

ÉLÉMENTS DE RÉEMPLOI

VERS DES STRATÉGIES ACTIVATRICES DE DURABILITÉ

ÉLÉMENTS DE RÉEMPLOI

VERS DES STRATÉGIES ACTIVATRICES DE DURABILITÉ

Énoncé théorique

École Polytechnique Fédérale de Lausanne

Célia Küpfer

Sous la direction de:

Prof. Emmanuel Rey, directeur pédagogique

Prof. Corentin Fivet, second professeur

Aleksis Dind, maître EPFL

2018

Remerciements

J'aimerais remercier pour leur suivi et leur investissement dans mon travail le Prof. Emmanuel Rey et le Prof. Corentin Fivet. Un remerciement particulier à Aleksis Dind pour son temps et ses précieux conseils.

Je tiens également à remercier pour leurs apports: M. Charly Chevalley, directeur de la Fondation *ProTravail*, M. Sébastien Piguët, co-directeur de *le Bird*, et M. Daniel Glauser, directeur général de *UseAgain*. Merci à *TriDel* pour la visite de son usine et à la *CODHA* pour l'ouverture des portes du site des Saules.

Enfin, je souhaite remercier ma famille et mes amis pour leur soutien ainsi que Carinne pour ses relectures.

Sommaire

Préambule	9	V. La place du réemploi en Suisse	116
Léonie et le réemploi	10	Construction, déchets et réemploi	119
I. Introduction	14	Composition du réemploi helvétique	122
Objectifs	16	VI. Identification des freins	130
Les territoires du réemploi	18	Culture du bâti	133
II. Histoire du réemploi et valeur de la matière	24	Normes et performances	138
Les ruines, des carrières importantes	27	Contraintes économiques	143
Des villes-ressources aux déchets urbains	30	Approvisionnement	146
Les expériences du XX ^e siècle	32	Synthèse	148
Synthèse et vision	38	VII. Hypothèses de leviers	150
III. Temps et enjeux du réemploi	42	Exemplarité et formation	153
Matière, matériaux et produits	45	Certifications et traçabilité	156
Bâtiment et image	52	Expérience et valorisation des services	160
Économie circulaire et réemploi du territoire	62	Plates-formes pour l'approvisionnement	162
Synthèse	68	Synthèse et proposition	172
IV. Stratégies de réemploi	70	VIII. Vers des <i>hubs</i> de réemploi	174
Fondations	78	Des centres activateurs de durabilité	178
Structure porteuse	80	Hypothèse de programme pour un pôle	183
Revêtement extérieur	84	Un site dans l'agglomération Lausanne-Morges	186
Isolation	88	IX. Conclusion	204
Aménagement intérieur	92	Références bibliographiques	208
Mobilier	98		
Éléments techniques	104		
Aménagement extérieur	108		
Synthèse	111		

«La ville de Léonie se refait elle-même tous les jours: chaque matin la population se réveille dans des draps frais, elle se lave avec des savonnettes tout juste sorties de leur enveloppe, elle passe des peignoirs flambants neufs, elle prend dans les réfrigérateurs les plus perfectionnés des pots de laits inentamés, écoutant les dernières rengaines avec un poste dernier modèle.

Sur les trottoirs, enfermés dans des sacs plastiques bien propres, les restes de la Léonie de la veille attendent la voiture du nettoyage. [...]

Où les éboueurs portent chaque jour leurs chargements, personne ne le demande: hors la ville, c'est sûr; mais chaque année la ville grandit, et les immondices doivent reculer encore; l'importance de la production augmente et les tas s'élèvent, se stratifient, se déploient sur un périmètre plus vaste. Ajoute à cela que plus l'industrie de Léonie excelle à fabriquer de nouveaux matériaux, plus les ordures améliorent leur substance, résistent au temps, aux intempéries, aux fermentations et aux combustions. C'est une forteresse de résidus indestructibles qui entoure Léonie, la domine de tous côtés, tel un théâtre de montagnes.»

Italo Calvino, *Les villes invisibles*, 1972¹

Léonie et le réemploi

Dans une ville telle celle de Léonie où la nouveauté et la fraîcheur matérielle caractérisent les pratiques, les déchets vieux d’un jour s’entassent aux portes des villes. Ordures, résidus, déchets, débris, autant de matière première au cycle de vie disproportionné: longuement recherchée, extraite, raffinée, traitée, mélangée, transportée, pensée, assemblée, réacheminée et puis, soudainement, stockée à jamais suite à quelques heures d’utilisation, son usage semble si bref pour tant d’effort, d’énergie et de savoir investi. Et si l’éphémère pouvait recommencer sa journée?

Et si, dans notre pratique architecturale, on réemployait encore une fois une tuile, une fenêtre, une colonne, un vitrail? Des colonnes de la mosquée de Cordoue aux ornements de l’Arc de Constantin, l’histoire de l’architecture a longtemps dialogué avec celle du réemploi. Visage d’un triomphe politique, d’une réalité économique ou d’une idéologie, le réemploi, un art de construire jusque là courant, rallongeait le temps de vie et l’histoire des matériaux, dans ce qui deviendra des siècles plus tard des Léonies.

Dans l’Anthropocène, terme popularisé par le géochimiste Paul Crutzen décrivant l’époque actuelle de l’Histoire où les activités humaines ont un impact significatif sur l’écosystème terrien,² les paradigmes de chaque métier et chaque domaine doivent être repensés. Sur une Terre de plus en plus vidée de sa matière première et remplie de déchets complexes, la filière de la construction est un important maillon de cette dégradation. Ses déchets représentent dans de nombreux pays occidentalisés jusqu’à 40% des déchets et ce sont plus d’un million de tonnes de déchets de chantier générées, puis incinérées, enfouies ou au mieux sous-cyclées dans le canton de Vaud en 2014.³

Face à ces rejets et à la complexité des matériaux et des assemblages rejetés, liés aux avancées technologiques, l’architecture doit repenser le processus de conception et réinventer l’équation du système de construction. Parmi ces reconsiderations, la pratique du réemploi apparaît comme une opportunité créatrice pour l’architecture et distincte du processus de recyclage qui sous-cycle la matière. En référence au manifeste de William McDonough et Michael Brau-

1. CALVINO, Italo, 2013 [première éd. 1972]. *Les villes invisibles*. Paris: Gallimard. pp.140-141.

2. CRUTZEN, Paul Joseph, 2007. «La géologie de l’humanité: l’Anthropocène», dans *Ecologie & Politique*, n°34. Paris: Presses de Sciences Po. pp. 141-148.

3. [Hors matériaux d’excavation]. ETAT DE VAUD, DGE, 2016. *Plan de gestion des déchets 2016, version finale*.

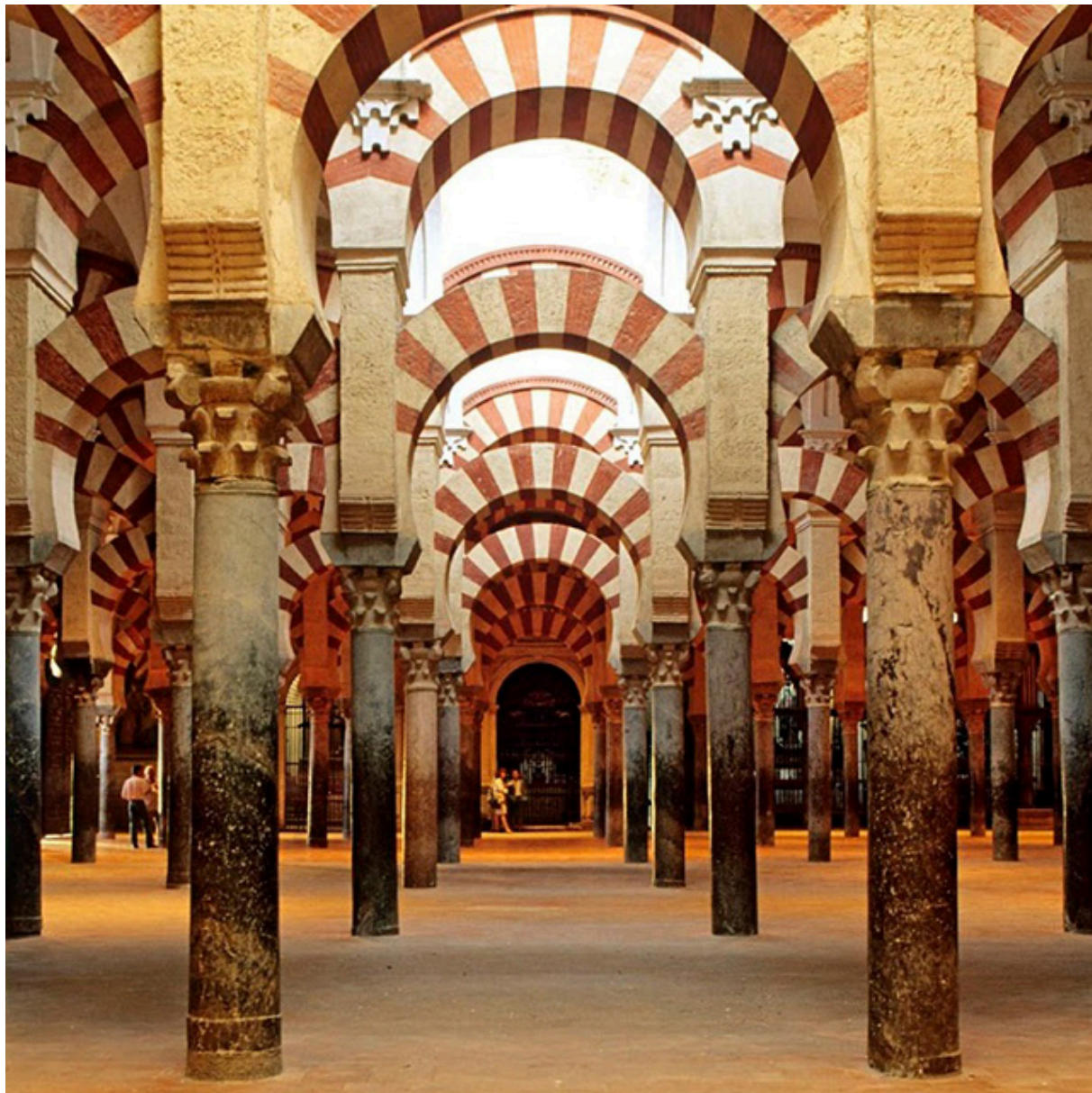
4. MCDONOUGH, William, BRAUNGART, Michael, 2011. *Cradle to Cradle: Créer et recycler à l’infini*. Paris: Editions Alternatives.

gnart *Cradle to cradle*⁴, le réemploi se présente comme une réflexion éthique et éco-bénéfique, une pratique qui vise à vaincre la logique «de berceau à tombeau» de nos industries au profit d’un cercle vertueux de la matière, «du berceau au berceau». Le réemploi inscrit l’architecture dans une économie circulaire qui lie le développement durable et l’histoire dans le territoire.

Dès lors, le territoire n’apparaîtrait plus comme une ville telle Léonie un théâtre de consommation encerclé par une *cavea* d’ordure mais comme une mine urbaine, riche de matière et matériaux, ainsi que de savoir-faire et connaissances. Raisonnant aux principes de la permaculture, le territoire urbain fonctionnerait comme un écosystème valorisant sa matière et son savoir, les déchets des uns devenant les trésors des autres. Non sans embûches, le projet de réemploi devra combattre la notion de déchet au profit d’une architecture innovante, inscrite de manière particulière dans le temps et l’espace, définissant son propre rapport à la matière réemployée.

Ces trésors resteront parfois cachés comme les pierres de l’ancienne chapelle détruite pendant la Seconde Guerre mondiale, réutilisées par Le Corbusier à la même place et recouvertes par le béton projeté et la chaux dans sa fameuse chapelle de Ronchamp. Parfois, ces trésors seront exhibés comme les briques issues de la déconstruction de 30 villages de la province de Zhejiang en Chine qu’*Amateur Architecture Studios* a appareillées pour le parement du Musée d’Histoire de Ningbo. Écho à la tradition du réemploi chinoise et acte de résistance, ce projet traduit une relation particulière à la matière et sa valeur pour l’architecture, le site et les habitants.

A propos du Musée d’Histoire de Ningbo, Olivier Greder écrira: «De très près, le mur que l’on peut toucher donne à voir des indices et des détails qui nous relient à la vie précédente de ces villages. Certaines briques vernissées issues des murs des maisons sont des *ex-voto* portant notamment le caractère *Fu* qui signifie «bonheur, bonne fortune.»⁵ Transportant avec eux un pan d’histoire, de savoir et de culture, la manière dont les matériaux seront réemployés soulignera le rapport particulier de l’architecte à la matière et replacera l’art de construire au cœur de l’architecture, entre espoir et mémoire.





I. Introduction

Objectifs

Le but de cet énoncé est d’analyser les enjeux liés à l’architecture de réemploi dans une perspective durable, du matériau au territoire, et de proposer une hypothèse qui participe au cheminement futur de cette pratique en Suisse.

Cet énoncé s’articule en quatre parties, du contexte aux hypothèses de projet. La première partie est introductive. Elle définit le périmètre de l’étude et contextualise le propos. Cette introduction est complétée par le deuxième chapitre qui synthétise l’évolution de la pratique du réemploi et son lien avec celle de la valeur de la matière. De l’Antiquité tardive au XXI^e siècle, les périodes d’évolutions majeures du réemploi relatent la transformation d’une pratique autrefois omniprésente puis marginalisée avec le développement technologique du XX^e siècle. Ce chapitre sera l’occasion de proposer une vision pour le futur du réemploi et d’introduire les raisons de cet intérêt dans une perspective architecturale durable.

Les enjeux du réemploi sont au cœur de la seconde partie. Le chapitre III propose une analyse scalaire des enjeux et défis. Le temps sert de fil rouge pour articuler les trois échelles d’analyse, à savoir celles du matériau, du bâtiment et du territoire. Le rapport entre la matière, le matériau et le produit est le point de départ pour la construction de l’argumentaire qui occupe des registres environnementaux, économiques et sociaux mais aussi culturels et sémantiques. Le chapitre IV propose une lecture complémentaire des enjeux par l’étude d’une sélection de projets. La méthodologie repose sur l’analyse de stratégies de réemploi par couche du bâtiment. Une étude de cas transversale sera complétée d’un ou deux autres projets représentatifs pour chaque fonction.

La troisième partie replace la problématique du réemploi en Suisse où la pratique est encore rare. Le chapitre V propose un bilan sur l’état actuel du réemploi à l’échelle nationale. Informations statistiques, chiffres sur le secteur de la construction et cartographie des acteurs soutiendront la validité du questionnement. Le chapitre VI cherche à identifier les freins spécifiques au projet d’architecture de réemploi en Suisse, avec l’aide d’entretiens d’acteurs et observateurs du secteur, selon quatre thèmes: la culture du bâti, les normes et performances,

Plan de l’ouvrage

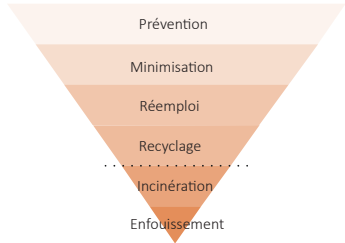
les contraintes économiques et finalement l’approvisionnement. A l’aide d’expériences rapportées d’autres territoires, une série de leviers correspondant est énoncée dans le chapitre VII. Il s’agit d’une proposition d’actions pour le développement d’une filière vertueuse et d’une architecture de réemploi de qualité en Suisse.

La quatrième partie de cette recherche propose une hypothèse spatiale pour le Plateau suisse qui puisse actionner ces leviers. Le développement de cette stratégie est l’opportunité d’imaginer de nouveaux lieux catalyseurs capables de participer au développement d’une pratique durable en Suisse. La proposition programmatique et géographique émerge de la réflexion territoriale sur les flux, de la synthèse des leviers et des expériences inspirantes.



Définition et périmètre

- 1. ENCKELL, Carl, dans: ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p.50
- 2. RÉSEAU FRANCILIEN RÉEMPLOI, 2017. «Quelle est la différence entre réemploi, réutilisation et recyclage?» [en ligne]. Consultée le 14 mai 2018.



Pyramide de la gestion des déchets, inspirée par BAKER-BROWN, Dunkan, 2017.

Page 18: Ville industrielle de Norilsk en Sibérie © Yann Arthus Bertrand

Les territoires du réemploi

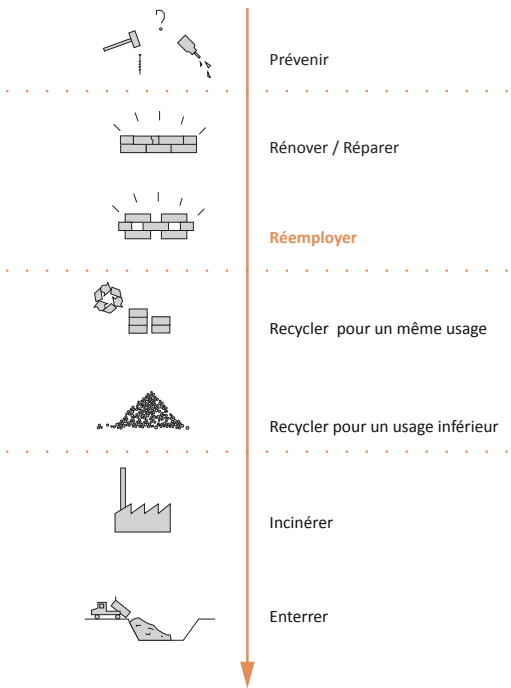
Les territoires, thématiques et géographiques, du réemploi sont multiples. Ici, le premier territoire définit le périmètre du réemploi. Les contours de son terrain de jeux permettent de le distinguer des autres pratiques de gestion des matériaux et de définir les pratiques qui en font partie. Le second territoire, terme utilisé alors plus métaphoriquement, est le contexte dans lequel cette réflexion s’inscrit plus largement. Le dernier territoire du réemploi pourrait plutôt être décrit comme les «multiples territoires du réemploi» et introduit l’ancrage géographique et temporel de cette pratique, ce lien au lieu en réponse au contexte général consumériste.

Le réemploi est un domaine qui travaille avec des matériaux de seconde vie sans leur faire subir de transformations trop importantes. Souvent confondu à tort avec le recyclage, le réemploi garde l’intégrité de la forme du matériau ou du composant, conservant l’énergie déjà investie et une part de son histoire. Les matériaux réemployés ne sont pas concassés, fondus, broyés. Ils sont probablement nettoyés, peut-être retaillés et probablement ré-assemblés. Le réemploi explore et valorise la forme donnée à la matière.

