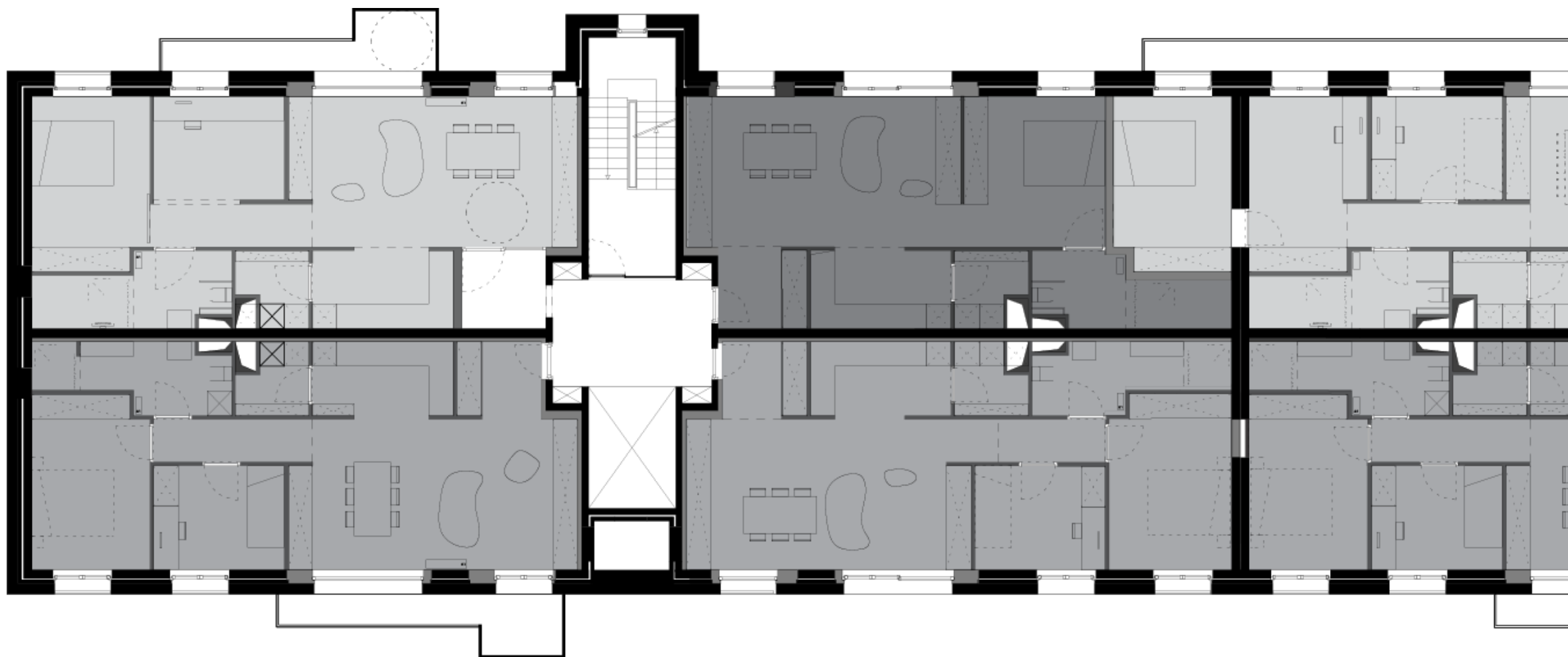


Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



COÛT DU CYCLE DE VIE

Cas 1 - Rénovation de l'immeuble d'appartements HoZe

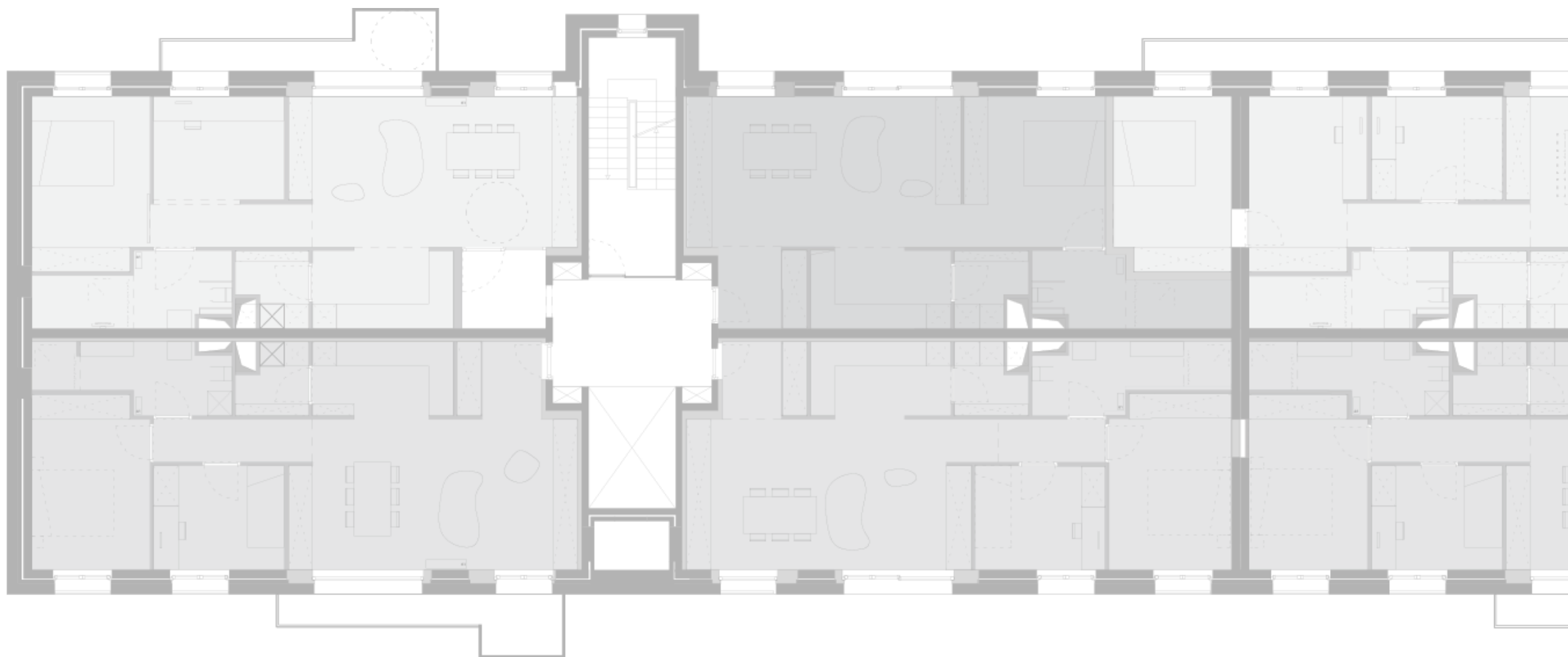


Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



COÛT DU CYCLE DE VIE

Cas 1 - Rénovation de l'immeuble d'appartements HoZe

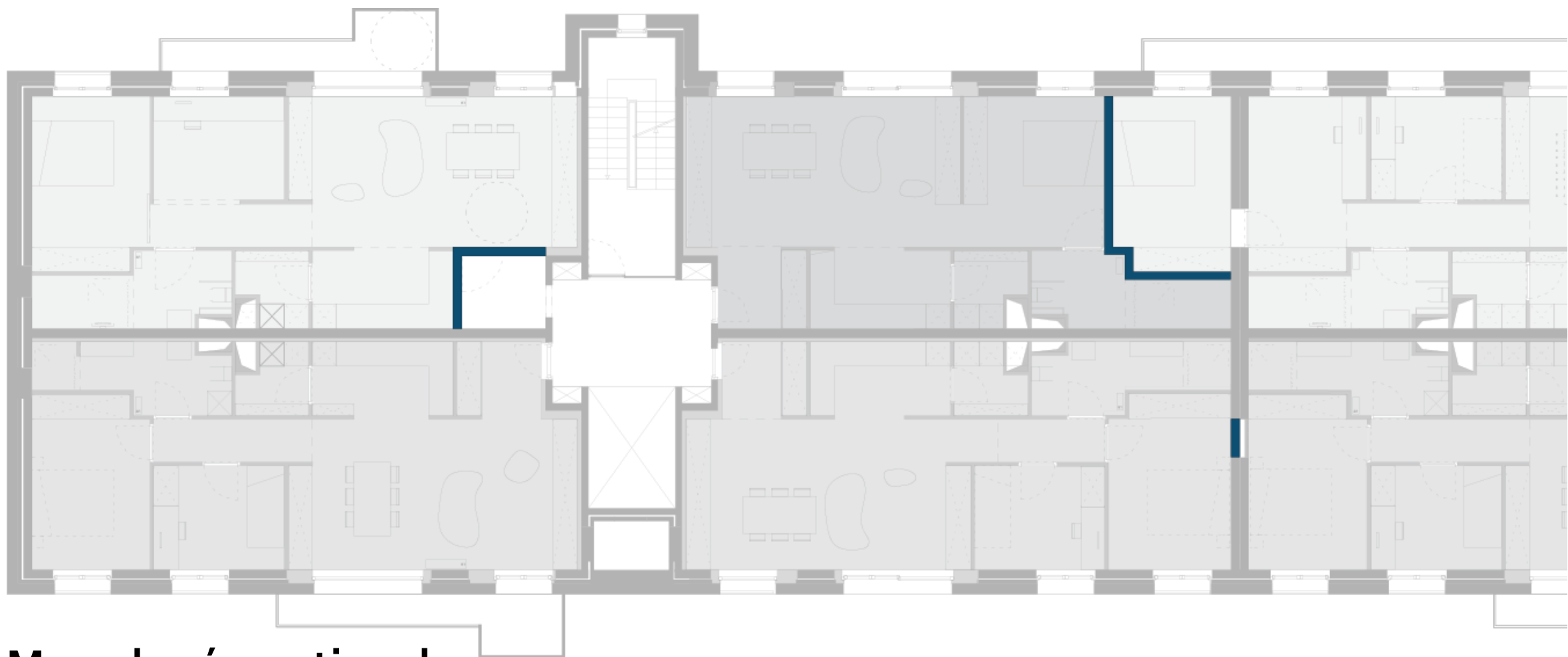


Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



COÛT DU CYCLE DE VIE

Cas 1 - Rénovation de l'immeuble d'appartements HoZe



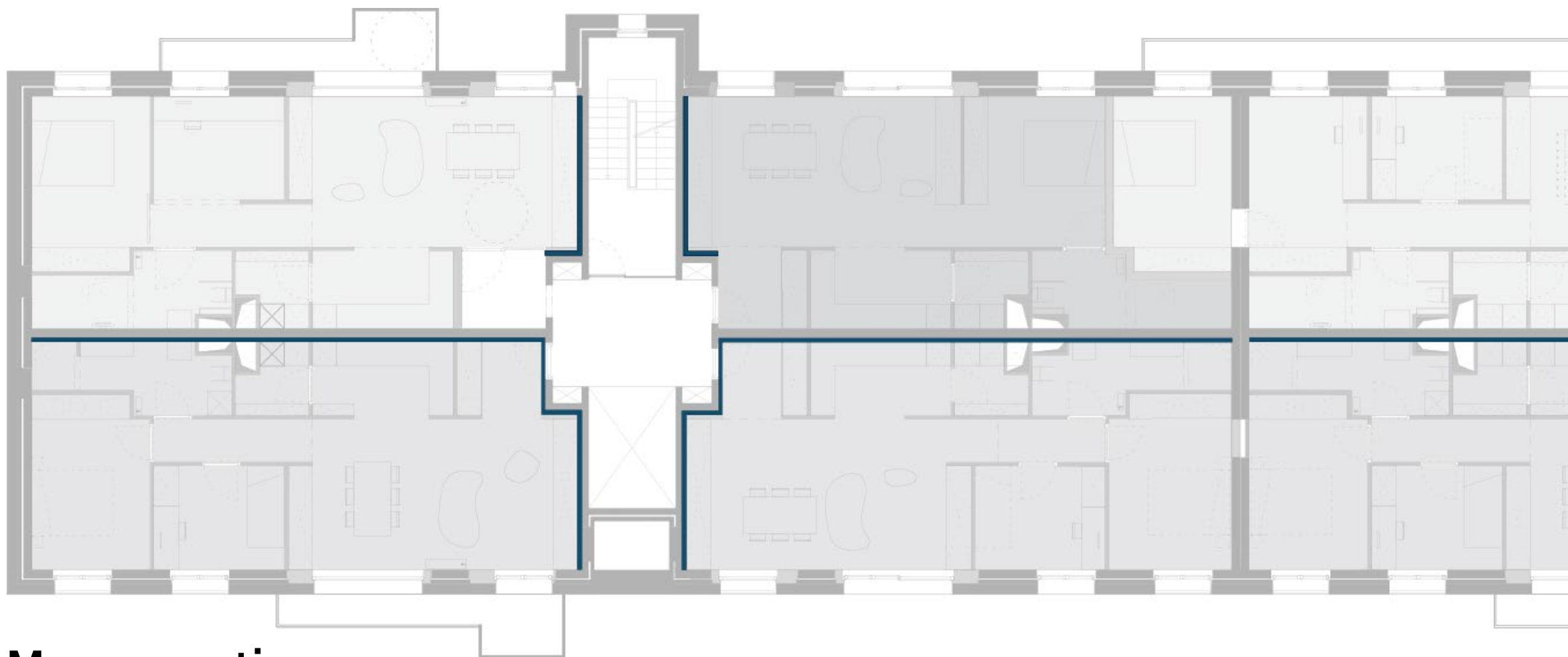
Murs de séparation des unités

Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



COÛT DU CYCLE DE VIE

