

## **Mémoire de fin d'études : "Conception circulaire et réemploi en architecture, expertises et acteurs : le rôle du valoriste"**

**Auteur** : Fénard, Guillaume

**Promoteur(s)** : Possoz, Jean-Philippe

**Faculté** : Faculté d'Architecture

**Diplôme** : Master en architecture, à finalité spécialisée en art de bâtir et urbanisme

**Année académique** : 2020-2021

**URI/URL** : <http://hdl.handle.net/2268.2/12556>

---

### *Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---



---

UNIVERSITE DE LIEGE – FACULTE D'ARCHITECTURE

CONCEPTION CIRCULAIRE ET REEMPLOI EN ARCHITECTURE,  
EXPERTISES ET ACTEURS  
Le rôle du Valoriste

Travail de fin d'études présenté par Guillaume FENARD en vue de l'obtention du grade de  
Master en Architecture

Sous la direction de : Jean-Phillippe POSSOZ  
Année académique 2020-2021



# REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier sincèrement toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail de fin d'étude.

Tout d'abord, je remercie mon promoteur, Jean-Phillipe Possoz, pour ses conseils avisés qui ont permis de faire évoluer ma réflexion.

Je tiens également à remercier Frantz Daniaud, responsable de formation au sein de l'organisme Noria et compagnie, pour m'avoir partagé son expérience, ainsi qu'Élise Giordano, architecte au sein de l'Atelier Aïno, pour avoir pris le temps de répondre à mes questions.

En outre, je remercie toutes les personnes formidables que j'ai eu la chance de croiser durant mes années d'études et tout particulièrement mes colocataires qui ont rendu ces moments très agréables.

Enfin, un immense merci à ma mère et mon frère pour leur dévouement et leur relecture attentive, à ma famille qui m'a toujours soutenue.

# AVANT-PROPOS

Avant de rentrer dans le vif du sujet, il me paraît important d'expliquer la genèse de mon intérêt pour la question du réemploi dans la construction.

Cet intérêt est né lors de mon année d'étude Erasmus à Vienne, en Autriche, où la mobilisation de la population sur les enjeux climatiques est particulièrement forte. J'y ai donc amorcé une réflexion personnelle sur la pratique de l'architecture et son impact sur l'environnement.

Durant cette année académique, j'ai eu l'occasion de travailler sur un projet de requalification d'Eisenerz, une ville située dans une région montagneuse autrichienne. Cette ville était autrefois le siège d'une intense activité minière qui a défiguré le paysage. Aujourd'hui, Eisenerz souffre de l'exode de sa population. Près de la moitié des habitations ont été désertées et les autorités locales cherchent désespérément à attirer de nouveaux habitants. Avec mon groupe de travail, nous avons longuement réfléchi au devenir de tous ces bâtiments inhabités et aux nombreuses ressources qu'ils renferment. Pour redynamiser la ville, nous avons choisi de créer un centre de l'Économie Circulaire qui servirait d'exemple pour la région. Ce centre prendrait place dans une ancienne usine et serait accompagné d'une extension construite à partir des ressources trouvées dans la ville.

À mon retour à Liège, j'ai choisi de poursuivre l'atelier de Reconversion afin de prolonger ma réflexion concernant l'obsolescence du bâti. Le projet consistait à reconvertir un ancien parking surélevé. Contrairement à Eisenerz, le bâtiment n'est pas déserté parce que la population est partie, mais plutôt car la place de la voiture en ville tend à se réduire. Pour ce projet, nous avons imaginé une série de logements au sein de cet ancien parking. Cet exercice fut particulièrement difficile car les dimensions initiales étaient peu adaptées à l'accueil d'habitations.

Depuis Septembre, je suis de retour à Metz, en France. Durant cette année ponctuée de confinements et de couvre-feux, je me suis investi dans la vie associative de ma ville. J'ai eu l'occasion d'intégrer « La Fibre », une association militant pour le réemploi des matériaux sous toutes ses formes. À partir de Novembre 2021, je travaillerai dans l'association en tant qu'Ambassadeur du réemploi de matériaux dans l'architecture. Ce sera pour moi l'occasion d'approfondir les recherches qui vont suivre et de les diffuser à l'échelle locale.

Ce travail de fin d'études s'inscrit donc dans une démarche continue et est appuyé par une conviction personnelle.

_____	<b>REMERCIEMENTS</b>	_____	<b>2</b>
_____	<b>AVANT-PROPOS</b>	_____	<b>3</b>
_____	<b>INTRODUCTION</b>	_____	<b>6</b>
_____	<b>ETAT DE L'ART</b>	_____	<b>7</b>
<b>1.</b>	<b>L'économie circulaire</b>	.....	<b>7</b>
1.1.	Origine et définition	.....	7
1.2.	Les 7 piliers de l'économie circulaire selon L'ADEME	.....	9
1.3.	Les modes de traitement des déchets	.....	10
<b>2.</b>	<b>L'économie circulaire dans la construction</b>	.....	<b>12</b>
2.1.	CONCEVOIR ET CONSTRUIRE CIRCULAIRE	.....	14
2.1.1	Séparer les strates :	.....	15
2.1.2	Adaptabilité dans le temps :	.....	18
2.1.3	Design for Deconstruction (DfD) :	.....	22
2.1.4	Le choix des matériaux :	.....	24
2.1.5	Le passeport matériaux :	.....	26
2.2.	MODELES ECONOMIQUES D'UNE CONSTRUCTION CIRCULAIRE	.....	27
2.2.1	L'économie de la fonctionnalité :	.....	28
2.2.2	L'économie du partage ou économie collaborative :	.....	30
2.2.3	Le prolongement de la durée de vie :	.....	32
2.3.	URBAN MINING	.....	33
2.3.4	Le diagnostic ressource et la déconstruction sélective:	.....	35
2.3.4.1	L'inventaire ressource :	.....	36
2.3.4.2	La déconstruction sélective :	.....	37
2.3.5	Le recyclage :	.....	39
2.3.5.1	Downcycling :	.....	39
2.3.5.2	Upcycling :	.....	40
<b>3.</b>	<b>Le réemploi et le préparation au réemploi</b>	.....	<b>41</b>
3.1.	Définition:	.....	41
3.2.	Histoire du réemploi	.....	42
3.2.1	Une pratique millénaire :	.....	42
3.2.2	Une pratique peu à peu délaissée :	.....	43
3.2.3	Un regain d'intérêt :	.....	43
3.3.	Freins et leviers du réemploi	.....	45
3.3.1	Les freins :	.....	45
3.3.2	Les leviers :	.....	46
3.1.	Influence du réemploi sur l'emploi et les acteurs de la construction	.....	46
3.1.3	Une reconfiguration des acteurs de la constructions :	.....	47
<b>4.</b>	<b>Une filière en cours de structuration</b>	.....	<b>50</b>
4.1.	Les compétences sollicitées dans la démarche du réemploi :	.....	51
4.1.1	Le diagnostic PMD	.....	51
4.1.2	La déconstruction/dépose des éléments existants	.....	51
4.1.3	La préparation de la ressource en vue de son réemploi	.....	52
4.1.4	L'intégration des matériaux dans le nouveaux projets	.....	53

4.2.	La montée en compétence des acteurs.....	54
4.2.1	Un cas français: Bellastock.....	54
4.2.2	Un cas belge: Rotor.....	55
4.3.	Formation et métiers émergents :.....	56
5.	Conclusion et question de recherche.....	57
<b>_____ ETUDES DE CAS _____</b> .....		<b>58</b>
1.	<b>Méthodologie</b> .....	<b>58</b>
2.	<b>La formation TVRB</b> .....	<b>59</b>
2.1.	<b>Genèse et présentation de la formation</b> .....	59
2.1.1	Rôle du Technicien Valoriste des ressources du bâtiment :.....	60
2.1.2	Organisation de la formation .....	60
2.1.2.1	Les blocs de compétences attestés par France Compétences.....	60
2.1.3	Public et prérequis .....	61
2.1.4	La place de la formation en France.....	61
2.2.	Conclusion : Le portrait du Valoriste.....	62
3.	<b>Projet Hélios, Atelier Aïno</b> .....	<b>63</b>
3.1.	Présentation du projet.....	63
3.2.	Présentation des intervenants :.....	63
3.3.	La démarche de réemploi .....	65
3.3.1	Le diagnostic ressource.....	65
3.3.2	Projet Filidéchet.....	67
4.	<b>Le place du Valoriste:</b> .....	<b>68</b>
<b>_____ Conclusion générale _____</b> .....		<b>69</b>
<b>_____ Bibliographie _____</b> .....		<b>70</b>
<b>__ TABLE DES ILLUSTRATIONS __</b> .....		<b>72</b>
<b>_____ ANNEXES _____</b> .....		<b>73</b>

# INTRODUCTION

Depuis la révolution industrielle, la pression exercée par l'Homme sur son environnement n'a cessé d'augmenter de manière exponentielle. Selon certains géologues, nous sommes entrés dans l'Anthropocène. Il s'agit d'une période durant laquelle l'être humain est devenu un acteur majeur dans le changement de la biosphère.

Par conséquent, si nous voulons préserver notre environnement, il faut impérativement changer le mode de fonctionnement de notre société.

Aujourd'hui, le secteur du bâtiment est celui qui a le plus gros impact sur l'environnement. Il est, à la fois le plus gros consommateur de ressources et le plus gros producteur de déchets. Il est donc impératif que le secteur change de fonctionnement afin de limiter son impact sur l'environnement.

Le réemploi des matériaux dans la construction est une des pistes envisagées pour limiter les dégâts. Bien que cette pratique ne date pas d'hier, elle est en train de réapparaître progressivement. Cependant, la mise en pratique du réemploi de l'architecture bouleverse l'organisation traditionnelle du projet. Celle-ci requiert des compétences spécifiques qui devront être, absorbées par les acteurs actuels, soit par la création d'un nouveau métier.

La première partie de ce travail se basera sur un développement en entonnoir et permettra d'affiner nos connaissances sur un sujet précis, le réemploi dans la construction. Nous commencerons par développer les principes de bases de l'Économie circulaire, puis nous appliquerons ces principes au secteur de la construction. Ensuite, nous développerons en profondeur le sujet du réemploi des matériaux qui est une des thématiques de l'Économie circulaire dans la construction.

La seconde partie de ce travail cherchera à questionner l'apparition d'un nouveau métier issu de la filière du réemploi : le Technicien Valoriste du Bâtiment



# ETAT DE L'ART

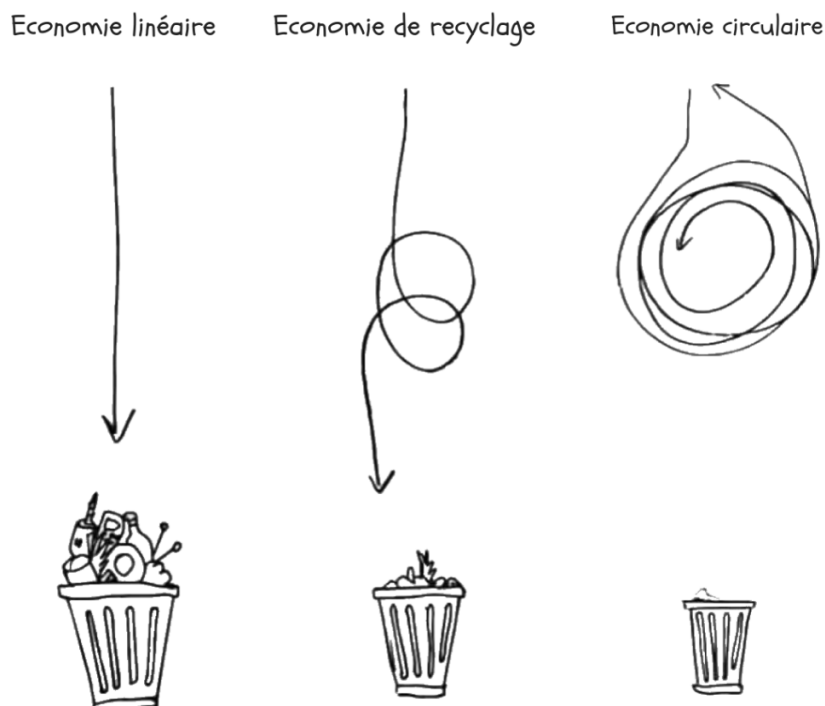
## 1. L'économie circulaire

### 1.1. Origine et définition

Notre société évolue aujourd'hui dans un modèle linéaire « Take, Make, Waste ». Cette approche, héritée de la révolution industrielle, se décompose en 3 phases : l'extraction de la matière, la transformation de la matière en produit et, finalement, la requalification du produit en déchet lorsque celui-ci n'a plus d'utilité aux yeux de la société.

L'économie circulaire, en opposition avec le modèle linéaire, propose une approche totalement différente. Celle-ci envisage les ressources dans un cycle fermé. Les « déchets » des uns constituent les ressources des autres, créant ainsi un cercle vertueux qui permettant de pérenniser le système. Ce modèle s'inspire du fonctionnement en boucle des écosystèmes naturels.

*« NON SEULEMENT LES ORGANISMES VIVANTS NOUS INSPIRENT, MAIS ILS SONT AUSSI PASSES MAITRE POUR PROSPERER GRACIEUSEMENT ET A LONG TERME SUR TERRE. ET SI IL Y A QUELQUE CHOSE QUE NOUS AVONS ETE DETOURNE PAR LA CIVILISATION INDUSTRIELLE, C'EST BIEN DE CE PRINCIPE » (BENYUS, 1997)*



Les premiers modèles d'économie circulaire font suite au rapport « The limit to Growth » appuyé par l'organisation du Club de Rome<sup>1</sup> en 1972. D'autres théories, apparues dans les années 1970, ont eu une influence sur l'apparition du concept d'économie circulaire.

On peut notamment citer la théorie d'économie régénérative développée par le paysagiste américain John T. Lyle. Celle-ci se base sur la notion de « régénération » qui décrit des processus visant à restaurer, renouveler ou revitaliser l'énergie et la matière nécessaire à la production, avec pour objectif de créer un système pérenne répondant aux besoins de la société tout en respectant l'intégrité de la nature.

Walter Stahel et Geneviève Reday développent dans le texte « *The potentiel for Substituting Manpower Energy* » les principes d'une économie fonctionnant en circuit fermé et son impact sur le marché de l'emploi, la croissance, l'extraction des ressources naturelles et la production de déchets.

Stahel développera plus tard le concept d'économie de la fonctionnalité dans son rapport « *The limits to Certainty. Facing Risks in the New Service Economy* », co-écrit avec Orio Giarini. En partant du constat que l'extractivisme n'est pas tenable sur le long terme, ils suggèrent que la solution serait de faire en sorte que les processus de croissance économique ne soient pas basés sur la consommation de matières, mais plutôt sur l'utilisation et la fonction des biens et services. Ce principe permet de réduire l'extraction intensive des ressources tout en favorisant la valeur d'usage et abolissant de fait l'intérêt de l'obsolescence programmée mise en place par les industriels soucieux de maximiser leurs profits.

Le terme d'économie circulaire fait son apparition la première fois en 1990 dans l'ouvrage « Economic of Natural Ressources and the Environnement » de David W. Pearce et R. Kerry Turner.

C'est seulement au début des années 2000 que le concept se démocratise, notamment avec le succès mondial de l'ouvrage « Cradle to Cradle » de William McDonough et Michael Braungart. Dans leur approche biomimétique, ils font la distinction entre les nutriments biologiques et techniques.

---

<sup>1</sup> Le Club de Rome est un groupe de réflexion réunissant des intellectuels de 52 pays ayant pour objectif de réfléchir aux problèmes liés à la croissance. Leur rapport « The limit of Growth » publié en 1972 annonce un effondrement de la civilisation si aucune action n'est entreprise

## 1.2. Les 7 piliers de l'économie circulaire selon L'ADEME

Selon l'ADEME<sup>2</sup>, l'économie circulaire se définit comme «*un système économique d'échange et de production qui, à tous les stades du cycle de vie des produits (biens et services), vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer l'impact sur l'environnement tout en développant le bien-être des individus*».

De cette définition découle l'identification de 7 piliers de l'économie circulaire répartis dans 3 domaines distincts décrit par l'ADEME comme suit :

### L'offre des acteurs économiques :

-L'approvisionnement durable : concerne le mode d'exploitation/extraction des ressources. Il vise à une exploitation efficace des ressources en limitant les rejets d'exploitation et l'impact sur l'environnement notamment dans l'exploitation des matières énergétiques et minérales (mines et carrières) ou dans l'exploitation agricole et forestière tant pour les matières/énergies renouvelables que non renouvelables.

-L'éco-conception : vise, dès la conception d'un procédé, d'un bien ou d'un service, à prendre en compte l'ensemble du cycle de vie en minimisant les impacts environnementaux

-L'écologie industrielle et territoriale : vise à optimiser les ressources sur un territoire, qu'il s'agisse d'énergies, d'eau, de matière, de déchets mais aussi d'équipements et d'expertises, via une approche systémique s'inspirant du fonctionnement des écosystèmes naturels.

-L'économie de la fonctionnalité : privilégie l'usage à la possession et tend à vendre des services liés aux produits plutôt que les produits eux-mêmes.

### La demande et les comportements des consommateurs :

La consommation responsable : doit conduire l'acheteur, qu'il soit acteur économique (privé ou public) ou citoyen consommateur, à effectuer son choix en prenant en compte les impacts environnementaux à toutes les étapes du cycle de vie du produit.

L'allongement de la durée d'usage : par le consommateur conduit au recours à la réparation, à la vente ou don d'occasion, ou à l'achat d'occasion dans le cadre du réemploi ou de la réutilisation

### La gestion des déchets :

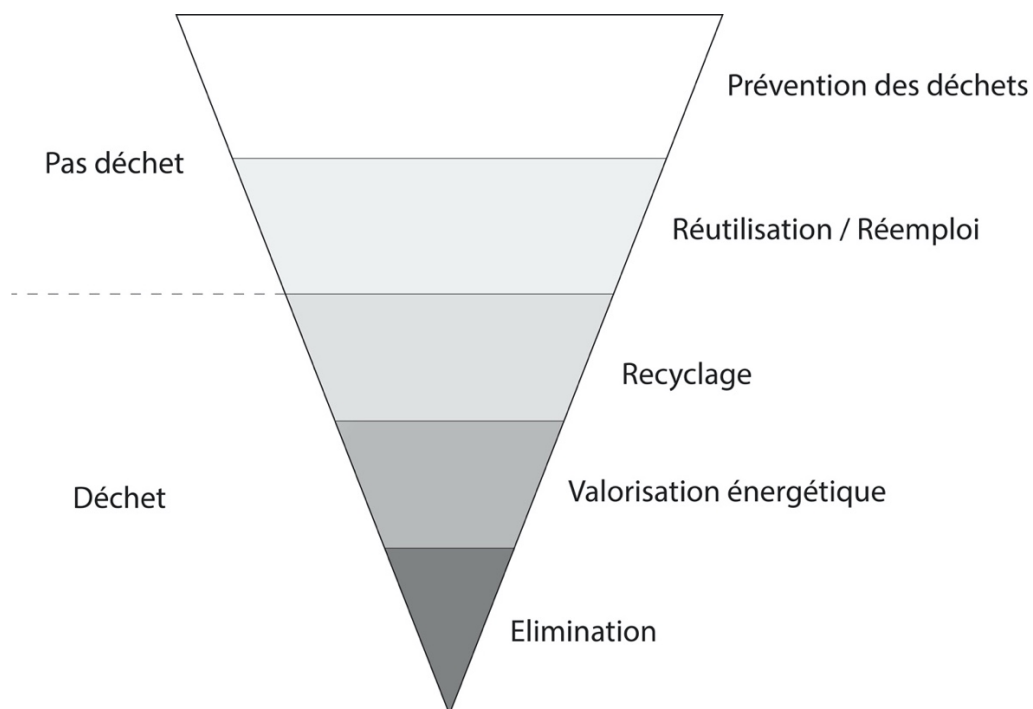
Recyclage : vise à utiliser les matières premières issues de déchets

---

<sup>2</sup> L'ADEME ou Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Environnement est un établissement public œuvrant à la politique publique dans le domaine de l'environnement <https://www.ademe.fr/expertises/economie-circulaire#:~:text=Selon%20l'ADEME%2C%20l',en%20d%C3%A9veloppant%20le%20bien%20%C3%AAtre>

### 1.3. Les modes de traitement des déchets

Le gouvernement français a mis en place, au sein de l'article L.541-1 II du code de l'environnement, une hiérarchie des modes de traitement des déchets permettant ainsi de créer un socle juridique incitant la réduction des déchets, favorisant le réemploi et le recyclage au détriment de la valorisation énergétique et l'élimination. Cette hiérarchie classe les modes de traitement du plus bénéfique, la prévention des déchets, au plus dommageable pour l'environnement, l'élimination. L'article permet aussi de définir les limites du statut de « déchet »



*Figure 1: Hiérarchie des traitements des déchets (source : auteur, inspiré de l'article L-541-1 II du code de l'environnement)*

Trop souvent, le recyclage est confondu avec le réemploi ou la réutilisation. Ce sont pourtant des pratiques bien différentes. Jean-Marc Huygens, quant à lui, différencie trois actes de récupérations distinctes : la réutilisation, qui consiste à se resservir de l'objet dans son usage premier ; le réemploi, qui consiste à se resservir de l'objet dans un autre usage ; le recyclage, qui introduit la matière dans un nouveau cycle »

Ces différentes pratiques permettent une récupération plus ou moins complète de l'information enfermée dans les objets. La réutilisation permet de conserver la fonction de l'objet, le réemploi permet de conserver la forme et le recyclage permet de conserver la matière. (Choppin & Delon, 2014)

### L'élimination :

L'élimination des déchets est le mode de traitement le plus dommageable au niveau environnemental. Il s'apparente, soit par l'incinération sans valorisation énergétique, soit par le stockage ou l'enfouissement. Cette méthode est utilisée pour les déchets ultimes, c'est à dire ceux ne pouvant pas être traités ou valorisés dans des conditions techniques ou économiques viables selon les méthodes contemporaines.

### La valorisation énergétique :

La valorisation énergétique consiste à utiliser le pouvoir calorifique des déchets ne pouvant être ni réemployés, ni recyclés. Différents procédés, adaptés selon les déchets, permettent de valoriser l'énergie des matériaux. Nous trouvons par exemple l'incinération, la méthanisation ou encore la gazéification.

### Le recyclage :

Le recyclage consiste en toute opération de valorisation par laquelle les déchets, y compris les déchets organiques, sont retraités en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins. Le recyclage permet ainsi de créer des substituts servant à la fabrication de nouvelles matières.

### Le réemploi / La réutilisation :

Le réemploi est une opération qui consiste à utiliser à nouveau un déchet pour un usage détourné.

Ex: Composition de fenêtre (Conseil de l'Union Européenne, Bruxelles, Phillippe Samyn, 2016)

La réutilisation est une opération qui consiste à utiliser à nouveau des biens pour un usage identique à celui pour lequel il a été conçu.

Ex : Des portes utilisées comme bardage (Pavillon circulaire, Encore Heureux, 2015)

### La prévention :

La prévention comprend toutes les mesures permettant d'éviter la génération de déchets, celles-ci concernent à la fois les consommateurs et les producteurs.

## **2. L'économie circulaire dans la construction**

D'après la commission Européenne (2018), le secteur du bâtiment est responsable de :

- 50% du total des ressources exploitées
- 36% des déchets produits (poids)
- 42% de la consommation totale d'énergie
- 35% des émissions de gaz à effet de serre
- 30% de la consommation d'eau

En France le secteur du BTP est le plus gros consommateur de ressources et d'énergie ainsi le plus gros générateur de déchets, avec 227 millions de tonnes produites en 2014 dont 40 millions de tonnes<sup>3</sup> pour le secteur du bâtiment.

Les déchets générés par le secteur de la construction/démolition sont produits tout au long du cycle de vie du bâtiment, y compris durant les phases de planification et de conception lorsqu'il y a un manque de considération pour les questions de gestion et de réduction des déchets.(Esa et al., 2017).

Le principal problème est lié au fait que l'industrie de la construction suit encore le modèle linéaire « Take, Make, Waste ». Dans ce modèle, les phases sont caractérisées par l'extraction de matières premières transformées par la suite en matériaux de constructions puis assemblées sur le site de construction. Dans une majorité des cas, l'assemblage des matériaux est réalisé de telle sorte qu'ils sont impossibles à déconstruire sans en détruire leur intégrité. A la fin du cycle de vie du bâtiment, ces matériaux rendus obsolètes seront, soit entreposés en décharge, soit incinérés.

Dans une approche basée sur le concept général d'économie circulaire présentée par *Ellen Macarthur*, les matériaux de constructions sont retenus dans une boucle permettant de prolonger la vie du matériaux au maximum. Ce principe permet de réduire la pression exercée sur les ressources naturelles tout en limitant l'énergie dédiée à l'extraction et la transformation de la matière première en produit fini.

---

<sup>3</sup> <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/entreprises-du-btp-2275-millions-de-tonnes-de-dechets-en-2014>

Selon l'étude monographique « Innovation Paper » réalisé par la CSTC (Romnée & Vrijders, 2018), l'économie circulaire dans la construction peut être catégorisée en trois principales thématiques ; **(1) Concevoir et construire circulaire, (2) Modèles économiques d'une construction circulaire, (3) Urban mining.** Chacune de ces catégories est subdivisée en chapitre, permettant de structurer plus finement les nombreuses approches de l'économie circulaire.

### **1 Concevoir et construire circulaire**

- Séparer les strates
- Permettre l'adaptabilité dans le temps
- Le choix des matériaux
- Le passeport matériaux
- Design for Deconstruction

### **2 Modèles économiques d'une construction circulaire**

- L'économie de la fonctionnalité
- L'économie du partage
- Le prolongement de la durée de vie (d'utilisation)

### **3 Urban Mining**

- La déconstruction sélective
- Le recyclage
- L'upcycling
- Le réemploi et préparation au réemploi

Afin d'acquérir des clés de compréhension sur le sujet de l'économie circulaire appliquée au bâtiment, la suite du travail détaillera chaque partie catégorisée par l'étude monographique. La section consacrée au réemploi et préparation au réemploi sera détaillée davantage dans un chapitre dédié.

## **2.1. CONCEVOIR ET CONSTRUIRE CIRCULAIRE**

La pandémie de Covid 19, apparue en Mars 2020, nous a montré que nos habitudes de vie, que ce soit dans la sphère privée ou professionnelle, peuvent changer rapidement.

Le télétravail, pour citer un des exemples les plus marquants de notre époque, permet aux entreprises de décentraliser le lieu de travail, laissant ainsi la possibilité aux employés de travailler depuis leur domicile ou dans des espaces de coworking. Ce changement n'est pas sans conséquence sur l'usage des espaces et pose de nombreuses questions sur l'avenir des lieux que l'on conçoit.

Les bâtiments peuvent devenir obsolète pour des raisons techniques, esthétiques ou fonctionnels. Lorsque ceux-ci tombent en désuétude, il devient alors nécessaire de l'adapter ou de le démolir.