Alors qu’en Europe, le réemploi n’a pas de définition officielle précise¹, cet énoncé emploiera le terme «réemploi» comme un équivalent du mot anglais *reuse*. Ce terme qualifie l’action d’utiliser quelque chose une fois de plus, sans distinguer que cela soit pour son usage original ou pour une autre fonction. Alors qu’une partie des acteurs du domaine distinguent le réemploi de la réutilisation, comme le Réseau Francilien Réemploi qui différencie la première action, «opération qui permet à des biens qui ne sont pas des déchets d’être utilisés à nouveau sans qu’il y ait modification de leur usage initial», de la deuxième, «une opération qui permet à un déchet d’être utilisé à nouveau en détournant éventuellement son usage initial»,² cette recherche rassemble ces deux types d’utilisations.

Dans la pyramide de la gestion des déchets, qui hiérarchise les stratégies de gestion par rapport à leurs impacts sur l’environnement, le réemploi précède le recyclage, qui est une stratégie de *downcycling* (décyclage). Bien que l’acier puisse

être refondu, le papier ne peut être recyclé au-delà de cinq fois, le marbre, par exemple, est concassé lors du recyclage et devient des pigments pour le béton et le bois massif devient composant du MDF. Au contraire, le réemploi essaie de conserver la forme et les qualités intrinsèques de la matière et de maintenir une entropie basse. En effet, «le réemploi conserve la forme, le recyclage conserve la matière.»³ En plus de l'économie d'énergie nécessaire au recyclage, celle nécessaire au transport lui est souvent associée. La prévention et la minimisation des déchets précède le réemploi dans la pyramide. Ces stratégies interviennent plus tôt dans le processus de consommation des ressources et l'ordre de préférence d'un raisonnement durable suivra cette logique.



3. ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p. 83.

Ci-contre: place du réemploi dans la gestion des ressources

Contexte

Le périmètre du travail est donc le réemploi dans le secteur du bâtiment et de l'aménagement, pour une utilisation identique ou détournée, au même endroit ou sur un autre site. Les éléments principalement concernés sont les éléments issus de chantier de déconstruction, les chutes de pose ou de production, les surplus de chantier, les invendus, les rejets urbains et les éléments sortant des différents secteurs de production, surtout de l'industrie. Aux frontières de la gestion des déchets et de l'approvisionnement, le réemploi préférera le terme «rejet» à celui de «déchet». Cette précision sémantique permet d'intégrer le réemploi à une vision circulaire et non linéaire, les rejets des uns étant les ressources des autres.

La présente réflexion sur le réemploi évolue dans un contexte de grands déséquilibres matériels et humains. Dans l'Anthropocène, le premier aspect est la problématique écologique pour laquelle le secteur de la construction et l'architecte sont engagés comme prescripteurs de matériaux et consommateurs d'espace. La consommation des ressources et l'accumulation croissante de déchets complexes sont des enjeux majeurs pour la construction, responsable en Europe de 31% de la consommation matérielle⁴ et en France de 73% des déchets.⁵

Les modes de construction actuels entreront de manière échelonnée en conflit avec l'épuisement des matières non-renouvelables comme les minerais, les métaux précieux et certaines roches mais aussi les matières plastiques dérivées du pétrole. Avec les estimations actuelles, les réserves en zinc devraient être épuisées d'ici cinquante ans et celles de cuivre d'ici cent ans.⁶

En parallèle, l'extraction de plus en plus complexe de ressources de plus en plus lointaines occasionne de grandes pressions sociales, économiques et environnementales. Composant du béton et du verre, le sable, dont il faut 200 tonnes pour une maison moyenne ou 3'000 pour un grand immeuble ou une école, met en évidence cette problématique. Deuxième ressource naturelle la plus consommée après l'eau, le sable a d'abord été extrait dans des carrières puis les rivières, les plages et maintenant dans les fonds marins. Ces extractions massives ont des impacts environnementaux en chaîne sur les écosystèmes (pollution, érosion, destruction des paysages naturels, ...) et occasionnent des tensions entre la population civile et les groupes cimentiers.⁷

En fin de vie, les matériaux épuisés sont broyés, incinérés ou enfouis. Effet miroir de la mondialisation, de la société de consommation et de l'avancement de la pétrochimie, la production de matériaux complexes augmente la quantité de

4. BAKER-BROWN, Dunkan, 2017.

5. FUTURIBLES, septembre 2014. *Économie circulaire, le BTP doit faire sa révolution*. Note de cadrage.

6. CNRS, 2014. «Épuisement des ressources naturelles» [en ligne]. Consultée le 14 mai 2018.

7. DELESTRAC, Denis, 2018. *Le sable: enquête sur une disparition*. Arte, 80 minutes.

déchets inexploitable qui finissent en décharge. Malgré l'augmentation de la part des déchets recyclés, le Canton de Vaud planifie l'ouverture de nouvelles décharges.⁸

La mondialisation et l'extraction lointaine de ressources ont des impacts directs sur l'architecture. Déconnectés de leurs lieux d'extraction et de transformation, les matériaux commandés sur catalogue sont propulsés dans des territoires où ils seront utilisés pour une période courte à l'échelle de la «vie» de la matière puis probablement renvoyés en dehors pour être traités. L'acte de bâtir est alors fortement réduit aux étapes de dessin et mise en œuvre, souvent amputé d'une connexion mentale et physique avec le gisement et sa mise en forme.

En parallèle, la mondialisation accompagnée par la révolution des transports a opéré un effet d'homogénéisation de l'architecture. Sans considérations nostalgiques, le savoir-faire local a doucement été effacé par l'arrivée de produits prêt-à-l'emploi. Les particularités d'un territoire ont progressivement été estompées par la dissémination d'un style international assis sur les progrès industriels. L'architecture perd petit à petit son lien au lieu et est éjectée dans une nébuleuse de projet, un nuage sans accroche.

Face à cette crise, le réemploi propose de se détacher de la logique consumériste et de valoriser le capital humain et l'énergie investie dans la forme de la matière et du territoire. Dans une démarche suivant les préceptes du développement durable, le réemploi est une opportunité d'enraciner le projet et de faire circuler des richesses dans un territoire donné. Le projet est alors profondément connecté à son territoire, qui sert à la fois de support, gisement matériel, immatériel et espace de rejet. Le réemploi qui rêve d'être une proposition en 3S (saine, solidaire et située)⁹ prendra alors probablement autant de formes que de territoires adoptés et ouvrira à l'architecture une porte poétique et surprenante, comme le projet de théâtre de poche dépliant *Open House* de l'artiste Matthew Mazzota qui, en réponse à l'absence d'espace culturels public d'un quartier défavorisé de New York, réemploie les planches d'une maison abandonnée.¹⁰

8. ETAT DE VAUD, 2018. «Décharges contrôlées» [en ligne]. Consultée le 14 mai 2018.

Porte ouverte à une nouvelle poésie locale

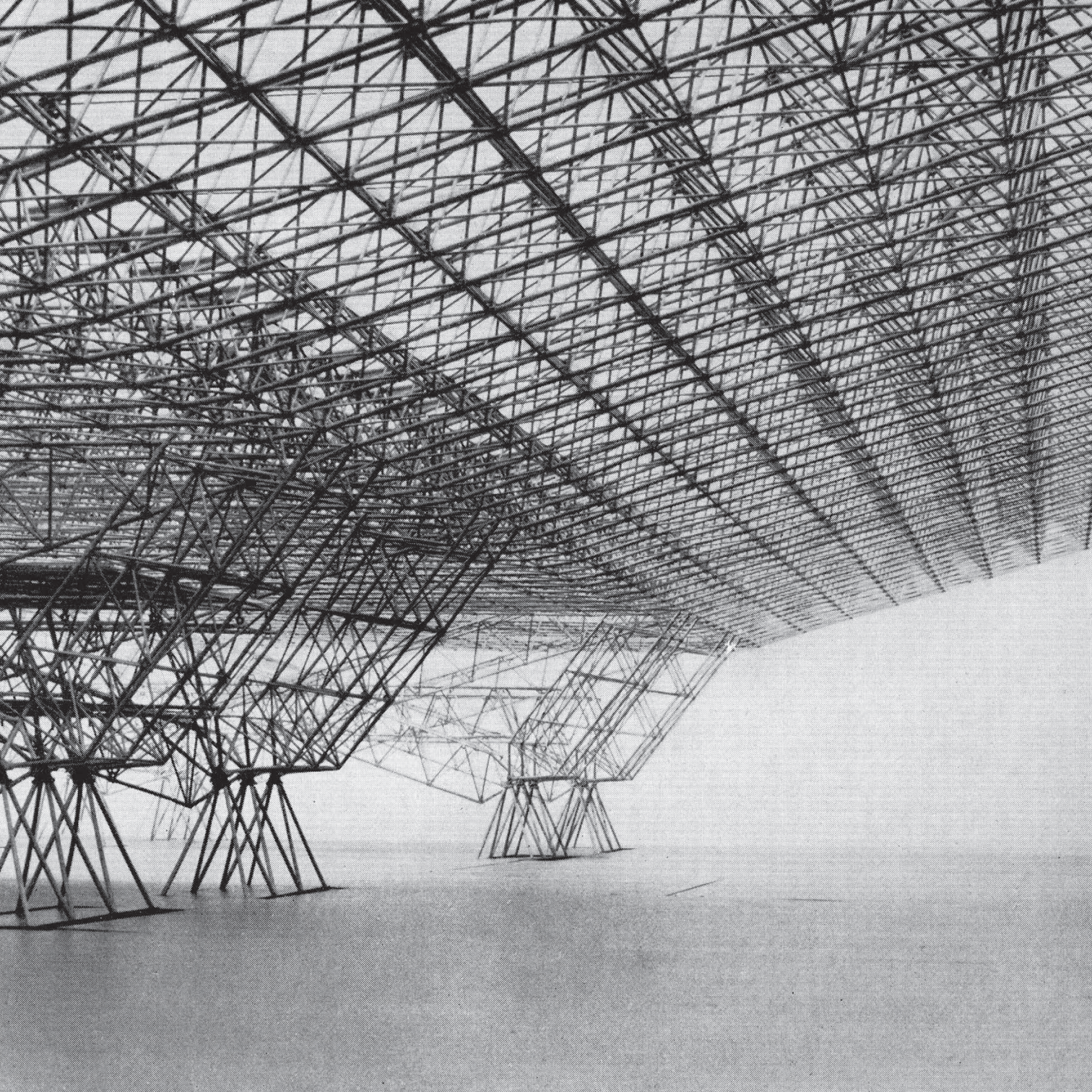


Open House © Matthew Mazzota

9. ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p. 28.

10. ARCHDAILY, 21 août 2013. «The «Open House»: From House to Theater in 90 Minutes» [en ligne]. Consultée le 15 mai 2018.





II. Histoire du réemploi et valeur de la matière

Ce chapitre retrace les grands moments d'évolution de la pratique du réemploi. Associé à l'évolution culturelle de la valeur de la matière, il cherche à comprendre pourquoi le réemploi a été pendant longtemps une pratique indispensable pour l'équilibre et le fonctionnement des territoires et de quelle manière la pratique s'est marginalisée. Concentré sur l'Europe et les États-Unis, ce chapitre permet de comprendre sur quelles bases les enjeux contemporains du réemploi s'asseyent, des influences politiques des empereurs romains à la contre-culture américaine.

Page 24: Photographie de la maquette du hangar pour l'US Air Force, 1951 © Konrad Wachsman

La valeur des *spolia* dès l'Antiquité tardive

1. ESCH, Arnold, 2011. «*On the reuse of Antiquity: The Perspectives of the Archaeologist and of the Historian*», dans BRILLIANT, Richard, KINNEY, Dale (Dir.). *Reuse Value, Spolia and Appropriation in Art and Architecture from Constantine to Sherrie Levine*. Farnham: Ashgate Publishing Limited. pp. 13-31.

2. FOULQUIER, Laura, 2014. «La carrière de pierres: la récupération de l'Antiquité à nos jours», dans: ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola. p.63.

3. BRENK, Beat, 1987. «*Spolia from Constantine to Charlemagne: Aesthetics versus Ideology*», dans Dumbarton Oaks Papers, Vol. 41, *Studies on Art and Archeology in Honor of Ernst Kitzinger on His Seventy-fifth Birthday*. Washigton: Dumbarton Oaks Research Library and Collection. pp.103-109.

4. Ibid.

Les ruines, des carrières importantes

De l'Antiquité tardive à l'avènement de la révolution industrielle, les ruines ont été considérées comme des sources de matériaux importantes pour la ville. Jusqu'à la Renaissance, les ruines constituaient des mines essentielles dans un contexte de rareté et de transport difficile. Gisements pour la construction, les ruines étaient également le terrain de jeu de l'expression du pouvoir. Le droit d'en extraire des éléments a été pendant longtemps une marque de pouvoir politique, juridique ou religieux. Cette forme de réemploi, nommé *spolia*, a été pratiquée de manière extensive pour des bâtiments emblématiques.

Le terme *spolia* désigne le réemploi sous l'empire romain tardif d'éléments architecturaux ou artistiques gréco-romains antiques.¹ L'étymologie du terme provient du mot latin *spolium* qui, au singulier, signifie la dépouille d'animal et dont le pluriel, *spolia*, signifie les dépouilles de guerres, les spoliations, soit les butins de guerre.² Ces usages ont connu un début marqué sous le règne de Constantin (306-337 après J.C.). Trois bâtiments iconiques de pratique des *spolia* ont été érigés sous son règne: la Basilique Saint-Jean-de-Latran, l'arche de Constantin et la Basilique Saint-Pierre. L'insertion d'éléments de réemploi découlait de motifs plus idéologiques et politiques qu'économiques. La Basilique Saint-Jean-de-Latran fut le premier bâtiment sacré construit par un empereur à utiliser de manière extensive des éléments de réemploi, à savoir colonnes et chapiteaux.³

L'arche de Constantin, monument de propagande politique, érigé en commémoration de la victoire de l'empereur sur Maxence, illustre l'enjeu politique lié au réemploi à cette époque. En effet, les différents éléments avaient été ôtés d'anciens monuments vouant le triomphe d'empereurs précédents. L'historien de l'art Brenk Beat précise que la composition de l'arche ne peut être définie comme un *patchwork* mais bien comme un monument de propagande, une déclaration de pouvoir, n'usant pas des *spolia* pour une quelconque «nécessité économique, manque d'imagination ou précipitation».⁴ En effet, l'empereur disposait de suffisamment de fonds pour ce type d'ouvrage et les explications économiques ne peuvent être invoquées. A travers ce droit exclusif de l'empereur sur les ouvrages publics antiques, le réemploi devient un outil symbolique de l'expression du pouvoir.

Après Constantin, les *spolia* furent utilisées continuellement pour marquer le pouvoir. Sainte-Sabine sur l’Aventin en est un exemple fort pour lequel un temple païen détruit fournit 24 colonnes et chapiteaux. Alors que dans les villes majeures, le droit de prélèvement dans les ruines était réservé à l’empereur, évêques et haut-gradés militaires prétendirent au droit de pillage des ruines de province pour l’insertion de *spolia* dans leurs ouvrages, notamment des églises. Ces pratiques se développèrent tout au long du V^e siècle et devinrent communes.⁵

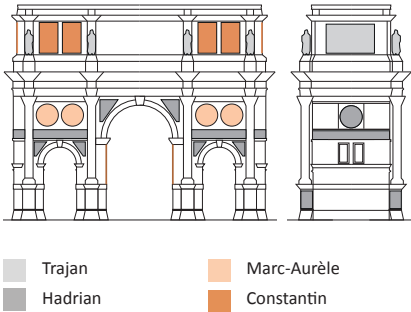
Au Moyen Âge, la pratique de trophée prit également de l’ampleur. On observe la mise en place d’une réelle logistique pour afficher sa puissance sur les terres conquises. L’exemple du Dôme de Pise au XI^e siècle en est emblématique.

«Les Pisans, alors à l’apogée de leur puissance, le décorèrent de nombreux éléments ornementaux conquis en pays lointains et amenés par la mer: des colonnes, des bases, des chapiteaux, des corniches et des fragments de toutes sortes, toujours plus visible».⁶

Parallèlement, au Moyen Âge, les ruines devinrent également des carrières pour des bâtiments plus modestes, petites églises et habitations dont les écrits parlent moins. Une véritable économie de la construction s’était mise en place. Les églises étant prioritaires pour la conservation, peu de vestiges de ce réemploi dans l’habitation sont encore visibles aujourd’hui. De grandes structures existantes comme les Arènes de Nîmes et d’Arles furent aussi réemployées et investies par des habitations. Le Moyen Âge développa une économie de la déconstruction, récupérant divers types de matériaux, des ruines antiques mais également d’ouvrages plus récents.

«L’Antiquité est un temps à la fois lointain et proche. Lointain, parce que ces monuments délabrés ou du moins défigurés par les constructions parasites, semblent appartenir à un temps révolu. Proche, parce que ces monuments sont bien souvent investis par les contemporains, qu’ils soient réutilisés ou démantelés pour fournir des matériaux. Quoi qu’il en soit, ces récupérations paraissent gommer toute altérité. Antiquité et Moyen Âge se confondent, s’amalgament».⁷

La valeur patrimoniale n’était pas au cœur de cette logistique qui réemployait de manière omniprésente et souvent moins visible que dans les bâtiments précédemment décrits.



Origines des figures ornementales de l’Arche de Constantin, élévation sud et ouest (inspiré par Alfred Frazer)

5. Ibid.

L'économie de la construction au Moyen Âge

6. VASARI, Georgio, cité par FOULQUIER, Laura, 2014. p.63.

7. FOULQUIER, Laura, 2014. p.65.



Sainte-Sabine sur l’Aventin © Steven Zucker

8. KINNEY, Dale, 2011. p. 2.

9. FOULQUIER, Laura, 2014. p.65.

«Le réemploi est omniprésent et généralement banal. Dans la réalité physique, le réemploi de matériaux et d’artéfacts est une routine dans les économies pré- ou non- industrielles qui génèrent peu de surplus et ne peuvent se permettre de gaspiller».⁸

Les matériaux réemployés étaient d’un côté des matériaux simples, comme le bois, le métal, la pierre ou les briques. Immédiatement disponibles à moindres coûts et à proximité, ces matériaux permettaient la construction rapide de nombreux bâtiments. D’un autre côté, des matériaux plus nobles étaient récupérés et réemployés. Travertin, marbre et autres pierres rares étaient encore difficilement importables et avaient une valeur marchande élevée. Le réemploi de charpentes en bois entières, par exemple, se développa jusqu’à la Renaissance où il fut massivement pratiqué. Durant les guerres, ce type de réemploi apparut aussi comme une solution de repli nécessaire.