Cas 1 - Rénovation de l'immeuble d'appartements HoZe



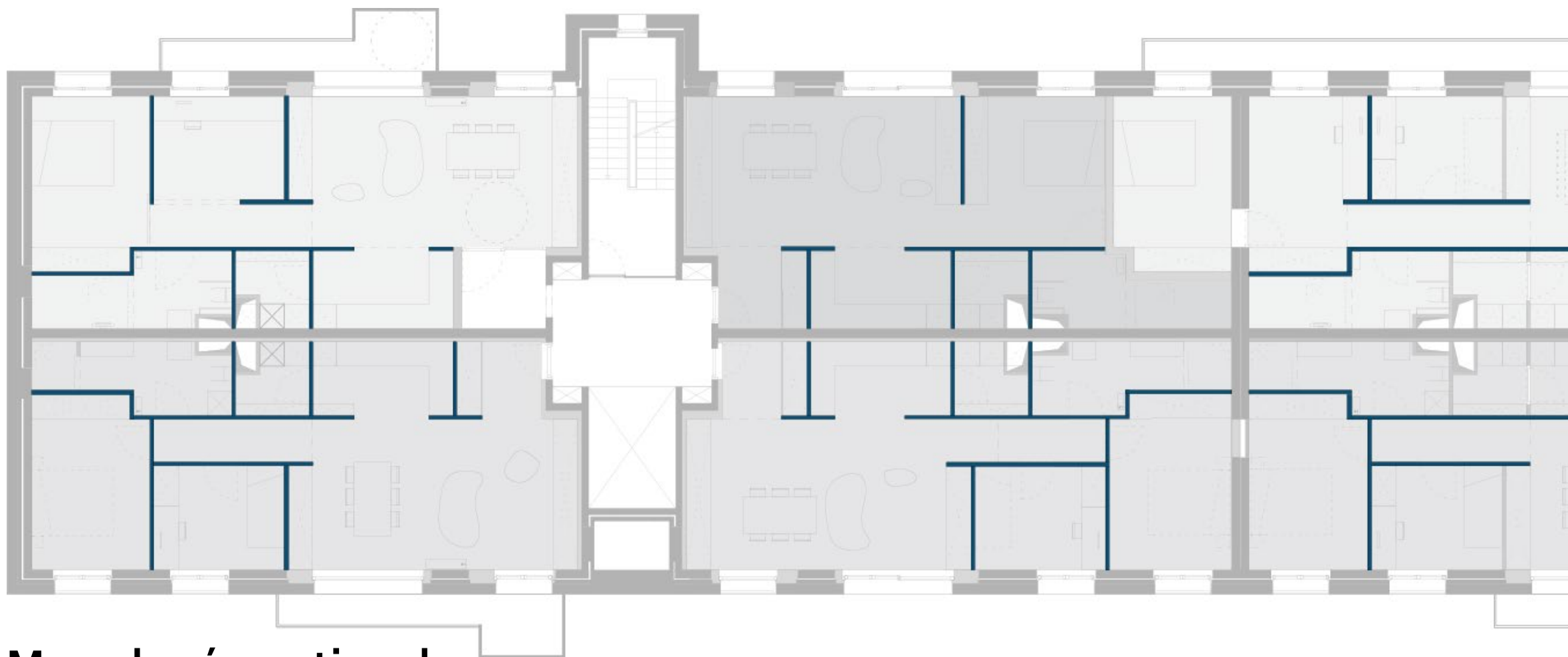
Murs acoustiques

Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



COÛT DU CYCLE DE VIE

Cas 1 - Rénovation de l'immeuble d'appartements HoZe



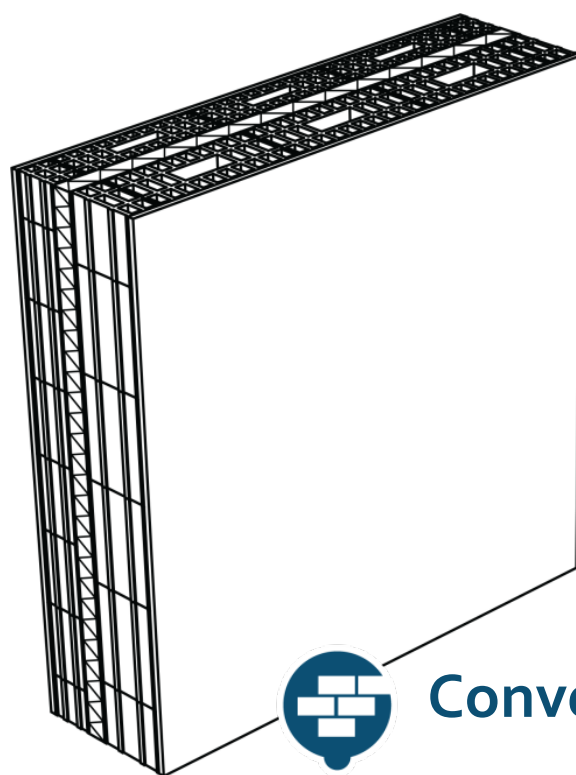
Murs de séparation de
l'espace

Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>

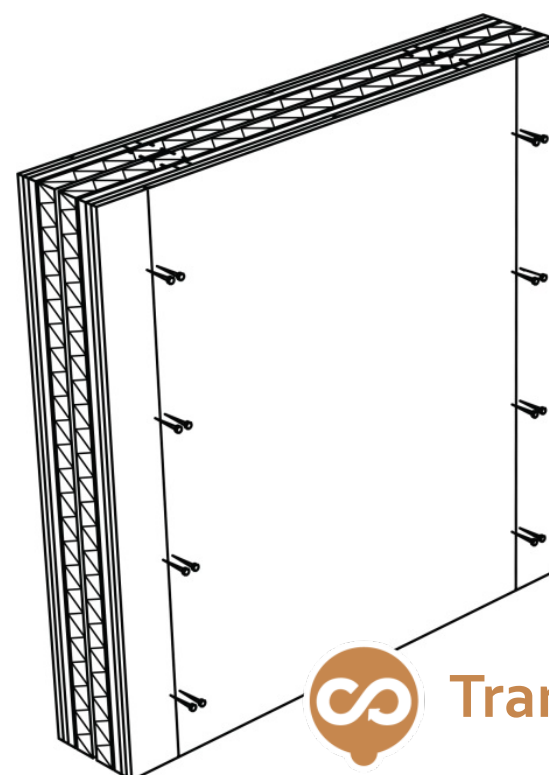


COÛT DU CYCLE DE VIE

Cas 1 - Rénovation de l'immeuble d'appartements HoZe



Conventionnel



Transformable

Murs de séparation des unités

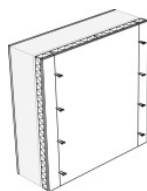