Seulement, les bâtiments sont des assemblages complexes, ils sont actuellement conçus pour être construits et utilisés, sans (ou avec peu) de considération sur la manière dont ils peuvent être adaptés et réaménagés ou déconstruits en fin de vie (Romnée & Vrijders, 2018). Par conséquent, chaque modification du bâtiment pendant sa durée de vie ou lors de la démolition requiert d'importantes dépenses énergétiques, tout en créant un gros volume de déchets.

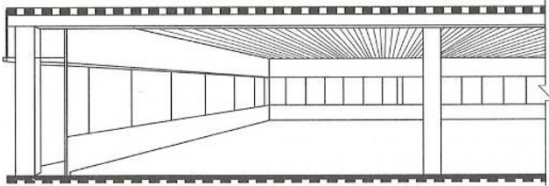
Concevoir un bâtiment plus flexible et adaptable permet de conserver sa valeur le plus longtemps possible tout en évitant qu'il ne devienne obsolète.

Différents principes permettent de rendre un bâtiment plus flexible et moins sujet à l'obsolescence ; **la séparation des strates, L'adaptabilité dans le temps, le Dfd (Design for deconstruction), le choix des matériaux et le passeport matériaux.**

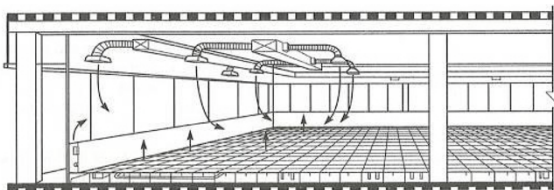


### 2.1.1 Séparer les strates :

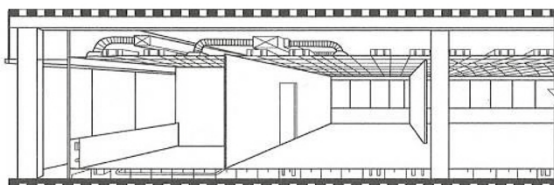
Dans les années 70', l'architecte Franck Duffy observe qu'un bâtiment peut être divisé en différentes couches, chacune possédant une durée de vie différente. Ce principe qu'il appellera « shearing layers » sera repris et étoffé par Steward Brand dans son livre intitulé « How building learn : What happens after they're built ». Duffy distinguera 4 couches ; (1) Shell, (2) Services, (3) Scenery, (4) Set



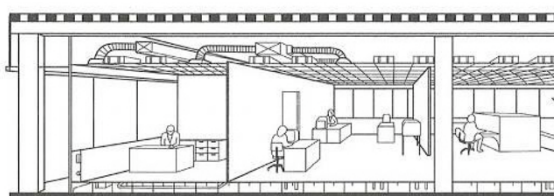
1. « Shell » représente la structure du bâtiment, cette partie a une durée de vie **égale** à celle du bâtiment car il est très difficile de la modifier.



2. « Services » représente les services, comprenant ; les réseaux électriques, la plomberie, la ventilation, les ascenseurs, les systèmes de chauffage. Cette couche a une durée de vie d'environ **15 ans**.



3. « Scenery » représente le scénario, il s'agit des cloisons légères, des faux plafonds/planchers. Cette couche, directement lié à l'usage de l'espace a une durée de vie courte, estimée à **5-7 ans**



4. « Set » désigne la position des éléments mobiles présents dans un bâtiment, que ce soit les usagers ou les meubles. Cette couche opère sur une courte durée de **quelques semaines ou mois**.

Figure 2: Franck Duffy, *Shearing Layers*  
(Source: Brand, 1994)

Dans son livre intitulé « How building learn : What happend after they're built », Steward Brand illustre l'évolution des bâtiments ainsi que leur évolution à travers le temps. Il s'intéresse à la manière dont les bâtiments s'adaptent aux changements sur de longues périodes de temps. Brand élargira le concept de « Shearing layers » développé par Duffy en y ajoutant 2 couches supplémentaires. (figure 3)

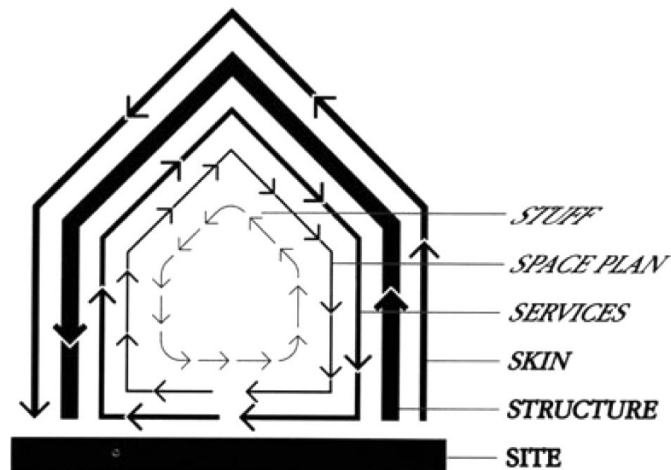


Figure 3: Shearing layers of change  
(Source: Brand, 1994)

Dans le schéma tiré de son livre, Brand représente les différentes couches d'un bâtiment avec des flèches plus ou moins épaisses selon la durée de vie de celles-ci. En plus des 4 couches identifiées par Duffy, il ajoutera le « Site » qui représente le terrain sur lequel est construit le bâtiment. Celui-ci est considéré comme éternel. Il ajoutera ensuite la couche « Skin », représentant l'« enveloppe » du bâtiment. Cette partie comprend toute les parties en contact avec l'extérieur, tels que les bardages qui doivent être changés plus régulièrement à cause du contact direct avec les perturbations météorologiques.(Brand, 1995)

*« Site dominates the Structure, which dominates the Skin, which dominates the Services, which dominates the Space Plan, which dominates the Stuff. » (Brand, 1995)*

Steward Brand aborde la durée de vie des éléments en fonction de leur niveau de fonctionnalité et d'usage. Certains chercheurs ajoutent à cette conception la durée de vie technique des éléments constitutifs d'un bâtiment. Dans sa thèse réalisée en 2017, Elma Durmisevic résumera cette pensée par cette phrase :

*« Spécifier les bâtiments à travers des niveaux fonctionnels n'aborde qu'une seule facette de la question de la transformation et admet que le désassemblage est nécessaire parce que les différents composants d'un bâtiment ont différents cycles de vie au niveau des usages. Cependant, il existe une autre facette, la question des cycles de vie techniques »*

Selon le rapport « Vers une économie circulaire dans la construction » de la CSTC, considérer un bâtiment comme un ensemble de couches ayant des durées de vie distinctes présente plusieurs avantages :

- Faciliter le séquençage des tâches lors de la construction. Comme nous l'avons vu précédemment, le site précède la structure qui précède l'enveloppe qui précède elle-même l'aménagement intérieur.
- Rendre les composants de courte durée de vie accessibles pour la maintenance et ainsi faciliter un éventuel remplacement.
- Faciliter les phases de rénovation (partielles ou complètes) en permettant de retirer les strates séparément et de s'assurer que les autres strates ne sont pas endommagées.

### 2.1.2 Adaptabilité dans le temps :

Un bâtiment est adaptable s'il peut être modifié efficacement durant la conception, la construction et l'exploitation afin d'être mis en conformité avec les nouveaux besoins et désirs des occupants tout en offrant la possibilité de réemployer et réutiliser les composants et matériaux du bâtiment en fin de vie. (Romnée & Vrijders, 2018). On distinguera ici :

-La réversibilité fonctionnelle, se définit comme la « capacité programmée d'un ouvrage neuf à changer facilement de destination grâce à une conception qui minimise, par anticipation, l'ampleur et le coût des adaptations » (Rubin, 2017)

-La réversibilité structurelle quant à elle se définit comme « une approche de conception qui soutient le processus futur de démantèlement et de récupération des bâtiments, et de leurs systèmes, produits et matériaux sans causer de dommages aux composants-mêmes ni aux parties environnantes. » (Rubin, 2017)

C'est au XXème siècle que les réflexions portées sur l'adaptabilité dans la construction prennent leur essor. Dans un contexte tumultueux d'après-guerre, certains architectes orientent leurs recherches sur les concepts de flexibilité et de déconstructibilité, posant ainsi les prémices des concepts actuels de bâtiment réversible. Nous pouvons, entre autres, citer les travaux du Corbusier avec la structure Domino (Figure 2) ainsi que ceux de Jean Prouvé et ses maisons portiques (Figure 6 et 7).

#### Le Corbusier : La structure Dom-ino

En 1914, le Corbusier observe les destructions massives ayant eu lieu en Flandres. Tout comme la guerre ne devait durer que 3 mois, la reconstruction des villages ne devrait pas être plus longue. C'est pourquoi, il développe un principe constructif basé sur la standardisation et la préfabrication permettant d'accélérer la construction tout en abaissant le niveau de compétence exigé sur le chantier (Rubin, 2017). L'ossature imaginée se détache de toute fonction interne. Ainsi, les façades et le plan ne sont plus contraints par la structure, ce qui permet d'obtenir une grande flexibilité dans l'aménagement, que ce soit dans le partitionnement des espaces que dans les ouvertures en façades. Nous retrouvons là un des principes de la réversibilité fonctionnelle.

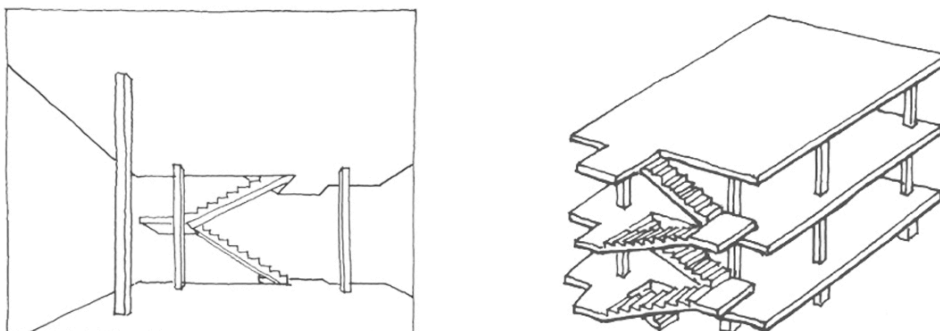


Figure 4 : La maison Dom-ino (Source: Construire réversible, Canal architecture, 2017)

Les préoccupations de l'après-guerre étaient de répondre rapidement au besoin de nouvelles constructions. La notion de réversibilité structurelle n'était donc pas un enjeu aussi important qu'aujourd'hui, comme le montre l'actuelle difficulté à adapter les bâtiments construits à l'époque, que ce soit du point de vue normatif ou fonctionnel.

Aujourd'hui, les préoccupations sont davantage portées sur l'environnement avec la lutte contre l'obsolescence des usages et des constructions, représentant un des piliers de l'économie circulaire.

Dans l'ouvrage « Construire circulaire », le collectif Canal architecture dresse une série de 7 principes permettant de faciliter la mise en place d'une réversibilité fonctionnelle dans les nouvelles constructions. Le principal problème, auquel se heurte la réversibilité tient de « l'accumulation des normes et règlements souvent contradictoires qui régissent aujourd'hui la construction des différents types de programme, notamment celle des bureaux et celle des logements ». (Rubin, 2017)

En effet, que ce soit par rapport aux normes d'incendie, d'ensoleillement, de hauteurs, d'accessibilité ou encore de relation à l'environnement, les différents programmes ne sont pas soumis aux mêmes contraintes. Ceci pose souvent problème lorsque l'on souhaite changer l'affectation d'un bâtiment existant.

En partant de ce constat, le collectif a tenté de mettre en place des « compromis gratifiants » qui permettraient de rendre compatibles différents modes d'habiter et d'usages en apparence incompatibles. Les 7 principes identifiés portent sur des caractéristiques techniques, structurelles et spatiales des bâtiments ; (1) *L'épaisseur du bâtiment*, (2) *La hauteur des étages*, (3) *la circulation*, (4) *le procédé constructif*, (5) *la distribution des réseaux*, (6) *l'enveloppe ainsi que les (7) doubles niveaux*.

Pour illustrer leurs propos, ils ont créé une situation fictive à partir d'un bâtiment de 60m de long, 13m de large et s'élevant sur 6 niveaux. Le projet permettrait d'accueillir à la fois des bureaux ou des logements, dans le respect des contraintes spécifiques à chaque usage.

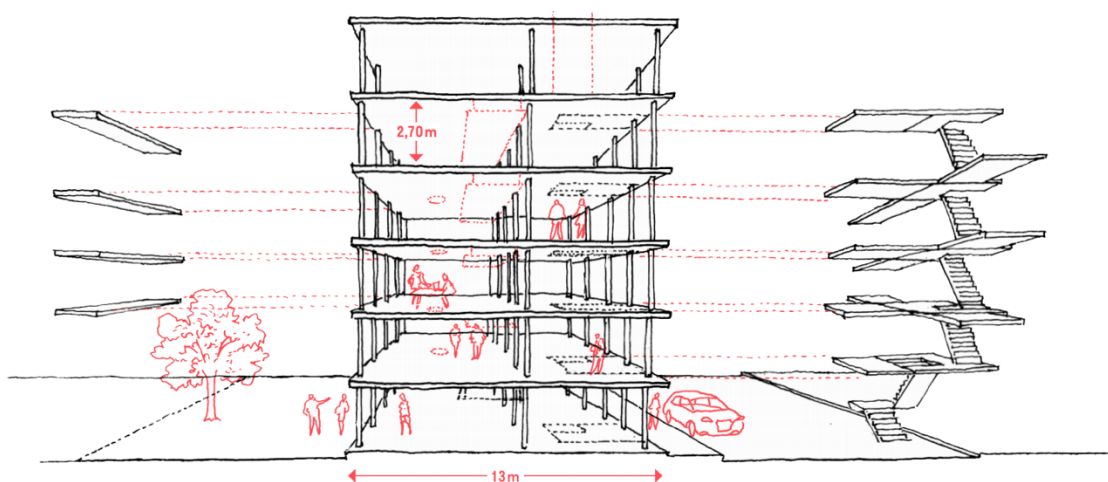


Figure 5: Interprétation des 7 principes (Source: Construire réversible, Canal architecture, 2017)

- 1) L'épaisseur du bâtiment est fixée à 13m afin d'éviter les couloirs séparatifs pour les logements, les noyaux techniques centraux dans le cas de bureaux et ainsi d'obtenir un éclairage naturel traversant.
- 2) La hauteur des étages est fixée à 2,70m, cette dimension est un compromis entre la hauteur que l'on retrouve régulièrement dans les cas de bureaux (3,30m) et celle des logements (2,50m). Pour les habitations, cela permet d'apporter davantage de confort grâce à des volumes plus importants et un gain de lumière naturelle. Pour les bureaux, cela permet de gagner 1 étage à partir du 4<sup>ème</sup> niveau.
- 3) La circulation est extérieure, organisée en placette et pontons, permettant d'étalonner les distances réglementaires prévues pour les issues de secours. Cette distance est de 15m pour les logements et 40m pour les bureaux. Les sorties seront placées de telle sorte que les distances conviennent aux deux fonctions.
- 4) Du point de vue structurel, le collectif Canal propose dans son projet fictif d'opter pour un système poteau-dalle. En comparaison aux traditionnelles façades porteuses ou encore aux poteaux poutres, ce système permet de réduire l'empreinte carbone tout en optimisant la flexibilité des plateaux. Les poutres étant noyées dans la dalle, celles-ci ne représentent plus un obstacle, permettant ainsi d'obtenir un plan et un plafond libre.
- 5) La distribution des réseaux techniques est organisée autour de la circulation verticale grâce à des percements prévus dans le plancher préfabriqué. Les réseaux gravitaires sont accessibles à tous les étages au niveau des placettes. Pour les bureaux, le réseau électrique s'organise autour d'un faux plafond central facilement accessible qui est le point de départ d'antennes mobiles permettant la flexibilité dans l'agencement des espaces de travail. Pour les logements, les réseaux indépendants sont intégrés à chaque logement dans les cloisons pré-équipées.
- 6) Toujours dans une intention de flexibilité, l'enveloppe affiche un caractère hybride aux différentes affectations du bâtiment et permet d'assurer que les normes environnementales soient respectées. La façade est dressée sur une ossature en bois, les matériaux apparents sont disponibles dans une large variété de finitions permettant de s'adapter au contexte. Enfin, la conception des façades permettra une réversibilité aisée grâce à la possibilité de déposer et remplacer chaque module par une équipe d'intervention légère. Ce système s'apparente au principe de Design for Deconstruction ainsi que de l'économie de la fonctionnalité.

- 7) Dans un souci d'adaptabilité à son environnement, la mise en place de double niveau dans le projet peut présenter des avantages. Le rez-de-chaussée du bâtiment pourrait s'associer au R+1 afin d'accueillir diverses fonctions liées à l'espace publique telles que des commerces, des services. Dans la configuration de bureaux, le RdC associé au R+1 permettrait de s'adapter aux nouvelles pratiques de travail nécessitant des espaces plus ouverts. Quant au logement, la double hauteur permettrait d'imaginer des habitations se rapprochant d'une maison de ville en termes de confort et d'accessibilité. Cette même logique peut être répétée à différents endroits du bâtiment, notamment au niveau de la toiture avec un toit-terrasse accessible pour les usagers.

*“Dans un contexte sociétal, économique et immobilier où la pénurie de logements est concomitante à la vacance de millions de mètres carrés de bureaux pour cause d'obsolescence [...] ce principe pourrait être une des réponses à l'endémique crise de l'habitat” Patrick Rubin, Canal architecture*

*Il est important de noter que cet exemple est la représentation idéalisée d'un système adaptable et de ce fait ne répond pas à un contexte particulier et est difficilement applicable dans le cas de rénovation/reconversion d'anciens bâtiments. Il apporte néanmoins des pistes de réflexions intéressantes pour la conception architecturale.*

### 2.1.3 Design for Deconstruction (DfD) :

Comme nous l'avons vu précédemment, un bâtiment n'est pas un objet figé dans le temps. Il évolue selon les usages, les modes, ou encore les normes. (Rubin, 2017). De plus, un bâtiment peut être envisagé selon un ensemble de couches d'éléments de construction ayant une durée de vie fonctionnelle et technique différentes ((Brand, 1995; Durmisevic, 2006). Dans un souci de circularité, les concepteurs de projet peuvent « implémenter, à l'échelle de leurs projets, une série de mesures qui anticipent et facilitent l'adaptation des édifices aux changements, y compris le démontage de leurs constituants en vue du réemploi »(Ghyoot et al., 2018).

Le Dfd (design for disassembly) est un concept permettant de rendre la déconstruction sélective techniquement et économiquement viable (Durmisevic, 2006). Dans un guide publié en 2005 dans la Royal Australian Institute of Architects, Philip Crowther dresse une série de 27 principes permettant de mettre en place la pratique du Dfd dans un projet. Il identifie ces principes en étudiant une multitude d'exemples de projets architecturaux historiques et contemporains ayant été désassemblés ou ayant été conçus dans ce sens.

#### Exemple historique d'application du principe DfD : La maison portique de Jean Prouvé

La maison portique de Jean Prouvé s'appuie sur un principe de standardisation et de préfabrication de ces éléments. À partir de 1939, il développera un système de construction démontable parfaitement adapté à un déploiement d'urgence. Une commande sera faite au lendemain de la guerre pour les régions Lorraine et Franche-Comté. (figure 3)

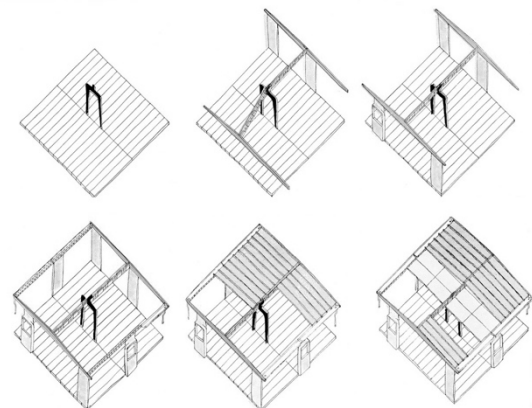


Figure 7: Montage maison portique (source patrickseguin.com)

En plus de proposer une grande liberté dans l'aménagement des intérieurs et des façades, le principe structurel permet une réversibilité structurelle. Selon Nicola Delon du collectif Encore Heureux, « il faut aller plus loin que la conception réversible. C'est ce que Jean Prouvé appelait l'anticipation de la déconstruction. On dessine un bâtiment de façon à pouvoir le démonter pour récupérer la matière et potentiellement en faire de nouvelles choses ».



Figure 6: Interieur maison "Métropole" (source: galerie Patrick Seguin)



Cette étude a permis de mettre en évidence des solutions et difficultés communes à la mise en place du Dfd. Ces principes peuvent être répartis selon différents thèmes tels que les matériaux, le design, les assemblages, la manutention ou encore l'information.

THEMES	
Matériaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliser des matériaux recyclés ou recyclables</li> <li>- Minimiser le nombre de type de matériaux</li> <li>- Éviter les matériaux toxiques</li> <li>- Éviter les matériaux composites</li> <li>- Éviter les finitions non-nécessaires</li> </ul>
Design	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concevoir des projets modulables</li> <li>- Utiliser un système de construction ouvert permettant d'interchanger librement les composants</li> <li>- Utiliser des techniques de construction compatibles avec les standards, simples et low-tech</li> <li>- Séparer les strates (structure, 2<sup>nd</sup> œuvre, services...)</li> <li>- Permettre un désassemblage parallèle plutôt que séquentiel.</li> <li>- Utiliser une grille structurelle</li> <li>- Utiliser un système de préfabrication et de production en série des différents composants</li> </ul>
Assemblage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliser des connections mécaniques plutôt que chimiques</li> <li>- Favoriser les assemblages mono-matériaux</li> <li>- Utiliser un minimum de points d'attache et de connecteurs</li> <li>- Prévoir des connexions pouvant assumer les démontages/montages successifs</li> </ul>
Manutention	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prévoir un accès à toutes les parties du bâtiment et ses composants</li> <li>- Faire en sorte que la taille des composants et matériaux employés soient adaptée à chaque étape de manutention.</li> <li>- Faciliter la manipulation des éléments pour l'assemblage et le désassemblage.</li> <li>- Prévoir une plus grande tolérance aux contraintes liées aux successives manipulations</li> <li>- Utiliser des matériaux et composants légers</li> <li>- Prévoir un stockage de pièces de rechange sur site</li> </ul>
Information	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifier clairement et de manière permanente les types de matériaux</li> <li>- Permettre l'identification permanente des types de composants</li> <li>- Identifier clairement les points de désassemblage</li> <li>- Archiver toutes les informations sur le système constructif et les procédures d'assemblage/désassemblage.</li> </ul>

Tableau 1: Les principes du Dfd par Philip Growther, répartis par thème (source: auteur)

### 2.1.4 Le choix des matériaux :

Dans un projet d'architecture, le choix des matériaux occupe une place importante dès la conception. Lorsque l'on souhaite appliquer le principe d'économie circulaire à un projet, il est essentiel de faire attention à différents aspects des matériaux tels que leur qualité technique, leur aspect esthétique, leur impact environnemental, le confort, l'accessibilité, leur provenance. En plus de tous ces aspects, il est important de prendre en considération la fin de vie de ces matériaux (Romnée & Vrijders, 2018).

En 2002, McDonough et Braungart sortent leur ouvrage *Cradle to Cradle*. Dans celui-ci, ils s'inspirent du système biologique naturel en l'appliquant au secteur industriel. Ils identifient deux cycles de nutriments distincts dans lesquels peuvent s'inscrire les matériaux, *les nutriments biologiques* et *les nutriments techniques*. (figure 8)

Le « métabolisme biologique » est celui que l'on retrouve dans la nature. Les matériaux et produits sont considérés comme des *nutriments biologiques*. Lorsqu'ils arrivent en fin de vie, ils servent de nourriture à d'autres organismes et rejoignent ainsi le cycle biologique. Ce métabolisme comprend tous les matériaux et produits organiques.

Dans le « métabolisme technique », les matériaux sont considérés comme des nutriments techniques. Tout comme dans le métabolisme biologique, les nutriments techniques suivent leur propre cycle. Cependant, les nutriments techniques sont composés de matériaux et produits inorganiques ou synthétiques, ils ne seront pas digérés naturellement à la fin de leur vie mais plutôt recyclés. (Braungart & McDonough, 2009)

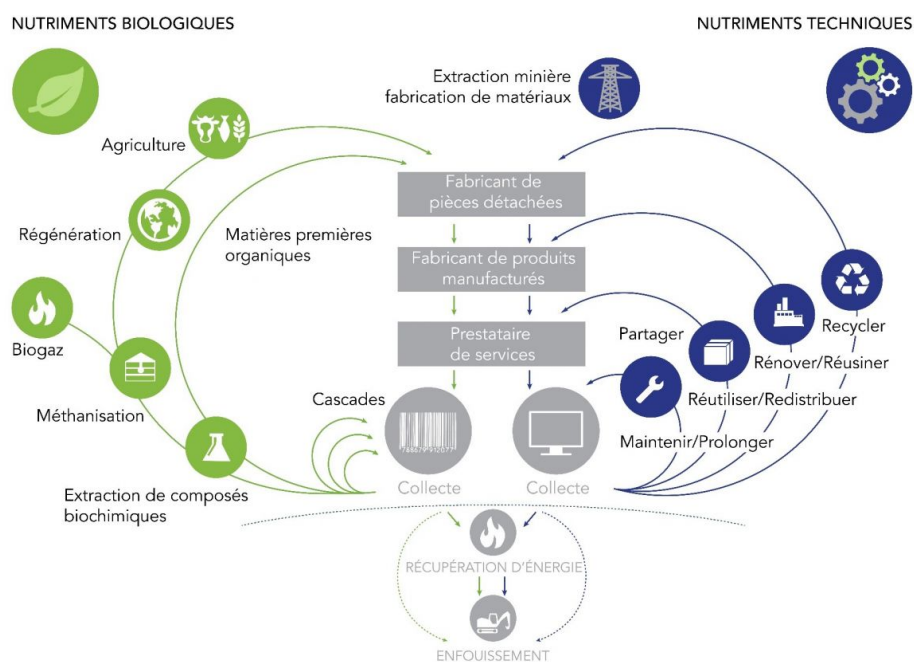


Figure 8: The circular economy (Source: Fondation Ellen Macarthur adapté par Néo-Géo)

Afin que les cycles biologiques et techniques puissent subsister de manière pérenne, il est primordial qu'ils ne se contaminent pas mutuellement, le risque pour le cycle biologique étant qu'il soit contaminé par des substances nocives pour la santé et l'environnement, tandis que les nutriments techniques risquent de perdre en qualité intrinsèque.(Braungart & McDonough, 2009).