«Les archives comptables attestent de la récupération du bois, de la pierre ou encore du métal. Ce recours à des matériaux de seconde main est corroboré par l’archéologie. Toute une logistique existe pour tirer parti au mieux des matériaux. Elle implique une sélection, une conservation, une transformation. Des opérations qui peuvent s’avérer délicates, comme en témoignent les préconisations sur le chantier de l’abbatiale Saint-Robert de La Chaise-Dieu lors de la destruction du clocher, au XIV^e siècle.»⁹

Les préoccupations liées au réemploi au Moyen Âge ne sont donc pas sans rappeler les enjeux actuels du réemploi. Les notions de valeurs, de symbolique, d’économie et de logistique font écho aux enjeux actuels du réemploi. Cette perspective historique qui mêle idéologie et pragmatisme donne une profondeur intéressante aux enjeux contemporains du réemploi.

Des villes ressources aux déchets urbains

L'addition de la révolution industrielle et de la mondialisation marquera un tournant dans l'exploitation des ressources, les méthodes de production et le rapport à la matière. L'accélération des changements industriels, économiques, sociaux et culturels déséquilibreront l'équation sur laquelle la ville reposait jusque là et s'adaptait progressivement au progrès. En effet, comme l'a montré la fin de la partie précédente, la ville n'a pas toujours été synonyme de déchet. Encore au XIX^e siècle, la ville fonctionnait de manière partiellement circulaire.

«Si les villes se caractérisent par l'externalisation d'une partie de leur métabolisme, puisqu'elles naissent d'une spécialisation socio-spatiale et d'une séparation entre les activités de production alimentaire et les activités d'échange en particulier, elles n'ont pas toujours été productrice de déchet.»¹

Pendant longtemps, une grande activité de valorisation des déchets urbains a existé. «Le recours à des sous-produits urbain est extrêmement ancien, mais leurs usages s'intensifient et se diversifient dans les années 1770.»² Parmi ces déchets, les sous-produits de la construction, salpêtre, gravats, tuiles, pièces métalliques s'additionnaient aux déchets liés aux activités artisanales et industrielles. À cette époque, les sous-produits de la construction et des autres domaines n'étaient jamais désignés par le terme «déchet», réservé aux chutes de l'industrie. Les sous-produits étaient donc considérés au XVIII^e comme des ressources, et non des détritits, générant une multitude de petits métiers, comme celui de chiffonnier.

La ville du XVII^e et du XIX^e siècle constituait un gisement de ressources qui fonctionnait partiellement en circuit fermé avec la campagne. Son fonctionnement circulaire concernait la construction mais aussi les sous-produits organiques ou industriels. La complexité et la variété du système de valorisation étaient importantes. Pour le bâtiment, la croissance démographique intensifiait les activités de construction ainsi que la valorisation de ses sous-produits.



La cour d'un chiffonnier à Paris, 1913 © BnF

Equilibre et valorisation des sous-produits

1. BARLES, Sabine, 2014. «Le métabolisme urbain», dans: ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola. p.41.

2. Ibid.

3. Ibid. p.42.

Industrialisation et naissance des déchets



Mur à os © Gilles Carcassès

4. Ibid. p.43

« [La ville] repose en partie sur le réemploi des matériaux de démolition, pierre de taille, morceaux de fer, tuiles ; on préfère même, jusqu'au milieu du XIX^e siècle environ, les vieilles tuiles aux neuves car elles ont fait leur preuves. Parfois, on consolide les murs avec des gros os de cheval récupérés dans les chantiers d'équarrissage. En 1815, ce sont les canons de fusil de réforme de la bataille de Waterloo qui permettent la distribution du gaz dans l'hôpital Saint-Louis: le plomb est un métal coûteux que l'on ne saurait laisser perdre. »³

Ce passage illustre la variété des différentes stratégies: alors que les tuiles et les pierres de taille étaient probablement réemployées pour un usage du même type, les os de cheval intégraient la construction de manière détournée, loin de leur usage initial.

La ville ressource et la logistique des sous-produits sera progressivement déséquilibrée par la révolution industrielle, dépassée par l'accélération de la production, l'apparition de nouveaux procédés de fabrication. L'équilibre sera bousculé par l'accumulation des divers éléments liés à la révolution industrielle et aux progrès techniques.

«Plusieurs raisons vont cependant contribuer à déstabiliser cet équilibre: [...] utilisation de matières premières alternatives [...], mise au point de nouveaux matériaux et procédés de fabrication (liants hydraulique, tuiles et briques mécaniques, sidérurgie, électricité, etc.), diminution de l'organicité urbaine [...]»⁴

L'introduction de la poubelle en 1883 puis celle de la benne tasseuse, qui diminue la qualité des produits réutilisable, marqueront ce basculement. La transformation d'un système partiellement cyclique en fonctionnement linéaire sera renforcée dans l'entre-deux-guerres avec l'accélération de la production et de la consommation, liée au développement des transports, notamment du train, puis du container. La mondialisation des marchés et la globalisation renforceront le phénomène. Malgré une volonté d'adaptation des villes, qui cherchent à rationaliser la collecte et le tri des déchets, les sous-produits urbains seront qualifiés dès 1930 de «déchets», perdant leur statut de ressource et entrant dans la catégorie des détritits. Ce moment sera une étape importante dans l'évolution de la valeur de la matière et dans la perte d'omniprésence du réemploi.

Les expériences du XX^e siècle

Au XX^e siècle, la pratique du réemploi se transforme en réaction à l'enchaînement des deux guerres mondiales, des Trente Glorieuses et du choc pétrolier. Elle traduit certaines préoccupations de la société, marquée par les années de guerre, la mondialisation et la diffusion des premiers rapports écologiques.

Pour commencer, alors que le réemploi était une pratique en baisse depuis la fin du XIX^e siècle, différentes stratégies réintègrent le réemploi à la sortie des Guerres mondiales. Les unes pour se reconstruire, les autres en écho aux procédés de construction développés pendant la guerre. La première attitude est adoptée par des villes bombardées qui planifient leur reconstruction. La récupération de leur ruine est simultanément symbolique et économique. Sur un paysage en ruine, la ville réemploiera les restes de son passé pour ses nouveaux bâtiments.

«Car en Europe, la récupération de ces matériaux joue un rôle fondamental dans la reconstruction des villes et villages détruits. Indéniablement économique, elle est aussi symbolique. Elle peut être alors l'occasion de lier le passé et le présent, de garder en mémoire les stigmates de la guerre sur le corps de nouveaux édifices.»¹

À Saint Malo, ville bombardée, incendiée, pillée, plus de trois quarts des bâtiments de l'*intra-muros* étaient en ruine à la fin de la guerre. La reconstruction intégrera des tonnes d'anciens matériaux dans les nouveaux bâtiments. Le travail de planification urbaine parviendra à moderniser la ville, élargissant les chaussées, piétonnisant certaines, tout en conservant l'aspect caractéristique de ville fortifiée sous Vauban. Pour réemployer des matériaux issus des ruines, un travail précis de déblaiement et déminage dans des ruelles étroites sera complété d'une numérotation soigneuse. Cette logistique complexe énonce les problèmes actuels liés à la déconstruction sélective et aux inventaires.

Les reconstructions d'après-guerre



Début de la reconstruction de Saint-Malo, 1947, photographe inconnu

1. FOULQUIER, Laura, 2014.

Les impacts des technologies militaires



Réemploi d'une Hut Quonset dans une deuxième base militaire au Japon, 1947 © US Army Corps of Engineers



Maison de Robert Motherwell, 1947, photographe inconnu

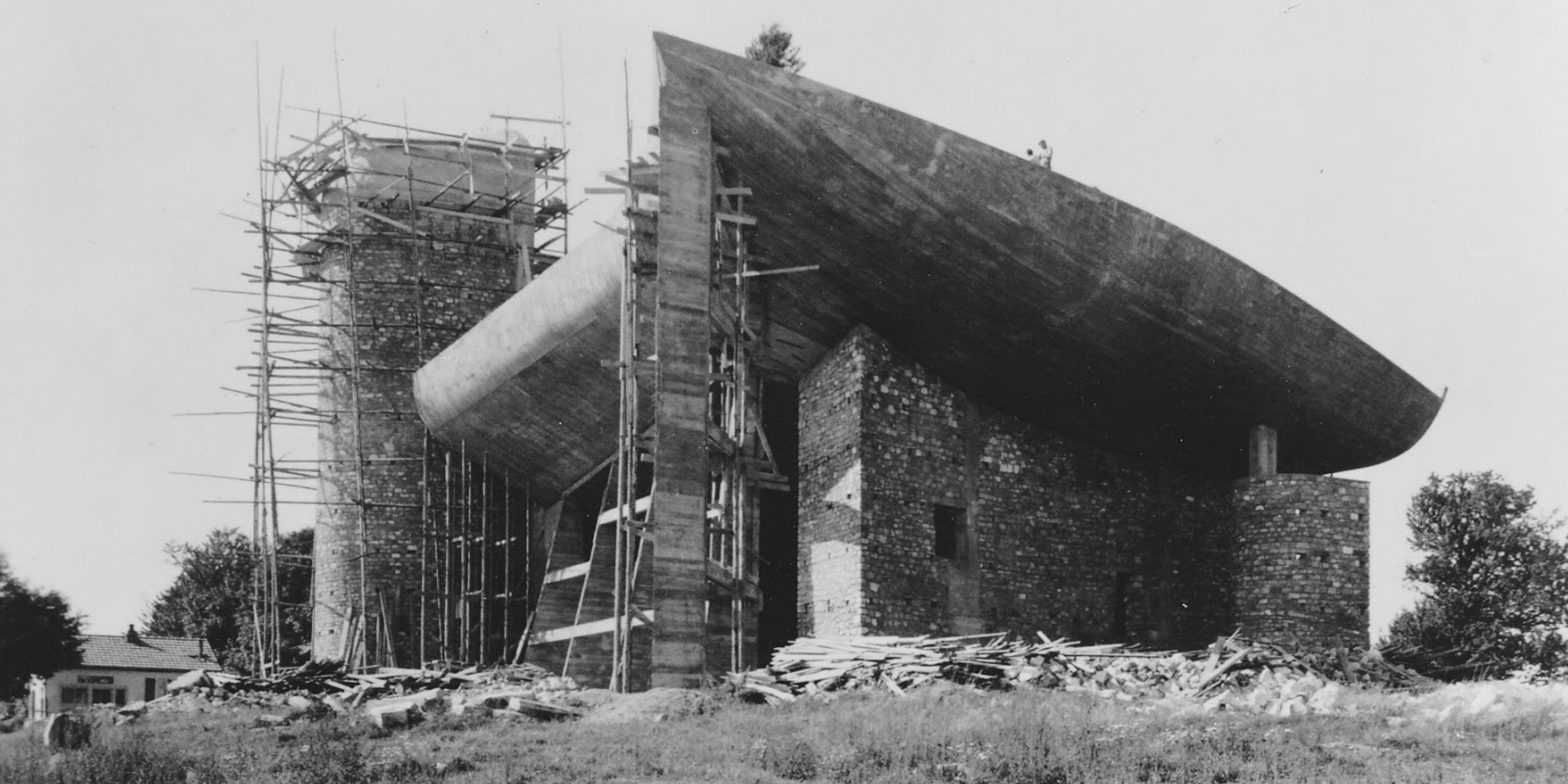
2. ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p.75.

Pages 34-35: construction de la chapelle de Ronchamp ©DR

La seconde stratégie liée au réemploi dans l'après-guerre concerne le développement d'architectures démontables et de structures spatiales. Toutes deux sont liées au développement de nouveaux modes de production, à la préfabrication et aux nouveaux matériaux, ainsi qu'à la recherche de légèreté, réversibilité et mobilité. Parmi l'architecture démontable, nous pouvons mentionner le réemploi de structures préfabriquées dites *Quonset Huts*, héritières de la *Nissen Hut* d'abord développée par les Anglais pendant la Première Guerre mondiale. Structure légère métallique semi-cylindrique inventée aux États-Unis pendant la Seconde Guerre mondiale, ses extrémités sont closes par deux faces en *plywood* qui peuvent recevoir portes et fenêtres. Produites en 150'000 à 170'000 exemplaires, ces structures furent réutilisées à la fin de la guerre, grâce à leur plan intérieur flexible qui pouvait accueillir de multiples usages, logement, commerces, écoles, dispositifs médicaux, et à faciliter démontage et remontage.

En 1947, Pierre Chareau dessine une maison pour l'artiste Robert Motherwell dans l'état de New York à partir de deux de ces structures. Exemple de ce réemploi largement diffusé, les deux *Quonset Huts* servaient l'une pour la maison, l'autre pour l'atelier. Une ancienne serre maraîchère avait permis de compléter le projet par une verrière. L'échelle du phénomène de réemploi de ces structures illustre l'intérêt du réemploi pour la flexibilité du plan et la démontabilité des ouvrages.² Cela n'est pas sans rappeler le principe du *Design for Disassembly*, soit de la méthode de conception qui épaulle le concept de réemploi et qui intègre dès le départ la possibilité de transformation, réutilisation, démontage de l'ouvrage, concept détaillé dans le chapitre III.

Parmi les bâtiments emblématiques de l'architecture moderne, la chapelle de Le Corbusier à Ronchamp est un projet d'après-guerre qui use aussi de composants de réemploi. Plus connue pour sa coque en béton, la chapelle Notre-Dame-du-Haut est une architecture de réemploi *in situ* qui dissimule les pierres de la chapelle bombardée pendant la Seconde Guerre mondiale à cet endroit-là. Les murs verticaux cachent en effet derrière le béton projeté enduit de chaux les pierres de l'ancienne chapelle du XIX^e siècle, déjà reconstruite dans les années 1920 après un incendie en 1913. Les volumes blancs ne laissent transparaître ce deuxième usage.

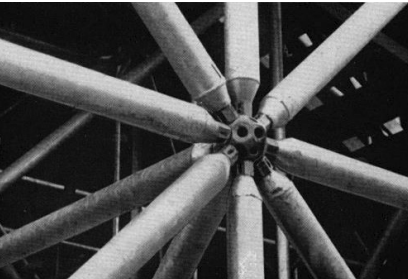


Comme énoncé avant, les structures spatiales marquent également le XX^e siècle et se rattachent au réemploi dans leur idée de modularité, de recherche d’universalité et de flexibilité. Héritières de la construction métallique du XIX^e siècle, elles reposent généralement sur des éléments linéaires et des nœuds, dont les possibilités d’assemblage en font la complexité. Le réel début de ces structures avait été donné au début du siècle par Graham Bell mais le travail de Konrad Wachsmann deux générations plus tard prit une dimension supplémentaire, notamment avec son hangar pour l’*US Air Force*, structure tridimensionnelle avec un grand porte-à-faux pour les avions. Employé de l’*US Air Force*, il croyait en la beauté sans intention et cherchait un «nœud universel». Il développa un joint qui permit d’assembler dans beaucoup de directions, flexibilité à laquelle le réemploi est sensible. Dans les années 1950 et 1960, Max Mengerlinghausen simplifiera le nœud universel de Wachsmann. Proche d’une balle de golfe, il s’agira du système *Mero*.

Durant ces années, se développèrent l’industrie pétrolière et, par association, les plastiques. Les Trente Glorieuses avaient vu le nombre de produits disponibles se multiplier. Parmi eux, colles, composites, nouveaux isolants offraient à l’architecture de nouvelles possibilités, auquel le réemploi dut se confronter. Le chapitre III reviendra sur ce lien entre la multiplication de ces produits, la modification de la valeur des éléments et leurs impacts sur le réemploi. Ces produits qui permettaient de nouvelles explorations spatiales et architecturales étaient dépendants du pétrole et de la mondialisation. Or en 1970, parut *The Limits to Growth*.³ Dans ce rapport au club de Rome, les sociétés occidentales découvrirent les limites de la Terre et de ses ressources. Alors que la tendance était à la globalisation, les mouvements écologiques condamnaient les modes de consommation, l’exploitation des ressources et le gaspillage. Le réemploi a dès lors été réévalué par ces petits groupes pour ses atouts écologiques. Le réemploi entre alors dans la contre-culture, d’abord américaine. *Drop City* est l’icône de ce virage. Le réemploi aux accents contestataires ou marginaux a quitté rois pour atteindre auto-constructeurs, alternatifs, artistes.

Nombreux sont les exemples qui rendent compte de ce tournant dans l’image de la pratique. Depuis le début des années 1970, l’architecte américain Mike Reynold, qualifié de pionnier, amasse canettes, pneus et autres objets pour construire des maisons autonomes dans le Nouveau-Mexique. L’une d’elle, bâtie en 1973, réemploie 70’000 boîtes de conserves. Groupées par six, elles reprennent les principes de la construction en parpaings. Icône contestataire, cette architecture de réemploi porte un message écologique, gravitant autour

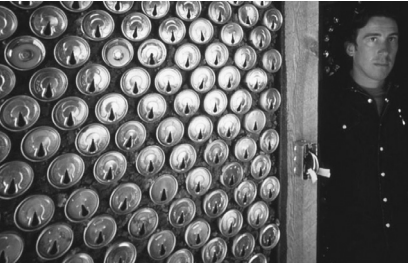
Modularité et universalité
des structures spatiales



Système *Mero* © Mero-TSK

La pétrochimie et la contre-culture

3. MEADOWS, Donella H. , MEADOWS, Dennis L. RAN-
DERS, Jorgen, BEHRENS William W. III, 1972. *The Limits
to Growth*. New York: Universe Books.



Mike Reynolds en 1937 © NARA

Premières pierres d’un réemploi social

4. MANIAQUE, Caroline, 2014. «Le cas américain de la
contre-culture», dans: ENCORE HEUREUX, CHOPPIN,
Julien, DELON, Nicola. p. 99.

5. Ibid. p. 101

6. Ibid.

7. THE REUSE PEOPLE OF AMERICA, 2017. «*The
ReUse People reduces the solid waste stream and
changes the way the built environment is renewed by
salvaging building materials and distributing them for
reuse*» [en ligne]. Consultée le 16 mai 2018.