Element design and image Vandenbroucke M. (2016). *Design, dimensioning and evaluation of demountable building elements* (doctoral thesis). Vrije Universiteit Brussel, Bruxelles.



COÛT DU CYCLE DE VIE

Cas 1 - Rénovation de l'immeuble d'appartements HoZe

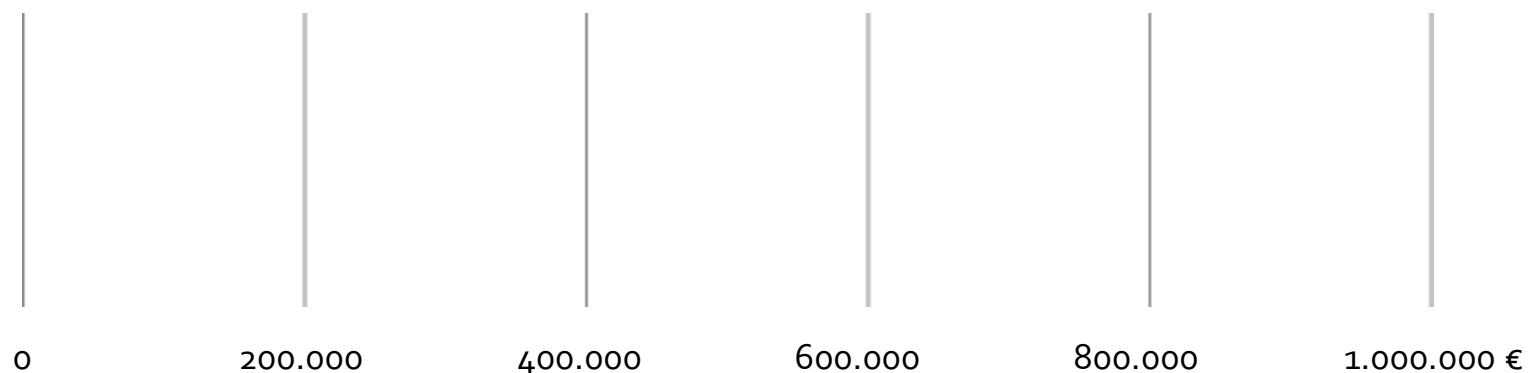
Murs acoustiques



Conventionnel



Transformable



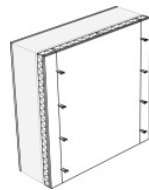
Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



COÛT DU CYCLE DE VIE

Cas 1 - Rénovation de l'immeuble d'appartements HoZe

Murs acoustiques

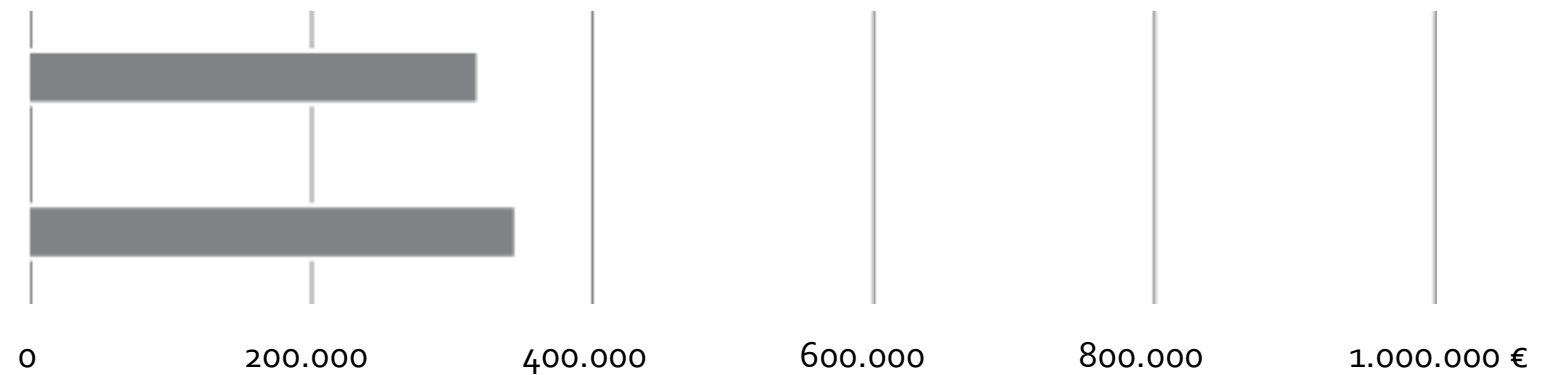


Coût initial

Conventionnel



Transformable



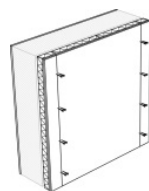
Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