En se basant sur leurs recherches, Braungart et McDonough ont élaboré le label « C2C » visant à mettre en avant l'utilisation de matériaux ou produits ayant un faible impact sur leur environnement. Cette certification se base sur des critères *de santé, de réutilisation des matériaux, d'empreinte carbone et énergétique, de gestion de l'eau ainsi que d'impact social*. Ce label permet d'accompagner les acteurs de projets dans leurs choix conceptuels.

### 2.1.5 Le passeport matériaux :

Comme stipulé précédemment pour la construction circulaire, il est important de penser à toutes les phases de la construction, de la conception jusqu'à la destruction ou le démontage du bâtiment. Cependant, dans l'économie circulaire, la fin de vie d'un bâtiment ne signifie pas la fin de vie de ses composants. Un des outils permettant de mettre en place le principe de la circularité dans le bâtiment est le ***passeport matériaux***.

Le passeport matériaux se base sur le concept de « Nutrient Certifiactes » développé dans la publication « Resource Re-pletion Role of Buildings »(Hansen et al., 2012). Il s'agit d'un ensemble de données recueillies dans un fichier informatique permettant aux fournisseurs, aux concepteurs et aux utilisateurs de conserver au maximum les informations d'un matériau et ainsi lui donner la plus grande valeur possible. Le passeport matériaux pourra recueillir des informations telles que :

- La fiche technique
- Les potentielles réutilisations
- Le numéro d'identification physique
- Le certificat de propriété
- Les instructions de montage/démontage
- Les instructions d'utilisation
- La durée de vie
- La procédure de maintenance

Le processus de création de passeports matériaux pourra impliquer plusieurs acteurs. Ainsi, il permettra de récolter des informations provenant de différentes sources et informera les parties prenantes selon leurs besoins. Dans le cas d'un système de ventilation par exemple, l'installateur n'aura pas besoin des mêmes informations que l'utilisateur. (Luscuere, 2016).

Les passeports matériaux représentent un défi de taille. En effet, pour que ceux-ci soient efficaces, ils doivent être mis à jour régulièrement. Les informations renseignées devront être certifiées par une autorité qui garantira la validité des données. Il sera aussi nécessaire de traiter une grande quantité de données et de les organiser pour que celles-ci soient facilement accessibles aux parties prenantes d'un projet (Guldlager Jensen, 2016).

Les passeports matériaux pourraient être un outil intéressant à l'avenir pour la construction circulaire. En effet, la conservation des informations de chaque matériau ou composant permettra aux concepteurs de projet de faire les choix les plus judicieux possibles. De plus, ils permettront de rediriger au mieux les éléments lorsqu'ils arriveront en fin de vie.

## 2.2. MODELES ECONOMIQUES D'UNE CONSTRUCTION CIRCULAIRE

Comme nous l'avons vu précédemment, notre modèle économique est basé sur un mode de fonctionnement linéaire qui favorise l'extraction de la matière et l'accumulation de déchets. Cette situation n'est malheureusement pas viable sur le long terme, comme nous le rappelle régulièrement les alarmants rapports du GIEC.

L'économie circulaire est alors présentée comme une réponse censée à cette problématique. Cependant, pour développer l'Économie Circulaire dans la construction, il est nécessaire de développer des « nouveaux modèles d'affaires afin de conserver une valeur aussi élevée que possible aux produits et matériaux et de promouvoir les circuits fermés, de telle sorte que la croissance ne soit plus liée à l'extraction des ressources naturelles. »(Giarini & Stahel, 1991; Romnée & Vrijders, 2018).

Différents modèles économiques alternatifs et novateurs permettent de favoriser l'Économie Circulaire. Chacun d'entre eux tient à optimiser la durée de vie des matériaux, conserver les ressources et limiter la création de déchets. En résumé, ces modèles économiques tendent à favoriser les activités économiques productrices de plus-value qui ne nécessitent pas la consommation de matière.(Ghyoot et al., 2018).

À présent, nous allons détailler dans ce chapitre les concepts d'**économie de fonctionnalité**, d'**économie du partage** ainsi que celui du **prolongement de la durée de vie**.

### 2.2.1 L'économie de la fonctionnalité :

Dans le rapport « The limit to Certainty », Walter Stahel et Orio Giarini développent le concept d'économie de la fonctionnalité. Selon eux, l'économie de la fonctionnalité vise à « optimiser l'utilisation (ou la fonction) des biens et services et se concentre sur la gestion des richesses existantes, sous la forme de produits, de connaissances ou encore de capital naturel. L'objectif est de créer une valeur d'usage le plus élevée possible pendant le plus longtemps possible. »(Giarini & Stahel, 1991)

Dans une économie de fonctionnalité, le client achète l'usage d'un produit ou d'un service plutôt que le produit lui-même. A la fin de vie de l'objet ou à la fin de son utilisation, c'est l'entreprise propriétaire qui reprend la main sur son produit. Elle aura dès lors la possibilité de remettre en état l'objet pour le réinsérer dans une boucle d'utilisation ou encore de recycler ses composants. (figure 9).

Par conséquent, si l'entreprise veut optimiser ses gains potentiels, elle devra maximiser le nombre d'usage réalisé avec un même produit. L'économie de la fonctionnalité prône donc un « modèle économique au sein duquel des principes de pérennité, d'adaptabilité ou de réutilisabilité ne sont plus vus comme des complications mais bien comme des incitants à réaliser des gains potentiels. »(Ghyoot et al., 2018)

L'économie de la fonctionnalité profite aussi aux clients car ils paient seulement pour le service dont ils ont besoin. Ce service est souvent de meilleure qualité car les entreprises ont tout intérêt à fournir un produit qui dure.(Romnée & Vrijders, 2018). De plus, en récupérant ses produits en fin de vie, l'entreprise aura des feedbacks plus précis, qui permettront d'améliorer leurs produits continuellement.

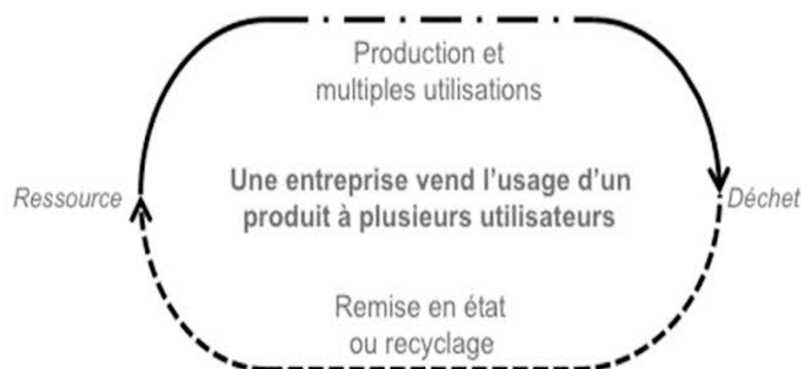


Figure 9: Schéma d'économie de fonctionnalité (source: Remy Le Moigne)

Appliquer le principe d'économie de la fonctionnalité dans la construction n'est pas chose aisée. Le principal problème réside dans l'échelle de temps dans laquelle s'inscrivent les éléments d'une construction. Comme nous l'avons vu dans le chapitre sur la séparation des strates (2.1.1), les couches d'un bâtiment ont des durées de vie plus ou moins longues.

Il est difficile pour les entreprises de fabrication d'envisager la récupération d'une structure dont la durée de vie est estimée à plusieurs dizaines d'années. En revanche, certaines couches ayant une longévité d'utilisation plus courte tel que « les services », « l'enveloppe » ou encore le « partitionnement » des espaces pourraient plus facilement être intégrées selon un principe d'économie de fonctionnalité.

Certains services basés sur l'économie de la fonctionnalité existent déjà dans le monde de la construction. Nous pouvons notamment citer l'entreprise Philips qui a mis en place dans l'aéroport de Schipol au Pays-Bas un système de « Pay per Lux ». Le principe est simple, Philips s'engage à atteindre des résultats en matière d'éclairage tout en restant propriétaire de l'installation. En contrepartie, l'entreprise devra intervenir et réparer son installation lorsque celle-ci rencontrera un problème. L'utilisateur paiera seulement pour la quantité d'éclairage fournie par Philips. A la fin du contrat, l'entreprise récupérera son installation et pourra la remettre à niveau et l'améliorer avant de la réinsérer dans un nouveau cycle d'utilisation, réduisant ainsi le gaspillage de matière et d'énergie. (figure 10) (Ghyoot et al., 2018; Romnée & Vrijders, 2018)



Figure 10: Pay per Lux Schipol (source: Turntoo; <https://www.hunterdouglasarchitectural.eu/>)

L'entreprise belge Econation propose un système appelé « LightCatcher ». Il s'agit d'un système de fourniture d'éclairage naturel pour des halles industrielles. La firme prend en charge l'installation de coupôles transparentes sur les toits des hangars qui permettent à leurs clients de faire des économies d'énergie. Econation tire ses bénéfices des économies d'énergie réalisées par leurs installations. (figure 11) (Ghyoot et al., 2018)



Figure 11: Lightcatcher en situation (source: econation.be)

### 2.2.2 L'économie du partage ou économie collaborative :

L'économie du partage soulève la notion de propriété en favorisant l'utilisation d'un même produit ou service par différents utilisateurs (figure 12). L'étude du CSTC sur l'économie circulaire identifie 3 piliers sur lesquels se fondent l'économie du partage. (Romnée & Vrijders, 2018)

- La création de plateformes qui relie l'offre et la demande.
- L'élaboration de logiques alternatives de propriétés et d'accès aux produits, tels que la location, les prêts, les abonnements ou encore la donation.
- L'offre de forme collaborative de consommation

L'avènement des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) a permis de faire émerger un grand nombre d'entreprises basées sur cette forme d'économie. Pourtant, le principe de l'économie du partage n'est pas nouveau, il est d'ailleurs déjà bien développé dans les échanges entre entreprises (appelé aussi B2B) ou encore les échange entre entreprises et clients (appelé B2C). De nos jours, les NTIC permettent de faciliter la mise en relation entre les particuliers (appelé C2C) (Puschmann & Alt, 2016). Certaines entreprises servent d'intermédiaires de confiance dans les échanges entre particuliers afin d'assurer une e de service. Nous pouvons citer, par exemple, *Uber* qui fonctionne comme un intermédiaire entre des chauffeurs et des usagers ayant besoin d'être véhiculés ou encore *Airbnb* qui relie l'offre et la demande pour les logements de courte durée.



Figure 12: Schéma d'économie du partage (source: Remy Le Moigne)

L'économie du partage présente des avantages à la fois économiques, sociaux et environnementaux.

Tout d'abord, elle favorise la mutualisation des moyens plutôt que la possession individuelle. Cela permet de réduire le nombre de biens identiques en circulation et donc l'énergie et les ressources nécessaires à leur fabrication. (Puschmann & Alt, 2016)



Ensuite, elle au plus grand nombre, l'accès à des produits coûteux et d'éviter de devoir acheter un bien lorsque celui-ci n'est pas régulièrement utilisé.

Pour illustrer l'économie de partage, voici un exemple issu de mon expérience personnelle. L'association « Metz à vélo » située à Metz en France, propose un atelier « participatif ». En échange d'une cotisation annuelle, les usagers obtiennent le statut d'adhérent et un accès à l'atelier pendant une année.



*Figure 13: Intérieur de l'atelier "Metz à vélo" (source: auteur)*

L'atelier met à disposition tous les outils nécessaires à l'entretien d'un vélo. Chaque outil est de qualité supérieure car il doit supporter un grand nombre d'utilisations. Les usagers peuvent donc utiliser des outils spécifiques et coûteux, qu'ils n'ont pas besoin d'acheter personnellement pour une utilisation ponctuelle.

### 2.2.3 Le prolongement de la durée de vie :

Dans l'économie de la fonctionnalité ou du partage, la notion de propriété était requestionnée. Le premier substitue la vente d'un bien par son usage et le second favorise l'usage d'un bien par plusieurs personnes. Dans les deux cas, l'utilisateur n'est pas propriétaire du bien qu'il utilise. Ces principes, bien qu'intéressants au niveau de l'économie circulaire, ne sont pas applicables pour toutes les situations. Pour prolonger la durée de vie des biens ou de ses composants, les entreprises peuvent mettre en place des boucles de collecte ou de remise en état. (figure 14)

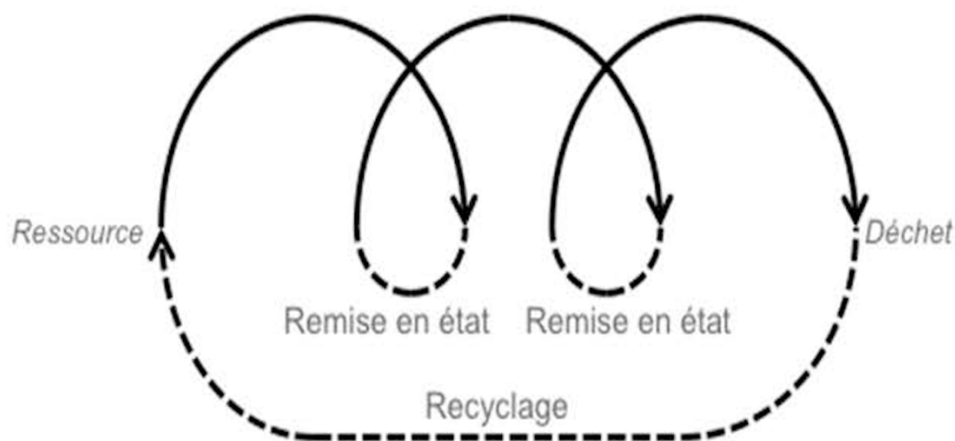


Figure 14: Schéma de prolongement de la durée de vie (source: Remy Le Moigne)

Pour rendre cela possible, les entreprises peuvent mettre en place des mesures incitatives pour s'assurer du retour de leurs produits, celles-ci peuvent être d'ordre financier (ex : les consignes de bouteilles en verre) ou encore contractuel. (Romnée & Vrijders, 2018) Prolonger la durée de vie d'un bien peut aussi venir de la volonté des particuliers. De nos jours se multiplient les initiatives de créations de « repairs café ». Ce sont des lieux où tout un chacun peut venir avec des objets endommagés afin de faire ou apprendre à réparer.

Pour passer à une économie circulaire, il est important que chaque acteur soit impliqué. Pour ce faire, il existe un dispositif de « Responsabilité Elargie des Producteurs ou REP ». Ce dispositif repose sur une logique de « pollueur-payeur » où les producteurs sont contraints d'assumer les coûts liés au traitement de fin de vie. (Ghyoot et al., 2018)

Autrefois appliquée à un petit nombre de secteurs, notamment celui des déchets dangereux, la loi française Anti-Gaspillage et Economie Circulaire (ou loi AGEC), votée en février 2020, élargira le nombre de secteurs soumis à la REP et notamment celui des matériaux de construction. (Gelot, 2020)

### 2.3. URBAN MINING

L'accroissement démographique important que l'on connaît depuis la révolution industrielle, s'accompagne d'un accroissement de la population urbaine. Selon l'ONU<sup>4</sup>, 56,15% de la population mondiale, soit 4,26 milliards de personnes, vivent actuellement dans une zone urbanisée. D'ici 2050, cette proportion devrait atteindre les 70%.

Dans son livre « *Déclin et survie des grandes villes américaines* », l'urbaniste visionnaire Jane Jacobs fait part des nombreux problèmes qu'implique l'exploitation intensive des ressources au profit de la Modernité. Selon elle, cette surexploitation entraînerait une raréfaction des minéraux dans la nature, tandis que les villes deviendraient de véritables réservoirs de matériaux (Jacobs, 1991). Les observations faites par Jane Jacobs sont à la base de ce que l'on appelle de nos jours « l'Urban Mining ».

Le concept d'« Urban Mining » renvoie à la « valorisation systématique des matériaux anthropiques depuis les espaces urbanisés »(Brunner, 2011). Pour faire simple, il s'agirait de considérer les villes comme des réservoirs de ressources, une sorte de mine du futur.

Les villes sont de grandes consommatrices d'énergie et de matières. Selon le concept de « métabolisme urbain », les villes peuvent être imaginées comme des organismes vivants caractérisés par un ensemble de flux d'énergie et de matière permettant leur fonctionnement.(Barles, 2008) Selon leur typologie, leur rythme de développement et leur taille, les villes présentent des potentiels de revalorisation des matériaux très différents. Nous pouvons schématiser le métabolisme urbain selon 3 types de développements des villes ; *croissance*, *stabilité* et *rétractation*.(Brunner, 2011).

Le premier type se caractérise par une demande de matériaux supérieure à la génération de déchets. Dans ce cas, la ville est fortement dépendante des importations. Ce n'est pas la valorisation des matériaux qui permettra de réduire l'impact environnemental de la ville mais plutôt les choix concernant la morphologie urbaine et le choix des matériaux employés. (figure 15)

Le second type représente les villes ayant une relative stabilité démographique et possédant déjà toutes les infrastructures nécessaires à leur fonctionnement. Dans ce cas, la ville pourrait faire appel à un réservoir de matériaux déjà présent pour faire face à son renouvellement, ce qui permettrait de limiter la part d'import et d'export. (figure 15)

Enfin, le troisième type représente les villes en rétractation. Dans ce cas, la création de déchets devient supérieure à la demande de ressources nécessaires au renouvellement de la ville. Par conséquent, il pourrait être intéressant d'envisager l'export de ces ressources excédentaires vers d'autres villes en croissance. (figure 15)

---

<sup>4</sup> <https://population.un.org/wup/Country-Profiles/>

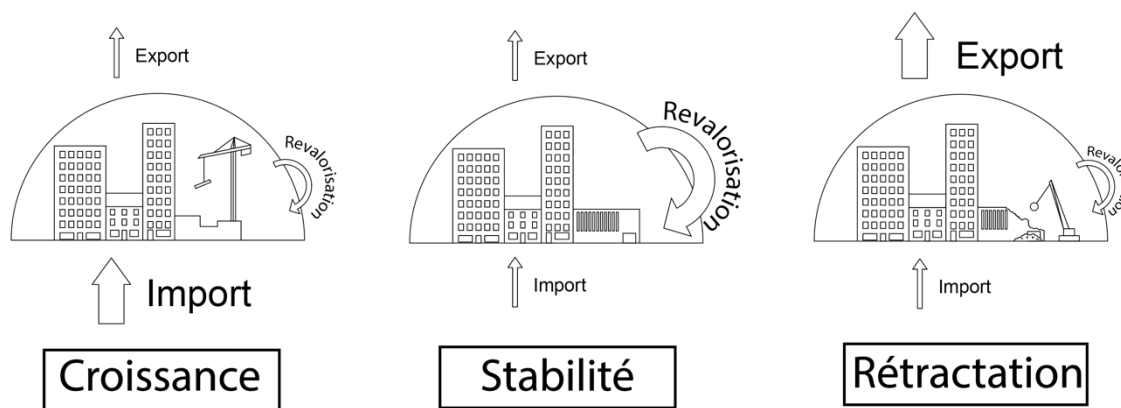


Figure 15: interprétation des 3 types de développements urbains de Brunner (source: auteur)

Le principe du métabolisme urbain pourrait être une approche intéressante pour identifier les potentiels gisements de matériaux d'une ville. Une manière de procéder serait de contrôler chaque flux entrant et sortant de la ville et, en faisant une différence, il serait possible d'avoir une estimation générale de la nature du gisement urbain.

Cependant, pour que cette approche puisse être précise, cela sous-entend que les contrôles aient été effectués dès le départ et que les données nous soient parvenues, ce qui est rarement le cas. Plusieurs stratégies permettent de pallier à ce manque de données. Il est possible, par exemple, de procéder à une étude rétrospective de la consommation de matériaux sur une période donnée ou encore d'analyser différentes typologies du bâti en précisant la composition matérielle de chaque typologie. (Ghyoot et al., 2018)

Comme nous l'avons vu précédemment, la gestion durable des ressources constitue l'un des piliers de l'économie circulaire (cf. 1.2). Dans les chapitres précédents, nous avons défini une série de concepts portant sur la conception des bâtiments. Ces concepts permettent de conserver la valeur des matériaux le plus longtemps possible tout en facilitant leur récupération en fin de vie.

Le chapitre concernant l'urban mining abordera la gestion des matériaux à la fin de vie d'un bâtiment. Nous y développerons les principes de **déconstruction sélective et de diagnostic ressource**, de **recyclage**, de **réemploi et préparation au réemploi**.

#### 2.3.4 Le diagnostic ressource et la déconstruction sélective.

Dans une approche d'économie circulaire, le bon traitement des matériaux en fin de vie a une grande importance. En prenant soin d'opérer des démantèlements soigneux et sélectifs, il est possible de conserver au maximum les informations et donc la valeur enfermée au sein des différents matériaux déployés dans un projet.

Cette pratique était monnaie courante à l'époque où les transports étaient chronophages et dépendants de sources d'énergie humaines et animales. Les bâtiments à démanteler devenaient des carrières à ciel ouvert, permettant d'obtenir des taux de réemploi élevés.(Ghyoot et al., 2018)

Depuis, les technologies au service de la démolition ont beaucoup évolué. Les coûts en matières premières et en transport ont drastiquement diminué et la pression foncière tend à favoriser une démolition destructive car plus rapide et moins coûteuse. Le problème avec cette démarche, c'est que les matériaux présents dans les édifices sont directement réduits à l'état de déchets et ce même s'ils présentent un potentiel de réemploi. De plus, la démolition intensive et rapide ne laisse pas le temps de trier les matériaux selon leur catégorie, rendant difficile une éventuelle revalorisation par le recyclage car aucune distinction n'est faite entre les « nutriments » biologiques et techniques.

La déconstruction sélective a pour objectif de favoriser la réutilisation, ou la valorisation optimale des éléments destinés à la démolition ou la rénovation. Cette démarche passe par plusieurs étapes, identifiées dans l'étude du CSTC que nous allons détailler par la suite :

- « La réalisation d'un inventaire permettant d'évaluer le potentiel de valorisation de chaque élément de la construction »
- « L'identification des éléments dangereux pour mettre en place des solutions d'évacuation adéquates selon la nature des déchets dangereux »
- « La dépose sélective et le tri à la source visant à séparer soigneusement les éléments de la construction pour conserver au maximum leur valeur, ils seront ensuite entreposés par catégorie pour faciliter leur revalorisation. »

#### 2.3.4.1 L'inventaire ressource :

À partir du 1<sup>er</sup> Janvier 2022, un décret français concernant les diagnostics pré-démolition et pré-rénovation entrera en vigueur. Ce décret remplacera l'actuel « Diagnostic Déchets » par un « Diagnostic Produits-Matériaux-Déchets » ou « Diagnostic Ressource ». Il devra être réalisé pour chaque opération de déconstruction et toute rénovation significative, c'est à dire nécessitant des travaux de plus de 1000m<sup>2</sup>. Ce changement s'inscrit dans la loi AGEC<sup>5</sup> visant à renforcer la hiérarchie des modes de traitement de déchets (cf 1.3) en favorisant les opérations de réemploi

Selon l'étude REPAR #2 sortie en 2018 et portée par le collectif Bellastock<sup>6</sup>, l'inventaire « ressource » est un outil clef lorsque l'on souhaite mettre en place une démarche circulaire dans un projet. Au sein de cette étude, Bellastock a mis en place une procédure codifiée permettant de réaliser un diagnostic ressource. L'intérêt étant de simplifier et de mutualiser la démarche à travers les différents acteurs de la construction.

La diagnostic « ressource » va plus loin que le diagnostic « déchet » car il intègre des suggestions d'usages et des préconisations pour la déconstruction visant à conserver l'intégrité des matériau. Celui-ci sera plus ou moins poussé selon les besoins du maitre d'ouvrage et fera donc appel à des domaines de compétence variables. Le diagnostic ressource serait donc plus efficace si il était abordé d'une manière transversale, par exemple en impliquant le maitre d'ouvrage (MOA), le maître d'œuvre (MOE) et les éventuelles assistances à maîtrise d'ouvrage (AMO).

L'inventaire réemploi, imaginé par le collectif, s'organise sous forme de fiches décrivant chaque matériaux présent sur le gisement et donne des informations sur ses caractéristiques techniques et les recommandations éventuelles de réemploi. Ces informations peuvent être issues d'une reconnaissance in situ, d'archive documentaire ou, si besoin, d'analyse approfondie en laboratoire. Un exemple de fiche proposée par Bellastock se trouve en Annexe 1.

---

5 La loi AGEC ou loi Anti-Gaspillage et pour l'Economie Circulaire est une loi française visant à accélérer le changement nos modèles de production et de consommation afin de limiter la production de déchets et préserver les ressources naturelles. <https://www.ecologie.gouv.fr/loi-anti-gaspillage-economie-circulaire-1>

6 Bellastock est une société coopérative qui œuvre pour le réemploi et l'urbanisme de transition, ils contribuent activement à diffusion d'une nouvelle culture architecturale par le biais d'études et de formations. <http://www.bellastock.com/a-propos/>

### 2.3.4.2 La déconstruction sélective :

L'inventaire ressource est une première étape pour optimiser la revalorisation des matériaux de construction. Une fois effectuée, elle facilite les démarches de déconstruction sélective. Dans un chantier de démolition ou de rénovation, la déconstruction sélective peut être envisagée pour deux finalités : *un meilleur tri sur chantier* ou *une déconstruction en vue de réemploi*. (Romnée & Vrijders, 2018).

-Un meilleur tri permet de séparer les différents types de déchets et éviter qu'ils se contaminent. Que ce soit en Belgique ou en France, la majorité des déchets de chantier sont des déchets inertes. Ce type de déchet, principalement issu du gros œuvre, un taux de revalorisation d'environ 70%<sup>7</sup>. Cela peut paraître élevé mais il s'agit principalement de débris concassés et revalorisés sous forme de remblais ou agrégats pour certains bétons, ce qui constitue un déclassement dans la qualité première du matériau.

Les éléments du second œuvre possèdent des taux de revalorisation bien plus faibles, situés entre 35%-45%, en comptant la revalorisation énergétique. En s'appuyant sur un diagnostic réalisé au préalable et en effectuant une déconstruction plus méticuleuse et moins destructive, il sera plus simple de faire le tri entre les éléments et ainsi rediriger de manière optimale les matériaux vers des centres de traitements adaptés.

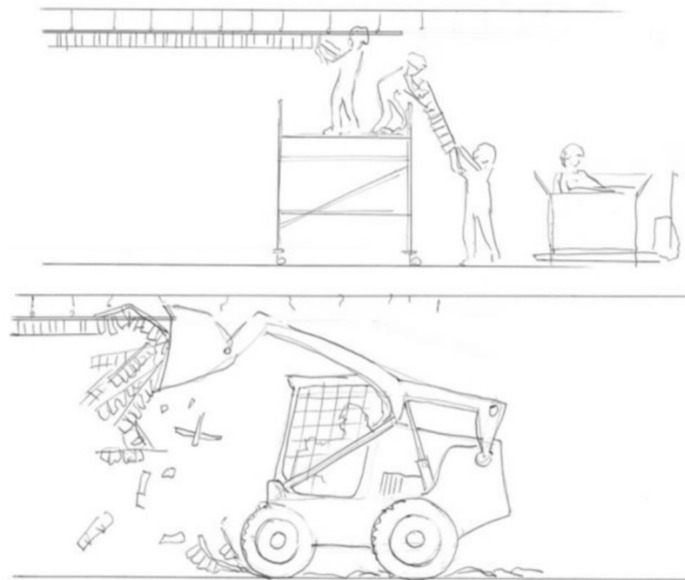


Figure 16: Déconstruction sélective vs destructive (source: Rotor)

<sup>7</sup> Selon l'ADEME : <https://www.ademe.fr/expertises/dechets/quoi-parle-t/types-dechets/dechets-inertes>

-La déconstruction sélective en vue du réemploi demande davantage de temps et de main d'œuvre qu'une déconstruction destructive (figure 16). Il sera donc important que la décision de réemployer un élément se fasse sur base de critères décisifs.