Redimensionnement du bois issu d’une maison © The
ReUse People of America

de la critique de la société de consommation. «La force provocatrice du détournement d’objets d’usage quotidien transforme un dispositif pratique en un statut symbolique.»⁴

Parallèlement, des initiatives ponctuelles ébauchent les premiers traits d’une nouvelle étape du réemploi. Aux États-Unis encore, dès le début des années 1970, la Californie se profile comme pionnière du réemploi écologique et social, avec comme noyau la ville universitaire de Berkeley. L’historienne de l’architecture Caroline Maniaque voit dans ce berceau des raisons culturelles et idéologiques chez les habitants: «Son rôle leader dans les avancées sociales est probablement dû à ses habitants qui partagent un esprit à la fois progressiste et scientifique. Sur bien des aspects, elle fait figure de pionnière».⁵ Alors que la logistique de la ville-ressource développée jusqu’au XIX^e siècle a disparu, Berkeley présente des organisations à l’échelle de la ville qui revalorisent et revendiquent les valeurs écologiques et sociales du réemploi:

«Plus que le constructeur ou l’artiste, c’est le territoire et sa communauté qui fait le choix du recyclage et du réemploi. L’*Ecology Center*, par exemple, est l’une des toutes premières organisations nord-américaines qui ait milité, dès 1969, pour le recyclage et le réemploi des matériaux. L’éducation joue bien sûr un grand rôle: dès 1970, *Ecology Center* met en place un programme éducatif pour les écoles à Berkeley, ainsi que plusieurs initiatives de recyclage [...]».⁶

Aujourd’hui, la culture du réemploi a dépassé la frontière de la Californie et s’est répandue à travers les États-Unis, où les modes de constructions et la culture de la construction ont participé au développement d’un réseau de plus de mille établissements de déconstruction à but non lucratif. Par exemple, *The Reuse People of America* a été imaginé comme un catalyseur social et écologique. Depuis sa création en 1993 à San Diego, cette entreprise a développé un savoir-faire sur la démolition important avec plus de 350’000 tonnes de matériaux déviés de la décharge et a participé à la revalorisation professionnelle de plus de 500 personnes. Une part importante de leur marché est le bois de deuxième main, suivi des aménagements de cuisines et d’intérieurs. Avec son programme éducatif, elle a formé à travers les États-Unis plus de 71 chefs d’entreprises et 500 ouvriers à la déconstruction ainsi qu’à la vente, ce qui favorise une réinsertion plus longue et une professionnalisation de la pratique et du marché. L’entreprise accompagne et favorise la création d’antennes locales.⁷ Mais quelle forme le réemploi prendra-t-il dans des territoires différents?

Synthèse et vision

Ce chapitre a permis de comprendre le passage de l’omniprésence du réemploi à sa marginalisation, ainsi que son oscillation entre pragmatisme et symbolisme. La synthèse de ces enjeux antérieurs permet d’esquisser les défis actuels et d’analyser de manière plus sensible les facettes de l’architecture contemporaine de réemploi.

L’Antiquité tardive a utilisé les réemplois *spolia* comme des marqueurs de pouvoirs politiques et religieux, limitant le droit du prélèvement dans les ruines et sur d’autres monuments à des personnages importants. Trophées des territoires conquis réemployés sur des monuments iconiques, ils comportaient un récit historique et une importance symbolique.

Avec le Moyen-Âge, le réemploi est devenu une pratique omniprésente et banale. Avec les difficultés de transport et la rareté des matériaux, les ruines mais aussi des constructions plus récentes servaient de carrières pour des bâtiments plus modestes, habitations et petites églises. Une véritable économie de la construction s’était mise en place. Des matériaux simples comme le bois, la pierre et le métal ainsi que des matériaux plus rares comme le marbre étaient sans exception réutilisés et valorisés.

A la fin du XVII^e siècle, la ville valorisait l’ensemble de ses rejets et sous-produits de manière variée, y compris dans la construction, en équilibre avec son arrière-pays. Les premiers pas de la révolution industrielle feront naître de nouveaux métiers et systèmes de valorisation. Mais cet équilibre sera renversé progressivement par les avancées industrielles, l’accélération de la production et l’apparition de nouveaux procédés et matériaux. Le terme de déchet apparaît en 1883. Le réemploi diminue progressivement jusqu’à sa quasi disparition en Europe, écrasé par la production, la consommation et la révolution des transports.

Au XX^e siècle, le domaine du réemploi réagit à différents événements marquants. À la fin des guerres mondiales, il participe à la reconstruction des villes bombardées, par décision économique et symbolique. Ces grands chantiers aux

Synthèse

Vision

logistiques complexes esquissent les défis contemporains du réemploi. Les technologies militaires développées sur cette période sont propices aux recherches sur la modularité et au démontage. Les structures spatiales poursuivent les réflexions sur la flexibilité et les recherches sur un nœud d’assemblage universel.

A la fin des Trente Glorieuses, en réaction au choc pétrolier et à la globalisation, le réemploi se positionne dans la contre-culture surtout américaine contre le consumérisme, alors que paraît *Limits to Growth* qui alarme du caractère fini des ressources naturelles. Le réemploi devient un outil des mouvements écologiques. Le réemploi est relancé ponctuellement par ces mouvements alternatifs. A la fin du XX^e siècle, le réemploi commencera à se repositionner comme un outil d’intégration sociale, aux avantages écologiques et économiques. Mais quelle place occupera-t-il au XXI^e siècle?

A présent le réemploi est marginal dans le secteur de la construction des pays développés mais différents indicateurs laissent espérer un développement stable et durable de ce domaine. Aujourd’hui, le réemploi est intégré dans des projets de grande taille qui dépassent la dimension pavillonnaire: 100 tonnes d’aciers sont réemployées à *BedZED*, plus de 4’000 m² de façade sont couverts par un bardage en bois issus de la réfection de canaux au Musée maritime *Kaap Skil*.

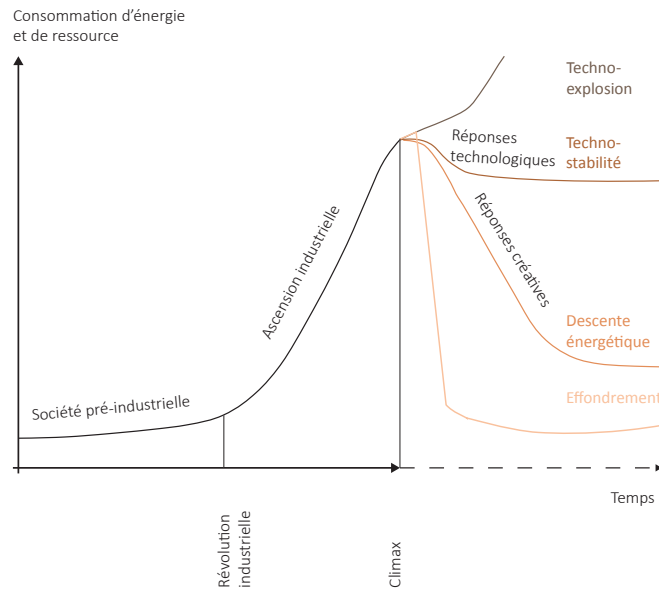
Le nombre d’acteurs nationaux ou régionaux est également en constante augmentation. En France, le nombre de structures de réemploi a augmenté de 30% entre 2012 et 2014.¹ Ces acteurs, conscients des défis rencontrés par cette pratique, forment des réseaux de plus en plus actifs qui se concertent pour tenter de fournir un cadre légal à cette pratique. L’Agence de l’Environnement et de la Maîtrise de l’Énergie (ADEME) a multiplié les mandats de recherche auprès d’experts et acteurs du secteur pour jalonner des étapes de développement.

En Belgique, le projet *be circular* soutient le Programme Régional en Économie Circulaire (PREC). Parmi la centaine de mesures, un appel à projets a été lancé pour subventionner spécifiquement les entreprises et nouveaux modèles économiques circulaires œuvrant dans le réemploi. Une deuxième mesure soutient cela par la mise à disposition d’ateliers, de lieux de stockage, de zones de captation de matériaux, etc. pour ce type d’activités.²

Les publications sont également de plus en plus nombreuses, participant au partage des connaissances développées ainsi qu’à la diffusion de projets architecturaux.

1. RÉSEAU FRANCILIEN DE RÉEMPLOI, 2018. «Le réemploi en France», [en ligne]. Consultée le 8 juin 2018.

2. BE CIRCULAR, BE.BRUXELLES, mars 2016. *Programme Régional en Économie Circulaire, 2016 – 2020, Mobiliser les ressources et minimiser les richesses perdues: Pour une économie régionale innovante*. Rapport.



Les futurs scénarios d’Holgren, redessinés à partir de HOLGREN, David, 2009. La courbe de consommation d’énergie et de ressources est inversement proportionnelle au recours au réemploi.

Le développement du réemploi prend également sens face aux futurs scénarios énergétiques de David Holgren. Face à l’épuisement du pétrole et au réchauffement climatique, Holgren propose quatre scénarios.³ Parmi eux, la techno-explosion est peu probable et un effondrement peu souhaité. Dans les deux scénarios restants, le réemploi serait un outil cohérent, participant à une adaptation écologique et culturelle. Le scénario de techno-stabilité serait un passage progressif d’une croissance matérielle basée sur l’épuisement de l’énergie vers une stabilisation de la consommation des ressources et de la population, ce qui est généralement entendu par «développement durable». Il s’agirait d’une croissance plus immatérielle que matérielle qui nécessiterait des ajustements. Le réemploi est une proposition qui s’intégrerait bien à ce scénario, profitant également d’outils technologiques pour se développer et adapté à une économie de service. Le scénario le plus négligé de descente énergétique impliquerait une réduction de l’activité économique, de la complexité et de la population qui irait de pair avec l’épuisement des combustibles fossiles. Il s’agirait d’un retour à un système pré-industriel, où les forêts regagneraient de l’importance et où la valorisation des ressources territoriales serait nécessaire.

Au final, le réemploi n’est pas une solution miracle à la crise de la matière mais une petite partie de réadaptation, une option qui intègre divers défis. Avant un virage dans l’un de ces scénarios, l’hypothèse valorisée est un développement progressif profitant de qualités narratives via des acteurs multiples, relativement petits, de taille nationale ou régionale, dont la durabilité nécessitera toutefois une forme de professionnalisation.



III. Temps et enjeux du réemploi

Les questions environnementales sont souvent mobilisées dans le discours entourant le réemploi. Mais les enjeux contemporains recouvrent aussi des aspects culturels, historiques, sociaux, créatifs, esthétiques, constructifs, normatifs et économiques.

Du matériau au territoire, les enjeux du réemploi sont ici traités selon trois échelles. Concentré sur la pratique de l’architecte, cette vision multi-scalaire permet de discuter à l’échelle du composant, puis à celle du bâtiment et finalement à celle du territoire.

Parmi ces enjeux, le temps est un facteur crucial qui apparaît comme possible dénominateur commun. Pour les matériaux, la relation à l’usure, donc aux marques du passé est intéressante. Le rythme de production de déchets et la durée de vie du bâti et du territoire sont aussi des composants importants. En terme de conception, le moment de localisation du gisement influence le projet, tout comme la prévision de ses cycles futurs.

Matière, matériau et produit

La problématique du réemploi est intrinsèquement liée à la distinction des concepts de matière, matériaux et produits. Ces trois termes abordent les enjeux du réemploi en architecture dans son échelle la plus fine. En effet, substrat de l’architecture, la matière est l’outil de dialogue de l’architecte et son évolution en «matériau» ou «produit» modifie son appréciation et engage une réflexion temporelle, énergétique et écologique décisive. L’aspect temporel interroge également les considérations liées à l’usure des matériaux et, inversement, l’appréciation de la nouveauté matérielle.

La définition des noms «matière» et «matériau» souligne les différences entre les destinées des deux substances. Alors que la matière est définie comme une substance dotée de propriétés physiques, le matériau est défini par son utilisation, soit «la construction d’objets, machines, bâtiments, etc.».¹ Brièvement, la matière, «substance constituant les corps, douée de propriétés physiques» ou «substance particulière dont est faite une chose et connaissable par ses propriétés», n’a pas de fonction particulière ou prédéfinie. En architecture, on entendra pour le moment par matériau tout élément utilisé dans la construction ou voué à l’être, constitué de matière.

Plus vaste, la définition du terme «produit» revient sur la notion d’opération. Mathématiquement et chimiquement, le produit est le résultat d’une opération ou d’une réaction. En architecture, un produit est un composant de construction résultant de nombreuses opérations exercées sur la matière primaire ou secondaire, régulièrement issue du pétrole et présentant fréquemment différentes couches. Avec un haut degré de transformation, les produits, dont la variété a explosé depuis le milieu du XX^e siècle, sont les fruits de l’industrialisation et de l’avènement de la pétrochimie. En plus d’un processus de transformation consommant une quantité notable d’énergie, son éloignement par rapport à la matière première utilisée rend le produit souvent difficilement recyclable. Julien Choppin et Nicola Delon rappellent qu’en moyenne 300 kg de «nature» sont nécessaires pour fabriquer 10 kg de produit industriel.² De plus, comme expliqué plus bas, la variété de produits disponibles et leur mode d’assemblage complexifient le processus de réemploi.

Distinction entre matière, matériau et produit

1. Selon dictionnaire français en ligne des Éditions Larousse, consultée le 9 mai 2018.

2. ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p. 18.

D'un point de vue énergétique, le réemploi permet de retarder l'augmentation de l'entropie de la matière, soit d'en ralentir la dégradation. Le concept d'entropie, décrit par le physicien allemand Rudolf Causis en 1865 et issu du 2^{ème} principe de thermodynamique, est repris par l'économiste et mathématicien Nicholas Georgescu-Roegen en 1979.³ L'entropie, d'une certaine manière, mesure le désordre de la matière. A partir de cela, le mathématicien différencie «la ressource naturelle de valeur», avec une entropie basse, du «déchet sans valeur», avec une entropie haute. Ce désordre ne cesse d'augmenter jusqu'à nécessiter de nouvelles ressources, puisque la «loi de l'Entropie, sous sa forme actuelle, stipule que la matière aussi est soumise à une dissipation irrévocable».⁴

Pendant longtemps, les techniques de construction ont peu modifié l'état de la matière. Les opérations sur la matière étaient simples et se sont apparenté pendant des siècles à de la taille, de la découpe ou du tassage. La cabane de Laugier laissait même dans sa représentation les arbres enracinés, alors au plus proche de leur cycle de vie naturel. Puis, suivant les progrès techniques, scientifiques et chimiques, les procédés techniques se sont complexifiés et ont de plus en plus transformé la matière en matériau, grâce, initialement, au feu et à la fonte. Cela a permis, non sans conséquences, de multiplier les matériaux et d'éloigner de plus en plus le matériau de construction de la matière du gisement.

Actuellement, cette diversification est au cœur de l'industrie des matériaux. La matière est attaquée dans son intégrité physique, sa structure interne et cela notamment par les colles et plastiques. Les polymères, souvent matrices des matériaux composites, sont entrés dans les bâtiments suivant les avancées de la pétrochimie. Ces nouveaux matériaux sont difficilement recyclables et leur assemblage grâce à des résines ou colles entrave leur réutilisation. William McDonough et Michael Braugnart soulignent la difficulté à recycler ce qu'ils nomment «hybrides monstrueux»⁵, ces matériaux composites qui mélangent composants organiques et minéraux. Le réemploi de matériaux hybrides est l'une des rares pistes pour prolonger la vie d'éléments si complexes alors même que leur assemblages les rend difficilement démontables.

Le projet de Rural Studio *Lucy Carpet House* se positionne face à la difficulté à recycler les matériaux synthétiques et rappelle les risques sanitaires liés à ces matériaux et colles. Comme le chapitre suivant l'illustre, les murs porteurs sont composés de 72'000 dalles de moquette usagées assemblées par précontrainte, trouvées dans un entrepôt où elles étaient stockées depuis 7 ans. Un

Entropie et transformation de la matière

3. GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas, GRINEVALD, Jacques, 1995 (1^{ère} édition: 1979). *La décroissance: entropie - écologie - économie*. Paris: Sang de la Terre. p. 56.

4. Ibid.

5. MCDONOUGH, William, BRAUNGART, Michael, 2011. p. 132.

6. ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p. 131.

Diversification, multiplication et hybridation: des obstacles au réemploi

7. ERKMAN, Suren, 2004 (1ère édition: 1998). *Vers une écologie industrielle*. Paris: Charles Léopold Mayer. p. 157.

8. GRUET, Stéphane, 2014. «C'est avec des mots que l'on fait un poème», dans: ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola. p. 31.

9. BAKER-BROWN, Dunkan, 2017. *The Re-Use Atlas: A Designer's Guide Towards a Circular Economy*. Newcastle: RIBA Publishing. pp. 93-97.

étudiant-constructeur rappelle de façon pertinente qu'en moyenne les dalles de moquettes sont remplacées environ tous les 8 ans dans un immeuble, alors que les émanations de vapeurs toxiques durent justement de 4 à 8 ans.⁶

Aujourd'hui, les architectes ont le choix entre des dizaines de milliers de matériaux, qui souvent prennent le nom de «produits». En 1998, l'écrivain scientifique Suren Erkman écrivait: «Depuis deux siècles, le système industriel ne cesse de se perfectionner, dans le but d'optimiser la production: toujours plus de matériaux, toujours plus d'objets, toujours plus de produits.»⁷ Cette multiplication des produits a des effets multiples sur le réemploi.

Tout d'abord, leur diversification dispense une illusion d'abondance. La création sans fin de nouveaux produits amène une idée illimitée de la matière. Cet accroissement fausse le rapport à la matière et éloigne l'idée de préciosité des matières premières, auquel se raccroche le réemploi qui prend racine dans une idée d'économie de matière. Ce décalage augmente, à tort, l'impression de désuétude du réemploi.

En parallèle, cette multiplication rend les produits en même temps plus universels et plus spécifiques, ce qui va «à l'encontre de toute polyvalence d'usage dans la construction et, par conséquent, de toute adaptation possible à une autre fonction.»⁸ L'usage des matériaux et la composition de l'espace dans la maison japonaise sont un exemple de ce que la multiplication des matériaux ne favorise plus. Selon le module du *tatami*, les différentes pièces de la maison japonaise accueillent presque quotidiennement divers usages, hormis la cuisine et son sol en pierre légèrement plus bas que le reste de l'habitation. Bambous, bois, papier et pierre constituent les éléments principaux de construction d'espaces polyvalents et modulables, qui vont souvent de pair avec les opportunités de réemploi.

Pour son projet *Rented House Life*, le Prof. Sadaharu Komai utilise par exemple les mêmes morceaux de bois depuis 25 ans.⁹ Ces éléments de taille modulaires et de grande qualité suivent les évolutions des besoins de l'architecte et sa famille. Ils ont été utilisés dans quatre localisations différentes à Kyoto, en extérieur et intérieur, selon des configurations très différentes. En plus de l'homogénéité des matériaux et des dimensions nationales encore largement utilisés actuellement dans l'architecture, il est intéressant de noter que le réemploi dans la maison japonaise a un ancrage culturel saisissant par rapport à l'idée de détournement, de marginalité évoquée plus tôt.