COÛT DU CYCLE DE VIE

Cas 1 - Rénovation de l'immeuble d'appartements HoZe

Murs acoustiques



Coût initial

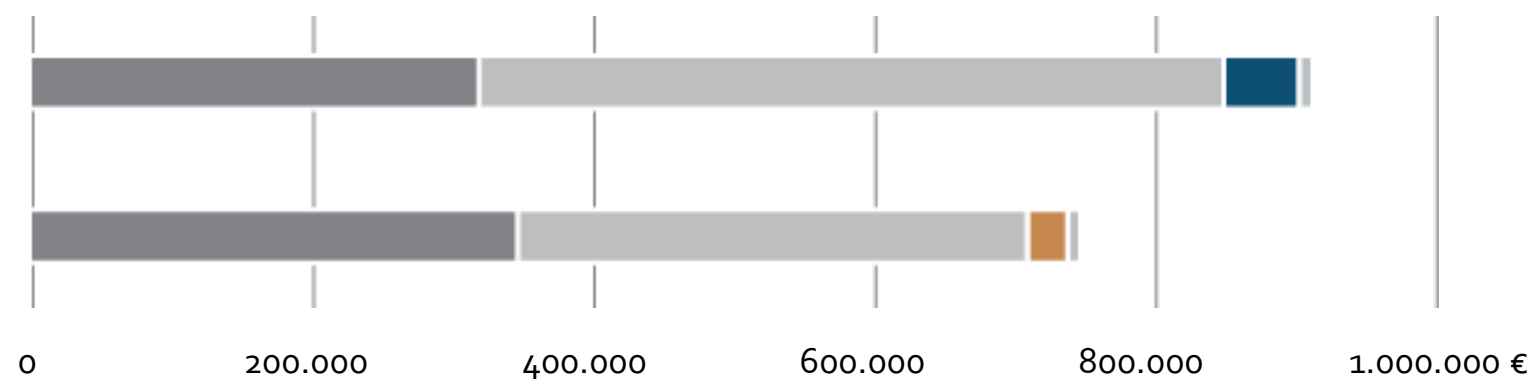
Coût du cycle
de vie

Coût de la
transformation

Conventionnel



Transformable

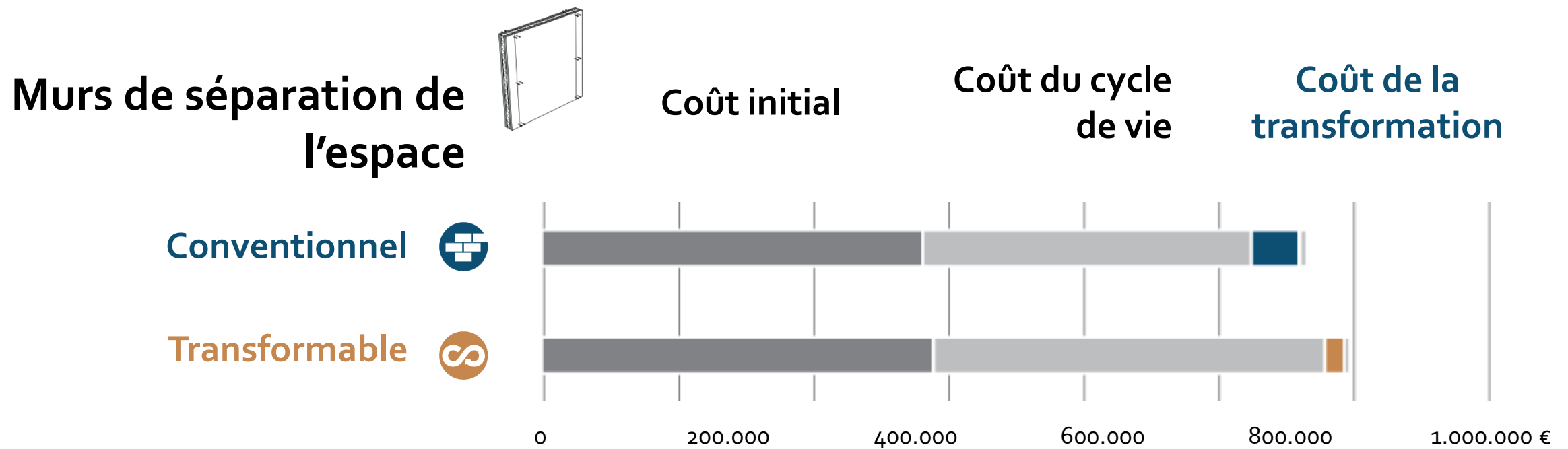


Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



COÛT DU CYCLE DE VIE

Cas 1 - Rénovation de l'immeuble d'appartements HoZe

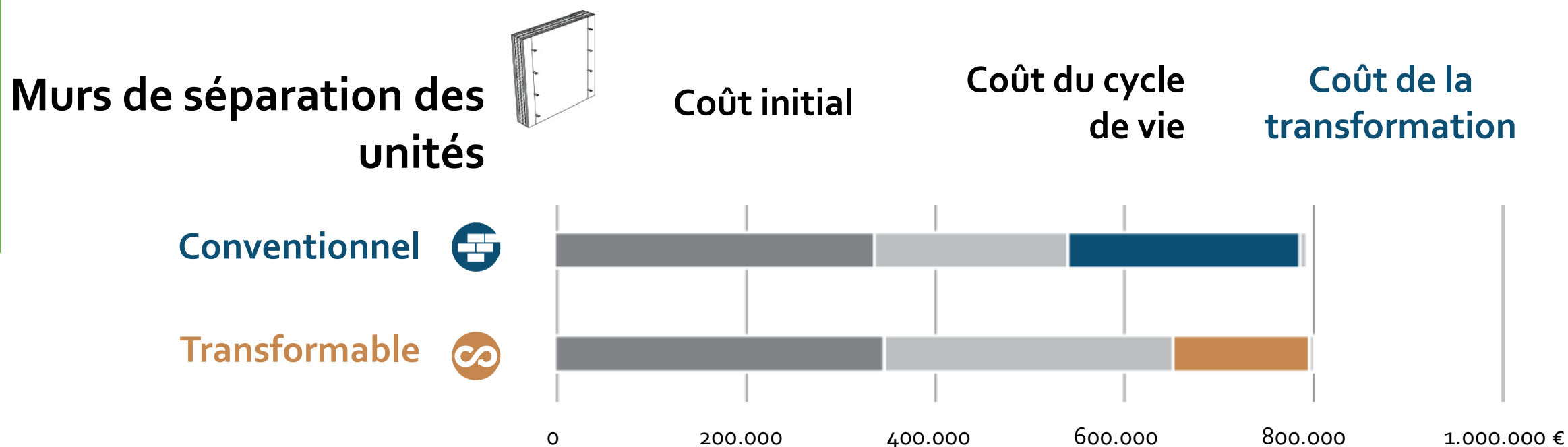


Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



COÛT DU CYCLE DE VIE

Cas 1 - Rénovation de l'immeuble d'appartements HoZe



Source Galle, W. (2016). *Scenario Based Life Cycle Costing, an enhanced method for evaluating the financial feasibility of transformable building* [Doctoral thesis, Vrije Universiteit Brussel]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16926.02884/1>



COÛT DU CYCLE DE VIE

Cas 2 - Rénovation des résidences estudiantines de la VUB



Résidences estudiantines de la VUB

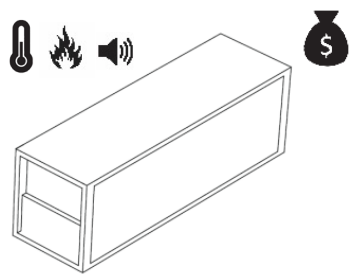
Vrije Universiteit Brussel project office

Galle et al. (2015). Life cycle costing as an early stage feasibility analysis.
Procedia Economics and Finance, 21, 14–22.

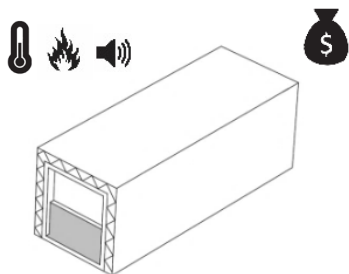


COÛT DU CYCLE DE VIE

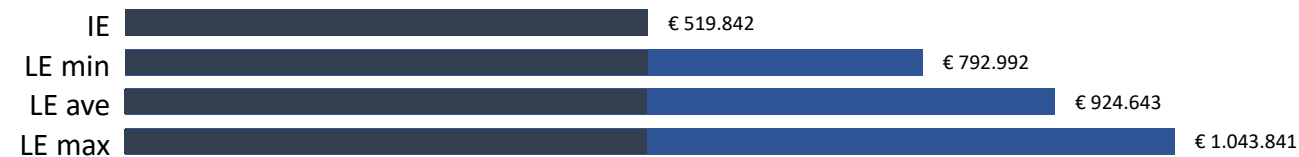
Cas 2 - Rénovation des résidences estudiantines de la VUB



Bâtiment nouvellement construit



Rénovation traditionnelle



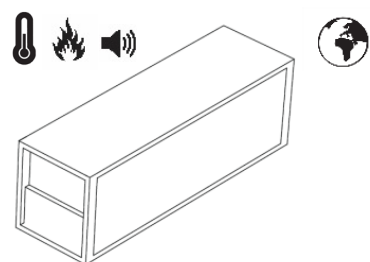
Galle et al. (2015). Life cycle costing as an early stage feasibility analysis.
Procedia Economics and Finance, 21, 14–22.



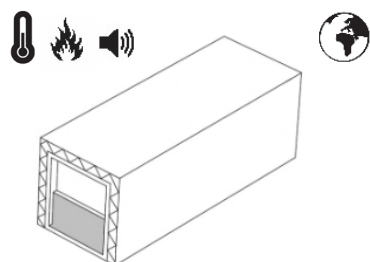


COÛT DU CYCLE DE VIE

Cas 2 - Rénovation des résidences estudiantines de la VUB



Étage nouvellement construit



Étage rénové de manière traditionnelle



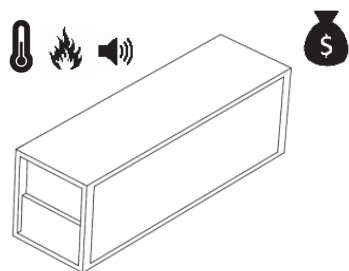
Galle et al. (2015). Life cycle costing as an early stage feasibility analysis.
Procedia Economics and Finance, 21, 14–22.



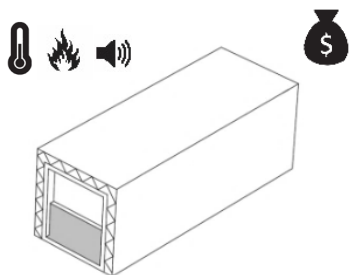


COÛT DU CYCLE DE VIE

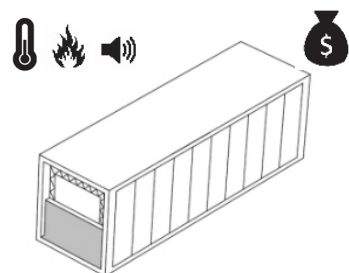
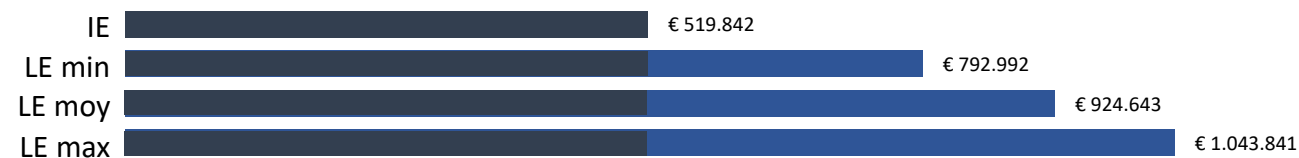
Cas 2 - Rénovation des résidences estudiantines de la VUB



Bâtiment nouvellement construit



Rénovation traditionnelle



Rénovation transformable



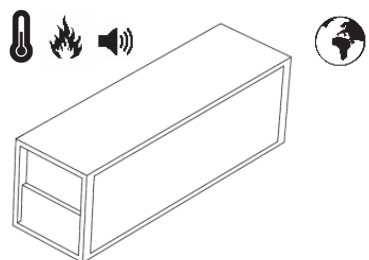
Galle et al. (2015). Life cycle costing as an early stage feasibility analysis.
Procedia Economics and Finance, 21, 14–22.