Dans une étude sortie en 2009, ROTOR dresse une série de critères jugeant de la « réemployabilité » des matériaux. Ces critères portent sur : *les propriétés mécaniques, les propriétés esthétiques, la facilité de démontage, la facilité de transport, la facilité de stockage, la nocivité, la valeur du neuf ainsi que la facilité de réinstallation.*(Romnée & Vrijders, 2018; Rotor, 2009).

Que ce soit l'inventaire ressource ou la déconstruction sélective, l'objectif final de ces procédés est de rendre le secteur du bâtiment plus circulaire en favorisant les modes de traitement les plus vertueux, tels que présentés dans la hiérarchie des modes de traitement (cf.1.3)



### 2.3.5 Le recyclage :

Dans la hiérarchie des modes de traitement, le recyclage se situe entre le réemploi et la valorisation énergétique. Celui-ci consiste à utiliser les déchets comme source de matière dans la production de nouveaux éléments. Il existe deux scénarii différents concernant le recyclage. Le premier consiste à recycler selon une boucle fermée. Dans ce cas, le produit est recyclé pour un usage identique. Ce principe concerne par exemple l'aluminium qui peut être refaçonné une fois fondu. Ce processus peut être théoriquement répété à l'infini, à condition que le matériau reste pur.

Le second scénario est celui de la boucle ouverte. Celle-ci consiste à recycler un produit ayant un usage différent du précédent.

Selon le CSTC, pour qu'une matière soit recyclable, il faut rencontrer plusieurs conditions :

- « Les matériaux doivent être techniquement recyclables selon des procédés conformes »
- « Les composants doivent être facilement accessibles et non contaminants »
- « L'opération de recyclage (comme toute opération de retraitement de matière) doit être économiquement viable »

#### 2.3.5.1 Downcycling :

Si l'on se fie aux lois de la conservation de la matière, le processus de recyclage pourrait permettre de conserver les ressources à l'infini. Comme dirait un certain Lavoisier : « Rien ne se crée, rien ne se perd, tout se transforme ». Seulement la réalité est complexe et les interactions qui ont lieu à l'échelle microscopique dans la matière posent de nombreux problèmes pour récupérer la matière sans dégrader ses propriétés intrinsèques (Braungart & McDonough, 2009; Ghyoot et al., 2018). Très souvent, le recyclage s'apparente à ce que l'on peut appeler du « downcycling » ou « sous-cyclage ». Bien que cette forme de valorisation permet de réduire la pression exercée sur les ressources naturelles, elle n'est pas complètement circulaire car elle ne fait que repousser la nécessité d'extraire de nouvelles ressources.

Dans la construction, l'exemple de downcycling le plus courant est celui du concassage des débris. Ce processus consiste à broyer les matières minérales pour former des granulats, qui pourront par la suite être utilisés comme remblais, travaux de fondations ou utilisés dans la composition d'un béton neuf, si la qualité des granulats le permet (Ghyoot et al., 2018).

### 3.3.5.2 Upcycling :

Contrairement au Downcycling, le principe du Upcycling (ou sur-cyclage) consiste à créer de la valeur à partir du recyclage. Il ne s'agit plus de limiter l'impact négatif dû à l'extraction des ressources et l'accumulation des déchets, mais bien d'avoir un impact positif sur l'environnement. (figure 17)(Braungart & McDonough, 2013)

Dans l'ouvrage « Cradle to cradle », McDonough et Braungart illustre le principe d'Upcycling en prenant comme exemple une chaussure. Généralement la semelle d'une chaussure est faite en caoutchouc ou matière synthétique. A force de marcher cette semelle se consume et se disperse dans l'environnement. Cela a un effet néfaste pour la nature. En revanche, on pourrait imaginer dès la conception une semelle faite de matière organique qui, en se consommant, aurait un effet bénéfique sur la nature en devenant un nutriment.(Braungart & McDonough, 2009)

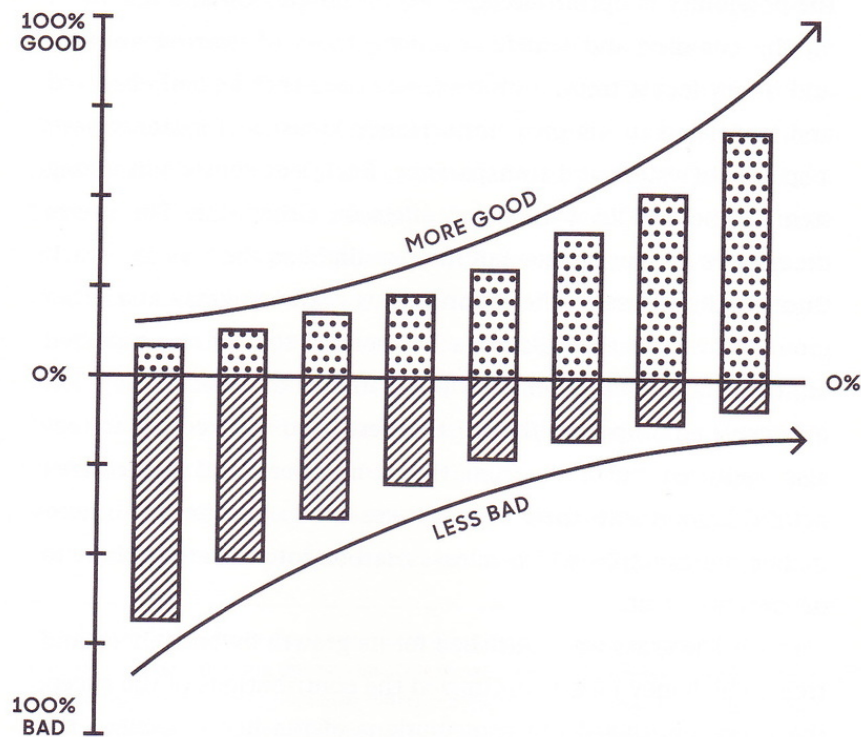


Figure 17: De l'éco-efficacité à l'éco-bénéfissance (source: « The Upcycle »)

## 3. Le réemploi et le préparation au réemploi

### 3.1. Définition:

De nos jours, le terme de réemploi n'est pas encore clairement défini par la population. Ce manque de précision peut être dû à la confusion souvent faite entre le réemploi, la réutilisation et le recyclage. Pourtant chacun de ces termes est défini juridiquement, comme nous l'avons vu en (1.3).

Pour la suite de ce travail, nous allons considérer que le réemploi englobe toutes les pratiques qui conservent les éléments de construction dans leur intégrité, que ce soit pour une utilisation identique ou différente de celle d'origine. Cette définition englobera donc les termes de réemploi et réutilisation. Lorsque l'on parle de réemploi, il est important de distinguer deux approches différentes, le réemploi **in-situ** et le réemploi **ex-situ**.

Le réemploi **in-situ** consiste à réinsérer des matériaux et éléments directement présents sur le site d'un projet. C'est un moyen direct de réemployer des éléments et permet dans une certaine mesure d'éviter les dépenses énergétiques liées au transport. Cette approche complexifie la phase de conception et nécessitera donc une relation étroite entre la maîtrise d'œuvre et d'ouvrage. De plus, les matériaux et éléments réemployés in-situ devront être stockés jusqu'à leur mise en œuvre, ce qui peut poser problème dans certains projets contraints par le manque d'espace.

Le réemploi **ex-situ** consiste à insérer des matériaux et éléments de réemplois issus d'un chantier de démolition ou réhabilitation. C'est un moyen indirect de réemployer des matériaux et demande une logistique particulière. Soit les matériaux proviennent directement d'un autre chantier, dans ce cas il s'agit d'un flux rendu, soit les matériaux transitent par une plateforme de réemploi. Le réemploi ex-situ est grandement facilité si une filière de réemploi développée est présente dans l'environnement du projet.

## 3.2. Histoire du réemploi

« Dans l'histoire de l'humanité, on a toujours réemployé... Ce qui est nouveau c'est la conscience de la nécessité de le faire, c'est la projection dans l'avenir à partir du passé, c'est la conception du temps long » (Julien Choppin, 2014)

### 3.2.1 Une pratique millénaire :

Dès l'Antiquité, la réutilisation des matériaux de construction était courante, c'est ce que l'on appelle aujourd'hui les « spolias ». À cette époque, le réemploi consistait principalement à récupérer les colonnes, chapiteaux ou plaques de marbre pour construire de nouveaux édifices. Généralement, les spolias étaient utilisés pour des raisons économiques, mais la pratique pouvait aussi servir à des fins esthétiques ou militaires, dans le but d'illustrer une puissance économique ou militaire.

Dans le passé, les moyens techniques à disposition étaient différents et l'extraction de la matière était souvent longue et laborieuse. Cela impliquait que la matière neuve était donc beaucoup plus chère que la matière de seconde main. Le déchet n'existait donc pas, comme en témoigne les anciens métiers qui géraient les flux matériels de la société : « affienteur (marchand de fumier ou d'engrais), chiffonnier, éboueur, ébouqueur (ouvrier ôtant les impuretés des draps), blondeur (ouvrier qui désoxyde le fer), longaignier (vidangeur), loquetier, piconnier (revendeur de laine de rebut), suiffier (fabricant de suif).(Ghyoot et al., 2018)

Les motivations pour réemployer des matériaux n'étaient pas les mêmes qu'aujourd'hui. Dans le MOOC « Le réemploi : matières à bâtir » proposé par l'ICEB<sup>8</sup>, l'architecte François Auger énumère une série de raisons qui ont mené à pratiquer le réemploi à travers l'histoire :

- Le réemploi par nécessité et logiques économiques : Pour construire à moindre coût en utilisant des matériaux ou éléments présents à proximité
- Le réemploi par appât du gain : Lorsque les édifices sont démantelés pour revendre chaque élément au meilleur prix. Par exemple, après la révolution de 1789, de nombreux édifices ont été démantelés pour revendre chaque élément (Ce fut le cas pour l'Abbaye de Cluny qui sera démantelée entre 1798 et 1813)

---

<sup>8</sup> L'ICEB est un regroupement de professionnels et d'associations françaises qui réfléchissent au thème de la frugalité à l'échelle du bâtiment et du territoire

- Le réemploi d'opportunité : Lorsqu'il y a une grande quantité de ressources disponibles, par exemple à la suite d'une catastrophe naturelle, un conflit destructeur ou un chantier de démolition
- Le réemploi d'un principe de construction : Lorsque le montage ou le démontage sont facilités par le principe constructif du projet, par exemple la maison portique de Jean Prouvé (cf 2.1.3)
- Le réemploi dans le secteur de la restauration du bâti ancien et des monuments historiques : Les matériaux de bâtiments anciens (bois, pierre, tuiles...) sont réutilisés dans des chantiers de restauration et réparation d'autres monuments car ils s'insèrent harmonieusement dans celui-ci.

### 3.2.2 Une pratique peu à peu délaissée :

À partir de la Première Guerre Mondiale, le réemploi se marginalise peu à peu. En cause, une combinaison de facteurs principalement économiques qui ont fait basculer la pratique autrefois rentable en une pratique coûteuse.

Nous pouvons notamment citer la mécanisation de l'industrie de la démolition qui a diminué le besoin de main d'œuvre et accéléré les chantiers de démolitions. De plus, les salaires des ouvriers ont augmenté à partir des années 1960. Ensuite, l'augmentation de la pression foncière en milieu urbain, entraîne les propriétaires à privilégier la rapidité des travaux car les loyers deviennent plus rentables que les matériaux. Cette pression foncière entrainera donc des délais de déconstruction plus courts et rendra difficile les processus de traitement et de stockage des matériaux, nécessitant de l'espace. Enfin, le manque de rentabilité de la pratique entraîne une baisse dans les incitations faites par les autorités publiques, celles-ci pouvant uniquement jouer sur les registres de la réglementation et de l'obligation. (Ghyoot et al., 2018)

### 3.2.3 Un regain d'intérêt :

Aujourd'hui, le réemploi est toujours une nécessité dans certaines parties du monde, notamment dans les bidonvilles ou quartiers d'habitats spontanés qui abritent aujourd'hui plus de 1/8<sup>ème</sup> de la population mondiale, soit près d'1 milliard d'habitants<sup>9</sup>.

Dans les sociétés occidentales, la pratique s'est marginalisée progressivement pour les différentes raisons que l'on a évoquées au préalable. Cependant, nous observons depuis quelques années un regain d'intérêt pour la pratique, comme en témoigne les différentes initiatives, portées par des acteurs privés et publics visant à promouvoir et développer l'usage

---

9. Selon les chiffres d'Unhabitat : <https://unhabitat.org/slum-almanac-2015-2016-0>

du réemploi dans la construction. Nous pouvons citer notamment le projet européen FCRBE<sup>10</sup>, les études REPAR 1 et 2, portées par le collectif Bellastock, les études de l'ADEME ou encore les récentes évolutions de la législation en faveur du réemploi.

Les raisons qui poussent à la pratique du réemploi aujourd'hui sont différentes qu'auparavant. D'après l'architecte François Auger, les motivations contemporaines sont **environnementales** et **conceptuelles**.

- Une motivation environnementale : Tout d'abord, le réemploi répond directement à la question de la raréfaction des ressources. Le secteur de la construction exerce une forte pression sur les ressources minières, mais aussi sur les ressources renouvelables. Pour ces dernières, si la consommation est supérieure à leur capacité de renouvellement, elles tendront à s'épuiser. Chaque année, le jour du dépassement<sup>11</sup> a lieu de plus en plus tôt. Si l'on se réfère aux prévisions catastrophistes publiées par le GIEC concernant l'épuisement des ressources, les énergies fossiles sur lesquelles se base notre société sont vouées à se raréfier<sup>12</sup>. Cela aurait pour conséquence une augmentation du prix des transports et donc des matériaux, ce qui pourrait refaire pencher la balance économique en faveur du réemploi. Ensuite, le réemploi est un réel atout dans la prévention de production de déchet, d'autant plus que le secteur de la construction est le principal producteur de déchet, que ce soit en France ou en Belgique.

- Une motivation esthétique et mémorielle : Les matériaux anciens sont porteurs de multiples informations intangibles qui leur donnent une valeur particulière. En effet, avec le temps qui passe, les matériaux ont la capacité de transmettre des histoires ou des savoirs faire anciens. Ils peuvent devenir les témoins du temps qui passe, en arborant une patine caractéristique dont l'esthétique est grandement appréciée par les concepteurs de projets.

Pour inscrire le secteur du bâtiment dans une logique d'économie circulaire, il est essentiel que le réemploi s'impose comme une pratique incontournable. Malheureusement, la pratique rencontre encore de nombreux obstacles qu'il sera nécessaire de franchir pour massifier son usage.

---

10. FCRBE (Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements) est un projet visant à intensifier l'usage du réemploi dans la construction en augmentant la visibilité des opérateurs déjà présents et en développant des outils de méthodologie communs à partir de ceux déjà existants. Ce projet regroupe des acteurs de France, Belgique, Royaume-Uni, Irlande et Pays-Bas

11. Le jour du dépassement correspond au jour où l'humanité a épuisé les ressources que la Terre peut renouveler en 1 année, en 2021, ce jour a été dépassé le 29 Juillet

12. Selon Worldometer, au rythme actuel de consommation, les réserves de pétrole sont estimées à 42 ans <https://www.worldometers.info/>

### 3.3. Freins et leviers du réemploi

#### 3.3.1 Les freins :

En 2016, l'ADEME publie une étude dont l'objectif est d'identifier les leviers permettant de lever les freins actuels qui bloquent la pratique du réemploi. Cette étude se divise en trois phases et se base sur l'analyse de 141 cas de réemploi dans la construction, en incluant les bâtiments et les travaux publics.

La première phase analyse les travaux existants, sur base des connaissances acquises, d'analyse bibliographique ainsi que d'échanges téléphoniques avec des acteurs clés du réemploi.

La seconde phase est une investigation, comprenant une critique des documents cadres, un recueil des avis des acteurs clés ainsi que l'identification des cas pratiques de réemploi.

Enfin, en se basant sur les deux étapes précédentes, la troisième phase a permis de réaliser une vingtaine de fiches OPTIMEDE<sup>13</sup>. Celles-ci ont été utilisées afin de recenser et de caractériser les premiers freins. (exemple en Annexe 2)

Ces freins sont ensuite triés par thème et analysés en vue de proposer des leviers adaptés.

L'étude identifie 14 types de frein repartis selon 5 thèmes : **Technique, Juridique et procédures, Économie, Environnement et santé ; Acteurs**

CATEGORIE	FREIN
Technique	- Qualification, évaluation des performances techniques des matériaux et produits de réemploi
Juridique et procédures	- Statut de déchet - Statut juridique du don, de la mise à disposition - Garantie décennale, dommage ouvrage
Économie	- Marché peu développé, demande faible - Adéquation offre/demande - Éligibilité aux aides financières
Environnement et santé	- Déclaration des performances environnementales et sanitaires des produits de constructions des ouvrages - Substances dangereuses réglementées - Qualité air intérieur
Acteurs	- Prise en compte du réemploi dans le processus courant de conduite d'opération - Pratiques sur le chantier

Tableau 2: Identification des freins au réemploi dans le secteur du bâtiment (source: ADEME)

<sup>13</sup> OPTIMEDE est un centre de ressources en Économie circulaire mis en place par l'ADEME, ils ont mis en place une boîte à outils regroupant

### 3.3.2 Les leviers :

Dans la suite de l'étude, chaque frein fait l'objet d'une fiche descriptive, reprenant : les informations relatives à la problématique engendrée par le frein, la criticité du frein (faible, moyenne, fort), ainsi qu'une série d'actions à mener pour aider à lever ces freins. En tout, 37 actions ont été identifiées (description détaillée en *Annexe 2*). Depuis la publication de l'étude en 2016, différentes actions ont déjà été entreprises par les acteurs du réemploi. Cela montre un réel dynamisme autour de la question et une volonté de faire avancer les choses.

La première étape pour démocratiser la démarche sera de changer l'image négative ancrée dans l'imaginaire collectif afin de stimuler la demande. Le réemploi et plus généralement les produits de seconde-main sont perçus comme approximatifs, de mauvaise qualité et apportant un côté négligé. Pour ce faire, il faudra au préalable créer un cadre des pratiques de réemploi, des référentiels et des guides permettant de rassurer les acteurs (assureurs, MOA, MOE et entrepreneurs) sur les questions de qualité technique, sanitaire et environnementale.

-> Le réemploi est actuellement considéré comme une pratique innovante. Dans la loi française, l'article 49 de la loi ESSOC met en place un « permis d'expérimenter » visant à faciliter la mise en place de solutions alternatives dans la construction. Pour ce faire, le concepteur devra prouver que le produit de réemploi produit un effet équivalent à celui neuf

La seconde étape consistera à stimuler l'offre. Pour ce faire, il faudra identifier les gisements de produits réemployables, procéder à des déconstructions sélectives et favoriser la création d'ouvrages éco-conçus selon les principes du Design for deconstruction (cf 2.1.3).

-> Il existe déjà des outils en développement permettant de faciliter l'identification des gisements et la mise en place de la déconstruction sélective, tel que le « diagnostic ressource » que nous avons détaillé précédemment (cf.0)

-> L'offre peut aussi être stimulée par les autorités publiques. Nous avons vu précédemment qu'un décret français obligera à partir de 2022, la réalisation d'un « diagnostic ressource » pour les chantiers de plus de 1000m<sup>2</sup>. Cette mesure permettra de stimuler l'offre en favorisant l'identification des gisements

Ensuite, il sera important de faire correspondre l'offre et la demande. Pour ce faire, il serait intéressant de créer des plateformes pour mettre en relation les acteurs du réemploi ainsi faciliter l'accès aux matériaux et produits.

-> Il existe déjà des plateformes virtuelles de revente de matériaux et produits de réemploi. Nous pouvons notamment citer Backacia ou Cycle-up qui proposent des catalogues de matériaux en tout genre

-> Il existe aussi des plateformes de revente et de stockage physique . Par exemple Rotor Deconstruction basé à Bruxelles qui propose une magasin physique de la seconde main, à destination des particuliers et des professionnels

### 3.1. **Influence du réemploi sur l'emploi et les acteurs de la construction**



Dans l'étude « The Potential for Substituting Manpower for Energy », Walter Stahel compare le besoin de main d'œuvre dans l'industrie de la production avec celle de l'industrie de la transformation.

« À peu près les trois quarts de l'énergie consommée par l'industrie sont associés à l'extraction ou la production de matériaux de base, comme l'acier et le ciment, alors qu'un quart seulement est utilisé pour la transformation. C'est exactement l'inverse qui se passe pour le travail, la transformation des matériaux en produits finis nécessite environ trois fois plus de main d'œuvre que la production de matériaux. »(Stahel, 1981)

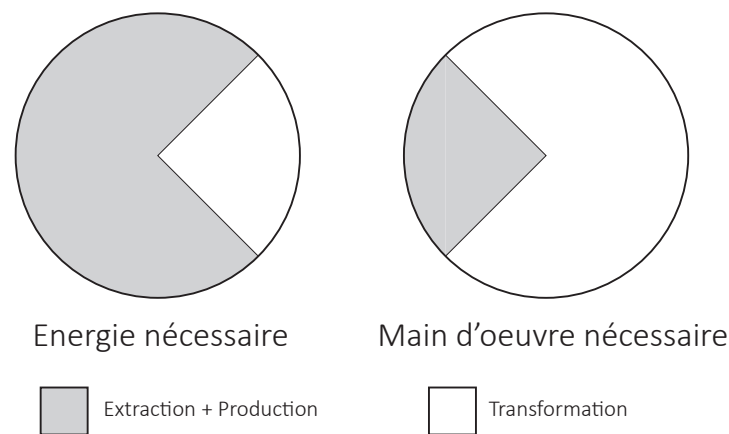


Figure 18: Besoins d'énergie et de main d'oeuvre selon les phases d'extraction/production et de transformation (source: auteur inspiré du travail de Stahel)

Selon Stahel, favoriser les activités de transformation telles que le reconditionnement ou le recyclage revient à substituer l'énergie par la main d'œuvre. En suivant cette logique, la filière du réemploi pourrait être une piste prometteuse pour la création de nouveaux emplois. En effet, celle-ci nécessite d'effectuer une chaîne d'opérations qui commence en amont des projets et qui mobilise de nombreuses compétences et/ou acteurs différents.