Usure et valeur, patine et dégradation

10. GRUET, Stéphane, 2014. p.31.

11. ROTOR, BONVIER, Tristan, DEVLIEGER, Lionel (Dir.), 2010. *Usus/usures: états des lieux/how things stand*. Bruxelles: Communauté française Wallonie-Bruxelles. p.94.

Page 48: détails de façade, Musée d’Histoire de Ningbo © Evan Chakroff

En parallèle, les notions d’usure et de patine dans le réemploi relient le temps à l’appréciation d’un matériau. Alors que l’âge d’un matériau peut augmenter sa valeur, les traces d’usages peuvent en provoquer la dépréciation et l’éloigner d’une réintégration architecturale. La notion d’usure révèle alors l’ambiguïté du rapport aux marques du passé: simultanément, l’usure rapproche petit à petit le matériau de l’idée de fin de vie et raconte une histoire passée qui peut multiplier sa valeur culturelle ou affective. Cela dépend souvent du type de matériaux ou produits utilisés: la traduction de cette usure en patine ou en dégradation est différente, selon s’il s’agit d’un matériau «naturel», comme une pierre qui se polira avec le temps, ou d’un matériau «de synthèse parfaitement homogène et sans défaut», comme un plastique qui jaunira au soleil.¹⁰

En plus du type de matériaux, cette usure à laquelle les éléments de réemploi sont liés dépend beaucoup du rapport culturel du collectif à ces marques et aux matériaux. Selon la culture, l’appréciation de l’usure et le rapport à la matière varie. Au Japon, par exemple, le concept de *wabi-sabi* reconnaît une certaine beauté dans la patine et l’imperfection:

«La question du rapport à une communauté au travers de l’usure apparaît dans les discours qui font l’éloge de la patine et du vieillissement des objets. Un des textes qui concerne explicitement l’architecture est «Éloge de l’ombre», un essai d’une trentaine de pages de Junichiro Tanizaki. Il est frappant de lire que les objets dont Tanizaki célèbre la patine – les bols de soupe et autres ustensiles en bois laqué – sont fortement liés à la culture japonaise traditionnelle. Le fait n’est pas innocent: l’ouvrage, publié en 1933, est une croisade contre la vague d’objets et de pratiques occidentaux qui déferlaient alors sur le Japon. Et dès lors, à défaut de dire que la patine ou le vieillissement sont bons en eux-mêmes, ou que Tanizaki réussit à détrôner l’architecture moderniste, il faut souligner qu’il nous apprend à reconnaître les rapports culturels qui lient une communauté à ses objets.»¹¹

Le projet Musée d’Histoire de Ningbo, mentionné dans le préambule, rappelle ce rapport culturel que la communauté entretient avec la matière. La réutilisation de briques issues de maisons démolies au profit d’un quartier gouvernemental se positionne face à la destruction. Les différentes briques, tuiles et pierres montrent par leurs variations et leurs formes la richesse des techniques traditionnelles de mise en œuvre, en opposition à la standardisation imposée par le quartier gouvernemental.

Le réemploi et la notion d’usure questionnent aussi le rapport au neuf, à l’intact, en opposition au déchet. La sémantique du déjà-utilisé, du déchet retire au matériau toute valeur culturelle ou esthétique, l’associant à la saleté, à l’inutilité, à la dangerosité. Le neuf est la garantie à la fois d’une hygiène, d’un passage complet de propriété et d’une nouveauté matérielle. Or la nouveauté matérielle est relative:

«La première altération fait donc basculer l’objet d’un état *pristine*, intact, immaculé de toute trace d’usage, vers un état de transformation. Or, toujours du point de vue de la responsabilité, ce démarrage est un moment important. La perte du caractère intact est aussi l’instant pivot où la responsabilité entourant un bien manufacturé se voit libérée et/ou transférée d’un acteur à un autre. Le couvercle de la bouteille doit faire plop! avant que l’on puisse en boire le contenu et ce même plop! détermine l’instant où la bouteille ne peut plus être remise en rayon. Le déballage d’un objet manufacturé industriellement va décider du moment où le fournisseur perd son contrôle et sa responsabilité sur l’objet qu’il fournit. Et ainsi de suite.»¹²

Toutefois, le rapport entre altération et appréciation n’est pas sans ambiguïté. En effet, les traces d’un usage précédent ont longtemps augmenté la valeur d’un élément, cette première utilisation prouvant la faisabilité et la capacité du matériau. Ainsi, l’engouement actuel des éléments neufs à l’aspect volontairement usé est curieux. Le rejet du déjà-utilisé peut être questionné par cet attrait du faux-vieux neuf, lié à l’intact. Pour finir, le collectif *Rotor* invite à se questionne sur la notion culturelle du neuf:

«Tous les *artefacts* passent par des stades successifs dans leur production. L’état immaculé et intact d’un objet ne peut apparaître comme tel qu’au prix d’une grande cécité, au prix de la négation de tout le processus de production qui a précédé cet état. Pour qui y regarde de près, tous les objets portent en eux des traces de leurs états antérieurs, de leur manufacture, contrariant cette idée d’un état qui serait vraiment, par lui-même, en lui-même, un état immaculé. Certes, il y a comme un degré zéro de l’usure, une première utilisation ou primo-altération, mais il n’y a pas pour autant de degré zéro de l’objet lui-même. Considérer cela invite à relativiser quelque peu l’engouement pour le neuf, l’intact, le fraîchement déballé.»¹³

Un neuf requestionné



Détail de façade en tableaux noirs réemployés, Pavillon Galileo © Studio 804

12. Ibid. p.101.

13.Ibid. p. 102



Ci-contre: Entrée de l’Arsenal, Biennale d’Architecture de Venise 2016 © Luke Hayes

Reporting From the Front

Lors de la Biennale d’Architecture de Venise de 2016, Alejandro Aravena, alors curateur de l’exposition, avait proposé deux installations, l’une dans l’Arsenal, l’autre dans le Pavillon Central. Ensemble, elles réemployaient plus de 90 tonnes de matériaux utilisés par la Biennale précédente. Pour cette édition nommée *Reporting From the Front*, Aravena avait proposé aux architectes de questionner des enjeux mondiaux majeurs.

L’architecte a alors décidé de réemployer plus de 10’000 m² de panneaux de plâtre alors découpés et empilés à l’horizontal, relevant leur tranche et générant un motif graphique rappelant quelques peu des pixels. Au plafond, 11 km de cimaises métalliques étaient suspendus et planaient sur le visiteur.¹⁴ Ces espaces scénographiques soulignaient la consommation de matériaux liés à la construction et questionnaient les usages éphémères. La notion de déchet était aussi bousculée: alors que les articles de presse parlaient de «déchets», ce projet était-il construit à partir de déchets ou de matériaux?

14. DEEZEN, MAIRS, Jessica, 2016. «Alejandro Aravena uses over 90 tonnes of recycled waste for entrance rooms of Venice Biennale 2016» [en ligne]. Consultée le 16 mai 2018.

Bâtiment et image

Les enjeux de l’architecture de réemploi à l’échelle du bâtiment peuvent être répartis en deux types. Le premier type se concentre sur les aspects écologiques et leurs impacts sur le bâtiment de réemploi. Le second inclut les défis liés à la différence entre le processus classique d’un projet et celui intégrant des éléments de réemploi.

Comme toile de fond du projet de réemploi, les qualités écologiques sont fréquemment louées mais leur intérêt doit être discuté. Le collectif *Rotor* insiste sur le fait «que le réemploi n’est pas à l’abri d’effets indésirables et que son caractère vertueux sur le plan écologique n’est pas garanti d’office.»¹ En effet, l’usage d’éléments réemployés renvoie souvent aux convictions écologiques du client et/ou de l’architecte mais, dans une période où les enjeux écologiques sont de plus en plus médiatisés et où l’attention de la société pour ce qui s’inscrit sous le terme de durabilité est croissante, il s’agit également d’un outil de communication attrayant.

En effet, l’insertion d’éléments de réemploi dans un projet peut être favorable à l’image du client et à celle des autres acteurs. Selon Bill Addis², les entreprises pratiquant le réemploi peuvent espérer des impacts positifs d’ordre général ou économique, comme l’attraction de nouveaux employés sensibles à ces aspects ou la compétitivité environnementale face aux concurrents. La communication de leur expérience dans le réemploi est un facteur positif pour l’obtention de nouveaux contrats du même type, par inclusion sur des listes de mandataires préférables, invitation à participer à des projets similaires ou appels d’offre. La visibilité d’un engagement pour diminuer les impacts du secteur de la construction sur l’environnement peut être l’un des facteurs de lancement d’un projet de réemploi.

Pour confirmer la validité de l’intérêt écologique du réemploi, l’énergie grise et les analyses de vie sont des outils de calcul importants. Distincte de l’énergie nécessaire au fonctionnement, l’énergie grise correspond à l’énergie incorporée, soit la somme de l’énergie nécessaire au cycle de vie complet d’un matériau

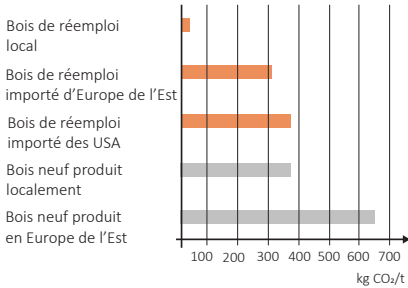
Écologie et image

1. GHYOOT, Michaël, DEVLIEGER, Lionel, BILLIET, Lionel, WARNIER, André, ROTOR, 2018. *Déconstruction et réemploi: comment faire circuler les éléments de construction*. Lausanne: PPUR. p. 71.

2. ADDIS, Bill, 2006. *Building with Reclaimed Components and Materials, A design Handbook for Reuse and Recycling*. Londres: Earthscan. p.9.

Énergie grise, analyse de cycle de vie et distance critique

3. GHYOOT, Michaël, DEVLIEGER, Lionel, BILLIET, Lionel, WARNIER, André, ROTOR, 2018. p. 71.



Comparatif des émissions de CO₂ pour un bardage en bois en Belgique (source: *Rotor* pour l’Université de Liège)

4. Ibid.

ou d’un produit. Le réemploi permet de fractionner cette énergie sur plusieurs ouvrages grâce à la prolongation du cycle de vie et donc la suppression du doublement de certaines opérations comme l’extraction et le retardement du recyclage.

Dans le calcul de l’analyse du cycle de vie, l’énergie nécessaire à la transposition des matériaux d’un projet à l’autre dépendra de la stratégie de réemploi utilisée. Plus un matériau sera utilisé sous sa forme initiale, sans traitement ou découpe supplémentaire, plus son empreinte écologique sera réduite. La proximité avec la localisation des matériaux réemployés est également déterminante: le réemploi sur site sera le plus intéressant, puis en fonction du site et des matériaux, le réemploi de matériaux sera intéressant jusqu’à une distance critique.

«Les analyse du cycle de vie permettent de pointer aussi certaines limites du réemploi. En objectivant l’impact environnemental du transport d’un élément par exemple, elles permettent d’estimer jusqu’à quelle distance il est plus avantageux de recourir à un élément de seconde main plutôt qu’à un élément neuf produit localement.»³

Les analyses de cycle de vie permettent donc aussi de souligner les limites du réemploi. L’entreprise *TerraMai* qui revendait aux États-Unis du bois exotique de seconde main, principalement du teck originaire d’Asie du Sud-Est est un exemple. Ce bois déjà longuement exposé à des conditions climatiques extrêmes ne demandait que peu de traitements supplémentaires. Toutefois, non seulement l’intérêt économique des populations locales à revendre leur bois encourageait la démolition des habitations, mais le transport soulevait également des questions. Bien que le chiffrage n’ait pas été effectué pour ce bois là, une étude comparative sur un bardage en bois en Belgique rend compte des ordres de grandeurs des impacts du transport.

«Le bois de réemploi en provenance de sources lointaines n’est que marginalement moins producteur de CO₂ que le bois produit localement – et l’impact du bois de réemploi extrait localement est réduit à un ordre de grandeur de 10 fois moins conséquent. [...] Ces chiffres ne disent par ailleurs rien des impacts culturels liés à la démolition de ces granges. Si ces solutions provoquent la démolition d’un patrimoine culturel, on peut considérer que l’opération génère globalement des impacts négatifs.»⁴



Ci-contre: espaces intérieurs, *Upcycle House* © Polfoto

Dans le cadre d’un projet de recherche danois, l’analyse de cycle de vie de l’*Up-cycle House*, maison individuelle réalisée par *Lendager Arkitekter*, a montré que le choix des matériaux principalement d’occasion a permis une réduction de 86% des émissions de CO₂ par rapport à une maison qualifiée de «standard».⁵ Deux containers maritimes constituent la structure du projet, alors que les cloisons sont réalisées avec des jerricans ou des chutes de productions de panneaux de bois agglomérés. Les pieux vissés pour les fondations, les briques des murs, les pavés du patio et les lattes pour les faces de meubles de cuisine sont tous des éléments de seconde main.

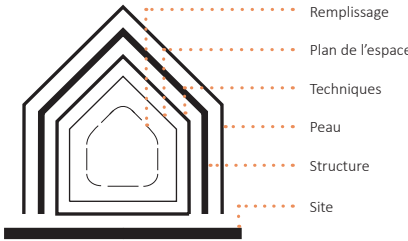
En lien avec les analyses de cycle de vie, la durée de vie des composants influence également le réemploi. Le cycle de renouvellement du bâti varie en fonction des modes de constructions et de la culture du bâti de chaque zone géographique. En Suisse, par exemple, l’analyse de cycle de vie repose généralement sur une hypothèse de durée de vie du bâtiment de 60 ans. Mais cette durée varie parmi les éléments du bâtiment et cela est déterminant pour le réemploi.

Les différences de rythme de renouvellement parmi les fonctions avaient été décrites par Steward Brand dans le concept de *pace layering*,⁶ selon lequel chaque couche a une durée de vie différente. En 1989, l’architecte anglais

5. ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p. 253.

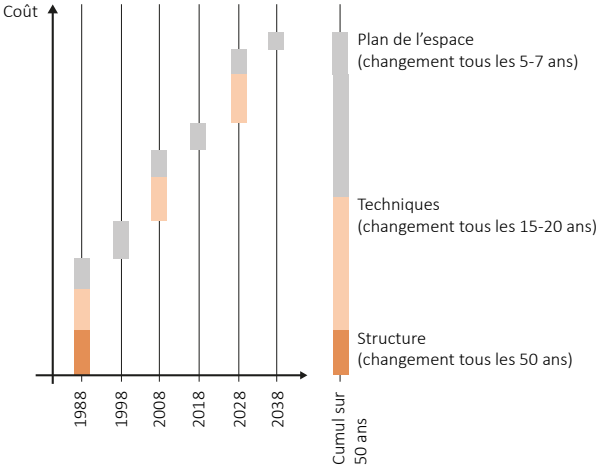
6. BRAND, Steward, 1994. *How Buildings Learn, What Happens After They’re Built*. New York: Vinking Penguin.

Renouvellement et durée de vie



Durée de vie des couches d’un bâtiment - l’épaisseur est proportionnel au rythme de renouvellement (redessiné à partir de Steward Brant qui cite Donald Ryan, 1994)

Ci-contre: estimation du coût cumulé de construction et renouvellement d’un bâtiment sur 50 ans (redessiné à partir de Steward Brand, qui s’inspire des propos de Francis Duffy et Alex Henney dans *The Changing City*, 1989)



Francis Duffy publiait un diagramme qui proposait trois rythmes de renouvellement différents: le premier pour la structure, de 50 ans, le second pour les techniques, de 15 à 20 ans et le dernier pour l’organisation spatiale, de 5 à 7 ans. En 2017, les rythmes de renouvellement variaient généralement de 30 à 300 ans pour la structure, de 7 à 15 ans pour les techniques, de 3 à 30 ans pour l’organisation spatiale et de 2 à 20 ans pour l’enveloppe.⁷ Ces variations, qui peuvent fluctuer pour de multiples raisons, parfois peu prévisibles, comme «l’évolution des exigences normatives, l’apparition de nouveaux produits [...] ou encore le changement dans l’appréciation subjective qu’un propriétaire porte à son bien»,⁸ modifieront les opportunités de réemploi.

Responsabilité de l’architecte

9. SWAN Architectes, 2014, dans: ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola. p. 336.

En résumé, le réemploi est reconnu pour ses qualités environnementales quand il est intelligemment exploité et dans les limites de la distance critique. Face à la crise actuelle, le réemploi est un des outils de l’architecte pour un projet durable, dans un panel beaucoup plus large d’options visant à limiter les impacts environnementaux du secteur de la construction. «En tant que prescripteur de matériaux, l’architecte porte sa part de responsabilité», précisent les architectes de *SWAN Architectes*.⁹ En effet, «le réemploi est un acte de nécessité quand il n’y a pas de ressources. Il devient éthique dans une société d’abondance où l’on sait que les ressources s’épuisent.»

La deuxième catégorie de défis entoure les particularités du déroulement d'un projet incluant du réemploi. À la fois vecteur de difficultés et moteur d'innovation, le réemploi invite l'architecte à concevoir autrement, à reconsidérer le capital spatial, matériel et humain à sa juste valeur. Avant de détailler par étape ces particularités, il est intéressant de revenir sur les conditions de production actuelles. L'urgence temporelle soutenue par le développement de produits prêt-à-posers réduit le temps de réflexion et d'analyse dont dépend la qualité du projet, en dehors du fait qu'il intègre des éléments de réemploi ou non. L'architecte Hiroshi Sambuichi s'oppose à cela et estime que le temps d'analyse d'un site doit au minimum couvrir une année. Cette analyse prolongée veut lui permettre d'espérer la meilleure intégration du projet architectural dans son environnement.¹⁰ Cette approche, bien que peu réaliste sur le marché financier actuel, espère révéler le *genius loci* de chaque site. Le réemploi lui aussi cherche à établir une connexion durable avec le site, à travers les étapes du projet, de la conception à la planification de la déconstruction. Le réemploi est un défi face au temps, une manière de se positionner face aux conditions de production et demande de reconsidérer le processus de conception.