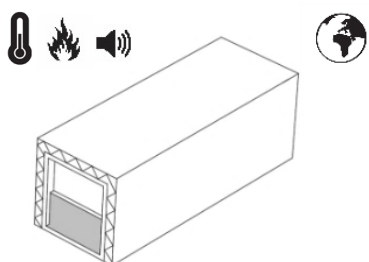


COÛT DU CYCLE DE VIE

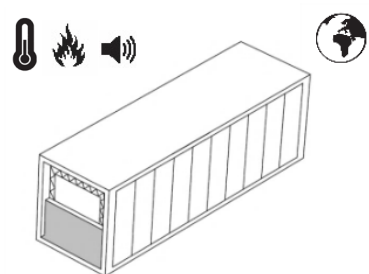
Cas 2 - Rénovation des résidences estudiantines de la VUB



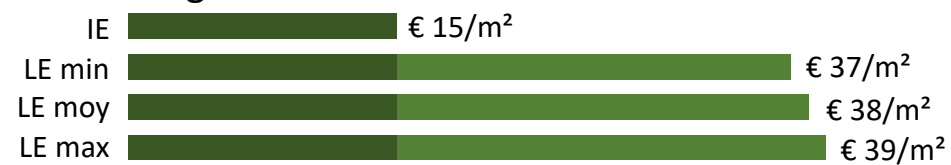
Étage nouvellement construit



Étage rénové de manière traditionnelle



Étage rénové de manière transformable



Galle et al. (2015). Life cycle costing as an early stage feasibility analysis.
Procedia Economics and Finance, 21, 14–22.



EST-CE PAYABLE ?



EST-CE PAYABLE ?

CIRCULAR
RETROFIT
LAB

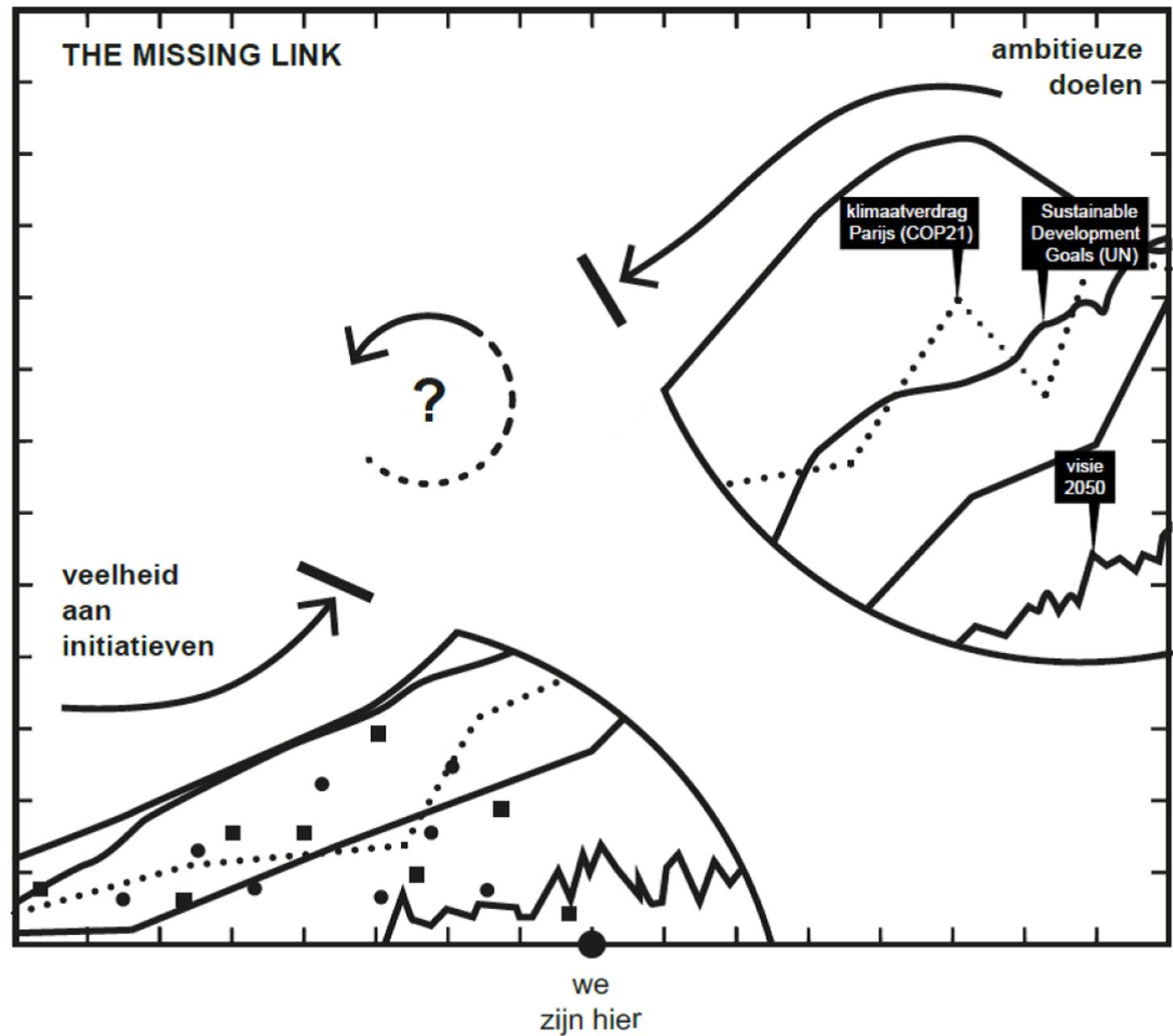




COMMENT FAIRE UN BOND EN AVANT ?

“The large gap between the many innovative experiments on the one hand and the many important agreements and objectives on the other: the greatest creative challenge of our time.”

Image Architecture Workroom Brussels, 'The Missing Link', 2017, via architectureworkroom.eu





COMMENT FAIRE UN BOND EN AVANT ?



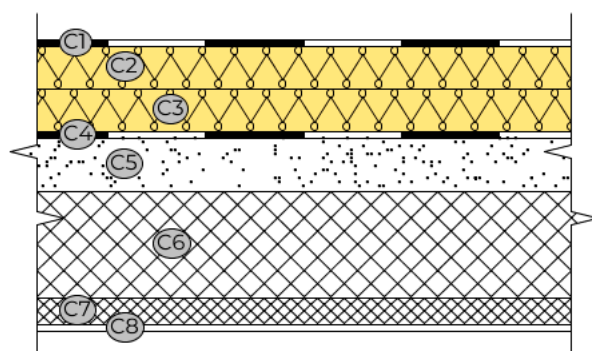
Source Debacker, W., Vergauwen, A., Vrijders, J., Voorter, J., & Galle, W. (2023). Aanbevelingen veranderingsgericht (ver)bouwen: Eindrapportage deelopdracht 2 in het kader van de Proeftuin Circulair Bouwen. Vlaanderen Circulair.



AU NIVEAU DES ÉLÉMENTS

Toit plat en fonction du faible impact environnemental et de la démolition sélective

Conventionnel



56 cm

0,7 cm polyméerbitumen met leischilfers, volvlakig gelast

16 cm vaste isolatieplaten PUR

0,3 cm dampscherm glasvezelversterkt bitumen

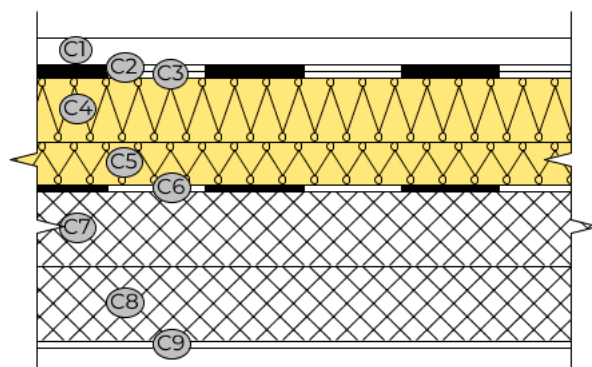
10 cm hellingschape schuimbeton

22 cm druklaag beton, ter plaatse gestort

6 cm predal

1 cm gipspleister

Alternatif



51,5 cm

5 cm grind

0,1 cm polyester scheidingsfolie voor grind

0,12 cm EPDM folie, losliggend

20 cm vaste isolatieplaten PUR, met helling

0,3 cm dampscherm glasvezelversterkt bitumen

25 cm CD20 prefab betonvloer

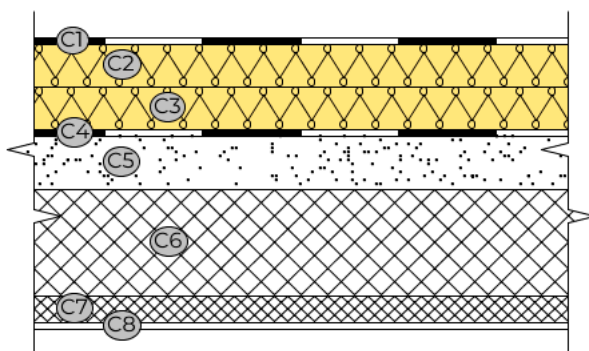
1 cm gipspleister



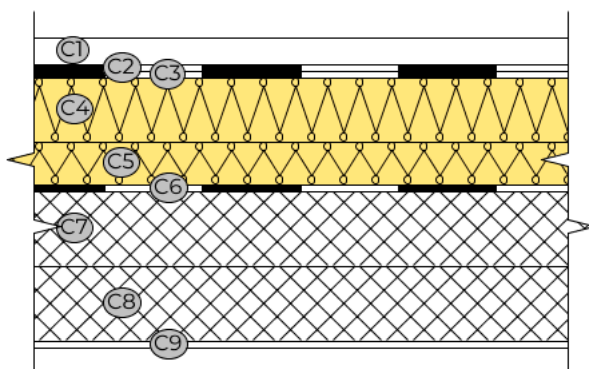
AU NIVEAU DES ÉLÉMENTS

Toit plat en fonction du faible impact environnemental et de la démolition sélective

Conventionnel



Alternatif



totem
CREATE | EVALUATE | INNOVATE



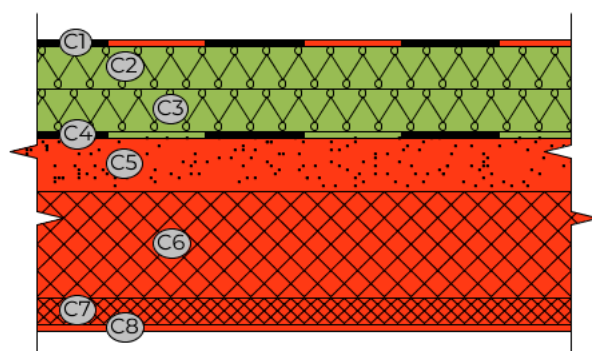
pondération des différents impacts environnementaux en un nombre de points
environnementaux par FE :
climat, couche d'ozone, eutrophisation, utilisation des sols, eau...