Le réemploi est une démarche transversale qui nécessite la mobilisation de l'ensemble des acteurs de la construction. Dans l'étude REPAR#2, le démarche se divise en 4 étapes : **L'étude en amont de l'opération, la déconstruction/dépose des éléments existants, la préparation de la ressource en vue de son réemploi et l'intégration des matériaux dans le nouveau projet.** Chacune de ces étapes nécessite d'effectuer des tâches spécifiques telles que : « identifier les éléments réutilisables dans un bâtiment, les démanteler, les transporter, les stocker, les nettoyer, leur apporter des modifications mineures, les documenter, étudier leurs performances, les revendre, y adjoindre des conseils, accompagner leur remise en œuvre... ». Ces étapes seraient donc susceptibles de créer de nouveaux métiers et activités économiques.(Ghyoot et al., 2018)

### 3.1.3 Une reconfiguration des acteurs de la constructions :

Une autre manière de penser consiste de partir des acteurs déjà présents dans le secteur de la construction et d'adapter leurs compétences aux enjeux du réemploi. Dans l'ouvrage « Deconstruction et réemploi : Comment faire circuler les éléments de construction », Rotor propose une adaptation des acteurs présents :

#### Pour les entrepreneurs :

Si le marché du réemploi se développe et réussit à créer une offre de matériaux constante et de qualité, le métier d'entrepreneur ne devrait pas se métamorphoser. La pose d'un élément neuf ne diffère pas fondamentalement d'un équivalent en réemploi. Ce qui risque de changer en revanche, c'est une offre plus hétérogène. Cela obligera les entrepreneurs à adapter leurs savoir-faire à des situations plus irrégulières. (Ghyoot et al., 2018)

#### Pour les démolisseurs :

Nous avons vu précédemment que le rôle de déconstructeur s'est transformé en démolisseur au fil du temps. Le premier prenait soin de démanteler soigneusement les composants pour en récupérer la valeur. Le second, davantage soumis à des contraintes de temps, privilégiera des méthodes de démolition destructive et rapide. Sur le fond, les deux rôles sont proches. Les chantiers de démolition actuels sont déjà soumis à des contraintes de tri. Il n'est donc pas impossible que les sociétés de démolition s'adaptent à la demande et proposent dans leur prestation un service de déconstruction sélective. (Ghyoot et al., 2018)

#### Pour les concepteurs :

Les concepteurs tiendront un rôle central. Ce sont eux qui prescrivent les matériaux. Par rapport à du neuf, les matériaux de réemploi sont soumis à des variations qui obligeront les concepteurs à pousser plus loin une de leurs compétences : l'adaptation. Les architectes devront faire des choix de conception, en favorisant les matériaux durables (cf 2.1.4) et la réversibilité technique et fonctionnelle (cf et 2.1.3). Ils n'auront pas la nécessité de développer une expertise poussée sur chaque produit de réemploi car ils pourront être épaulés par d'autres acteurs qui se spécialiseront. (Ghyoot et al., 2018)

#### Pour les maîtres d'ouvrage :

Les maîtres d'ouvrage auront aussi un rôle à jouer dans le réemploi. En étant propriétaire de l'ouvrage, ils auront la possibilité de faire recours à l'usage de matériaux de réemploi ou à la déconstruction de leur édifice. Ils devront intégrer ces nouvelles exigences en mettant en place de nouvelles prescriptions dans les cahiers des charges, de nouvelles formes contractuelles ou de nouveaux outils de contrôle. (Ghyoot et al., 2018)

### Pour les producteurs de matériaux :

Les futures obligations liées à l'Économie circulaire risquent de changer les positions adoptées par les producteurs. Nous avons vu précédemment le dispositif de « Responsabilité Élargie des Producteurs » qui contraint les producteurs à assumer les coûts liés au traitement de fin de vie des produits. Ils pourront réadapter leur offre, par exemple en proposant des produits neufs pour compléter des lots de réemploi. L'autre piste intéressante serait de s'inscrire dans une économie de service (cf 2.2.1) dans laquelle le producteur réalisera ses profits en atteignant un objectif de performance. (Ghyoot et al., 2018)

### Pour les fournisseurs de matériaux :

Leur rôle ne changera pas vraiment, ils pourront élargir leurs gammes de produits en proposant des éléments issus du réemploi. Ils pourront aussi jouer un rôle de médiateur en prenant soin de documenter et d'informer leurs clients.(Ghyoot et al., 2018)

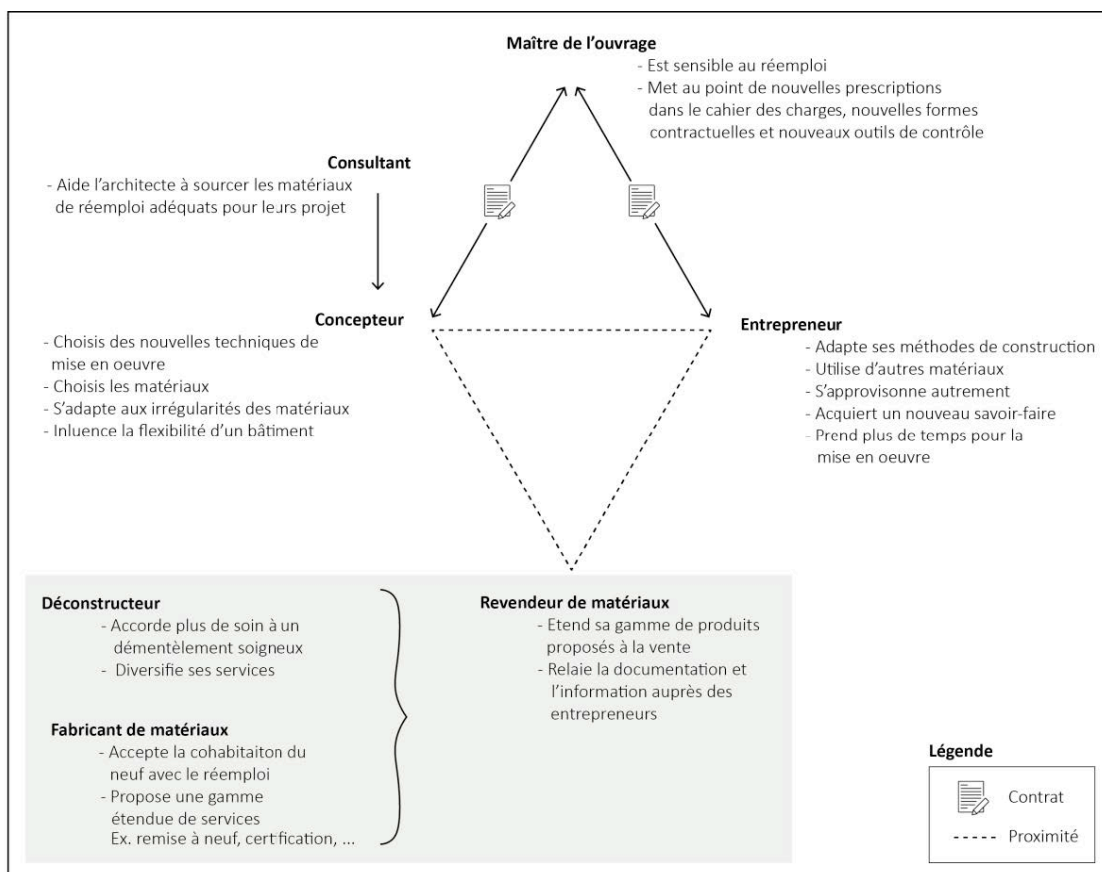


Figure 19: Reconfigurations des métiers (Source: Amélie Halbach, 2019)

Le développement de la filière de réemploi implique des bouleversements dans la division du travail qui caractérise le secteur de la construction. De par son approche transversale et imprévisible, la démarche du réemploi entraîne une certaine proximité entre les concepteurs, les constructeurs et les fournisseurs de matériaux.(Ghyoot et al., 2018)

## **4. Une filière en cours de structuration**

La complexification du projet d'architecture, que ce soit au niveau décisionnel ou de l'augmentation des contraintes et des risques, élargit le nombre de paramètres que les acteurs doivent prendre en compte. Face à cette complexité croissante, les acteurs traditionnels voulant conserver leurs compétences seront obligés de concentrer leur savoir-faire sur la prise en compte de certains paramètres au détriment des autres qu'ils devront soit négliger, ignorer ou déléguer. Pour pallier à cette augmentation des incertitudes, les maîtres d'ouvrage font appel à des experts indépendants qui possèdent des compétences reconnues dans le domaine en question. À terme, cette expertise sera soit absorbée par les acteurs présents, soit constituera l'apparition d'un nouveau métier. (Terrin, 2009).

La suite du travail apportera des informations plus précises sur les compétences appliquées au domaine du réemploi et sur la manière dont celles-ci peuvent intégrer au milieu de la construction. On s'intéressera aussi aux acteurs qui participent activement à l'émergence de la filière du réemploi et dans la montée en compétences des acteurs traditionnels.

#### 4.1. **Les compétences sollicitées dans la démarche du réemploi :**

##### 4.1.1 *Le diagnostic PMD*

En France, le nouveau décret d'application du Diagnostic PMD demande aux futurs diagnostiqueurs de fournir la preuve de leurs compétences dans le domaine des techniques du bâtiment et en matière de prévention des déchets. Selon une étude<sup>14</sup> réalisée par la région Normandie la réalisation de diagnostic ressource demande :

- des compétences mathématiques pour les estimations de surface, volume
- une bonne connaissance des filières de revalorisation, du marché des matériaux et des acteurs
- des compétences économiques et techniques afin d'estimer la faisabilité du réemploi en termes de coût et de faisabilité technique
- savoir s'entourer d'autres compétences

Pour la réalisation du diagnostic, il peut être intéressant de faire intervenir différents acteurs et ainsi augmenter le champ des compétences disponibles. L'architecte apportera un œil de concepteur, l'expert en amiante pourra identifier les déchets contaminés, l'ingénieur en stabilité pourra assurer que les opérations de dépose n'affecteront pas la statique de l'édifice...

##### 4.1.2 *La déconstruction /dépose des éléments existants*

Comme nous l'avons vu précédemment, les tâches nécessaires à la dépose sélective pourraient être assumées par des sociétés de démolition déjà présentes. Les processus des entreprises devront être adaptés afin d'opérer des déposes soigneuses et un tri plus fin des éléments déconstruits. Les compétences que l'on peut déduire de ces changements sont :

- une connaissance des filières de valorisation pour effectuer un tri sur chantier, il faudra aussi être capable de conditionner correctement les différents éléments
- une bonne connaissance des outils, ceux-ci devront être adaptés en fonction des matériaux et éléments à déposer
- une bonne connaissance des techniques de manutention
- une bonne gestion des risques. En effet, il faut pouvoir repérer et agir rapidement en cas d'exposition à des substances dangereuses

---

<sup>14</sup> [https://www.profilinfo.fr/doc\\_num.php?explnum\\_id=17405](https://www.profilinfo.fr/doc_num.php?explnum_id=17405)

- une bonne connaissance des systèmes constructifs, actuels et anciens, afin de faciliter les opérations de dépose

De manière générale, ces compétences sont déjà présentes dans les sociétés de démolition, il faudra cependant les adapter aux spécificités du réemploi. Le profil idéal d'un déconstructeur serait celui « d'une sorte de touche-à-tout, pas mal bricoleur, capable de manipuler un grand nombre d'outils et dont la curiosité s'éveille face à un système constructif inédit »(Ghyoot et al., 2018)

#### *4.1.3 La préparation de la ressource en vue de son réemploi*

Après les deux étapes d'identification et d'extraction des matériaux et éléments de réemploi, se trouve une série d'opérations nécessaires à la préparation de remise en œuvre des matériaux de réemploi : manutention, stockage, reconditionnement, documentation, promotion et revente des matériaux.

Certaines entreprises se sont spécialisées dans la récupération et la revente de matériaux. Celles-ci accueillent une large diversité de profils qui couvrent les besoins en compétences demandées par le processus de préparation au réemploi (Ghyoot et al., 2018). Ces compétences sont détaillées par Rotor selon des fonctions logistiques, documentaires, techniques et commerciales :

##### Fonctions logistiques :

- être capable de gérer un stock hétérogène de produits et matériaux
- être capable de coordonner les transports malgré un arrivage et départ irrégulier de marchandises

##### Fonctions documentaires :

- être capable de faire des recherches documentaires et de l'archivage
- mettre en valeur les produits grâce à des photos et des descriptions détaillées

##### Fonctions techniques :

- être capable de réparer et remettre en états les produits
- établir des documentations techniques (comprenant les dimensions, mode d'emploi, systèmes techniques et constructifs...) et assurer les performances d'un matériau

#### Fonctions commerciales :

- Avoir des facultés dans le vente et l'accompagnement des clients dans leurs décisions
- Gérer les commandes, les factures et la comptabilité

#### *4.1.4 L'intégration des matériaux dans le nouveaux projets*

Enfin, l'intégration des matériaux dans les nouveaux projets fait appel à des compétences à la fois dans la conception et dans la mise en œuvre des matériaux. La démarche de réemploi demandera aux acteurs d'avoir une faculté d'adaptation supérieure car ils devront bien souvent improviser avec les moyens du bord. Une collaboration étroite entre la maîtrise d'œuvre et les entrepreneurs sera essentielle pour intégrer des éléments de réemploi.

#### Dans la conception :

- connaître les matériaux et techniques de constructions anciennes et actuelles
- avoir une grande capacité d'adaptation
- savoir créer un récit narratif structurant l'environnement bâti

#### Dans la mise en œuvre :

- connaître les matériaux et des techniques de constructions anciennes et actuelles
- être capable de mettre en œuvre des matériaux irréguliers

## 4.2. La montée en compétence des acteurs

De nos jours, de plus en plus de structures se créent dans une démarche d'économie circulaire et de réemploi. Certaines proposent leur expertise à la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre, d'autres s'occupent de la logistique nécessaire à la remise sur le marché des matériaux. Ces structures participent aussi activement à la montée en compétence des acteurs de la construction et plus généralement dans la sensibilisation du grand public. Que ce soit par la réalisation d'études, de formations ou d'événements portés sur le réemploi de matériaux. Parmi ces acteurs actifs dans le développement de la filière, nous pouvons citer les plateformes de réemploi, les ressourceries, les bureaux d'études réemploi, les AMO ou encore les centres de formation. Il n'est pas rare que ces structures adoptent une approche transversale en proposant un large éventail de services.

### 4.2.1 Un cas français: Bellastock

Bellastock est une Société Coopérative d'Intérêt Collectif<sup>15</sup> d'architecture engagée dans la transition écologique. Fondée en 2012, la structure est aujourd'hui pionnière sur les questions de réemploi de matériaux et l'urbanisme de transition. Leur action se base sur 4 champs d'action étroitement liés : le réemploi, l'urbanisme de transition, les études et les formations. Le collectif développe leur expertise au travers des différents projets qu'ils effectuent en tant qu'assistant à maîtrise d'ouvrage ou en conseillant la maîtrise d'œuvre. Ces expériences accumulées alimentent leurs recherches et leur permet de développer des études approfondies à destination d'institutions publiques ou privées. Ils ont notamment joué un rôle central dans l'étude REPAR#1 et #2 qu'ils ont dirigée ainsi que dans l'étude FCRBE pilotée par Rotor.

En plus de leur casquette d'expert et de chercheur, ils jouent aussi un rôle dans la transmission de la connaissance. Bellastock propose des formations à destination des professionnels prenant la forme de projets pédagogiques. Ces projets mêlent à la fois des visites de chantiers, des créations de chantiers collectifs ou de Masterclass permettant aux professionnels d'expérimenter à l'échelle 1 :1.

Le collectif diffuse aussi ses connaissances dans le milieu universitaire, que ce soit grâce à des interventions dans le cadre des programmes de formation de l'enseignement supérieur, à l'organisation de temps d'expérimentation ou encore par l'encadrement de thèses et TFE.

Enfin, le collectif fait aussi de la sensibilisation auprès du public. Chaque année, Bellastock organise un festival regroupant plusieurs centaines de personnes qui se mobilisent pour co-

---

<sup>15</sup> Société Coopérative d'Intérêt Collectif ou SCIC, il s'agit d'une entreprise coopérative permettant d'associer toute personne physique ou morale de droit privé ou public autour d'un projet commun



concevoir une ville éphémère. Cet événement est l'occasion de faire se rencontrer les professionnels, étudiants et néophytes de la construction dans une émulation qui favorise le partage de connaissances et savoir-faire.

#### 4.2.2 Un cas belge: Rotor

Rotor est un collectif créé par Lionel Devlieger et Maarten Gielen en 2005. Initialement, les fondateurs s'intéressaient aux flux des matériaux dans l'économie et plus spécifiquement aux rebuts de l'industrie. Aujourd'hui, le collectif est constitué de neuf personnes aux profils hétérogènes, comme le mentionne un de ses membres Renaud Haelingen : « Dans le groupe, nous ne sommes pas tous architectes, ce n'est même pas la majorité. Lionel est bio-ingénieur, moi j'étudie l'architecture. Maarten est autodidacte mais de parents juristes, ce qui est bien pratique, Mélanie fait de la surveillance de chantier, la fin du processus. L'autre Lionel est historien, Mickael est chercheur et scénographe et Christian a étudié l'architecture avec moi. Quand à Adeline, elle est journaliste.»<sup>16</sup> . Cette diversité de profil est un réel atout car cela élargit le champs des compétences disponibles. Au fil du temps, Rotor s'est spécialisé dans la question du réemploi des matériaux et a mené une enquête sur les différents leviers qui faciliteraient la mise en place de la démarche chez les maîtres d'ouvrage pour la rendre le plus accessible.

Aujourd'hui, le collectif partage ses activités au travers de deux entités indépendantes, **Rotor** et **Rotor Deconstruction**.

**Rotor** participe activement à la diffusion des connaissances relatives au réemploi dans la construction. La recherche est la colonne vertébrale de leur démarche, autour de laquelle est articulée leurs activités d'AMO, de design ou de conseil de maître d'œuvre. Le fruit de leurs recherches est ensuite diffusé par le moyen de publication scientifique ou littéraire tel que le livre « Déconstruction et réemploi : Comment faire circuler les éléments d'architecture » ou l'étude européenne FCRBE qui a été pilotée par le collectif.

**Rotor Deconstruction** est une plateforme de réemploi qui organise les opérations de récupération des matériaux issus des chantiers de déconstruction. L'entité fonctionne comme une coopérative entièrement détenue par ses travailleurs et possède son propre magasin de revente de matériaux, destinés aux particuliers et professionnels. Rotor DC possède sa propre équipe de déconstructeurs qui gère les étapes de déconstructions et de préparation au réemploi. L'entité développe aussi des savoir-faire innovants en matière de démontage, de logistique et de traitements des matériaux.

---

<sup>16</sup> Extrait de l'interview : <https://chroniques-architecture.com/rotor-ou-quand-la-deconstruction-se-fait-architecture/>

#### 4.3. Formation et métiers émergents :

Nous avons vu que la démarche de réemploi pouvait être divisée en 4 étapes clés incluant le diagnostic PMD, la dépose sélective, la préparation au réemploi ainsi que l'intégration dans un nouveau projet. Chacune de ces étapes fait appel à des compétences spécifiques.

Chaque année, l'instance de régulation des compétences « France compétences »<sup>17</sup> identifie les métiers « émergents ». Selon eux, les métiers émergents permettent de répondre aux besoins en compétences du marché du travail. Le but principal étant d'accélérer l'enregistrement de nouvelles formations dans le RNCP<sup>18</sup>.

Parmi les 43 métiers émergents identifiés entre 2020 et 2021<sup>19,20</sup>, 6 font parties du secteur de la construction et 2 sont directement en lien avec le réemploi ; le « **technicien Valoriste du bâtiment** » et le « **diagnostiqueur Produits, Matériaux, Déchets issus du bâtiment** ».

La formation « Technicien Valoriste du bâtiment » est proposée par la structure Noria et Compagnie et vise à former des personnes qui participeront activement à la mise en place de filière de valorisation.

La formation « Diagnostiqueur Produits, Matériaux, Déchets issus du bâtiment » est proposée par la FEDEREC<sup>21</sup> et vise à former les futurs diagnostiqueurs PMD, dont la demande va fortement augmenter à partir de Janvier prochain.

---

<sup>17</sup> <https://www.francecompetences.fr/>

<sup>18</sup> Le RNCP ou Registre National de la Certification professionnel permet de répertorier toutes les formations certifiantes, il contient des fiches descriptives de chaque formation en reprenant les compétences acquises et les métiers pouvant être exercés avec ces formations

<sup>19</sup> Métiers émergents 2020 : <https://www.francecompetences.fr/fiche/metiers-emergents-ou-en-forte-evolution-la-liste-complexe-des-23-metiers-retenus/>

<sup>20</sup> Métiers émergents 2021 : <https://www.francecompetences.fr/fiche/20-metiers-en-particuliere-evolution-pour-2021/>

<sup>21</sup> La FEDEREC est la Fédération professionnelle des Entreprises du RECYclage, elle s'occupe des intérêts professionnels du secteur du recyclage <https://federec.com/>

## **5. Conclusion et question de recherche**

Le réemploi des matériaux apparaît comme une solution efficace à la réduction des déchets et à l'extraction des ressources. Comme nous l'avons vu, la pratique du réemploi peut être in-situ ou ex-situ. Dans le second cas, la création d'une nouvelle filière sera nécessaire pour assumer les besoins de stockages, préparations, informations ou de ventes des matériaux. Il faudra réussir à créer l'offre et la demande, tout en facilitant leur rencontre. Nous avons vu que la démarche de réemploi pouvait être divisée en 4 étapes clés incluant le diagnostic PMD, la dépose sélective, la préparation au réemploi ainsi que l'intégration dans un nouveau projet. Chacune de ces étapes fait appel à des compétences spécifiques tout en élargissant la temporalité du projet d'architecture. À terme, l'absorption des compétences requises par la filière du réemploi se fera soit par la montée en compétences des acteurs présents soit par l'apparition de nouveaux métiers.

Parmi les métiers émergents identifiés par France Compétences se trouve le « Technicien Valoriste du bâtiment ». Dans la suite de ce travail, nous tenterons de définir les contours de ce métier puis le rôle qu'il pourrait occuper dans le secteur de la construction.

# ETUDES DE CAS

## 1. Méthodologie

La première partie de cette étude portera sur l'analyse de la formation « Technicien Valoriste du Bâtiment » proposée par le centre Noria et Compagnie<sup>22</sup>. Cette analyse permettra de dresser le portrait de ce métier « émergent » en se basant sur les compétences enseignées durant la formation et sur les profils des apprenants.

L'enquête s'appuiera sur les informations contenues dans la fiche métier présente sur le site de l'organisme ainsi que sur un entretien avec Franz Daniaud (annexe 4), le responsable de la formation TVRB. Ces différentes sources permettront d'obtenir de précieuses informations sur la création de la formation, les compétences enseignées, le profil des personnes formées ainsi que sur l'avenir de la formation.

Nous confronterons ensuite les informations recueillies avec les connaissances relatives aux compétences et métiers, acquises durant l'État de l'art. Cela nous permettra de dresser un portrait de ce que pourrait être un Valoriste.

La seconde partie de l'étude portera sur l'analyse du projet Hélios et de ses intervenants. Hélios est un projet de réhabilitation commandité par le groupe Saint-Roch Habitat et dont la maîtrise d'œuvre a été confiée à l'Atelier Aïno. Le choix de ce projet comme objet d'étude a été motivé par la transversalité des questions traitées ainsi que par la démarche innovante mise en place pour traiter la question du réemploi.

L'enquête s'appuiera sur les informations partagées par l'Atelier Aïno ainsi que sur un entretien réalisé avec Elise Giordano, architecte au sein de l'Atelier. Ces différentes sources permettront d'obtenir des informations sur les intervenants du projet et sur la démarche de réemploi mise en place au sein du projet.

La troisième et dernière partie de l'étude cherchera à intégrer le Valoriste dont le profil aura été défini préalablement, dans le projet Hélios. Tout d'abord, nous confronterons les compétences du Valoriste avec celles des intervenants du projet Hélios. Puis nous essaierons de tirer une conclusion sur la plus-value éventuelle qu'apporterait le Valoriste au projet.

---

<sup>22</sup> Noria et Compagnie est un centre de formation fondé en 2006 dont l'activité principale est la formation de professionnel continue dédiée à l'écoconstruction : <http://www.noria-cie.com/presentation/>

## **2. La formation TVRB**

### **2.1. Genèse et présentation de la formation**

La formation est le fruit d'une rencontre entre Frantz Daniaud et le directeur de l'organisme de formation Noria et Compagnie.

Frantz Daniaud est un ancien urbaniste qui a décidé d'ouvrir une recyclerie dans sa région à la suite d'un voyage à vélo à travers la France. Il portera par la suite un intérêt grandissant pour les questions du réemploi dans l'architecture. Aujourd'hui, il effectue une veille sur les questions du réemploi en réalisant des articles et études à ce sujet.

Noria et Compagnie est une association créée en 2006 dont l'activité principale consiste à former des professionnels sur les sujets de l'écoconstruction et des matériaux bioclimatiques. Elle propose quatre formations longues ainsi que quatre formations spécialisantes. Professionnels du bâtiment, spécialistes en éco-construction et réemploi de matériaux, urbanistes, architectes, ingénieurs et techniciens, la structure met à disposition un grand nombre de profils différents reliés par un intérêt commun pour l'écoconstruction.

En 2015, Frantz Daniaud et d'autres acteurs décidèrent de créer un évènement sur la question du réemploi. Cet évènement a mis en lumière le manque d'initiative concernant le réemploi dans sa région. À cette époque, certains acteurs tels que le SEDDRé<sup>23</sup>, la FEDEREC<sup>24</sup> et l'Ordre des Architectes commençaient déjà à se positionner sur la question mais il n'existait rien de concret. C'est à ce moment-là qu'il a rencontré le directeur de Noria et compagnie. À force d'échanges, ils décidèrent de créer une formation qui porterait sur les besoins en compétence des filières de la revalorisation des ressources. Nous avons donc d'un côté Frantz Daniaud qui apporte son expertise sur le réemploi et, de l'autre, l'organisme Noria et Compagnie qui possède une large variété de compétences dans la construction. Le premier projet dut un projet pilote de deux semaines, dont le succès a engendré la création d'une formation complète : la formation « Technicien Valoriste des Ressources du Bâtiment » (TVRB).

La formation est désormais inscrite par France Compétences au sein du Répertoire Nationale des Certifications Professionnelles et permet d'obtenir une qualification de niveau 4<sup>25</sup>.

---

<sup>23</sup> La SEDDRé est le syndicat des Entreprises de Déconstruction, Dépollution et Recyclage, il œuvre pour que les métiers de la déconstruction et du recyclage évoluent et s'adaptent aux besoins de la société. <https://www.seddre.fr/>

<sup>25</sup> Le niveau de qualification 4 correspond à une personne qui exécute mais doit réfléchir en même temps, il se situe entre le niveau 5 (exécution uniquement) et le niveau 3 (faisant appel à de la coordination)

### 2.1.1 Rôle du Technicien Valoriste des ressources du bâtiment :

Dans une démarche d'économie circulaire, le technicien Valoriste du bâtiment (que nous désignerons par Valoriste) participe à la mise en place de filières liées à la revalorisation des ressources dans la construction. Il participe directement à la préservation des ressources naturelles en détournant au maximum les déchets de l'enfouissement et de l'incinération. Ses missions sont multiples : identification des gisements, collecte séparative et traitement des ressources en vue de la revente. Il sera amené à trier, orienter, nettoyer, réparer et réassembler les ressources. Il contribuera aussi à la sensibilisation des acteurs et usagers sur les questions de réemploi et de réduction des déchets.

La formation TVRB développe donc une approche transversale. Selon les étapes de revalorisation des matériaux définies dans l'état de l'Art concernant la mise en place d'une filière de réemploi, le Valoriste développerait des compétences à chaque niveau.

### 2.1.2 Organisation de la formation

Une session de formation TVRB dure 770h parmi lesquelles 560h s'effectueront au centre de formation et 210h dans un stage d'entreprise. La formation s'organise en 7 blocs de compétence. Les personnes peuvent effectuer le cursus au complet ou partiellement selon les besoins individuels. Chaque bloc constitue une activité à part entière qui développe des compétences spécifiques. (détail des compétences en Annexe 6)

#### 2.1.2.1 Les blocs de compétences attestés par France Compétences

Bloc 1 : Contribuer au diagnostic des ressources issues de la déconstruction d'un bâtiment

Bloc 2 : Organiser et réaliser la collecte des ressources issues de la déconstruction d'un bâtiment

Bloc 3 : Organiser la valorisation des ressources issues de la déconstruction d'un bâtiment

Bloc 4 : Contribuer à l'élaboration de nouveaux usages des matériaux et des ressources issues d'un bâtiment

Bloc 5 : Valoriser les ressources issues de la déconstruction d'un bâtiment

Bloc 6 : Diffuser les bonnes pratiques de valorisation des objets, matériaux issus d'une déconstruction d'un bâtiment

Bloc 7 : Contribuer à la commercialisation des produits dérivés de la transformation de matériaux et de ressources issus de la déconstruction d'un bâtiment

### *2.1.3 Public et prérequis*

La formation est ouverte à tout type de profil, salarié, demandeurs d'emploi, artisans, personnes en reconversion professionnelle ou encore travailleur handicapé.

Cependant, il existe certains prérequis pour suivre la formation. La personne formée devra avoir un niveau d'étude équivalent au niveau 4, elle devra faire preuve d'un intérêt pour les questions environnementales et pour le travail manuel. Enfin il devra présenter des aptitudes au travail d'équipe et à la communication.

L'ouverture de la formation au plus grand nombre est un atout pour le contenu pédagogique. Selon Franck Daniaud, le contenu de la formation est donné par les formateurs mais le plus gros vient de l'interaction entre les différentes personnes. Une bonne partie des personnes suivant la formation, est issue du secteur du bâtiment, certaines sont en reconversion professionnelle, d'autres ont été considérées inaptes. Ces acteurs possèdent déjà beaucoup de connaissances sur le milieu du chantier ce qui permet d'apporter une grande plus-value à la formation. Il y a aussi d'autres personnes moins qualifiées qui souhaitent compléter leur formation initiale. Le point commun qui relie toutes ces personnes est la volonté d'exercer un métier « vert ».

### *2.1.4 La place de la formation en France*

Aujourd'hui, la formation TVRB organisée par Noria est la seule formation qualifiante de ce type en France. Pour le moment, la formation est seulement proposée dans la région Grand Ouest. Elle va se déployer d'avantage prochainement, notamment à Paris, où les chantiers liés au Grand Paris stimulent une importante demande de main d'œuvre sensibilisée au réemploi.