«Réemployer nécessite moins d'énergie que recycler mais réclame plus de créativité. Il s'agit de concevoir par réaction, par opportunisme, par souplesse mentale. Les contraintes réelles peuvent dès lors prendre la place des doutes existentiels dans l'acte de conception. La matérialité de l'architecture n'est plus un résultat à obtenir à partir d'une image hyperréaliste à priori. La matière devient un point de départ qui conditionne la créativité architecturale. Cette revalorisation de l'étape de conception participe à une revalorisation du concepteur capable d'intégrer ces nouvelles contraintes. [...] Les capacités d'analyse, de mise en œuvre non conventionnelle ou de juste dosage d'un cocktail performant et durable repositionnent l'architecte et les équipes de maîtrises d'œuvres élargies au centre d'une équation à multiples inconnues et multiples solutions.»¹¹

Pour commencer, l'engagement est le prérequis nécessaire pour le démarrage d'un tel projet. Bien que souvent initiateur de la démarche, l'intégration d'éléments réemployés ne découle pas de la seule volonté de l'architecte. Les études de cas analysées montrent que l'intégration d'éléments de réemploi est une contrainte imposée par le client, directement ou indirectement. La composition d'une équipe idéale contient «un maître d'ouvrage éclairé qui souhaite construire avec un minimum d'impact, un constructeur méticuleux qui propose

Invitation à concevoir autrement

10. SAMBUICHI, Hiroshi, 2016. *Architecture of the In-land Sea*. Tokyo: TOTO.

11. ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p. 117.

Initier: motivations, opportunités et minimum



Salle de prière, *Sidwell Friends School* © Michael Moran/OTTO

12. Ibid. p.117.

13. Ibid. p.118.

d'utiliser ce qui est déjà là, juste à côté, un concepteur courageux qui, sachant que construire est un acte complexe et souvent laborieux, n'aura pas peur d'y ajouter des contraintes.»¹²

Parfois, l'initiation d'un projet de réemploi survient sans préméditation, lors d'une occasion particulière. Cet opportunisme requiert une certaine flexibilité du client et de l'architecte. Deux exemples d'aménagement d'intérieurs étudiés au prochain chapitre l'illustrent: à Stockholm comme à Madrid, la découverte de matériaux sur le site pour l'un et dans les locaux quittés par l'entreprise cliente pour l'autre ont été les facteurs déclencheurs. Ce type de démarrage diffère profondément des projets pour lequel le réemploi est une contrainte fixée dès le départ, comme pour la *villa Welpeloo* où le processus de localisation du gisement est un travail supplémentaire. L'originalité des projets de réemploi opportuniste participe à l'attrait et à la richesse de cette pratique.

L'idée d'exploiter un minimum de ressources est aussi une caractéristique séduisante du réemploi. Le défi d'utiliser une quantité limitée de ressources et d'extraire de ses caractéristiques intrinsèques un maximum peut se présenter comme un challenge intellectuel intense et participer à l'élégance du projet.

«La salle de prière de *Sidwell Friends School*, construite par Kieran Timberlake à Washington, en est l'exemple. Ce centre des arts *quaker* trouve une continuité historique dans la réutilisation du bois d'anciennes fermes du Maryland. L'attention portée au cycle de vie de la matière fait écho aux valeurs de simplicité défendues par la tradition *quaker*.»¹³

Comme cela a été le cas pendant des siècles, l'intégration d'élément de réemploi est encore souvent motivée par leur apport historique et culturel. Le projet d'*Amateur Architecture Studio* pour le Musée d'Art de Ningbo en Chine s'inscrit dans cette lignée narrative: la démarche de réemployer les briques de trente anciens villages détruits pour le musée vise clairement à restaurer les liens avec les fondamentaux de la tradition chinoise et à réagir face aux récentes pratiques urbaines. Le réemploi en façade de ce bâtiment décrit comme une montagne ou un paysage de peinture chinois s'affiche comme un message de résistance culturelle, le réemploi étant d'ailleurs courant dans le passé dans cette région frappée par les typhons. Certaines de ces briques portent elles-mêmes des messages particuliers, comme des inscriptions porte-bonheur qui renforcent ce message.

Au démarrage, la question financière est aussi une composante décisive. L’architecte doit fréquemment apporter des garanties et est alors potentiellement confronté au manque d’exemples comparables, aux incertitudes sur l’approvisionnement, les frais de démontage, la remise en état, etc. Cet aspect est encore largement défavorable au démarrage, bien que des projets de plus ou moins grande ampleur en aient confirmé l’intérêt, comme *BedZed* à Londres.

Cependant, à l’inverse, les motivations économiques sont des motifs fréquents d’initiation pour des projets présentant l’une ou plusieurs des caractéristiques suivantes: projet de taille réduite, comme les pavillons, projet temporaire, architecture d’urgence, maître d’ouvrage auto-constructeur, capital temporel ou humain important (bénévoles, amis, étudiants, ...). Par exemple, dans la banlieue périphérique de Paris, l’architecte Nicolas Dünnebacke a travaillé avec des éléments de réemploi par manque de moyens mais également grâce à la collaboration avec des futurs utilisateurs et d’ouvriers en rupture professionnelle. Ensemble, ils construiront une double-peau pour des logements contenus dans des containers, offrant un espace supplémentaire, un écran acoustique et un supplément de confort thermique.

«Le manque de moyens financiers du maître d’ouvrage est souvent un déclencheur du réemploi. Sans être une constante, c’est un motif récurrent. Ce fut la condition du projet de La Passerelle, logements temporaires pour des familles d’origine roumaine à Saint-Denis.»¹⁴

Deuxièmement, le processus de conception diverge fondamentalement du processus de conception d’un bâtiment classique. Hormis quelques exceptions où les filières de réemploi sont professionnalisées et garantissent un approvisionnement en quantité et modèles suffisants, comme cela semble être la direction prise par la brique en Belgique, le dessin d’un projet intégrant des éléments de seconde main dialogue très tôt avec la source d’approvisionnement et les matériaux réels et physiques du projet. Les étapes de conception et d’appel d’offres s’entremêlent, ce qui modifie le rapport entre matériaux disponibles et dessin architectural.

La localisation de matériaux de seconde main modifie différemment le travail de l’architecte selon qu’elle précède, poursuit ou se superpose à la période de conception. Dans le cas où le concept architectural précède la localisation d’un gisement, il semble improbable que le dessin ne considère pas les connaissances préalables du gisement territorial, qu’il s’agisse d’un patrimoine industriel, d’un mode de construction répandu, d’un type de bâtiment fréquent ou de

14. Ibid. p.117.

Concevoir: particularités et complexités



Façade Sud de la maison dessinée pour réemployer un kit typique de maison de la vallée du Navajo, projet SKOW © Ellen Adams - Université du Colorado

tout autre gisement fréquent de matériel. Dans le cas de *BedZed*, le choix initial d’une structure métallique, avant la localisation de tout gisement, est cohérent dans le contexte architectural britannique, de par l’importance du bâti industriel et la culture de la construction métallique. En Belgique, le dessin de projets en brique multipliera les chances d’utiliser des éléments de construction d’occasion. Mais le projet architectural doit-il se plier aux matériaux disponibles?

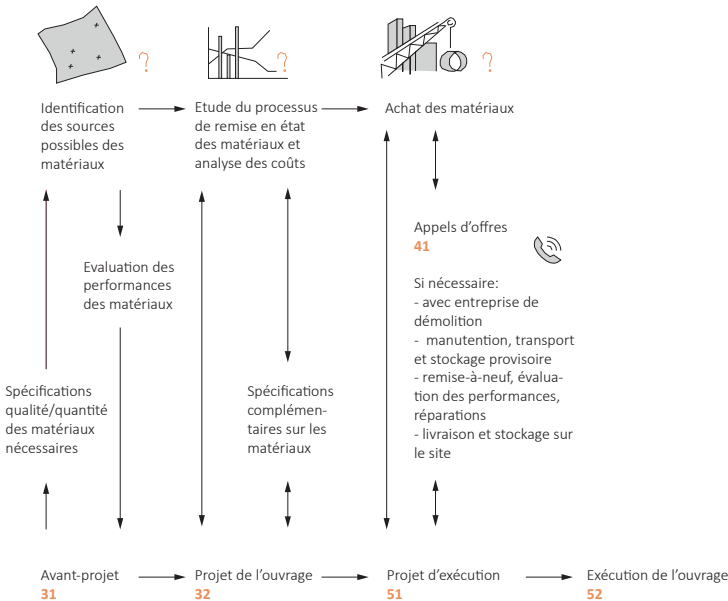
Souvent, la créativité et l’innovation de la part des équipes de concepteurs multiplient l’usage de matériaux parfois oubliés ou qui ne viendraient pas à l’esprit sans cette impulsion du réemploi. Pour leur projet d’aménagement d’intérieur d’un restaurant à Santa Cruz de Tenerife, le *Studio Nexus* a collecté plus de 100’000 bouchons pour répondre à leur concept. Une de leurs tâches principales était la mise place d’une campagne de sensibilisation et de collecte des bouchons auprès d’un public très varié (restaurants, citoyens, organisations, ...). Un travail considérable semble donc nécessaire lorsque le processus de localisation du gisement démarre après que le concept a été fixé. Comme le chapitre suivant le détaille, l’exemple de Musée maritime de Kaap Skil de *Mecanoo architecten* illustre la complexité des démarches de localisation et évaluation du gisement lorsque le dessin précède entièrement l’approvisionnement.

Le deuxième type de processus est la définition d’un gisement en amont du dessin du projet, comme cela a été le cas pour l’école de Peter Hübner à Rentlingen ou *le Cabanon* dessiné par les étudiants du laboratoire EAST de l’EPFL à partir des éléments disponibles suite à la déconstruction de l’ancien siège du Comité International Olympique (CIO) à Vidy. Suivant souvent la démolition d’un bâtiment en particulier, ce type de démarches implique des contraintes formelles et matérielles importantes. Comme évoqué précédemment, une certaine beauté peut naître de ce défi intellectuel architectural. Un projet de maison dans la réserve de Navajo par les étudiants du *DesignBuildBLUFF* tente de développer le potentiel d’un matériel limité: à partir d’un kit pour une maison préfabriquée fourni par le gouvernement pour une famille mais inadapté au climat désertique, les étudiants inversent l’orientation de la toiture pour favoriser la récupération de l’eau de pluie et la protection solaire.

Finalement, dans de nombreux projets, la localisation du gisement et le développement du concept sont difficiles à différencier chronologiquement. Le développement du projet semble plus émerger d’un processus itératif entre les deux que de la prévalence de l’un sur l’autre. Par exemple, pour la bibliothèque d’Aizibel à Azkoitia en Espagne, l’*Estudio Beldarrain* décide d’utiliser des traverses de chemin de fer en référence à l’histoire du lieu pour la façade. La

sélection des matériaux réemployés et le concept architectural semblent avoir ici grandi ensemble pour s’inscrire dans le site. Généralement, la réussite de ce type de projet sera favorisée par une connaissance fine et ciblée du territoire de la part de l’architecte.

Troisièmement, l’approvisionnement est un défi principal dans l’architecture de réemploi, face à l’hétérogénéité, à la méconnaissance et à l’inconstance du gisement. La garantie des performances et des qualités des matériaux ainsi que la disponibilité de quantités suffisantes sont les objectifs essentiels. Les problématiques d’approvisionnement sont en lien direct avec ceux de conception. Les exemples du chapitre IV reviennent largement sur ces enjeux. On rappellera toutefois la contrainte temporelle et spatiale spécifique de l’approvisionnement en éléments de seconde main: la synchronisation entre la mise à disposition d’éléments et leur deuxième mise en œuvre, couplée à un éventuel stockage temporaire, sont des défis supplémentaires. Le stockage temporaire doit idéalement être localisé sur le site de projet de sorte à limiter les frais de transport et leur impact écologique.



Approvisionnement: un défi central

Ci-contre: hypothèse de déroulement du processus itératif de l’architecture de réemploi. Les chiffres correspondent aux phases de projet classiques selon la SIA.

Déconstruire: une étape nécessaire dans le cycle



École provisoire de Villejuif, 1956 © Victor Picon

15. PADUART, Anne, 16 novembre 2017.

16. BLAF Architecten, dans: ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p. 239



Construction de structure en brique de réemploi, dnA House © Stijn Bollaert

Dernièrement, dans une pensée cyclique du bâti, le travail de l’architecte du réemploi participe au potentiel de déconstruction et réemploi du projet. Pour une approche complète de la stratégie et bien qu’aucune certitude sur le futur d’un bâtiment ne puisse exister, la prise en compte des cycles futurs devrait favoriser les chances de réutilisation du bâtiment ou de ses composants. L’usage d’un système constructif démontable et modifiable doit permettre de faire évoluer la configuration du bâtiment selon les modifications d’usage ou un éventuel démontage. L’indépendance des couches et les méthodes d’assemblages préférant le boulonnage à la soudure ou au collage doivent aussi permettre un impact minimal lors de changements d’usage des espaces. Face au changement de mode de vie et aux nouvelles compositions des ménages, le projet de logement *Tila Housing Block* à Helsinki propose une quarantaine de logement sur double hauteur dont la surface habitable peut, au fil des besoins, être dédoublée. Le concept repose sur la distinction entre la boîte structurelle et le remplissage comme recommandé par les principes du *Design for Disassembly*.¹⁵

Les conséquences de ce concept sur la conception architecturale sont diverses, parmi elles le contraste entre l’esthétique d’assemblages démontables et celle de certains modes de construction comme le béton coulé sur place. Des projets comme celui de Jean Prouvé pour *L’École nomade* à Villejuif imaginent une série de composants qui peuvent être séparés et réaménagés dans d’autres lieux et selon des agencements différents. Ces fameuses béquilles seront retrouvées dans trois projets d’équipements à Quiberon. Un deuxième projet, plus récent, cherche à construire une «ruine intelligente»¹⁶: pour une maison individuelle en Belgique, *BLAF Architecten* propose une couche structurelle extérieure en brique de réemploi indépendante de l’aménagement intérieur, une construction légère en bois isolé et étanche. Cette structure interne, amovible et adaptable à des futurs changements, interroge la durée de vie de l’architecture, confrontant l’idée de l’œuvre architecturale immuable avec celle d’une architecture modulaire dans laquelle l’architecture de réemploi s’inscrit.

Économie circulaire et réemploi du territoire

Cette partie explore de quelle manière le réemploi s’inscrit dans une vision territoriale durable. La première partie se focalisera sur les enjeux du réemploi pour une économie circulaire de la matière, des richesses et des savoirs. La seconde partie explorera de quelle manière le projet de réemploi peut s’inscrire dans une démarche à grande échelle de réutilisation du territoire et questionnera la taille du projet de réemploi.

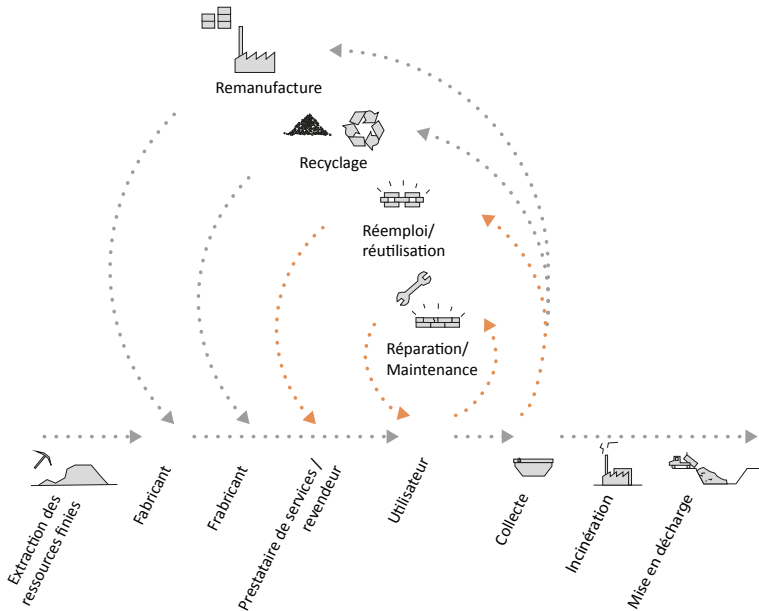
Loin de la ville-ressource préindustrielle, la ville du XXI^e siècle est aujourd’hui confrontée à un vaste phénomène d’accélération: les ressources matérielles et immatérielles transitent de manière beaucoup plus courte et rapide sur le territoire. Avec la mondialisation, le secteur de la construction consomme des ressources extraites, produites puis rejetées en dehors de la ville, souvent à des milliers de kilomètres. Face au développement actuel linéaire qui repose sur les principes d’ «extraire, utiliser, jeter», le réemploi est une proposition de ralentissement et de ré-ancrage du secteur de la construction dans un territoire donné, en faveur d’une circulation des ressources à l’intérieur de ce territoire, via une économie circulaire.

«Une économie circulaire est restaurative et régénérative par nature et tend à préserver la valeur et la qualité intrinsèque des produits, des composants et des matériaux à chaque étape de leur utilisation. Le concept distingue les cycles biologiques et techniques. Ce nouveau modèle économique a pour objectif de décorrélér le développement économique mondial de la consommation de ressources limitées. L’économie [...] pourrait par ailleurs générer de la croissance, créer des emplois, et réduire les impacts environnementaux, y compris les émissions de carbone. Alors que de plus en plus de voix s’élèvent en faveur d’un nouveau modèle économique fondé sur une vision systémique, un alignement favorable de facteurs technologiques et sociaux contribue à la transition vers une économie circulaire.»¹

Économie circulaire et relocalisation

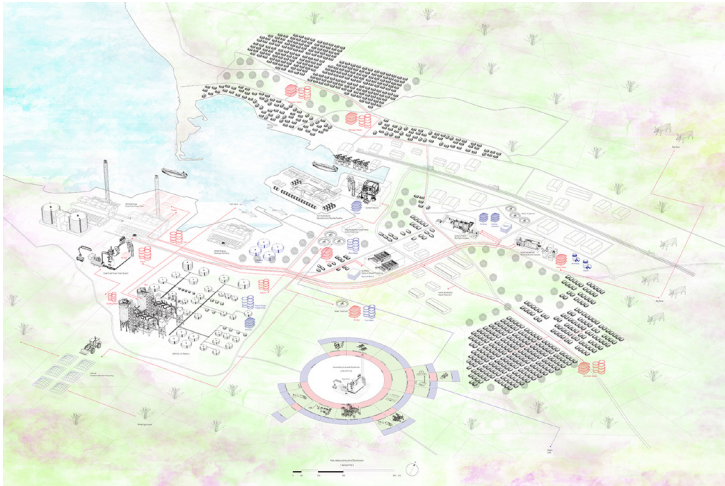
1. ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013. *Vers une économie circulaire: arguments économiques pour une transition accélérée*. Notes de synthèse du rapport éponyme.