AU NIVEAU DES ÉLÉMENTS

Toit plat en fonction du faible impact environnemental et de la démolition sélective

Conventionnel

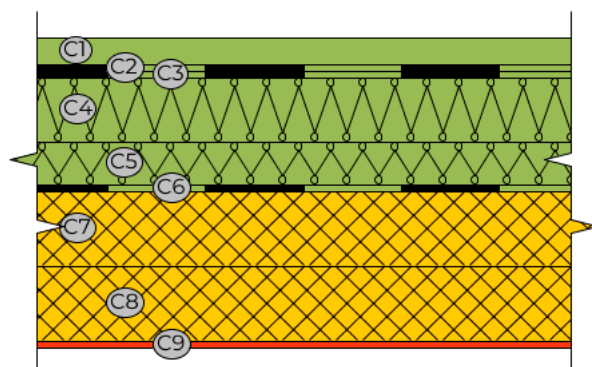


56 cm

21,19 mPt/m²

0,7 cm polyméerbitumen met leischilfers, volvlakkig gelast	2,37
16 cm vaste isolatieplaten PUR	1,96
0,3 cm dampscherm glasvezelversterkt bitumen	0,17
10 cm hellingschape schuimbeton	1,37
22 cm druklaag beton, ter plaatse gestort	9,52
6 cm pedal	5,48
1 cm gipspleister	0,32

Alternatif



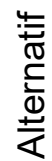
51,5 cm

12,31 mPt/m²

5 cm grind	0,16
0,1 cm polyester scheidingsfolie voor grind	0,36
0,12 cm EPDM folie, losliggend	0,66
20 cm vaste isolatieplaten PUR, met helling	2,37
0,3 cm dampscherm glasvezelversterkt bitumen	0,17
25 cm CD20 prefab betonvloer	8,27
1 cm gipspleister	0,32



Conventionnel





AU NIVEAU DES ÉLÉMENTS

Planchers des étages en fonction de l'adaptabilité spatiale

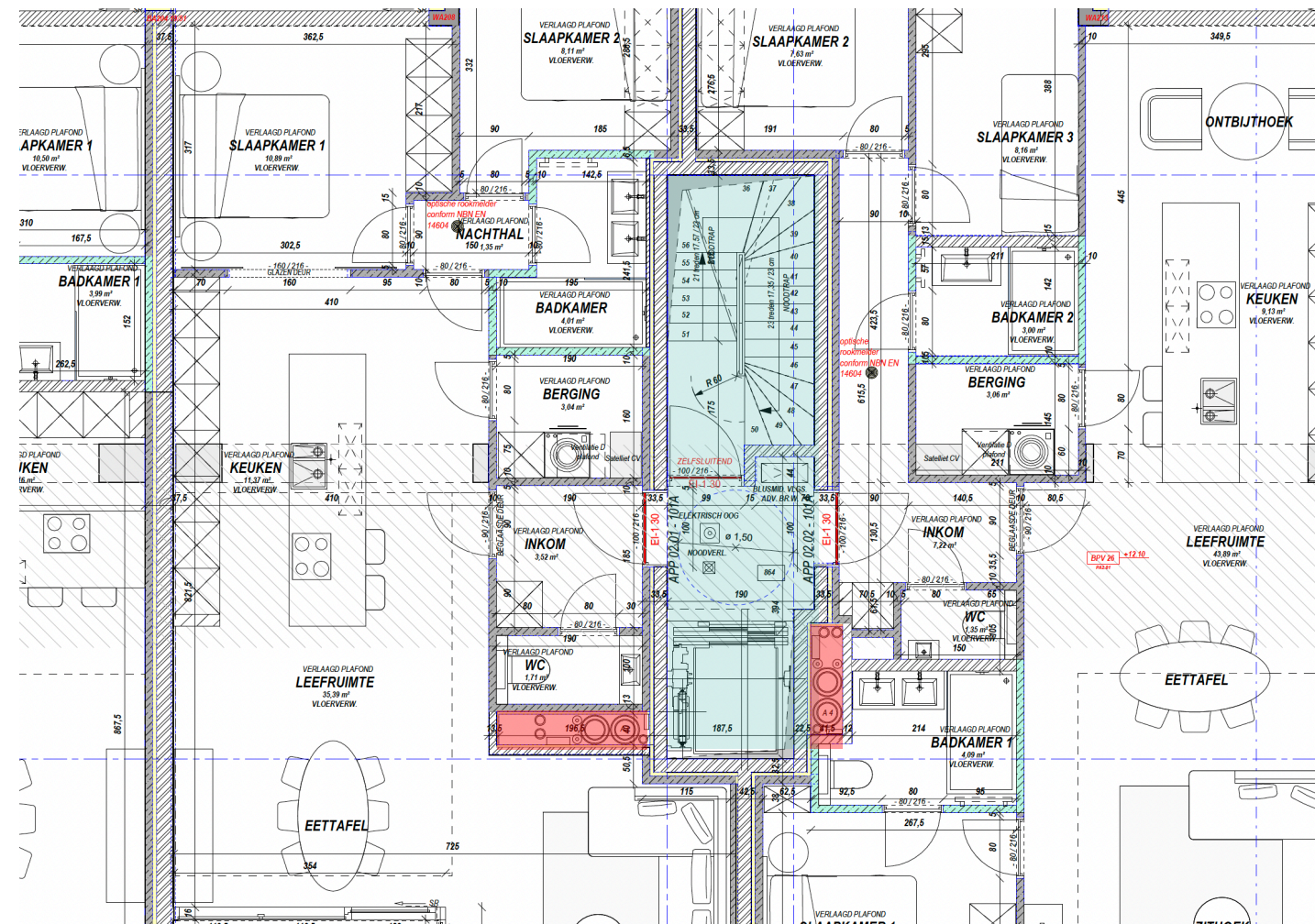
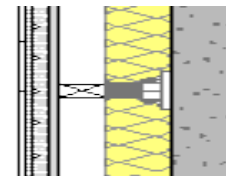
Conventionnel

Alternatif

1,0 cm
7 cm
7 cm
7 cm
25 cm
1 cm
30 cm

7

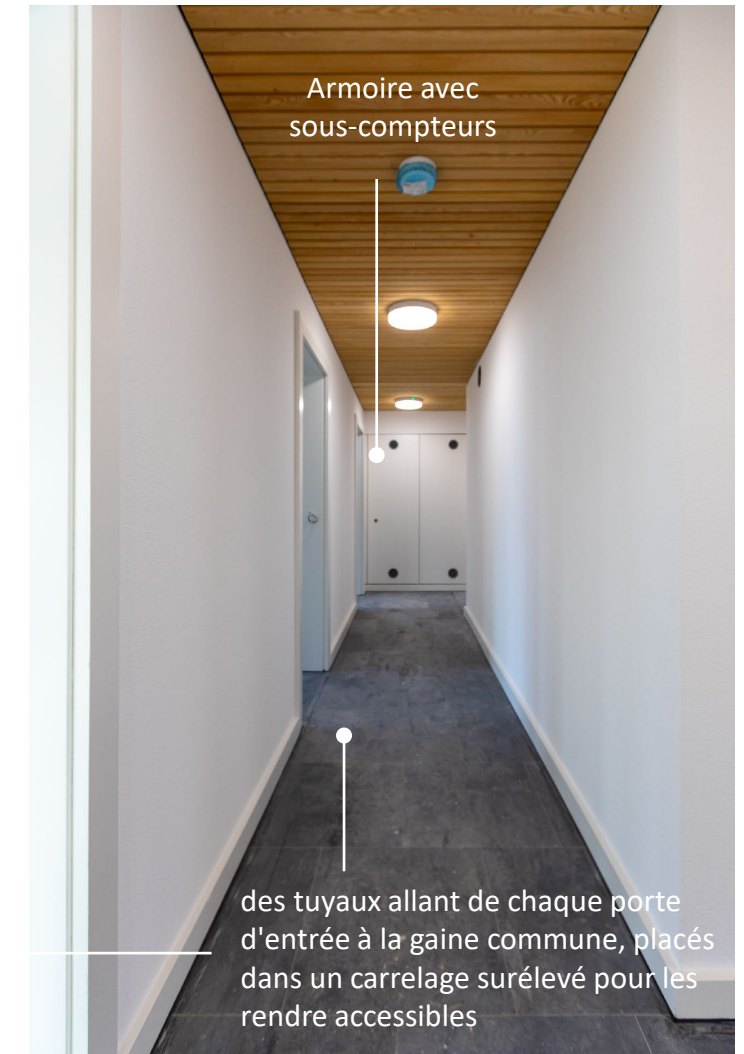
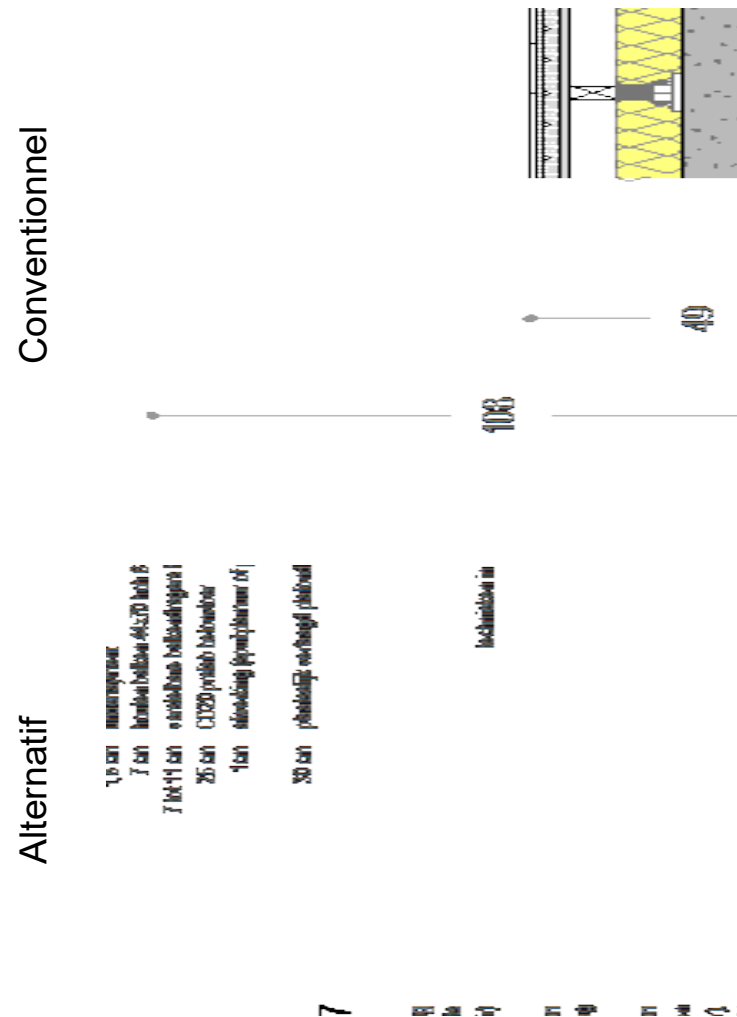
1000