Lorsqu'une formation est certifiée, elle est soumise à un droit d'exploitation qui empêche d'autres organismes de s'en emparer. Cela crée de nombreux débats dans le secteur de l'économie sociale qui privilégie les approches open-sources.

Une autre formation liée au domaine du réemploi dans le bâtiment est en train d'émerger. Celle-ci est le fruit d'une entente entre la FEDEREC et le SEDDR. La formation vise à former les futurs diagnostiqueurs PMD. Le métier de diagnostiqueur PMD a fait l'objet d'une reconnaissance comme métier « émergent », ce qui a permis d'accélérer la mise en place de la formation. En effet, le nouveau décret d'application lié au diagnostic PMD crée une forte

demande de diagnostiqueur. Selon l'ADEME<sup>26</sup>, 5000 chantiers seront concernés par le décret, nécessitant la formation de 2000 diagnostiqueurs.

En se focalisant sur une étape spécifique de la filière de réemploi, on peut supposer que la formation de Diagnostiqueur PMD aura une approche moins transversale que la formation TVRB.

## 2.2. **Conclusion : Le portrait du Valoriste**

Suite aux différentes informations recueillies, nous allons dresser le portrait de ce que pourrait être un Valoriste. Pour reprendre les mots de Franz Daniaud, la formation TVRB vise à former des « moutons à 5 pattes ». En partant d'une approche transversale, la formation permettra aux personnes qui la suivent de développer un regard complet sur la chaîne d'opérations liées à la filière du réemploi. Néanmoins, cette approche transversale ne permettra pas d'acquérir une expertise pointue dans un domaine, c'est pourquoi la personne devra faire appel à un complément de formation si elle souhaite se spécialiser.

Le Valoriste pourrait donc être un acteur actif dans la filière du réemploi. Ses compétences opérationnelles associées à son regard complet de la chaîne d'opération lui permettront de faire ou d'assister à la réalisation des étapes de diagnostics PMD, dépose sélective et préparation au réemploi.

Il pourrait, par exemple, aussi trouver sa place au sein d'une plateforme de réemploi et gérer de manière transversale les étapes liées à la **préparation au réemploi**.

Pour ce qui est des étapes de **diagnostics** et de **déposes sélectives** les choses sont plus nuancées. Comme nous l'avons vu durant l'État de l'art, les compétences nécessaires au diagnostic et à la dépose sont déjà présents chez les acteurs traditionnels.

Nous considérerons donc par la suite que le Valoriste est un employé travaillant au sein d'une plateforme de réemploi et qui est appelé en tant que tiers, dans les opérations liées au diagnostic, à la dépose et à la préparation au réemploi.

---

<sup>26</sup> Le 29 Juin 2021, la FEDEREC a rédigé un communiqué sur la future formation de diagnostiqueur. <https://federec.com/FEDEREC/documents/BTPPOURREPONDREAUXBESOINSDELAPROFESSIONFEDERECLANCEU NEFORMATIONDE6523.pdf>



## 3. Projet Hélios, Atelier Aïno

### 3.1. Présentation du projet



*Figure 20: Vue aérienne du bâtiment Hélios source: Alticam)*

Situé à Grasse dans le Sud de la France, Hélios est un projet de réhabilitation d'une ancienne maison de repos en logement. Le projet a été commandité par le groupe Saint-Roch Habitat qui a confié la maîtrise d'œuvre à l'atelier Aïno. Le programme prévoit la création de 18 logements et portera une attention toute particulière sur la conservation du patrimoine.

L'utilisation du réemploi in situ aura une place centrale dans le projet. Un diagnostic ressource approfondi a été réalisé en amont de la conception, celui-ci a permis d'identifier et distinguer les éléments à conserver, ceux à démolir ou déposer et ceux à démolir et évacuer du projet.

Le projet a remporté l'appel à projet « Filidéchet » porté par l'ADEME et la Région SUD, cela a permis d'approfondir la démarche du réemploi en y ajoutant une dimension d'innovation.

### 3.2. Présentation des intervenants :

Le projet Hélios est encore au stade d'étude de projet (PRO), pourtant, de nombreux intervenants sont sollicités pour pallier aux contraintes qui y sont liées.

Il y a une étroite collaboration entre Saint-Roch Habitat (MOA), l'Atelier Aïno (MOE) et le bureau d'étude Moduo (BET) qui est rattaché au MOA. Ces acteurs sont présents à tous les stades du projet. En dehors de ce trio, différents acteurs interviennent, notamment dans le cadre de l'appel à projet Filidéchet. Ces acteurs sont composés du bureau de conseil en ingénierie du réemploi R-Use, le consultant en amiante EP-BTP et le groupe Esterel Granulat et Terrassement. Par la suite, nous allons essayer de présenter ces différents acteurs, et de définir leur rôle dans le projet.

### Saint-Roch Habitat :

Saint-Roch Habitat est un promoteur et rénovateur immobilier qui s'est spécialisé dans la réhabilitation d'immeubles et bâtiments anciens. Créée en 2005 par l'association « les amoureux de la pierre », la société a développé une philosophie de conservation du patrimoine. Le réemploi fait partie intégrante de leur démarche. En tant que maître d'ouvrage, c'est elle qui est à l'origine du projet.

### Bureau d'étude TCE Moduo :

Moduo est un bureau d'étude généraliste fondé en 2004 qui intervient auprès de la maîtrise d'ouvrage à toutes les étapes d'un projet.

En plus d'accompagner Saint-Roch Habitat dans la réalisation de son projet, Moduo a joué un rôle de consultant pour l'atelier Aïno, notamment sur les questions de remise en ordre des garde-corps.

### Atelier Aïno :

L'Atelier Aïno est un bureau d'architecture basé à Marseille. Celui-ci a été fondé en 2016 par Elise Giardino, Charlotte Lovera et Louise Dubois. Les deux premières étant architectes et la dernière designer. L'Atelier Aïno fonde leur projet sur une approche sociale et environnementale. Chacun de leur projet cherche à conserver au maximum l'existant, faisant du réemploi une pratique centrale de leur démarche.

En tant que maître d'œuvre, l'Atelier Aïno joue le rôle de concepteur du projet. Le bureau est aussi à l'origine du diagnostic ressource ainsi que de la participation à l'appel à projet Filidechet.

### R-Use :

R-Use est une société de conseil et d'ingénierie en réemploi de matériaux de construction et d'économie circulaire. Fondée en 2017, par Mathieu Paradas et Aymeric Meunier, le bureau a mis en place une gestion de « projet de réemploi ». Ils accompagnent aujourd'hui tous les acteurs de la construction pour créer des solutions d'économie circulaire sur les opérations du bâtiment. R-Use participe au projet par l'intermédiaire de l'APP Filidechet. Ils ont accompagné la maîtrise d'œuvre dans la réalisation des Cahiers des clauses techniques particulières<sup>27</sup> (CCTP) pour décrire les lots de réemplois.

### Esterel :

Esterel est un groupe spécialisé dans la revalorisation des déchets inertes issus de la construction, ils ont participé au projet Hélios en tant que consultant pour la maîtrise d'œuvre. Ils ont notamment aidé à la revalorisation des déchets inertes en murs de parement.

---

<sup>27</sup> Les CCTP (cahiers des clauses techniques particulières) fixent les clauses techniques d'un marché particulier déterminé. Ce sont les stipulations qui donnent une description précise des prestations à réaliser et permettent à la personne responsable de suivre le déroulement du marché et la bonne exécution de ces prestations.

### 3.3. La démarche de réemploi

L'Atelier Aïno développe au sein du projet Hélios une démarche poussée de réemploi In-Situ. En amont de la conception, l'Atelier a effectué un diagnostic approfondi de l'ensemble du bâtiment. Pour pousser plus loin le taux d'élément réemployé, l'atelier a répondu à l'appel à projet Filidéchet lancée par l'ADEME et la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

#### 3.3.1 Le diagnostic ressource

Le diagnostic ressource réalisé par l'Atelier Aïno se base sur la méthodologie développée dans l'étude REPAR#2 que nous avons mentionnée plus tôt (cf 2.3.4). Un code couleur a été mis en place afin de qualifier le devenir des chaque éléments du bâtiment.

- Le vert désigne les éléments à conserver : ils seront soit réparés, adaptés ou refait à l'identique.

- Le bleu désigne les éléments qui seront démolis ou déposés : selon leur état, ils seront réemployés ou recyclés.

- Le rouge désigne les éléments et seront démolis ou évacués du projet : ces éléments seront redirigés vers les filières permettant la meilleure valorisation possible.

Le diagnostic est agrémentée d'une série de photo permettant de donner des indications visuels sur l'état de chaque élément ainsi qu'une identification facilité pour tous les intervenants au projet. (cf Annexe 8). La qualification de chaque éléments est ensuite retranscrit sur les différents supports graphiques. Selon les estimations. Le diagnostic est un outil central dans le réemploi de matériaux, grâce à lui il sera possible d'optimiser la proportion d'éléments revalorisés.

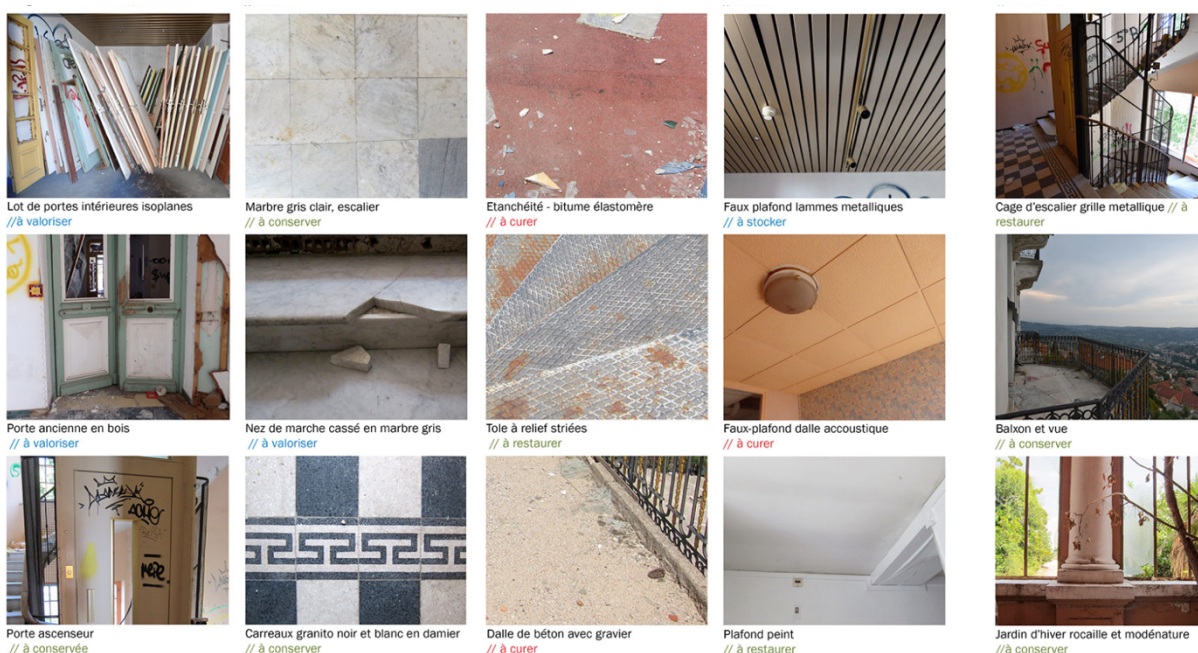


Figure 21: Photos issues du diagnostic ressource (source: Atelier Aïno)



Figure 22: Façade sud du projet (source: Atelier Aïno)



Figure 23: Façade est du projet (source: Atelier Aïno)

### Enduits et modénatures

//// Fissures

||||| Graffiti/ tag

○ Stuc cassé

○ Humidité

X Baie murée

PM Pierre massive

EB Enduit peint blanc

EV Enduit vert

### Menuiserie

FP1 Fenêtre PVC

FB1 Fenêtre bois d'origine

FV1 Verrière d'intérêt patrimonial

FA1 Fenêtre aluminium

~ Protection solaire type store textile

### Serrurerie

GC1 Garde-corps

G1 Grille

MC1 Main-courante

### Toiture et réseaux

TE Eternit apparent

R Réseaux

### 3.3.2 Projet Filidéchet

Le projet Filidéchet est un appel à projets lancé par l'ADEME et la région Provence Alpes-Côte d'Azur visant à faire émerger et soutenir des projets de valorisation innovantes des déchets. Pour être retenue, les projets candidats devront proposer des solutions innovantes ou exemplaire dans sur le sujet de l'économie circulaire.

L'atelier Aïno a remporté l'appel à projet en proposant une expérimentation visant à réduire la production de déchets dans un chantier de rénovation amiantée. Ce projet dénommé « DIV(3) » propose une réduction de 20% des déchets amiantés et de 80% des déchets non-amiantés (figure 23).

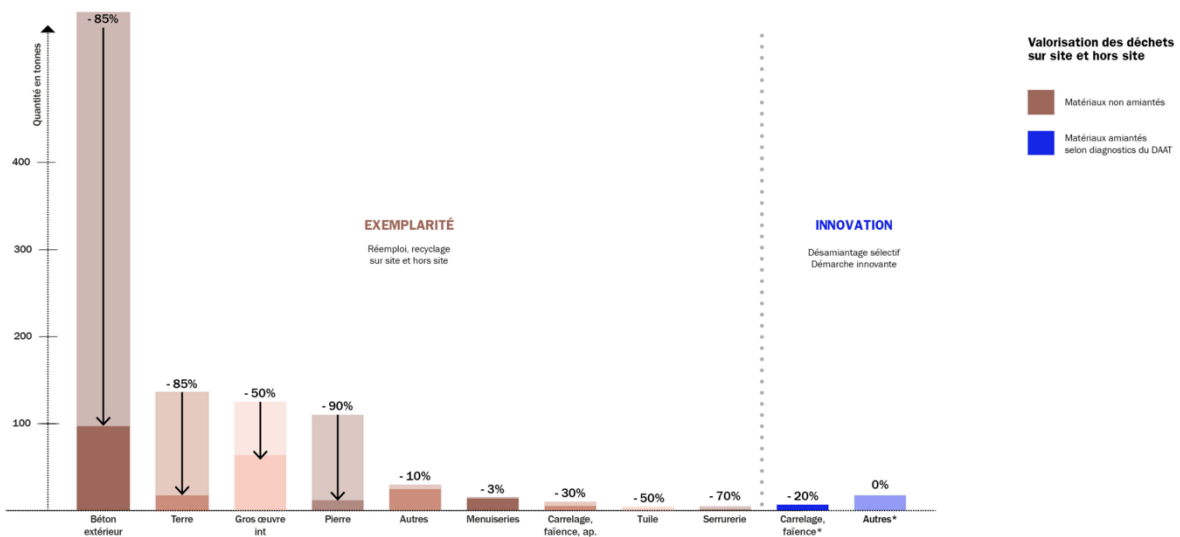


Figure 24: Taux de valorisation estimé dans le projet Hélios (source: Atelier Aïno)

L'amiante dans le bâtiment est aujourd'hui considéré comme un déchet ultime. Celui-ci de par sa dangerosité et sa volatilité est extrêmement difficile à gérer sur un chantier. Le projet DIV(E)3 propose d'expérimenter une méthode de désamiantage sur des carreaux de faïence afin de les réemployer. (figure 24)

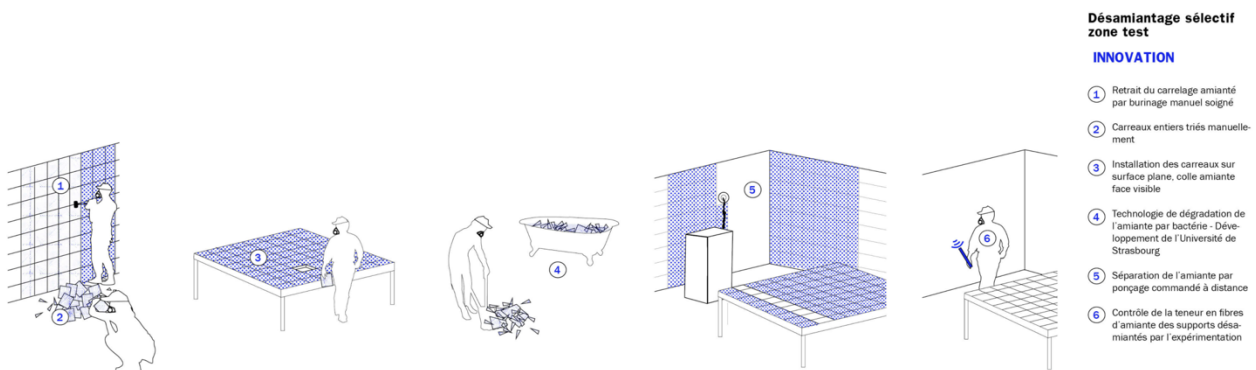


Figure 25: Expérimentation de désamiantage de carreaux de faïence (source: Atelier Aïno)

## **4. Le place du Valoriste:**

Dans un premier temps nous avons analysé le contenu de la formation Technicien Valoriste proposée par Noria et Compagnie. Cette première étude nous a permis d'esquisser le profil de ce que pourrait être un Valoriste.

Dans un second temps, nous avons analysé le projet Hélios dans lequel le réemploi in-situ occupe une place centrale dans la conception. En considérant que le Valoriste est extérieur à la conception, il serait inintéressant de lui confier la réalisation du diagnostic. En revanche, il aurait pu jouer un rôle intéressant de conseil pour rediriger les éléments et matériaux voués à exclure du projet. Ensuite, le maitrise d'œuvre identifie dans le diagnostic des éléments valorisables mais qui ne s'intègreront pas dans le projet. Ces éléments sont voués à être déposés et dans l'idéal, réemployés sur un autre chantier. Nous avons précédemment considéré que la dépose pouvait être assumé par un acteur traditionnel de la construction.

Par conséquent, le Valoriste pourrait jouer un rôle dans la dernière étape de la filière, la préparation au réemploi qui comprend les étapes de manutention, stockage, reconditionnement, documentation, promotion et revente des matériaux.

## Conclusion générale

Le développement de ce travail nous a permis d'avoir des clés de compréhension sur les enjeux liés à l'économie circulaire. Le secteur de la construction est le plus gros producteur de déchets, le plus gros consommateur de matières et le plus gros consommateur d'énergie. Il est donc essentiel que celui-ci opère un changement systémique en passant du fonctionnement linéaire à circulaire.

Plusieurs pistes permettent de circulariser le secteur de la construction. Tout d'abord, nous pouvons repenser la manière de concevoir les bâtiments et ainsi éviter leur obsolescence prématurée, que ce soit au niveau fonctionnel, structurel ou esthétique. Ensuite, nous pouvons imaginer de nouveaux modèles économiques qui favoriseraient l'usage au détriment de la consommation. Enfin, nous pouvons revoir notre gestion des ressources du bâti, en favorisant les modes de traitements les plus vertueux.

Parmi ces modes de traitements, le réemploi des matériaux apparaît comme une solution efficace à la réduction des déchets et à l'extraction des ressources. Comme nous l'avons vu, la pratique du réemploi peut être in-situ ou ex-situ. Dans le second cas, la création d'une nouvelle filière sera nécessaire pour assumer les besoins de stockages, préparations, informations ou de ventes des matériaux. Il faudra réussir à créer l'offre et la demande, tout en facilitant leur rencontre. Nous avons vu que la démarche de réemploi pouvait être divisée en 4 étapes clés incluant le diagnostic PMD, la dépose sélective, la préparation au réemploi ainsi que l'intégration dans un nouveau projet. Chacune de ces étapes fait appel à des compétences spécifiques tout en élargissant la temporalité du projet d'architecture. À terme, l'absorption des compétences requises par la filière du réemploi se fera soit par la montée en compétences des acteurs présents soit par l'apparition de nouveaux métiers.

# Bibliographie

- Barles, S. (2008).** Comprendre et maîtriser le métabolisme urbain et l’empreinte environnementale des villes. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, N° 52(4), 21-26.
- Benyus, J. M. (1997).** *Biomimicry : Innovation inspired by nature*. Morrow New York.
- Brand, S. (1995).** *How Buildings Learn : What Happens After They’re Built*. Penguin.
- Braungart, M., & McDonough, W. (2009).** *Cradle to Cradle*. Random House.
- Braungart, M., & McDonough, W. (2013).** *The upcycle. Beyond sustainability-designing for abundance*. North Point Press.
- Brunner, P. H. (2011).** Urban Mining A Contribution to Reindustrializing the City. *Journal of Industrial Ecology*, 15(3), 339-341. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00345.x>
- Choppin, J., & Delon, N. (2014).** *Matière grise*.
- Durmisevic, E. (2006).** *Transformable Building Structures. Design for disassembly as a way to introduce sustainable engineering to building design & construction*.
- Esa, M. R., Halog, A., & Rigamonti, L. (2017).** Developing strategies for managing construction and demolition wastes in Malaysia based on the concept of circular economy. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 19(3), 1144-1154. <https://doi.org/10.1007/s10163-016-0516-x>
- Gelot, E. (2020, octobre 5).** Loi Économie Circulaire : Plus d’informations sur la publication prochaine des décrets. *MATERIAUX REEMPLOI.COM*. <http://materiauxreemploi.com/loi-economie-circulaire-plus-dinformations-sur-la-publication-prochaine-des-decrets/>
- Ghyoot, M., Devlieger, L., Billiet, L., & Warnier, A. (2018).** *Déconstruction et réemploi : Comment faire circuler les éléments de construction*. Presses polytechniques et universitaires romandes.
- Giarini, O., & Stahel, W. (1991).** *The limits to certainty : Facing risks in the new service economy*.



Guldager Jensen, J. S. (2016). *Building a Circular Future*.

Hansen, K., Braungart, M., & Mulhall, D. (2012). Resource Repletion. *The Springer Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*, Springer Reference, Berlin, Heidelberg.

JACOBS, J., & PARIN-SENEAUD, C. (1991). *Déclin et survie des grandes villes américaines*. P. Mardaga, Liège.

Luscuere, L. (2016). Materials Passports : Optimising value recovery from materials. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management*, 170, 1-4. <https://doi.org/10.1680/jwarm.16.00016>

Puschmann, T., & Alt, R. (2016). Sharing Economy. *Business & Information Systems Engineering*, 58(1), 93-99. <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0420-2>

Romnée, A., & Vrijders, J. (2018). *Vers une économie circulaire dans la construction Introduction aux principes de l'économie circulaire dans le secteur de la construction— Monographies • CSTC*. Centre Scientifique et Technique de la Construction. <https://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=search&id=REF00010714>

Rotor, A. (2009). *Pré-étude en vue de la création d'une filière des matériaux de déconstruction en économie sociale*.

Rubin, P. (2017). *Construire Reversible* (Canal Architecture). <https://www.librairiedumoniteur.com/construire-reversible-rubin-patrick-c2x33360984>

Stahel, W., & Reday-Mulvey, G. (1981). *Jobs for tomorrow : The potential for substituting manpower for energy*.

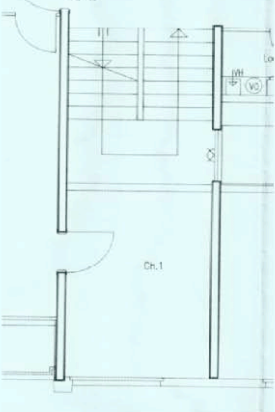

Terrin, J.-J. (2009). *Conception collaborative pour innover en architecture : Processus, méthodes, outils*. Editions L'Harmattan.