Ci-contre: schéma de l’économie circulaire pour les ressources non-renouvelables (inspiré de *Ellen MacArthur Foundation*)



Cette définition proposée par la *Ellen MacArthur Foundation* se base sur un courant de pensée développé depuis les années 1970. Il contient notamment le concept «du berceau au berceau», évoqué précédemment et connu aussi sous nom de *C2C*,² et les travaux économiques de Walter Stahel. L’architecte et économiste, fondateur du *Product Life Institute* à Genève, suggère que l’on considère les ressources d’aujourd’hui comme celles de demain. Il propose une économie de service, soit une revente de main-d’œuvre et de connaissance à la place de celle de biens. Cette économie circulaire serait favorisée par la taxation des ressources et des énergies non renouvelables au profit de la détaxation du travail, favorisant donc les emplois au niveau régional, dont ceux de la construction. Cela valoriserait la création de cercles courts, minimisant les transformations de la matière, avec un système en boucle.

«La réutilisation et la réparation sont des stratégies dont le meilleur usage est fait localement et au niveau régional, pour éviter le doublement des coûts de transports. Par contraste, le recyclage tel qu’on le connaît est une affaire mondiale fondée sur le recours à la main-d’œuvre la moins chère possible.»³



Synthèse axonométriques des échanges de Kalundborg, 2014 © Jaewon Lee

Au bord de la Mer du Nord, la petite ville danoise de Kalundborg est un exemple de symbiose entre acteurs régionaux. Avec la présence d'un port accessible toute l'année ayant motivé l'implantation d'une raffinerie de pétrole et d'une centrale électrique, les industries ont, avec les années, commencé à échanger des rejets, sous forme d'eau, de vapeurs de différentes qualités et de divers sous-produits. Échangeant ensuite avec la ville et la production agricole, ces échanges permettent des économies de matières (notamment 45'000 tonnes de pétrole par an) et financières, évaluées à 10 millions de dollars par année. A propos du secteur de la construction, en plus des 130'000 tonnes de cendres réutilisées pour la construction des routes, l'entreprise *Gyproc* exploite 90'000 tonnes par an de gypse rejetées par la centrale électrique, matière première de ses panneaux de construction, ce qui a pu mettre un terme à ses importations d'Espagne. Nécessitant des adaptations régulières, cette gestion régionale des ressources a permis à Suren Erkman de tirer trois conclusions majeures avec un recul de 20 ans, qui concerne donc aussi le réemploi. D'abord, le processus a été progressif et a entièrement répondu aux lois du marché. Ensuite, le système repose sur une relation de confiance entre les entreprises, facilitée par la proximité. Finalement, la réussite repose probablement sur la proximité de grandes entreprises de natures différentes.⁵

Le cas de Kalundborg

5. ERKMANN, Suren, 2014. pp. 28-41.

Un métabolisme territorial des ressources

6. FROSH, Robert A., 1990, dans: ERKMAN, Suren, 2004. p. 27

7. HOPKINS, Rob, 23 mars 2017. Conférence pour le Léman électronique. Meyrin.

En complément, le penseur Rob Hopkins et l'écrivain Suren Erkman proposent tous deux une analogie avec le monde biologique pour imaginer la ville vertueuse et résiliente de demain. Erkman qui étudie l'impact des systèmes industriels sur la société cite les propos de Frosh: «L'analogie entre le concept d'écosystème industriel et d'écosystème biologique n'est pas parfaite, mais on aurait beaucoup à gagner si le système industriel venait à imiter les meilleurs aspects de son analogue biologique.»⁶ L'écologie industrielle valorise le fonctionnement en boucles fermées sur le territoire, dans lesquelles les déchets de certains acteurs sont les intrants des autres. Cette vision systémique inclut les contraintes locales et vise la bonne gestion des ressources et du capital humain.

Rob Hopkins, initiateur de mouvement des villes en transition, utilise l'analogie de la forêt pour illustrer le caractère vertueux de l'économie circulaire.⁷ Cet écosystème est un système coopératif entre les espèces, résilient par sa diversité et vertueux, avec la circulation de l'énergie reçue, comme l'eau et le soleil. Par la circulation de la matière, le réemploi est une occasion de créer des emplois indélocalisables car lié à un gisement local et de valoriser un savoir-faire technique, artisanal et créatif. Le réemploi augmente l'autonomie et l'intensité des territoires par le biais de synergies entre acteurs régionaux. Le réemploi est une pratique qui met en relation les rejets matériels, les ressources immatérielles, les acteurs et les projets de construction d'un territoire.

La mine urbaine et le réemploi du territoire

Face au besoin de renouvellement et de modification des usages, le réemploi observe donc le territoire comme la nouvelle mine urbaine. Valorisant les accumulations et traces passées, le territoire peut être lu comme un palimpseste actif. Considérant l'espace comme un capital et luttant contre l'étalement urbain, la planification urbaine est l'occasion de réemployer les éléments structurants de la ville.

« Le territoire, tout surchargé qu'il est de traces et de lectures passées en force, ressemble plutôt à un palimpseste. Pour mettre en place de nouveaux équipements, pour exploiter plus rationnellement certaines terres, il est souvent indispensable d'en modifier la substance de façon irréversible. Mais le territoire n'est pas un emballage perdu ni un produit de consommation qui se remplace. Chacun est unique, d'où la nécessité de «recycler», de gratter une fois encore (mais si possible avec le plus grand soin) le vieux texte que les hommes ont inscrit sur l'irremplaçable matériau des sols, afin d'en déposer un nouveau, qui réponde aux nécessités d'aujourd'hui avant d'être abrogé à son tour. Certaines

régions, traitées trop brutalement et de façon impropre, présentent aussi des trous, comme un parchemin trop raturé: dans le langage du territoire, ces trous se nomment des déserts. De telles considérations rejoignent notre point de départ. Dans la perspective que nous venons d'exposer, en effet, il est évident que le fondement de la planification ne peut plus être la ville, mais ce fonds territorial auquel celle-ci doit être subordonnée. Il l'est tout autant que l'aménagement n'a plus à considérer uniquement des quantités et qu'en intégrant la forme du territoire dans son projet, il lui faut acquérir une dimension supplémentaire.»⁸

Une des stratégies de réemploi à large échelle de la ville est la réutilisation de ses infrastructures et de ses équipements. La transformation d'une ancienne voie rapide en promenade piétonne au-dessus des voies de circulation de la gare centrale de Séoul est une intéressante réadaptation du capital urbain. Le projet *Seoullo7017* réinvestit une ancienne voie surélevée qui reliait l'ouest à l'est de la gare et qui avait été fermée au trafic pour des questions de sécurité. Cette nouvelle liaison de mobilité douce tire profit de l'emplacement et des connexions stratégiques de cette grande infrastructure avec le réseau viaire existant. Le travail des détails a permis de limiter les nuisances sonores.

Dans une vision évolutive des infrastructures et équipements urbains, l'intégration dès la conception des principes du *Design for Disassembly* énoncé pour le bâtiment participent à leur potentiel de réemploi. Le système de viaducs accompagnant le projet de logement à Quinta de Malagueria au Portugal de Alvaro Siza a été dessiné pour pouvoir recevoir plus ou moins de conduites d'eau et d'électricité. Les éléments techniques peuvent être modifiés sans nécessiter le dépavage de la route. Avec un dispositif à grande échelle, cette superstructure participe à la réutilisation du territoire.

Dans le but de coordonner le réemploi à grande échelle, des projets ont proposé la normalisation nationale des composants de construction. En Europe, des normalisations de petits éléments reposant sur une volonté industrielle, et non politique comme cela a été au Japon, ont permis des taux de réemploi très élevé sur des matériaux robustes, notamment les pavés. Des systèmes brevetés d'assemblages ont aussi tenté de se développer mais leur incompatibilité limite les perspectives d'une organisation à plus large échelle, en plus de le système de propriété intellectuelle limitant. Des propositions plus récentes de standardisation à très grande échelle se heurtent à des problèmes nombreux dont la question de la spécificité de l'architecture et de la liberté économique. En somme,



Seoullo 7017 © Ossip van Duivenbode



Un aqueduc encadrant une ruelle, Quinta de Malagueria © AMAG - Juan Rodríguez

Trouver la juste échelle

8. CORBOZ, André, 1983. «Le territoire comme palimpseste», dans *Diogène*, n°121, janvier-mars 1983. Paris: Presses Universitaires de France. pp. 14-35.

les pistes ouvertes par le *Design for Disassembly*, le recyclage du territoire et les synergies régionales semblent plus pertinentes et plus enclines à embrasser une part poétique ou narrative.

«En définitive, il semble qu'aborder la question de l'interopérabilité des éléments de construction à l'échelle de l'ensemble du système industriel mène à des impasses. [...] Mais la question de la compatibilité entre éléments n'est pas obligée d'embrasser de vastes desseins universels. Elle peut aussi se décliner à l'échelle de propositions plus réalistes qui encourageraient de surcroît une meilleure répartition géographique des chaînes de production, de réparation et de recirculation des éléments de construction.»⁹

9.GHYOOT, Michaël, DEVLIEGER, Lionel, BILLIET, Lionel, WARNIER, André, ROTOR, 2018. p. 140.

Synthèse

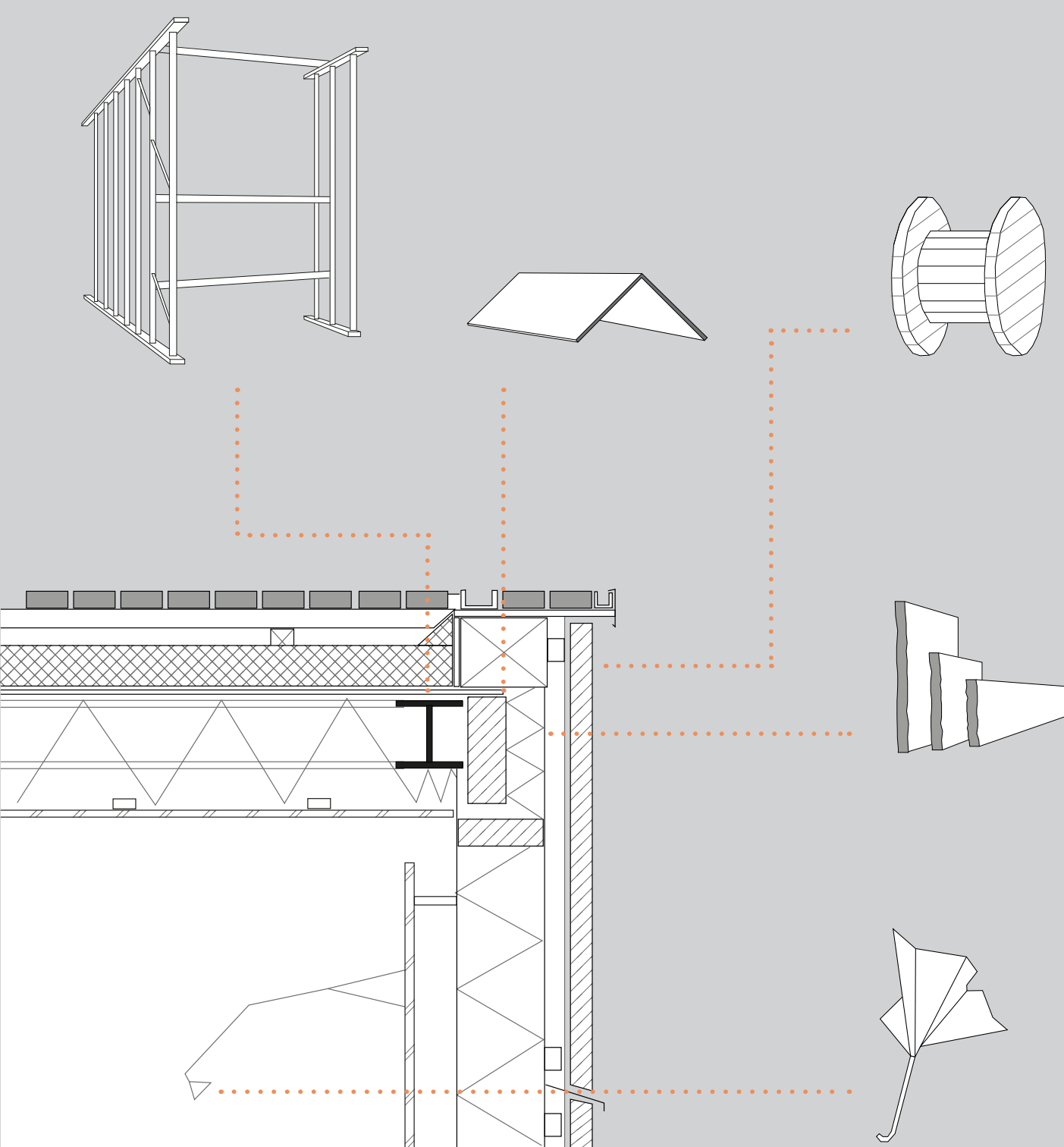
Ce chapitre a permis de comprendre les enjeux contemporains de l’architecture du réemploi, via trois échelles différentes. L’analyse à l’échelle la plus fine a mis en évidence les enjeux de la distinction entre matière, matériaux et produits. Leurs valeurs potentielles respectives pour le réemploi diminuent inversement à leurs degrés de transformation. Ce degré de transformation n’a cessé d’augmenter avec les progrès techniques, menant à une diversification des produits composés de manière de plus en plus hybride. Ce mix matériauutique est à la fois de plus en plus spécifique et universel. L’illusion d’abondance provoquée par la multiplication des produits est problématique et souligne que le réemploi est favorable aux matériaux les moins transformés et polyvalents. L’ambiguïté du rapport culturel à l’usure montre que les traces du passé modifient, selon les contextes et les sociétés, la valeur d’un matériau et donc de son potentiel de réutilisation. L’inexistence d’un degré zéro d’usure de la matière requestionne également l’attraction pour le neuf.

L’analyse à l’échelle du bâtiment a distingué deux types d’enjeux. Les premiers sont ceux liés à l’image écologique du réemploi. La médiatisation du développement durable encourage entreprises et acteurs à valoriser leur implication dans le réemploi. Toutefois, l’intérêt environnemental des projets doit être réel. Le calcul de l’énergie grise permet de vérifier cela. Le réemploi permet une nette diminution de cette valeur tant que la «distance critique» est respectée, soit la distance maximale de proximité avec le gisement qui permette une réduction des impacts. L’analyse du cycle de vie permet de chiffrer les intérêts en terme de production du CO₂ du réemploi, qui peut diminuer de plus de trois quarts par rapport à un cycle de vie classique. La notion de durée de vie qui intervient dans ces analyses pointe les différents rythmes de renouvellement des couches du bâti et questionne les différences culturelles de la conception cyclique ou immortelle de l’œuvre architecturale pour son influence sur le réemploi.

A l’échelle du bâtiment, le deuxième type de défis entoure la différence entre un processus de conception classique et celui réemployant des éléments. Le réemploi est une invitation à concevoir autrement qui repositionne l’architecte et les constructeurs au cœur de l’acte de bâtir et valorise la matière et le savoir à leur

juste valeur. Le démarrage du projet dépend de l’engagement des acteurs, d’opportunités particulières ou de contraintes économiques. La beauté du challenge intellectuel proposé par l’usage d’une quantité limitée de matière et l’intégration d’un récit narratif ou culturel participent aussi au démarrage. Le processus de conception dialogue très tôt avec la source d’approvisionnement, qui peut être intégré à différents moments: le projet peut être dessiné avant de localiser le gisement, comme le Musée maritime *Kaaps Skil*, ou alors le projet est construit à partir d’un gisement défini, comme *le Cabanon* du Laboratoire EAST. Mais le plus souvent, la localisation du gisement et le développement du projet sont des processus itératifs et indissociables chronologiquement. L’approvisionnement est un défi majeur, qui doit s’adapter aux variations et à l’hétérogénéité du gisement. L’architecte doit garantir la quantité, la qualité et la disponibilité des matériaux. Finalement, dans une logique complète et cyclique du réemploi, le projet doit considérer les possibles changements d’usage et fin de cycle du bâtiment. Pour cela, les concepts du *Design for Disassembly* de flexibilité, accessibilité et démontabilité sont des atouts pour un réemploi futur.

A l’échelle du territoire, le réemploi participe au développement durable et à une économie circulaire de la matière, des richesses et des savoirs. Source d’emplois non-délocalisables, il ancre le projet dans le territoire. Il favorise les cycles courts, les synergies régionales et une économie de service. Les analogies partielles avec le monde biologique suggèrent un système vertueux en boucles partiellement fermées qui valorise un épaississement et non une extension du territoire. Le territoire devient alors la nouvelle mine de matériaux et l’espace est considéré comme un capital. Le territoire est un palimpseste que le réemploi propose de réactiver, conservant ses formes, ses traces du passé et ses qualités pour les valoriser et les adapter aux changements d’usages. L’aménagement territorial et urbain considère le réemploi comme une opportunité de donner une seconde vie aux infrastructures mais également d’intégrer les mêmes principes de démontabilité et flexibilité appliqués au bâtiment. Pour finir, les recherches vaines d’un système universel de standardisation à très large échelle ont montré les limites d’échelle du réemploi. En somme, cette pratique semble plus pertinente à l’échelle d’un territoire de taille régionale ou nationale plutôt qu’universelle. Le réemploi sera plus enclin à développer son potentiel poétique et durable dans les pistes ouvertes par le *Design for Disassembly*, le recyclage du territoire et les synergies régionales, via des acteurs de taille moyenne.



IV. Stratégies de réemploi

Ce chapitre cherche à comprendre les enjeux des différentes stratégies de réemploi en les séquençant dans les diverses couches d’un bâtiment. Avec un regard orienté sur les défis architecturaux, cette perspective constructive est une opportunité pour proposer une analyse utile pour un futur projet, ce découpage permettant de regrouper les opportunités et enjeux spécifiques de chaque fonction d’un projet.

A travers une sélection d’études de cas, deux exemples au minimum sont particulièrement développés pour chaque couche lorsque possible. Pour le premier exemple, les cas ont été choisis pour leur usage intelligent ou représentatif d’éléments de réemploi pour cette fonction du bâtiment. Pour le deuxième exemple, le même bâtiment est étudié pour toutes les couches. «Manifeste du réemploi à tous les étages»¹, il s’agit de la *villa Welpeloo* dessinée par *Superuse Studios* au Pays-Bas. Ensemble, cet exemple transversal et la sélection complémentaire de projets renvoient à des usages d’éléments de réemploi autant hors-site que sur-site, pour un même usage ou pour un usage différent. Ces exemples couvrent également différentes stratégies d’approvisionnement et permettent de comprendre certains liens entre les possibilités d’approvisionnement et le processus de conception. Ces études de cas formeront un catalogue concis et condensé d’expériences et références architecturales pour l’ensemble d’un bâtiment.

1. ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p. 232.