Projet FRANTZEN et al architecten Top-up, Amsterdam- patch22.nl | Image Luuk Kramer



Planchers des étages en fonction de l'adaptabilité spatiale

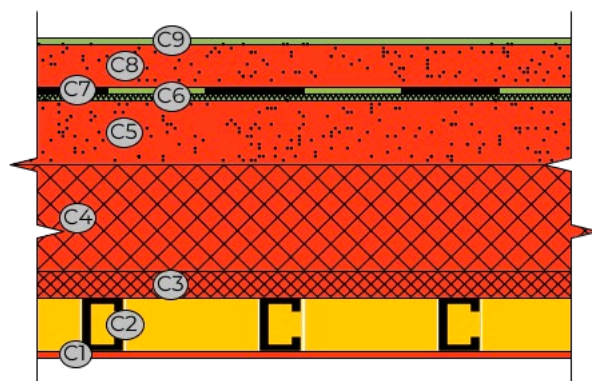




AU NIVEAU DES ÉLÉMENTS

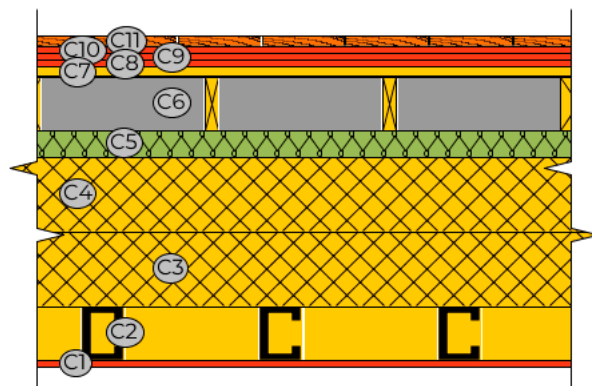
Planchers des étages en fonction de l'adaptabilité spatiale

Conventionnel



81,5 cm	35,45 mPt/m ²
1,3 cm parket: laminaat 7mm + XPS 6mm	12,59
8 cm zandcement chape	1,10
0,02 cm dichtingsfolie PE	0,07
1 cm akoestische mat (Insulit)	0,09
12 cm isolerende uitvullaag cement-EPS (betopor)	1,87
22 cm druklaag beton, ter plaatse gestort	9,52
6 cm predal	5,48
30 cm profielen gegalvaniseerd staal voor verlaagd plafond	3,97
1,25 cm beplating gipskarton	0,76

Alternatif



79 cm	20,06 mPt/m ²
2,2 cm parket: massief hardhout	2,74
1,25 cm gipsvezelplaat	0,71
2,5 cm 2 x gipsvezelplaat E22 met uitgefreesde vloerverwarming	1,42
1,8 cm underlayment OSB	1,14
10 cm houten balken hoh 60 cm	0,21
5 cm verstelbare balkendragers hoh 60 cm + 5 cm MW	0,84
25 cm CD20 prefab betonvloer	8,27
30 cm profielen gegalvaniseerd staal voor verlaagd plafond	3,97
1,25 cm beplating gipskarton	0,76

Entrepreneur sans expérience circulaire :

Finition résistante au feu (EI30)

panneaux en ciment et fibres de bois (par exemple Heraklith, €154/m²) par rapport aux plaques de plâtre (€97/m²)

Isolation du sol sur terre-plein

granulés de mousse de verre (122€/m²) vs. EPS (50€/m²)

Isolation contre l'humidité dans la zone des fondations

perles de mousse de verre (146€/m²) vs. XPS (€45/m²)

Isolation acoustique des sols ($\Delta L_w \geq 27$ dB)

panneau de cellulose 16 mm (€13/m² hors installation) vs. mousse synthétique (€10/m²) (épaisseur non mentionnée)

Revêtements de sol souples

caoutchouc 2 mm (€84/m²) vs. lino marbré 2,5 mm (€65/m²)

Seulement remplacer les matériaux n'est pas suffisant. La construction circulaire est un défi de conception à l'échelle du site et du bâtiment.



AU NIVEAU DU BÂTIMENT

Cas - TRiAS architecten - Sportsite Leest (Mechelen), information lors de l'avant-projet

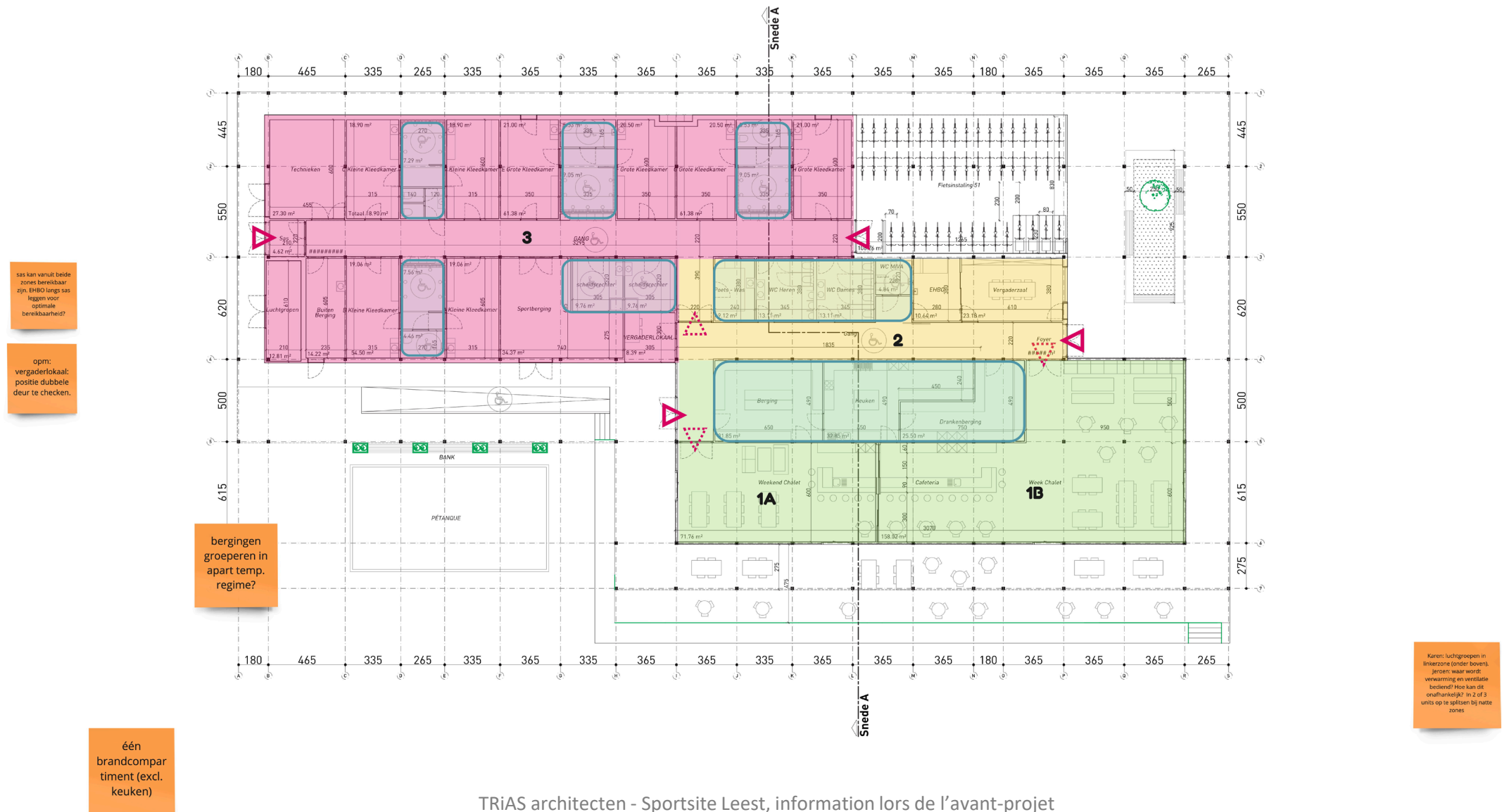


TRiAS architecten - Sportsite Leest, information lors de l'avant-projet



AU NIVEAU DU BÂTIMENT

Cas - TRiAS architecten - Sportsite Leest (Mechelen), information lors de l'avant-projet





RENFORCER LA FAISABILITÉ JUDICIEUSEMENT

Différents choix de conception
augmentent la faisabilité financière :

Types de conception spatiale

Longue durée de vie des
composants
Démontage ciblé

Valeur résiduelle
maximale



Mais il n'est pas certain aujourd'hui que cela se traduise réellement par une hiérarchie unique.
Après tout, chaque bâtiment a son propre horizon temporel et un bâtiment scolaire temporaire
exige des choix différents de ceux d'un immeuble urbain multifonctionnel.