# \_\_\_ TABLE DES ILLUSTRATIONS \_\_\_

Figure 1: Hiérarchie des traitements des déchets (source : auteur, inspiré de l'article L-541-1 II du code de l'environnement).....	10
Figure 2: Franck Duffy, Shearing Layers (Source: Brand, 1994).....	15
Figure 3: Shearing layers of change (Source: Brand, 1994).....	16
Figure 4 : La maison Dom-ino (Source: Construire réversible, Canal architecture, 2017).....	18
Figure 5: Interprétation des 7 principes (Source: Construire réversible, Canal architecture, 2017).....	19
Figure 6: Interieur maison "Métropole" (source: galerie Patrick Seguin).....	22
Figure 7: Montage maison portique (source patrickseguin.com).....	22
Figure 8: The circular economy (Source: Fondation Ellen Macarthur adapté par Néo-Géo).....	24
Figure 9: Schéma d'économie de fonctionnalité (source: Remy Le Moigne).....	28
Figure 10: Pay per Lux Schipol (source: Turntoo; <a href="https://www.hunterdouglasarchitectural.eu/">https://www.hunterdouglasarchitectural.eu/</a> ).....	29
Figure 11: Lightcatcher en situation (source: econation.be).....	29
Figure 12: Schéma d'économie du partage (source: Remy Le Moigne).....	30
Figure 13: Intérieur de l'atelier "Metz à vélo" (source: auteur).....	31
Figure 14: Schéma de prolongement de la durée de vie (source: Remy Le Moigne).....	32
Figure 15: interprétation des 3 types de développements urbains de Brunner (source: auteur).....	34
Figure 16: Déconstruction sélective vs destructive (source: Rotor).....	37
Figure 17: De l'éco-efficacité à l'éco-benefficiencie (source: « The Upcycle »).....	40
Figure 18: Besoins d'énergie et de main d'oeuvre selon les phases d'extraction/production et de transformation (source: auteur inspiré du travail de Stahel).....	47
Figure 19: Reconfigurations des métiers (Source: Amélie Halbach, 2019).....	49
Figure 20: Vue aérienne du bâtiment Hélios source: Alticam).....	63
Figure 21: Photos issues du diagnostic ressource (source: Atelier Aïno).....	65
Figure 22: Façade sud du projet (source: Atelier Aïno).....	66
Figure 23: Façade est du projet (source: Atelier Aïno).....	66
Figure 24: Taux de valorisation estimé dans le projet Hélios (source: Atelier Aïno).....	67
Figure 25: Expérimentation de désamiantage de carreaux de faïence (source: Atelier Aïno).....	67

# ANNEXES

## Annexe 1 : Fiche diagnostic ressource REPAR#2

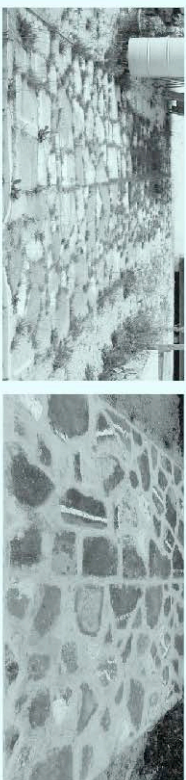
Fiche 1.1 Reconnaissance in situ	
<b>Composant</b>	Voile béton porteur 14cm
<b>Emploi d'origine</b>	Mur de refend structurel
<b>Bâtiment étudié</b>	Bâtiment B
<b>Nomenclature</b>	1.GISB-V0114POR
	
	
<b>Désignation</b>	<b>Descriptif</b>
<b>Quantité</b>	949 ml (exclu les voiles préfabriqués aux pignons) soit 345 m3 soit 2467 m2
<b>coef de perte</b>	40% ce coefficient estime le taux de perte à la collecte
<b>Matériaux</b>	beton fers à béton, très peu fréquents dans les voiles, aux extrémités et encadures de porte papier peint, peinture
<b>Etat</b>	bon état
<b>Densité</b>	2200 kg/m3
<b>Géométrie</b>	épaisseur 14cm
<b>Mode d'assemblage</b>	coûlé en place
<b>Exposition</b>	intérieur
<b>Localisation</b>	rez-de-chaussée étages courants (R+10)
<b>Date de pose</b>	entre 1967 et 1968
<b>Information sup.</b>	d'après les recherches documentaires et la visite de diagnostic les mur de refend comportent très peu de fers à partir du troisième niveau
<b>Sources</b> (de gauche à droite de haut en bas)	Planche maudis plan architecte D. Durvenne, réhabilitation, 1998

Fiche 1.2 Analyse documentaire	
<b>Composant</b>	Voile béton porteur 14cm
<b>Emploi d'origine</b>	Mur de refend structurel
<b>Bâtiment étudié</b>	Bâtiment B
<b>Nomenclature</b>	1.GISB-V0114POR
	
	
	
<b>Hypothèses et remarques :</b>	Ces trois photos aériennes présentent le chantier de construction des barres du quartier Youri Gagarine en 1968.
<b>Descriptif</b>	On remarque que l'entreprise a utilisé des bandages pour les murs de refend
<b>Hypothèse</b>	Les voiles de refend sont coulés en place
<b>Hypothèses et remarques :</b>	Ces deux images présentent les barres du Clos saint Lazare à Saintes construites dans les années 70 et démolies en 2016.
<b>Descriptif</b>	Beaucoup d'indices issus de la dépollie des archives laissent penser que les systèmes construits des barres de Saintes sont similaires à ceux utilisés à Gagatine. La photo de démolition montre que les voiles des murs de refend sont très peu ferrillés.
<b>Hypothèse</b>	Les voiles de refend des barres de Gagatine présentent très peu de ferrillages
<b>Sources des documents</b> (de gauche à droite de haut en bas)	IGN, Photo aérienne 1968, pose des murs de refend de la barre 'J', présence de bandages IGN, Photo aérienne 1968, pose des murs de refend de la barre 'J', bandages en alternes IGN, Photo aérienne 1968, bandages stockés au sol Photo d'archive, construction du Clos Saint Lazare à Saint 1968 Bis, photo démolition du Clos Saint Lazare à Saintes, 2016

Fiche 1.3 Domaine d'emploi visé

<b>Composant</b>	Voile béton porteur 14cm
<b>Emploi d'origine</b>	Mur de refend structural
<b>Bâtiment étudié</b>	Bâtiment B
<b>Nomenclature</b>	1_GISB-V014POR

**Emploi visé** Revêtement de sol en opus incertum pour voie piétons et véhiculaires légers



<b>Performances attendues</b>	<b>Description</b>
<b>Quantité réalisable</b>	2145 m <sup>2</sup> soit paraxe avec 8% de joint
<b>Description</b>	les joints de relevés sont peu travaillés. Il est envisageable de constituer des revêtements de sol en opus incertum extérieur
<b>Exposition</b>	extérieur
<b>Exigences mécaniques</b>	2,27T/m <sup>2</sup> - masse volumique<2,5T/m <sup>3</sup>
<b>Exigences géométriques</b>	moins de 25 kg par élément soit 0,08 m <sup>2</sup> max par élément, soit un gabarit entre 15 et 30 cm, même épaisseur pour chaque éléments, planité et parallélisme des faces
<b>Etude complémentaires</b>	
<b>Complexité</b>	peu complexe, des prototypes ont déjà été éprouvés dans d'autres projets de Bellastock
<b>Maitrise d'œuvre</b>	dessin d'imprégnation
<b>Expertise extérieure</b>	pour de la voirie toute une étude spécifique est nécessaire dans le cadre de la recherche REPAR, un guide de bonnes pratiques pour le réemploi de la filière béton a été produit en partenariat avec le CSTB
<b>Préconisations pour la dépose</b>	peu complexe
<b>Complexité</b>	dépose en phase abattage, collecte au panier de 1t
<b>Dépose</b>	tri des morceaux de béton de la ferraille
<b>Préparation</b>	en vrac
<b>Conditionnement</b>	
<b>Préconisations pour la pose</b>	peu complexe
<b>Complexité</b>	pose traditionnelle scellée ou non scellée, éventuellement un traitement de surface de finition
<b>Préparation</b>	s.o.
<b>Pose</b>	

**Sources des photos de références**  
(de gauche à droite) Ellis, photo d'opus incertum en pose scellée et non-scellée sur le projet du Oies Saint Lazard à Sures de haut en bas)

Bellastock

Fiche 1.3 Domaine d'emploi visé

<b>Composant</b>	Voile béton porteur 14cm
<b>Emploi d'origine</b>	Mur de refend structural
<b>Bâtiment étudié</b>	Bâtiment B
<b>Nomenclature</b>	1_GISB-V014POR

**Emploi visé** Revêtement de sol en béton éclaté



<b>Performances attendues</b>	<b>Description</b>
<b>Quantité réalisable</b>	Il est envisageable de constituer des revêtements de sol en pavement de béton éclaté extérieur
<b>Description</b>	
<b>Exposition</b>	extérieur
<b>Exigences mécaniques</b>	-
<b>Exigences géométriques</b>	moins de 25 kg par élément soit 0,08 m <sup>2</sup> max par élément, soit un gabarit entre 15 et 30 cm, même épaisseur pour chaque éléments-8cm, planité et parallélisme des faces
<b>Etude complémentaires</b>	
<b>Complexité</b>	complexe
<b>Maitrise d'œuvre</b>	-
<b>Expertise extérieure</b>	étude d'adaptation des machines de transformation de la pierre pour la découpe de béton
<b>Préconisations pour la dépose</b>	étude d'adaptation des machines de transformation de la pierre pour la découpe de béton
<b>Complexité</b>	étude d'adaptation des machines de transformation de la pierre pour la découpe de béton
<b>Dépose</b>	moyennement complexe: les voiles peuvent être collectés en morceaux relativement petits
<b>Préparation</b>	dépose en phase abattage, arrachage des voiles au panier de 1t
<b>Conditionnement</b>	tri
<b>Préconisations pour la pose</b>	en lot sur cales
<b>Complexité</b>	complexe, mise en place d'une usine mobile ou déplacement sur site tiers pour la découpe
<b>Dépose</b>	découpe à l'abatage hydraulique
<b>Préparation</b>	pose traditionnelle scellée ou non scellée, éventuellement un traitement de surface de finition
<b>Pose</b>	

**Sources des photos de références**  
(de gauche à droite) Ellis, Eclatuse hydraulique, site de transformation de l'Entreprise Man Arvor Loire Atlantique de haut en bas)

Bellastock

- B3 – Conseil UE / châssis de fenêtres

## PREVENTION DES DECHETS DU BTP – REEMPLOI DE CHASSIS DE FENETRES POUR LA CONSTRUCTION DU SIEGE DU CONSEIL DE L'UNION EUROPEENNE

*Cadre de restitution de l'action : Étude de l'ADEME*

Philippe Samyn & Partners  
<http://samynandpartners.be/>

SAMYN and PARTNERS  
architects & engineers

(Crédit image : Samyn & Partners)

**Mots-clés** Prévention des déchets | Bâtiment | Réemploi |  
Châssis | Fenêtre | Mur rideau | Façade

### CONTEXTE

L'architecture du nouveau siège du conseil de l'Union européenne est composée de vieux châssis de fenêtres collectés dans chacun des Etats membres. Cette construction forme un patchwork de quelque trois mille fenêtres de récupération.

Ce chantier répond à deux exigences : la première est environnementale, et consiste à favoriser la réutilisation de matériaux. La seconde concerne plutôt l'aspect design et symbolique.

Pour répondre à ces deux exigences, le projet de sur-façade en patchwork en matériaux de réutilisation a été privilégié.



Façade du siège du Conseil de l'Union européenne

### OBJECTIF RECHERCHE / RESULTATS OBTENUS

#### Objectifs

L'architecture d'un bâtiment tel que celui du siège du Conseil de l'Union européenne se doit de renvoyer un symbole, un message. Une des composantes de ce message est l'utilisation de matériau de réemploi, clairement exprimé par cette réutilisation de châssis de fenêtre (sans vitres).

Les performances techniques des châssis et des vitres n'ont pas été prises en compte pour ce projet car il s'agit d'une sur-façade. Le côté esthétique est donc primordial, mais pas les performances d'étanchéité à l'eau et à l'air, ni d'isolation, celles-ci étant assurées par ailleurs.

Cette façon de réutiliser ces matériaux et le travail architectural a permis alors de mettre en avant d'autres symboles tels que la diversité et la cohérence de la culture européenne.

#### Résultats quantitatifs obtenus

Réemploi de 3000 châssis de fenêtres en chêne ou en châtaignier collectées dans chacun des Etats Membres pour recouvrir 3890 m<sup>2</sup> de surface (le bâtiment comprenant 11 étages).

#### Résultats qualitatifs obtenus

Les châssis, une fois poncés et lasurés, dont certains sont multi-centenaires, sont en état de conservation telle qu'un regard superficiel fait penser qu'il s'agit de châssis neufs.

### MISE EN ŒUVRE

#### • **Planning / Déroulement**

Avant de se lancer dans ce projet, Philippe Samyn & associés a réalisé une enquête auprès d'ingénieurs notamment afin de déterminer si le projet était réalisable.

Ensuite, la mission de récupération des châssis de fenêtres a été confiée à Antiekbouw (entreprise spécialisée dans la récupération de matériaux de construction historiques à Ypres), en imposant la qualité du bois neuf. Antiekbouw a été visiter différentes brocantes en Europe et après 1 mois et demi ils avaient trouvé les 3 000 châssis de fenêtres.

Les châssis ont ensuite été poncés et lasurés puis équipés de leurs vitrages chez Ceysens Glas. Ils furent ensuite montés dans les cadres en acier inoxydable sur site par Belgo Metal, qui réalisa aussi les cadres.

#### • **Moyens humains**

Philippe Samyn a l'habitude de mettre au point des éléments constructifs originaux, voire exotiques, dont il est coutumier. Cette façade fut donc étudiée avec méthode étape par étape, sans négliger le moindre détail.

#### • **Moyens financiers**

L'ensemble placé a coûté (prix d'adjudication) 724,86 € / m<sup>2</sup> dont :

- 194,18 € / m<sup>2</sup> pour fourniture et conditionnement de vieux châssis ;
- 361,00 € / m<sup>2</sup> pour les cadres en acier inoxydable et la fixation des châssis ;
- 169,68 € / m<sup>2</sup> pour le placement et cadres.

Par ailleurs, la fourniture et pose des coursives en caillebotis ont coûté 264,86 € / m<sup>2</sup>.

#### • **Moyens techniques**

La façade est divisée en cadres en acier inoxydable de 3,54 m de hauteur et de 5,4 m de largeur dans lesquels les vieux châssis ont été implantés de manière à en remplir la surface.

De simples pare-closes en chêne, bordent les espaces vides inévitables entre les châssis récupérés. Une grille de lignes régulatrices divisant la hauteur en 2, 3, 5, 7 et 9 parties et la largeur en 2, 3, 5, 7, 9 et 11 parties, a servi de guide pour l'implantation des vieux châssis dont les dimensions aléatoires étaient fournies au fur et à mesure de la collecte par le brocanteur.

Chaque châssis est vissé sur un jeu de lattes en acier inoxydable disposé au droit de leurs cadres.

Des caillebotis horizontaux forment à chaque niveau une protection contre les pluies battantes.

#### • **Partenaires mobilisés**

- Antiekbouw pour la récupération des châssis.
- Ceysens glas pour le traitement des châssis et la pose des vitrages.
- Belgo Metal pour les cadres en acier inoxydable, la fixation des châssis et le placement sur la charpente métallique.

### VALORISATION DE L'EXPERIENCE

#### • **Reproductibilité**

Ce projet de réemploi est reproductible sur d'autres territoires. Il montre la possibilité qu'offre le réemploi pour des usages non structurels et/ou à vocation esthétique.

#### • **Originalité**

Chaque projet offre ses propres opportunités, Samyn et Associés souhaite donc que cette façade reste unique, et n'a pas l'intention de la reproduire dans d'autres projets, pour lesquels elle inventera autre chose.

### CONTACT

Philippe Samyn & associés  
Tel : +32 2 374 90 60  
Mail : sai@samynandpartners.com

### LIENS UTILES

- [http://samynandpartners.be/17\\_e-books/Europa\\_en/index.html](http://samynandpartners.be/17_e-books/Europa_en/index.html)
- Etude ADEME 2016 – Identification des freins et des leviers au réemploi de produits et matériaux de construction, disponible sur [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr) rubrique Médiathèque

### Annexe 3 : Actions identifiées par l'ADEME pour lever les freins au réemploi

1\_Requalifier les produits : Elaborer deux guides techniques (bâtiment, Travaux Publics) permettant d'évaluer l'aptitude à l'usage des produits de réemploi et de préciser leurs conditions de mise en œuvre. Il s'agira de définir des procédures de requalification en fonction du matériau/produit de réemploi, de son origine et de son futur usage : pour un produit et un usage donné, correspondra un niveau de vérification.

2\_Requalifier les produits : Inclure dans les normes produit, un chapitre spécifique au réemploi permettant de spécifier les exigences minimales pour le domaine d'emploi visé ainsi que les mesures à prendre pour assurer une constance de la qualité, des performances du produit de réemploi.

3\_Améliorer la constance de la qualité des produits de réemploi : Pour améliorer la constance de la qualité, définir des protocoles de dépose (soin à la dépose, tri des produits) et de reconditionnement des produits (remise en état, préparation avant re-mise sur le marché). Rédiger des préconisations pour les entreprises de déconstruction et de construction.

4\_Anticiper le devenir des matières: Préciser de manière opérationnelle la définition et le statut de déchet ainsi que les critères permettant d'anticiper le devenir des matières. Expliciter les notions de prévention des déchets, de réemploi, de réutilisation et de recyclage, en précisant la frontière entre ces pratiques

5 Définir le statut juridique du don ou de la mise à disposition : Définir la chaîne de responsabilités entre les acteurs et ses conséquences, notamment en cas de défaillance

6 Faciliter les dons et mises à disposition de matériaux et produits de réemploi : Mettre à disposition des acteurs, une convention type de don ou de mise à disposition

7 Permettre aux entreprises et maîtres d'ouvrage utilisant des matériaux et produits de réemploi d'être couverts par leur contrat de garantie décennale et d'assurance de dommage ouvrage : Définir les conditions permettant à un assureur de prendre en compte le risque lié au réemploi de matériaux ou produits de construction

8 Permettre aux entreprises et maîtres d'ouvrage utilisant des matériaux et produits de réemploi d'être couverts par leur contrat de garantie décennale et d'assurance de dommage ouvrage : Introduire dans les documents d'exécution (normes, DTU, guide technique) la prise en compte de l'écoconception des ouvrages et notamment du réemploi des produits : critères pour le choix des matériaux et produits laissant la possibilité de recourir à des produits de réemploi et spécifiant les exigences minimales pour ces produits, spécifications pour la mise en œuvre si nécessaire.

9\_Définir si le marquage CE pour la remise sur le marché des produits de réemploi est obligatoire : Définition des obligations de marquage CE pour la remise sur le marché des produits de réemploi

10\_Améliorer la compétitivité des matériaux et produits de réemploi : Améliorer la connaissance et la compréhension de la réalité des coûts et les éventuels surcoûts, afin d'identifier les actions adaptées

11\_Améliorer la compétitivité des matériaux et produits de réemploi : Définir et documenter la notion de « modèle(s) économique(s) du réemploi » : qui paie, qui bénéficie d'éventuels moins-value ou incitation, etc.

12\_Prendre en compte le réemploi dans les évaluations des performances environnementales des produits de construction : Définir méthodologiquement la prise en compte du réemploi dans la méthode d'évaluation des performances environnementales des produits de construction

13\_Prendre en compte le réemploi dans les évaluations des performances environnementales des ouvrages : Définir méthodologiquement la prise en compte du réemploi dans les méthodes d'évaluation des performances environnementales des ouvrages

14\_Disposer d'informations sur la composition des produits: Identifier les gisements réemployables afin de disposer d'informations sur leur composition Avril 2016 Identification des freins et des leviers au réemploi de produits et matériaux de construction Page 126 sur 149

15\_Sécuriser le réemploi des terres : Réviser les conditions d'acceptabilité environnementale pour le réemploi, la réutilisation des « terres excavées » Réglementation sur les plans techniques, fiscaux, juridiques

16\_Demander une dérogation au marquage CE : Dans le cas où les produits de réemploi seraient soumis à l'obligation de marquage CE, faire remonter à la commission européenne, une demande de dérogation au marquage CE pour les produits de réemploi

17\_Identifier en amont les gisements de matériaux et produits réemployables : Etendre le diagnostic déchets préalable à la démolition aux possibilités de réemploi hors site afin d'identifier le gisement de matériaux et produits réemployables

18\_Rendre éligible aux aides financières les opérations de réhabilitation énergétique utilisant des produits de réemploi : Réviser les conditions d'éligibilité aux aides des opérations de réhabilitation thermique Développement des compétences, formation, sensibilisation

19\_Eviter le statut de déchet : Travailler en amont du chantier afin de placer l'opération dans les conditions répondant aux critères permettant d'éviter le statut de déchet (ex : diffuser les notions de prévention des déchets et de réemploi, mettre en place des conventions de mise à disposition ou de don)

20\_Rassurer les MOA, MOE sur le contexte de l'assurabilité (décennale et dommage ouvrage) : Informer les MOA, MOE et les entreprises de construction sur le contexte de la garantie décennale et de la dommage ouvrage



21\_Sensibiliser les assureurs au réemploi des produits de construction : Sensibiliser les assureurs au réemploi des produits de construction, notamment via l'AQC

22\_Améliorer la qualité (performances et constance) des matériaux et produits de réemploi, rendre opérationnelle la conduite de projet intégrant des produits de réemploi et développer la prescription des matériaux et produits de réemploi : Former les chargés d'opérations des équipes de MOA, MOE, AMOA/AMOE à la conduite de projet intégrant des produits de réemploi pour une prise en compte bien en amont du chantier : rédaction des clauses dans les CCTP/DCE, objectifs basés sur des approches performancielles, prise en compte des spécificités liées à la dépose des matériaux et produits en vue de leur réemploi (délais, compétences, logistique)

23\_Donner de la visibilité à l'offre, faire connaître l'offre : Mettre à disposition des équipes de MOA, MOE et des entreprises un catalogue de « réemployabilité » des matériaux (avec les caractéristiques, les performances, le type de fonctionnalité, les points d'attention en fonction des matériaux/produit, de leur origine, de leur futur usage)

24\_Assurer une vigilance sanitaire et environnementale : Diffuser auprès des acteurs concernés (MOA, MOE, entreprises), l'information concernant la présence éventuelle de substances dangereuses dans les produits de réemploi

25\_Améliorer la qualité (performances et constance) des matériaux et produits de réemploi : Former les intervenants sur chantier à la dépose des produits en vue de leur réemploi (suivant les préconisations définies dans l'action 3 – fiche 1)

26\_Améliorer les connaissances sur les produits de réemploi et leur mise en œuvre : Favoriser la montée en compétences des petites entreprises sur les sujets de réemploi/réutilisation grâce à des formations dédiées.

27\_Assurer la sécurité des intervenants sur les chantiers : Intégrer dans les documents de marché, les aspects liés aux technologies de mécanisation des tâches de dépose et séparation des produits en vue de leur réemploi. Avril 2016 Identification des freins et des leviers au réemploi de produits et matériaux de construction Page 127 sur 149 Soutien aux entreprises, structuration des acteurs

28\_Accompagner les acteurs vers une meilleure maîtrise des risques : Mettre à disposition des professionnels des Travaux Publics et des collectivités, un centre de ressources techniques (à l'image des anciens CETE)

29\_Accompagner la mise en place de garanties commerciales pour les matériaux et produits de réemploi: Définition des conditions de mise en place d'une garantie commerciale des matériaux et produits de réemploi

30\_Développer et organiser l'offre : Promouvoir des approches projet avec un diagnostic réemploi et un accompagnement par un consultant réemploi ou des approches filière avec un rôle nouveau pour l'entreprise de démolition qui devient fournisseur de produits de réemploi

31\_Mettre en relation les acteurs : Organiser la mise en relation des acteurs, promouvoir la mise en œuvre d'outils permettant de recenser localement (département, région ?) l'offre et la demande en matériaux et produits de réemploi

32 Diffusion des bonnes pratiques : Rendre disponible et diffuser les bonnes pratiques et les retours d'expérience aux acteurs (maître d'œuvre, entreprises...)

33\_Développer le réseau de plateformes d'entreposage ou de distribution : Faciliter la mise en place de plateformes territoriales d'entreposage / reconditionnement ou de distribution pour les secteurs du Bâtiment et des Travaux Publics (ou mixte)

34\_Assurer la sécurité des intervenants sur les chantiers : Mécanisation des tâches de dépose et séparation des produits en vue de leur réemploi : définir si il y a des besoins et développer les technologies manquantes Exemplarité (retour d'expérience, labellisation, subventions d'actions, utilisation de relais)

35\_Valoriser les projets, démontrer l'intérêt du réemploi : Valoriser les projets par des approches « coût global », incluant les externalités monétarisées : emplois générés localement, impacts environnementaux évités

36\_Conduire des projets expérimentaux avec un système d'assurance ou de garantie mutualisée : Pour les matériaux de réemploi non couverts par une norme Produit ou relevant d'une technique de mise en œuvre innovante, conduire des projets expérimentaux avec un système d'assurance ou de garantie mutualisée (contractualisation du risque avec le MO ou constitution d'un fond de garanti abondé par la TGAP, par exemple)

37\_Capitalisation d'expérience / de compétences : Recenser et capitaliser les bonnes pratiques et retours d'expérience dans les secteurs du Bâtiment et des Travaux Publics

#### Annexe 4 : Entretien avec Franck Daniaud responsable de la formation « Technicien Valoriste des Ressources du Bâtiment »

Pour commencer, pouvez-vous vous présenter ?

**FD :** Alors je m'appelle Franck Daniaud, j'ai suivi une formation pour être sociologue-urbaniste. Après les études j'ai travaillé dans l'urbanisme pendant 1 an et demi mais cela ne m'a pas plus. J'ai donc décidé avec un pote de faire un tour de France à vélo pour aller à la rencontre de plein d'initiatives en urbanisme. Pendant le tour de France nous est venu l'idée d'ouvrir une recyclerie de matériaux. A notre retour nous avons donc créé chacun de notre côté une recyclerie de matériaux. Moi dans le pays de Redon en Bretagne et lui à Morlais dans le Finistère. La recyclerie que j'ai créé s'appelle L'Ecrouvis, sa création a été le fruit de rencontre. Avec d'autre personne nous avons décidé de créer un évènement dans le Grand Ouest, c'était à la période de l'exposition Matière Grise de Encore Heureux. L'avènement à bien marché et a mis en lumière le fait qu'il n'y avait presque aucune initiative par rapport au réemploi dans ma région. A cette époque certains acteurs commençaient à se positionner sur la question, il y avait le SEDDRé, qui est le syndicat national de déconstruction, dépollution et recyclage, l'Ordre des architectes qui commençaient à se poser des question sur le fait d'architecte qui souhaite travailler sur le sujet. Il y avait aussi d'autres initiatives isolés.

Comment vous est venu l'idée de créer une formation sur les questions du réemploi en architecture ?

Pour ma part, j'ai été en contact avec le centre de formation Noria qui s'occupe des sujets de l'éco-construction. J'ai rencontré leur directeur et lui ai présenter le programme de notre évènement. Il a dit directement « C'est exactement ce qu'il nous faut ».

Du coup de fil en aiguille nous avons commencé à réfléchir à la question du réemploi de matériaux. Nous avons eu l'idée de créer une formation en lien avec le réemploi. Pour commencer on a fait une sorte de projet pilote pour tester quelque chose sur deux semaines. Ca avait bien fonctionné donc a décidé de créer une formation complète.

Il y a déjà un grand nombre d'acteur présent au sein du centre de formation d'éco-construction qui s'intéressait déjà à la question de la valorisation des ressources.

Aujourd'hui nous sommes à la 3<sup>ème</sup> session de formation. C'est une formation qui est inscrite au RNCP (Répertoire national des certifications professionnels) et est donc qualifiante.

### Est-ce que d'autres organismes organisent ce type de formations ?

Aujourd'hui la formation TVRB organisée par Noriah est la seule formation qualifiante de ce type en France. La particularité c'est que lorsque l'on fait certifié une formation on devient propriétaire de cette formation. Si une autre personne souhaite faire une formation similaire elle n'a pas le droit. C'est une sorte de brevet. Cela soulève beaucoup de débat en France cette question de propriété, surtout dans le réseau de l'éco-construction. Ce qui est important à distinguer c'est la différence entre les formations professionnelles initiales ou continues qui est lié à un référentiel de compétence, et après il y a des acteurs ou actrice qui parlent plutôt de formation liée à l'information et la sensibilisation.

France compétence lance régulièrement des appels pour savoir quels sont les métiers émergents. Nous on a été reconnu comme métier émergent à la fin 2019. L'avantage de cela est d'avoir besoin de seulement 2 sessions de formations pour pouvoir être qualifiante.

Le SEDDr et la FEDEREC ont déposé deux métiers émergents, l'un pour les diagnostics PMD, l'autre pour la dépose sélective. Ta problématique est intéressante car là nous avons des acteurs déjà présent, des syndicats, qui sont soutenus par l'Etat. Et nous qui sommes des acteurs indépendant et petits. Il y a donc des initiatives qui viennent de sphères à différentes échelles.

### Comment s'organise la formation TVRB ?

Nous essayer de suivre un fil rouge tout au long de la formation, en gros, le référentiel de compétence que tu peux trouver sur le site suit comme logique, le repérage des ressources, l'extraire, la transporter, la stocker, la valoriser, la transformer, la vendre et la commercialiser. On suit vraiment cette linéarité.

### Quel est le niveau de qualification permet la formation ?

On a du faire un choix sur le niveau de qualification. En France on est sur une nomenclature européenne des niveaux de qualification. Allant de 5 à 1. Notre formation permet d'avoir un niveau 4 qui est un équivalent du bac français. Le niveau 5 c'est un niveau CAP, à ce niveau la personne exécute seulement, on a besoin de quelqu'un qui réfléchisse et s'adapte. Au niveau 4, la personne exécute mais réfléchis en même temps. Niveau 3 c'est de la coordination, niveau 2 c'est Licence et niveau 1 c'est Master.

Donc on s'est dit, le niveau 5 correspond à un ouvrier qui exécute alors que les étapes demandent un sens de la débrouillardise. Niveau 3 c'est trop important parce que on est dans la coordination alors qu'il y a un enjeu d'exécution. Du coup, même si la formation est niveau 4, elle oscille avec le niveau 5 et frise avec le niveau 3.