RENFORCER LA FAISABILITÉ JUDICIEUSEMENT

GRO, en tant que cadre de durabilité, permet de mettre l'accent sur ces aspects et d'en contrôler l'ambition. En particulier :

BIN1 Akoestiek
BIN2 Thermisch comfort
BIN3 Binnenluchtkwaliteit
BIN4 Visueel comfort
SOC1 Erfgoedwaarde Vlaanderen
SOC1 Erfgoedwaarde Brussel
SOC2 Sociaal veilig ontwerpen
SOC3 Integrale toegankelijkheid
GEB1 Invloed van de gebruiker
ENE1 Energieprestatie Vlaanderen
ENE1 Energieprestatie Brussel
ENE2 Hernieuwbare energie
ENE3 Energiezuinige installaties

MAT1 Behoud van grondstoffen

MAT2 Materiaalkeuze

MAT3 Materialenpaspoort

WAT1 Waterverbruik

WAT2 Hergebruik van water

WAT3 Afvoer van water

OMG1 Biodiversiteit

OMG2 Impact op de omgeving

OMG3 Duurzaam werfbeheer

LCC1 Onderhoudsvriendelijk ontwerpen

LCC2 Schoonmaakbewust ontwerpen

LCC3 Energieverbruik

TOE1 Circulair en toekomstgericht ontwerpen

TOE2 Gebruik door derden

BEH1 Energiemonitoring





RENFORCER LA FAISABILITÉ JUDICIEUSEMENT

La collecte d'informations ciblées et l'établissement de liens constituent un moyen d'atténuer les risques et d'inspirer les partenaires.

OXY - Monitoring circularité
Récupération en vue du réemploi (OUT)

Catégories de réemploi

1. réemploi sur site
2. remise en circuit
3. donner
4. remis en circuit - obligation de moyens ("best efforts")

Bâtiment	Famille	Cods	Description (FR)	Quantité (m³)	Waste	Cycle pour 31-01
1	BPO	SAN	BPO SAN 403	Sèche-mains Dyson airblade	300	Donner
2	BXL	SAN	BXL SAN 001	Lavabo, Duravit		Donner
2	BPO	SAN	BPO SAN 302	Miroir simple		Donner
2	BXL	SAN	BXL SAN 301	Miroir double		Donner
2	BPO	LIG	BPO LIG 007	Différentes types de luminaires suspendus décolorés	50	Donner
2	BPO	LIG	BPO LIG 012	Luminaires suspendus	50	Donner
2	BXL	LIG	BXL LIG 008	Luminaire suspendu, rouge	50	Donner
3	BPO	NOC	BPO NOC 002	Stops annulaire	100	Donner
3	BPO	LIG	BPO LIG 008	Plafonniers suspendus en tôle d'aluminium "Guzzini"	100	Donner
3	BXL	NOC	BXL NOC 002	Stops annulaire		Donner
3	BPO	ELE	BPO ELE 002	Haut-parleur, Bosch		Donner
3	BPO	SAN	BPO SAN 401	Crochet mural double		Donner
3	BPO	LIG	BPO LIG 013	Luminaires suspendus décolorés en aluminium		Donner
3	BXL	SAN	BXL SAN 401	Crochet simple		Donner
3	BXL	SAN	BXL SAN 302	Miroir simple		Donner
3	BXL	SAN	BXL SAN 004	Lavabo, type 2		Donner
3	BXL	SAN	BXL SAN 005	Lavabo, type 3		Donner
3	BXL	SAN	BXL SAN 403	Tafelste porte-savon		Donner
3	BXL	SAN	BXL SAN 008	Lavabo, type 4		Donner
3	BPO	SAN	BPO SAN 404	Porte-manteau mural		Donner
3	BPO	SAN	BPO SAN 004	Lavabo, type "Duravit"		Donner
3	BPO	SAN	BPO SAN 005	Lavabo-mains en aluminium		Donner
3	BXL	SAN	BXL SAN 007	Lavabo-mains		Donner
4	BPO	LIG	BPO LIG 005	Plafonniers suspendus dalle LED cannelée		Donner
4	BXL	LIG	BXL LIG 005	Luminaires encastrés LED, dalle cannelée		Donner

De Brouckere
Preliminary inventory

Furnishing

LOT n°403
58 (m³)

LOT n°409
1194 (m³)

LOT n°411
188 (m³)

LOT n°412
332 (m³)

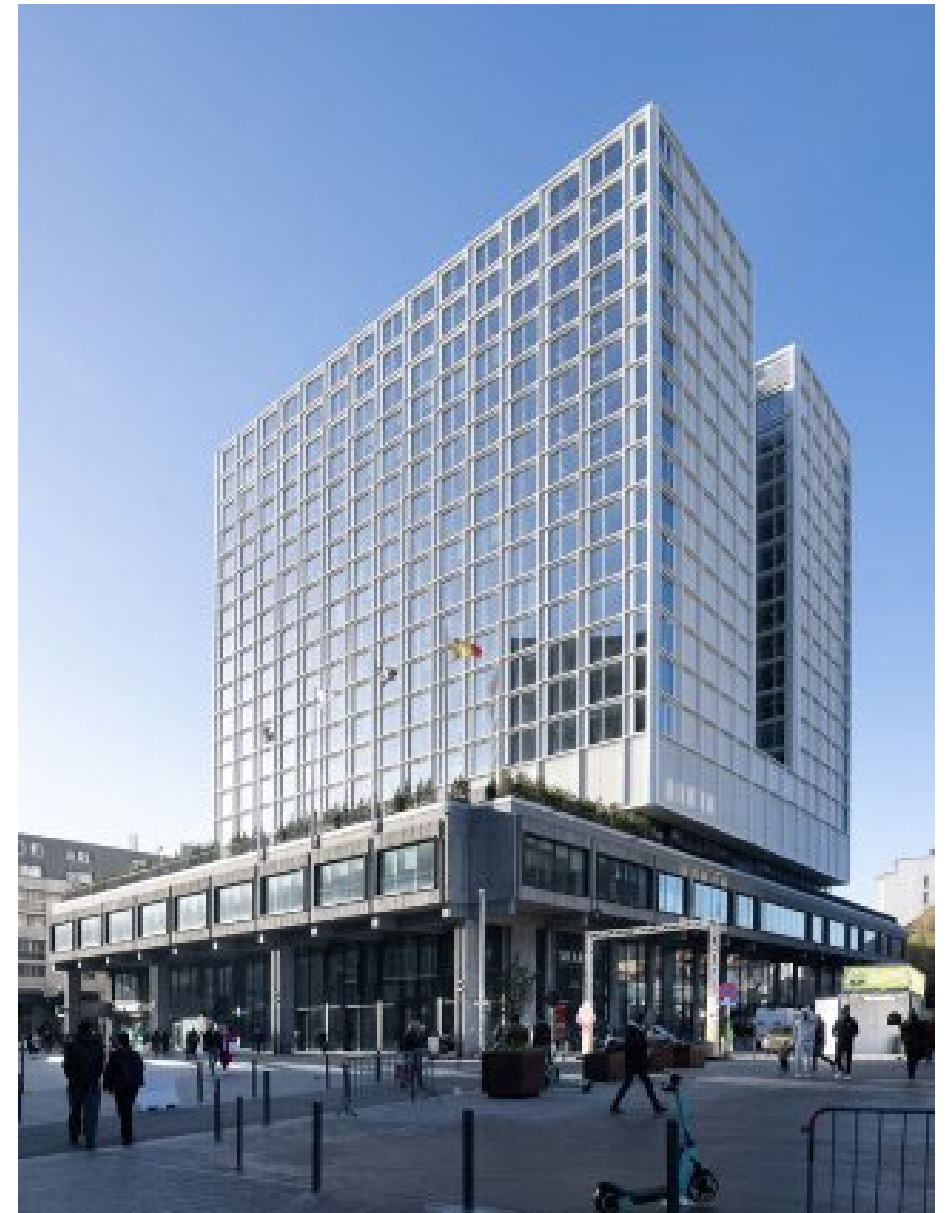
Hardware

pairs of door handles "New"

LOT n°404
42 (m³)

Ex. Inventaires

MULTI
VALÉRIE VERMANDEL
Whitewood





CONTACT

Waldo Galle

waldo.galle@vub.be



VUB Architectural Engineering & VITO Nexus

www.vub.be/arch/circulardesign

www.vito.be/nexus