## Quels sont les métiers qui débouchent de la formation ?

A l'époque il n'existait rien donc il fallait inventer un métier. C'est pour ça qu'on a inventé le métier de technicien Valoriste du bâtiment. En réalité il ne s'agit pas de un métier mais plutôt de plusieurs métiers. Que ce soit un métier généraliste qui aura une approche transversal des questions du réemploi ou alors des métiers plus spécialisés dans une partie de la démarche de réemploi. Par exemple un métier pour les diagnostics, ou pour la dépose sélective. Par contre selon nous il est important lorsqu'on est formé à la dépose ou au diagnostic de comprendre ce qu'il se passe après. Un bon diagnostiqueur c'est quelqu'un qui aura un certain regard et pourra dire si l'élément est déposable et pourra proposer des réutilisations. Sur la chaîne des activités, l'enjeu est de comprendre ce qu'il se passe avant et après, ou on se situe. Nous avons eu une approche métiers globale en créant quelque chose de nouveau, c'est pas quelque chose qui vient s'ajouter à un métier actuel.

En Belgique l'approche est différente. Pour eux ils sont partie des métiers existant en ajoutant un modèle de formation afin de compléter cette question. Ils ont observé une certaine limite à cette approche. Sur un chantier avait été embauché une personne qui avait une mission globale de la gestion des déchets en vue de réemploi. Ce n'était pas un électricien qui avait une compétence supplémentaire mais bien quelqu'un qui avait une mission transversale.

A Bruxelles c'est plutôt des acteurs en place qui s'empare de la question du réemploi. A savoir que dans l'équivalent belge de la SNCP, il existe déjà une formation de Valoriste généraliste. En France cette formation est en création, il y a un énorme retard.

Si je reprends la question des niveaux de qualification, on va pas proposer la même formation à quelqu'un qui a fait un CAP et quelqu'un qui a fait un Master. Il est important donc de bien dessiner la chaîne des acteurs qui existe, qui sont les acteurs qui sont en lien avec le réemploi de matériaux et quels acteurs font déjà du réemploi. En fonctionnant ainsi on pourra proposer des réponses adaptées, par exemple on pourrait mettre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre sur une même formation.

Le réemploi de matériaux ne peut pas être général, tel qu'il se développe en France, il a tendance à se spécialiser. Par exemple, notre recyclerie n'est pas destinée au professionnel, sinon ce serait un autre métier. Il y a énormément de choses communes, mais il n'y a des exigences en. Terme de gestion de stock, de logistique, de prix, d'informations qui serait totalement différentes. Du coup c'est pas le même type de formation. Avec la formation de TVRB on peut rester sur une approche globale parce qu'il n'y a pas encore assez de métiers. Soit c'est des acteurs en place et du coup il y a une part d'innovation, soit ils sont accompagnés. En île de France, on arrive à un décalage, il y a quelques années c'était compliqué en tant qu'acteur du réemploi des matériaux de trouver des projets. Aujourd'hui en Ile de France, il n'y a pas assez d'acteurs pour répondre à la demande. Je discutais avec les gens de l'Hydre il y a quelques mois qui me disaient qu'ils étaient submergés par les diagnostics ressources. La maîtrise d'ouvrage se dit « ok, vous avez repéré des ressources réemployables, maintenant qui peut

déposer ces éléments ». Les structures de réinsertions s'y intéressent, les démolisseurs s'y intéressent. Après ok on arrive à déposer mais ensuite ça va où ? Aujourd'hui il n'y a pas assez de structure en capacité de faire des stockage tampon ou en capacité de prescrire ces matériaux. Il va falloir faire émerger des gens en capacité de faire ce stockage tampon et qui ne soient pas simplement tourné vers le détournement d'usage. C'est les plateformes réemploi qui se développent.

Les structures se mettent en place actuellement, tout se fait en même temps. C'est aussi la responsabilité des organismes professionnels. Quand j'ai échangé la première fois avec quelqu'un de la FFB, il m'a dit qu'il y croyait pas du tout. Récemment j'ai reparlé avec une personne de la FFB et il m'a dit que le réemploi faisait partie de la marche de l'histoire. Comme c'est un syndicat, ils ne s'emparent pas d'un sujet tant que. Leurs adhérent ne s'y intéressent pas. J'ai beaucoup aimé la métaphore qu'il a utilisé sur la course de vélo, en disant qu'ils ont un échappée et qu'il y a un peloton qui suit et qui, comme dans une étape du tour de France tend à rattraper l'échappée. Le plus important c'est que lorsque le peloton rattrape l'échappée, il faut que les structures puissent assumer.

#### Quel est le profil des personnes qui accèdent à la formation ?

Notre objectif pédagogique c'est d'avoir un groupe de profil hétérogène. Le contenu de la formation est en partie donné par le formateur ou la formatrice, mais le plus gros vient de l'interaction entre les stagiaires, comme on est sur un formation qui cherche à former des moutons à 5 pattes, en fait, les interactions permettront de compléter la formation. Par exemple un maçon qui est spécialisé dans la maçonnerie en terre crue pourra partager son expérience. Alors qu'un formateur n'aura pas forcément le temps ou alors ce n'est pas son domaine de compétence. Sur les profils on a majoritairement des demandeurs d'emplois, on a d'autres personnes en réorientation. Le point commun qui relie ces personnes c'est la volonté de faire un métier « verte ». Une autre source principale de main d'œuvre c'est les personnes issu du bâtiments qui ont déjà de l'expérience mais qui cherchent à faire un autre métier dans le bâtiment. Il y a aussi des personnes considérés inaptes. C'est des pépites parce qu'ils ont déjà des connaissances hyper fortes sur qui fait quoi, comment se passe un chantier, comment gérer un calendrier, comment sont mal gérés les déchets. Après on a les personnes avec peu de qualification qui souhaite compléter leur formation initiale avec quelque chose de plus technique.

## Annexe 5 : Entretien avec Élise Giordano de l'atelier Aïno

- Est-ce que la démarche de réemploi été l'initiative du MOA ou plutôt une suggestion du MOE ?

Le MO avait un intérêt pour la conservation du patrimoine. L'ensemble de ses projets sont orientés vers la réhabilitation de patrimoine ancien. cf site internet : <https://www.saint-roch-habitat.fr/> Nous avons proposé dans notre devis initial d'intégrer une phase DIAG importante afin de faire un état des lieux des matériaux existants et de leur état, des qualités architecturales du site, etc. Cela a été accepté. Le diagnostic a été apprécié par le MO et nous avons senti que nous pouvions approfondir ces thématiques. Nous avons proposé au MO de répondre ensemble à l'AAP Filidéchet porté par l'ADEME et la Région SUD. Le MO a accepté. Nous avons remporté l'AAP et avons ainsi pu approfondir le sujet du réemploi dans la suite du projet, notamment en phase PRO.

- Quels sont les acteurs impliqués dans le projet en dehors du trio traditionnel (MOA/MOE/Entrepreneur) et à quel stade du projet interviennent-ils ?

Ce sont surtout ces 3 acteurs. Ainsi que le Bureau de contrôle (mais à rattacher au MOA). Le bureau de controle intervient à chaque phase. Nous lui avons montré par exemple en phase PRO nos propositions de conservations de Gardes corps et avons échangé pour savoir quels tests étaient nécessaires à réaliser en amont du chantier pour s'assurer de la faisabilité de la conservation des GC et de leur mise aux normes.

- Quel place occupe le réemploi dans le projet ? Est-ce que les acteurs présents y sont déjà sensibilisés ? Il y a-t-il eu des transferts de compétences entre les acteurs au sujet du réemploi ?

Le réemploi occupe une partie considérable dans le projet. Le MO était sensible à la conservation du patrimoine mais soucieux de l'enveloppe financière. Le BE n'était pas sensibilisé au sujet. Maintenant plus. Oui, nous avons appris au contact du BE sur des sujets comme les gardes corps (cahier des charges pour la réalisation des tests réalisé par le BET) ou sur le lot Gros Oeuvre et VRD sur les possibilités et contraintes liées au concassage des déchets inertes par exemple. Nous avons appris aussi de nos sous traitants qui font partie du groupement Filidéchet : EPBTP consultant amiante et R-USE conseil en ingénierie du réemploi sur les sujets liés à l'amiante et sur les sujets des CCTP pour décrire le réemploi sur les lots architecturaux, ainsi que sur la méthodologie pour créer des matrices à partir de déchets inertes et en faire des murs de parement (partenariat avec l'entreprise groupe Esterel).

- Qui a effectué les diagnostics pour identifier les éléments à réemployer in-situ/out-situ ?

C'est atelier Aïno qui a fait le DIAG ressources.

- Qui est en charge de la dépose des éléments de réemploi ? de leur préparation au réemploi ? S'agit-il d'acteur ayant été formé pour cela ou ont-ils appris « sur le tas » ?

Cela va dépendre des lots... Nous n'avons pas encore lancé le DCE. Donc pour l'instant je n'ai pas la réponse à la question. Les entreprises font parfois de la conservation et réparation et sont donc sensibles à ses sujets. Mais sans se présenter forcément comme formée au réemploi des matériaux, plus à la conservation du patrimoine.

- Où ont été redirigé les matériaux réemployés hors site ? (Un lieu de stockage, nouveau projet...)

Nous tentons de réinvestir ce qui est possible dans le projet. Les autres matériaux seront considérés comme déchet car pas possible à réintégrer. A priori.

- Faites-vous appel à des matériaux de réemploi issu d'autres bâtiments ?

Pas sur ce projet. Le fait de réemployer insitu nous occupe assez.

- Avez-vous rencontré des difficultés pour réemployer certains éléments ?

Oui. C'est toujours en cours. C'est surtout pendant le chantier que cela va se jouer. Pour l'instant nous tentons de convaincre la MO de faire les tests nécessaires pour valider les hypothèses comme pour les Gardes corps par exemple ; un cahier des charges a destination de l'entreprise la Forge du Canal permet de faire un « test » pour vérifier qu'il est possible d'adapter et réparer les gardes corps. L'entreprise essaierait alors de réparer et mettre au norme un GC de chaque typologie et dire le temps qu'elle a passé et la méthode qu'elle a employé. A l'issue il sera possible de conforter les hypothèses réalisées en phase PRO (notamment financière).



## Annexe 6 : Détail des blocs de compétence de la formation TVRB

### **Bloc 1 : Contribuer au diagnostic des ressources issues de la déconstruction d'un bâtiment**

- assurer une veille technique et qualitative sur les gisements potentiels pour identifier les ressources en vue d'une collecte
- participer au diagnostic des ressources au sein d'une équipe pour caractériser le potentiel de réemploi des ressources
- effectuer des relevés de bâtiments existant sur site en utilisant les outils appropriés en vue de préparer la phase de dépose
- analyser les plans d'un bâtiment pour repérer et quantifier les éléments à valoriser
- représenter graphiquement des ouvrages à mains levées pour réaliser des plans
- identifier dans les plans légaux d'élimination des déchets, en tenant compte des classes de centre de traitement des déchets et les catégories de déchets, les exutoires possibles
- identifier et travailler avec les collecteurs présumés afin d'orienter les flux non valorisés
- consulter d'autres intervenants et services extérieurs afin d'identifier les acteurs du réemploi ou du biosourcé et pour faciliter l'orientation adaptée des flux

### **Bloc 2 : Organiser et réaliser la collecte des ressources issues de la déconstruction d'un bâtiment**

- > Évaluer les flux et le coût logistique de la collecte en réalisant des calculs de cubage, de coût d'énergie, de main d'œuvre et d'utilisation de matériel à mobiliser
- > Mobiliser dans les plans légaux d'élimination des déchets, en tenant compte des classes de centre de traitement des déchets et les catégories de déchets, les exutoires possibles
- > Faire des choix de collecte en tenant compte des flux pour optimiser les coûts et limiter l'empreinte carbone
- > Organiser et planifier la collecte en respectant les critères de choix éthique, économique et bas-carbone
- > Superviser ou réaliser la dépose sélective d'équipements et de matériaux pour une récupération optimum

- > Superviser ou réaliser la récolte de ressources biosourcées pour respecter des cahiers des charges techniques
- > Déterminer les besoins d'utilisation du matériel, des matériaux et de la main d'œuvre nécessaire à la dépose sélective ou la récolte de ressources biosourcées
- > Réaliser des plannings d'utilisation du matériel, des matériaux, du personnel pour réaliser la dépose ou la récolte dans les temps impartis
- > Réceptionner et/ou collecter les ressources en vue de leur transport sur le lieux de stockage
- > Préparer les interventions des équipes sur les chantiers en leur présentant la méthodologie de dépose ou de récolte et les règles de sécurité à respecter
- > Préparer la réception des ressources en éditant un bon de livraison
- > Mobiliser les acteurs du chantier pour optimiser la coordination de la dépose

### **Bloc 3 : Organiser la valorisation des ressources issues de la déconstruction d'un bâtiment**

- > Caractériser et évaluer le potentiel d'usage des ressources en évaluant sa conformité et sa qualité en vue de leur réutilisation ou de leur réemploi en tenant compte de cahiers des charges techniques
- > Trier, nettoyer et ranger et stocker les ressources pour les valoriser et préparer la vente
- > Évaluer la valeur marchande des produits au regard du coût de traitement afin de les étiqueter avant leur mise en vente

### **Bloc 4 : Contribuer à l'élaboration de nouveaux usages des matériaux et des ressources issues d'un bâtiment**

- > Proposer ou explorer des idées d'usage des matériaux et des ressources avec les acteurs en vue de favoriser leur réutilisation et leur vente
- > Contribuer à la conception d'objets à partir des matériaux et des ressources pour de nouveaux usages en diversifiant son regard et ses points de vue

- > Réaliser l'analyse prospective des tendances du marché du réemploi ou du biosourcé pour proposer des usages innovants
- > Prendre en compte la demande d'un client spécifique pour élaborer à partir des matériaux et ressources un nouvel usage adapté à son besoin
- > Réaliser un estimatif des coûts en main d'œuvre et matériel nécessaires à l'élaboration de nouveaux usages pour fixer le prix de vente
- > Relooker des objets avec des techniques simples permettant de proposer un nouvel usage à ces objets
- > Concevoir des objets à partir de déchets inertes ou non inertes non-dangereux avec des techniques simples en vue d'en proposer un nouvel usage

#### Bloc 5 : Valoriser les ressources issues de la déconstruction d'un bâtiment

- > Nettoyer et réparer la ressource pour la valoriser et permettre sa mise en vente
- > Transformer la ressource en tenant compte de ses caractéristiques techniques pour permettre un réemploi ou un nouvel usage favorable à sa commercialisation
- > Mobiliser des techniques de mise en œuvre des matériaux permettant de transformer et de valoriser la ressource
- > Assembler ou réassembler plusieurs ressources pour permettre une réutilisation ou un nouvel usage ou un nouvel emploi en vue d'une commercialisation
- > Déterminer les besoins d'utilisation du matériel, des matériaux, de la main d'œuvre pour réaliser un budget prévisionnel des charges nécessaires à la valorisation des ressources et à la détermination de son prix de vente
- > Analyser un dossier technique relatif à une ressource en vue d'identifier les éléments favorables à sa réutilisation ou à son réemploi
- > Prendre en compte la demande d'un client pour répondre à la spécificité de son besoin en termes de qualité de transformation du matériau et/ou de la ressource fournis.
- > Contrôler la conformité et la qualité du produit avant sa mise en vente en prenant en compte les éléments clés des avis techniques et DTU des matériaux et ressources

**Bloc 6 :** Diffuser les bonnes pratiques de valorisation des objets, matériaux issus d'une déconstruction d'un bâtiment

- > Contribuer à la construction et au développement d'un réseau d'acteurs en identifiant des débouchés potentiels, les filières de redistribution et les réseaux de commercialisation
- > Mettre en réseau les acteurs en proposant des actions communes favorables à la dynamique et la synergie de la filière
- > Mettre en œuvre des actions de sensibilisation auprès des usagers afin qu'ils respectent les objectifs et consignes du tri et les règles d'utilisation des plateformes de revalorisation
- > Accompagner les opérateurs sur site dans leurs activités de collecte, de dépôt et de valorisation en vue d'optimiser leur pratique professionnelle
- > Valoriser dans les bonnes pratiques des techniques de mise en œuvre des matériaux pour les partager
- > Animer une équipe pour partager les pratiques professionnelles, les optimiser et les formaliser dans des guides
- > Consulter d'autres intervenants et services extérieurs pour identifier d'autres pratiques professionnelles en vue de proposer des actions de sensibilisation
- > Contribuer à une réponse d'appel d'offre public selon le code des marchés publics et le norme NFP – 03.001 en proposant pour les clauses environnementales une argumentation caractéristique des bonnes pratiques

**Bloc 7 :** Contribuer à la commercialisation des produits dérivés de la transformation de matériaux et de ressources issus de la déconstruction d'un bâtiment

- > Participer à la commercialisation des produits en répondant à des besoins spécifiques de clients
- > Dynamiser la vente par la valorisation des produits en organisant les espaces facilitant la circulation des clients
- > Accompagner et conseiller l'utilisateur final dans la prise en main du produit en vue de son bon usage en valorisant les principes de l'économie circulaire

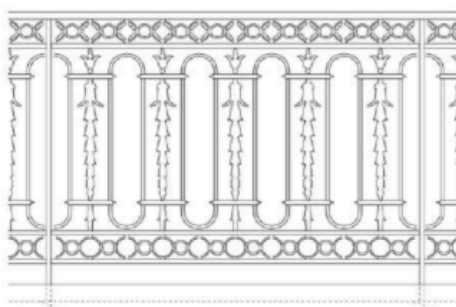
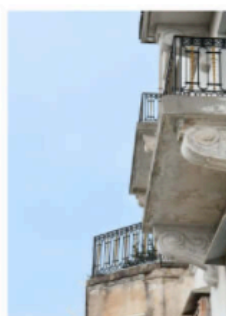
- > Répondre à des commandes spécifiques de matériaux pour satisfaire les besoins d'un client en mobilisant la fonction de collecte
- > Contribuer à la communication sur les produits pour les valoriser et les préparer à la commercialisation en produisant des arguments de vente
- > Consulter d'autres intervenants et services extérieurs pour identifier d'autres pratiques professionnelles en vue de proposer des actions de commercialisation
- > Accueillir et informer les différents usagers en leur donnant des informations précises sur le lieu pour les inciter à circuler dans les espaces

200402 - HELIOS FILIDECHET

## FICHE 1.1 RECONNAISSANCE IN SITU

Garde corps historiques existants

<b>Composant</b>	<b>garde-corps historique fer forgé et fonte</b>
<b>Emploi d'origine</b>	garde-corps
<b>Bâtiment étudié</b>	Helios Bâtiment principal
<b>Nomenclature</b>	SER.P.R(niveau).gco.(n°)



DESIGNATION	DESCRIPTIF
Quantité	R+2 29,67 ml
	R+1 45,11 ml
	RDC 61,44 ml
	<b>total ml</b> <b>136,22</b>
<i>coef. de perte</i>	xx % <i>ce coefficient estime le taux de perte à la collecte</i>
<b>Matériaux</b>	fer forgé et fonte
<b>Etat</b>	état moyen variable selon les garde-corps
<b>Densité</b>	kg/m3
<b>Géométrie</b>	
<b>Méthode d'assemblage</b>	éléments de garde-corps soudés ou boulonnés entre eux garde-corps scellé mur, terrasse, balcon, tableau de menuiserie
<b>Exposition</b>	extérieur
<b>Localisation</b>	R+2, R+1, RDC
<b>Date de pose</b>	
<b>Information sup.</b>	
<b>Sources</b>	photographie de visite de site, extrait carnet de détail serrurerie

**EXEMPLARITÉ**

**FICHE 1.1 RECONNAISSANCE IN SITU**

Papier peint

<b>Composant</b>	<b>Papier peint</b>
<b>Emploi d'origine</b>	revêtement mural
<b>Bâtiment étudié</b>	Helios Bâtiment principal, socle, aile ouest, annexe
<b>Nomenclature</b>	PP.tt, PP.pg, PP.cn, PP.Bn, PP.gn, PP.io, PP.fb, PP.sn



DESIGNATION	DESCRIPTIF
Quantité	R+3 7,8
	R+2 17
	R+1 21
	RDC 0
	R-1 8,1
	R-2 6,8
	<b>total m2</b> <b>60,7</b>
<i>coef. de perte</i>	xx % <i>ce coefficient estime le taux de perte à la collecte</i>
Matériaux	papier peint
Etat	variable
Densité	
Géométrie	
Méthode d'assemblage	collé sur parois
Exposition	intérieur
Localisation	R+3, R+2, R+1, R-1, R-2
Date de pose	
Information sup.	
Sources	photographies extraites des relevés photographiques

**EXEMPLARITÉ**

**FICHE 1.1 RECONNAISSANCE IN SITU**

Carrelages conservés : carreaux de carrelage, granito, pierre grise, grès cérame hexagonal blanc à cabochon bleu, grès cérame hexagonal rouge type tomette

<b>Composant</b>	<b>Sols conservés</b>
<i>Emplol d'origine</i>	revêtement de sol
<i>Bâtiment étudié</i>	Helios Bâtiment principal, socle, aile ouest, annexe
<i>Nomenclature</i>	SOL.



DESIGNATION	DESCRIPTIF
Quantité	R+3 54,5 1,09 R+2 18,1 0,36 R+1 15,3 0,31 RDC 138,2 2,76 R-1 221,1 4,42 R-2 28,7 0,57 <b>total m2 total T</b> <b>475,9 9,51</b>
<i>coef. de perte</i>	xx % <i>ce coefficient estime le taux de perte à la collecte</i>
Matériaux	carreaux de carrelage, granito, pierre grise, grès cérame hexagonal blanc à cabochon bleu, grès cérame hexagonal rouge type tomette
Etat	bon
Densité	20 kg/m <sup>2</sup>
Géométrie	variable selon matériaux
Méthode d'assemblage	
Exposition	intérieur
Localisation	R+3, R+2, R+1, RDC, R-1, R-2
Date de pose	
Information sup.	
Sources	photographies extraites de HELIOS AVP notice matériaux

**INNOVATION : MÉTHODOLOGIE DE DÉSAMANTAGE SÉLECTIF  
DES CARREAUX DE FAÏENCE AMIANTÉS**



## Annexe 8 : Diagnostic ressource : support photographique, par Atelier Aïno

### ENDUITS ET MODÉNATURE



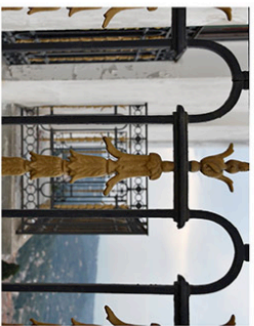
Pierre massive de chaînage  
Fissurations ponctuelles // à restaurer

### MENUISERIES



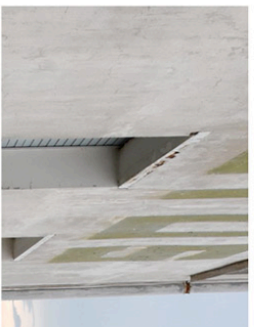
Colonnes pierre massive  
// à restaurer

### SERRURERIE



Garde - corps travaillé GC2  
// à conserver

### FAÇADE ET RÉSEAUX APPARENTS



Corrosion liteaux acier  
// à restaurer

### ELEMENTS D'IDENTITÉ



Bow-window / balcons / terrasse /  
verrière // à conserver



Console à volutes renversées  
// à reprendre ponctuellement



Verrière ancienne acier simple vitrage -  
montants fins // à retaire à l'identique



Main courante fer forgé or & noir/  
thermoquage // à restaurer



Gaine technique façade nord  
// à démonter



Claustra // à restaurer



Graffiti sur pierre massive / lettrage HELIOS  
// à restaurer



Fenêtre bois, alu, PVC, acier: réparations  
successives // à curer



Garde - corps travaillé GC1  
// à restaurer



Réseaux électrique façade nord  
// à démonter



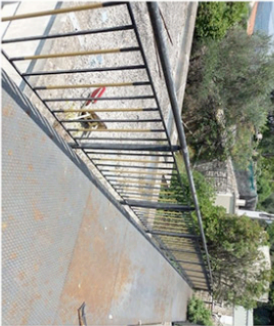
Jardin en rocaille et vue // à conserver



Appui pierre massive à reprendre  
ponctuellement // à restaurer



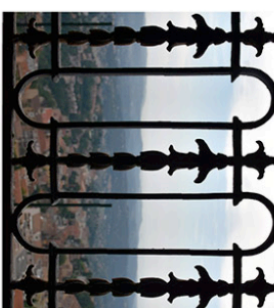
Fenêtre bois d'origine  
// à retaire à l'identique



Passerelle métallique + GC3  
// à restaurer



EP et climatisation façade nord  
// à démonter



Ferromeries et modénatures  
// à conserver

MENUISERIE INTERIEURE



Fenêtre en bois // à curer  
Alèges tablette en bois // à restaurer



Lot de portes intérieures isoplanes  
// à valoriser



Porte ancienne en bois  
// à valoriser

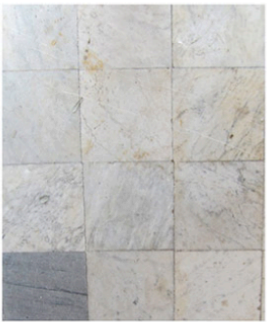


Porte ascenseur  
// à conserver

RETEVEMENT DE SOL INTERIEUR



Dalle de sol souple sur béton peint rouge  
// à curer



Marbre gris clair, escalier  
// à conserver



Nez de marche cassé en marbre gris  
// à valoriser



Carreaux granito noir et blanc en damier  
// à conserver

RETEVEMENT DE SOL EXTERIEUR



Dalles pierre grises et béton sur balcon  
// à restaurer



Elasticité - bitume élastomère  
// à curer



Toile à reliev striées  
// à restaurer

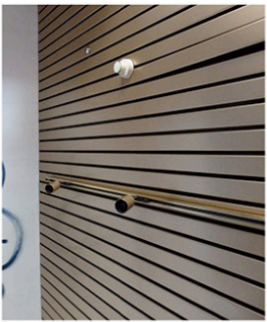


Dalle de béton avec gravier  
// à curer

RETEVEMENTS PLAFOND



Faux plafond effet marbre rose  
// à curer



Faux plafond lammes métalliques  
// à stocker



Faux-plafond dalle acoustique  
// à curer



Plafond peint  
// à restaurer

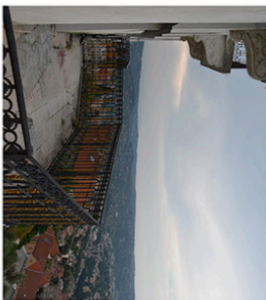
ELEMENTS D'IDENTITÉ



Papier peint et Faïence  
// à valoriser



Cage d'escalier grille métallique // à restaurer



Balcon et vue  
// à conserver



Jardin d'hiver rocaille et modénature  
// à conserver