2. BAKER-BROWN, Dunkan, 2017. p.62.

3. SUPERUSE STUDIOS, 2014, entretien «Vers une superutilisation», publié dans: ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola. p. 215.

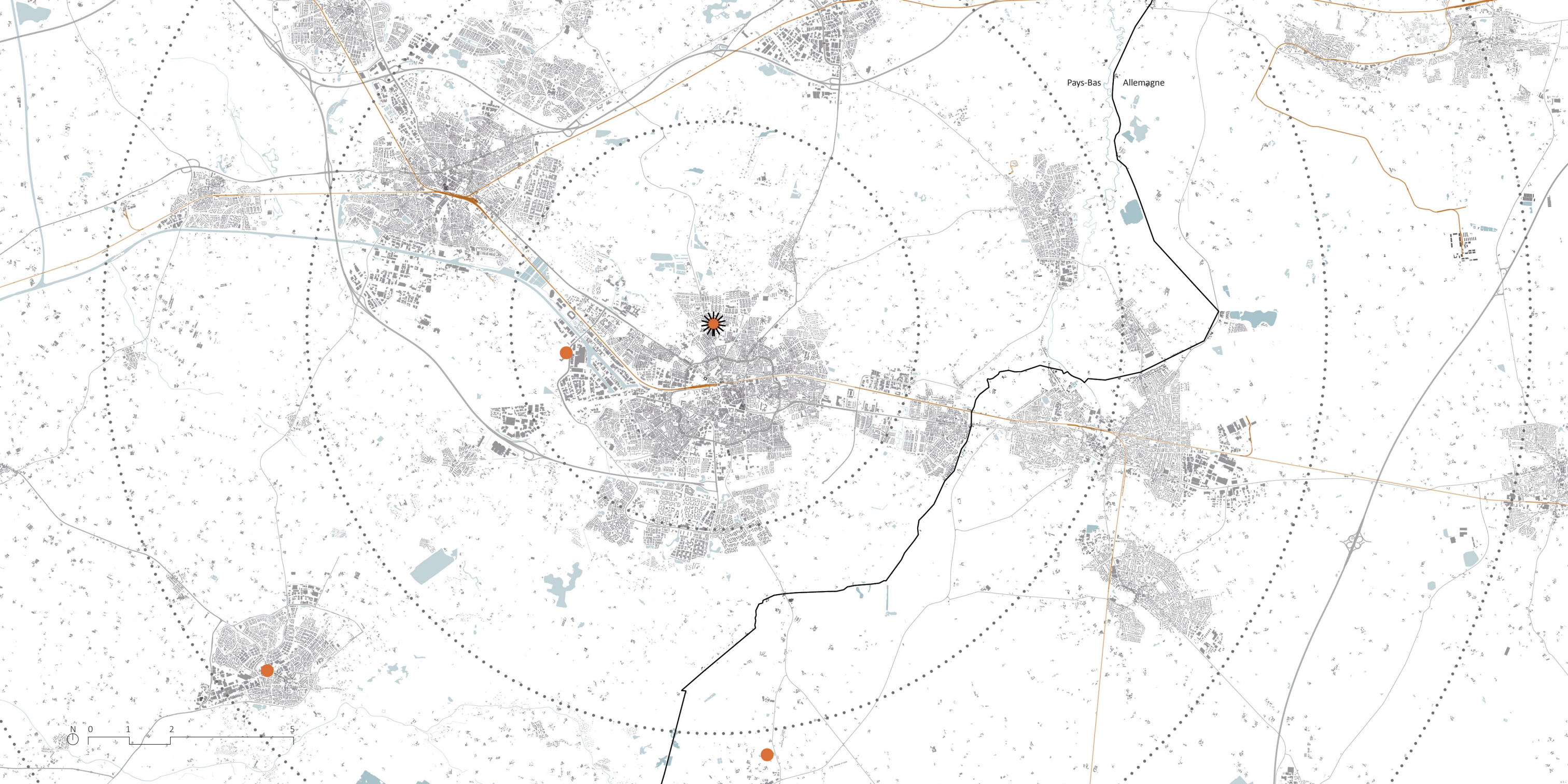
Page 70: Quatre éléments de réemploi visibles sur la coupe constructive (inspiré de *SuperUse Studios*)

Pages 74-75: *Harvest Map* (carte de récolte) de la *Villa Welpeloo*. Légende:

- bâti
- eau
- réseau ferroviaire
- routes principale
- frontière nationale
- site de projet
- lieu d’approvisionnement
- rayons de 5, 10 et 15 km

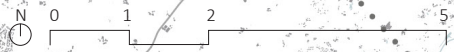
Conçue pour un couple de collectionneur, la *villa Welpeloo* se démarque par un usage intelligent et inventif d’éléments de réemploi dans la plupart de ses couches dont l’isolation, le système porteur, la revêtement extérieur, l’aménagement intérieur et certains éléments techniques. L’analyse permet de soulever les limites du réemploi pour certaines fonctions. Certaines ont nécessité l’achat de matériaux neufs, comme les cadres de fenêtres, les membranes imperméabilisantes ou encore les bordures de toitures, bien que les matériaux recyclés constituaient un choix prioritaire face au neuf. Au total ce sont environ 60% des matériaux qui sont réemployés et proviennent en priorité d’un rayon de 10 à 15 km (cf. carte aux pages 74-75), ce qui permet de ne pas péjorer le «facteur de pertinence du superutilisation», concept développé par le *Superuse Studios* pour vérifier la justesse de l’emploi de ce type de composant et dont le nom de la firme provient de cette idée d’un usage complet de la forme et de la valeur d’un élément, au-delà même de sa fonction initiale.²

Le choix de ce projet repose aussi sur sa qualité architecturale et son esthétique, proposition intéressante qui ne laisse pas transparaître au premier regard l’usage d’éléments de seconde main, et s’éloigne des aprioris culturels d’un réemploi bricolé et d’une réalisation dans l’à-peu-près. En effet l’un des objectifs des architectes était de «construire une maison belle et confortable, avec une performance énergétique de classe A. En outre les clients souhaitaient que leur villa soit spacieuse sans être exubérante.»³ Lors d’entretiens, les architectes reviennent régulièrement sur cette finalité esthétique.



Pays-Bas

Allemagne





Fondations

Face à la présence d’anciennes fondations sur la parcelle du projet, trois stratégies sont possibles: les éviter, les enlever ou les réemployer.¹ Éviter les fondations permet de ne pas déplacer d’éléments archéologiques ou de construire à proximité de tunnels par exemple. Les éliminer peut coûter deux à cinq fois le prix de leur installation, auxquels s’ajoutent les dérangements dans l’équilibre des sols, l’écoulement des eaux etc. Les réemployer permet d’économiser les coûts d’extraction mais implique des coûts différents et une série de tests et contraintes, spatiales et techniques. Bien que le réemploi de fondations superficielles existât auparavant quand il était évident qu’elles pourraient supporter la charge prévue, cela n’est pas courant aujourd’hui.

Malgré la méfiance des assureurs, clients et investisseurs, Bill Addis souligne l’intérêt de considérer le réemploi des fondations sur-site, par exemple sur des sites urbains exigus où les fondations profondes de plusieurs anciens bâtiments encombrant le site. Le réemploi de fondations existantes dépend fortement de leur évaluation, des impacts sur les fondations existantes voisines, de la cohérence entre ces fondations et le nouveau projet et de l’acceptation des différents acteurs du projet.

L’évaluation des fondations est un processus complexe en plusieurs étapes, suivant généralement une analyse du sol, des fondations et des charges doublées des réitérations nécessaires. En cas de résultats concluants, trois options aux implications architecturales variables sont envisageables pour le projet. La première méthode est le choix d’une grille structurelle coïncidant avec celle de l’ancien. Il s’agit de la solution la plus simple pour les fondations, mais le projet peut-il se plier à l’imposition d’une trame prédéfinie? La seconde possibilité est le rajout d’une structure de transfert entre deux éléments de fondations pour offrir une certaine marge de liberté au projet. La dernière option est le rajout de nouvelles fondations mais l’auteur met en garde quant aux risques d’une telle situation, notamment face aux tassements différentiels. De manière générale, le réemploi de fondations constitue une contrainte majeure pour le projet. Aucun exemple contemporain n’a été identifié.



Pieux à visser comparables à ceux réutilisés dans l’*Up-cycle House* © Atlas Engineers

1. ADDIS, Bill, 2006. *Building with Reclaimed Components and Materials, A design Handbook for Reuse and Recycling*. Londres: Earthscan. pp.87-95.

Pages 76-77: Façade Nord, *Villa Welpeloo* © Eric Stelenburg



Préparation de la mise en œuvre des fondations en pieux battus réemployés à partir de tuyaux de l’industrie gazière et pétrolière, projet *Town Center Redevelopment Witney* à Oxfordshire. © GreenPiling

2. GREENPILING, 2008. «*Case Study: Town Center Redevelopment Witney, Oxfordshire*» [en ligne]. Consultée le 12 mai 2018.

3. REALDANIA, 2018. «*MiniCO2 Husene: Upcycle House*» [en ligne]. Consultée le 12 mai 2018.

4. SUPERUSE STUDIOS, 2014, entretien «Vers une superutilisation», publié dans: ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola. p. 217.

La *villa Welpeloo* n’a pas été confrontée au réemploi sur site puisque qu’aucune fondation n’occupait le sol de la parcelle avant le projet. Au moment de la construction, des nouvelles fondations ont été construites. Les difficultés majeures de l’utilisation de pièces d’occasion hors-site expliquent le recours à des composants neufs. En effet, de manière générale, les fondations d’un projet sont adaptées à la configuration d’un site, d’un sol et d’un projet en particulier et donc difficilement transposables. De plus, comme énoncé précédemment, les raisons de ne pas vouloir ôter les fondations du sol sont multiples, ce qui amenuise les composants d’occasion disponibles. Finalement, le processus d’extraction endommagera probablement les pièces, les rendant peu revendables.

Le réemploi de fondations hors-site étant donc fortement limité, les exemples pouvant être étudiés sont restreints. Parmi eux, l’entreprise britannique *GreenPiling* propose à ses clients des fondations en pieux battus en métal récupérés principalement de l’industrie gazière et pétrolière. Dans un projet de développement résidentiel et commercial dans l’Oxfordshire, près de milles pieux battus provenant de ces tuyaux ont été réutilisés par cette entreprise.²

De manière générale, le choix de pieux à visser peut augmenter les chances de réemploi des composants des fondations, ces derniers étant plus facilement extractibles et moins dommageable pour le sol. C’est précisément pour ce type de fondations que *Lendager Arkitekter* a opté pour le projet de l’*Upcycle House*, introduite dans le chapitre précédent et participant à un programme de recherche danois sur le réemploi, *the MiniCO₂ Houses*.³ 24 pieux à visser de réemploi ont été mis en œuvre pour ce projet.

Comme pour les autres couches du bâtiment difficilement démontables et réutilisables, l’utilisation de matériaux recyclés constitue une alternative appréciable. L’usage de béton recyclé permet de valoriser une part de déchets inertes du secteur de la construction. Dans la *villa Welpeloo*, les architectes désiraient initialement utiliser ce type de béton mais n’y sont pas parvenus, invoquant la position opposée des professionnels du secteur:

« Les cimentiers contrôlent le marché du béton; ils inventent toutes sortes de raisons pour lesquelles il ne serait pas possible de recourir à du béton recyclé, alors que nous savons que ça l’est.»⁴

Structure porteuse

Loin de son usage d’origine, la structure porteuse de la *villa Welpeloo* est constituée de profilés métalliques tous issus d’une ancienne machine de production de textile, trace d’une activité régionale autrefois importante. L’une seule d’elles a fourni l’ensemble de l’acier structurel nécessaire.

Parmi les enjeux concernant les structures, la connaissance du matériau est centrale pour le dimensionnement. Dans ce cas, la qualité et le type d’acier n’étaient pas connus et le fabricant n’existait plus. Pour répondre aux exigences constructives, les calculs ont été conduits à partir des hypothèses les plus mauvaises et ont sans doute mené au surdimensionnement de la structure. Un système d’information pour les constituants des futures constructions, comme proposé au chapitre VII, pourrait mener à un dimensionnement plus optimal des structures de réemploi dans les prochaines décennies.

Spatialement, en plus d’une modeste perte d’espace liée à ce surdimensionnement, la largeur de la maison a été réduite d’une dizaine de centimètres entre la phase d’esquisse et celle de réalisation. En effet, à la réception des profilés métalliques, certains étaient plus courts qu’initialement prévu. La taille moyenne du projet et son plan ont permis de limiter les impacts de cet imprévu sur le design.¹

L’enjeu écologique de la structure en acier est aussi considérable: l’impact de celle-ci en terme de gaz à effet de serre ne représente environ que 12% de celui d’une structure conventionnelle en acier neuf², alors même que l’impact écologique des structures est fortement majoré par leur grand poids dans l’impact total d’un bâtiment. Bien que la comparaison avec une structure en acier recyclé n’ait pas été chiffrée, la proximité avec la machine à textile a permis de minimiser les impacts du transport entre le lieu de collecte et de construction, dont dépend beaucoup l’intérêt de l’acier réemployé. De plus, la structure a été entièrement boulonnée et non soudée, suivant les principes du *Design for Disassembly*. Cela ouvre les possibilités d’une architecture de «troisième main».



Structure porteuse, *Villa Welpeloo* © Superuse Studios



Machine de production de textile dont les profilés sont réutilisée dans la *Villa Welpeloo* © Superuse Studios

1. SUPERUSE STUDIOS, 2014, entretien «Vers une superutilisation», publié dans: ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola. pp. 215-219.

2. Ibid.



BedZED © Tom Chance



Structure métallique en acier de réemploi, *BedZED* © BioRegional

3. ADDIS, Bill, 2006. pp. 26-30.

Conscient de la nécessité de la proximité entre gisement et utilisateur, l’agence a développé une série de techniques de repérage. Elle a notamment lancé son propre outil cartographique d’échange de matériaux nommé *Harvest Map*, type d’initiative clé dans le développement régional du réemploi.

Parmi les projets réemployant une structure, l’exemple de l’îlot résidentiel et de bureaux londonien *BedZED* est marquant de par sa taille et la proportion de métal issu du réemploi, 95%. Cette solution est d’autant plus intéressante qu’elle a permis une réduction des coûts de 4% par rapport à l’usage d’acier neuf, dans un projet où 15% du poids total des éléments de construction est issu du réemploi. Au total, près de 100 tonnes d’acier structurel ont été localisés dans chantiers de démolition situés pour la plupart dans un rayon de 50 km. Alors que le réemploi de bois pour les colombages extérieurs, de portes et de pavés avait été évalué trop contraignant au niveau du temps et du budget, le réemploi d’acier structurel a été jugé «assez facile» et économique, prouvant la faisabilité d’une architecture de réemploi à grande échelle.³

Suivant les spécifications de l’ingénieur civil qui avait préalablement indiqué une série de sections envisageables pour chaque situation, les sections désirées ont été localisées sur les sites de démolition à proximité puis examinées avant achat au nom et au risque du client. Une série d’étapes de remise en état, sablage et peinture ont suivi et l’ingénieur a, dès lors, endossé la responsabilité de la structure. On notera ici les risques financiers pris par le client avec un achat anticipé. Parmi les difficultés rencontrées, Bill Addis revient sur la faible quantité de poutres en acier disponibles dans les entrepôts de vente d’éléments de réemploi. En parallèle, l’incompatibilité entre les machines de remise en état et les sections particulières, notamment courbes, illustre les limites du réemploi d’éléments peu courants.

Ce processus de localisation du gisement et de coordination de la structure a été permis par la coopération entre les ingénieurs civils et la firme *BioRegional Reclaimed* qui en était à ses débuts à ce moment là. Leur participation dans ce chantier a permis à *BioRegional* de gagner de l’expérience dans l’utilisation d’acier de réemploi et c’est sur cette base qu’ils ont développé une procédure de certification des éléments structurels en aciers et une activité de réemploi plus grande.

En dehors de ces deux exemples, de tailles différentes mais tout deux en acier et sur de nouveaux sites, quelques observations sur les autres matériaux porteurs et sur le réemploi *in situ* peuvent être intéressantes.

Tout d’abord, le réemploi sur site de structures porteuses présente sans surprise un intérêt certain. Selon Bill Addis, l’intérêt principal est écologique et consiste en la prolongation de la durée de vie du bâtiment. L’intérêt financier est également généralement supérieur à celui d’une démolition suivie d’une reconstruction. *Lacaton & Vassal* confirment ce bilan lors de la défense de leur projet de rénovation et extension en façade par exemple de la Tour Bois le Prêtre ou du quartier du Grand Parc à Bordeaux.⁴ A Bois le Prêtre, l’ensemble de la structure en béton a été conservé et c’est une structure neuve indépendante qui a servi à la fois comme une extension spatiale pour les habitants et comme une opportunité pour la mise aux normes, techniques, incendie, énergétiques.⁵ La conservation du bâtiment existant a permis d’agir dans des délais plus courts et d’exploiter dans son entier la forme donnée à la matière et le travail déjà investi.

Dans un logique de recyclage de l’urbain, le réemploi de structures porteuses *in situ* se présente comme une solution intéressante. Ce fut le cas pour la *Winterton House*, une tour de logement à Londres. Elle a été l’objet d’un projet de rénovation qui n’a conservé que la structure porteuse métallique et le noyau de contreventement en béton, suite à la procédure standard d’étude et d’analyse de l’état et des capacités de la structure.

En parallèle, les anciens bâtiments industriels sont des espaces généralement hauts de plafond, qui peuvent souvent accueillir des étages ou plateformes supplémentaires. Cela est possible grâce à des systèmes structurels conçus pour des grandes charges, bien supérieures à celle attribuées à des activités non industrielles.

Plus récente, l’Ecole d’Architecture de Nantes résonne à ces caractéristiques d’investissement et réinvestissement de structures porteuses *in situ*. Pour le concours, l’agence *Lacaton & Vassal* a proposé une large structure en béton de trois étages, comme trois plateaux avec des hauteurs sous plafond généreuses, de respectivement 9 et deux fois 7 mètres. Indépendamment, une structure légère re-divise ces grands espaces en plan et sur la hauteur, pour s’adapter aux besoins plus spécifiques. Aujourd’hui lieu d’enseignement, la structure est conçue comme un dispositif pouvant facilement accueillir de nouveaux programmes, malléable au changement d’usage de plus en plus rapide dans l’espace urbain et donc au réemploi programmatique.⁶



Transformation de logement du quartier Grand Parc © Philippe Ruault

4. LACATON, Anne, 5 mars 2018. Conférence «*Ah, dit-elle, ici les lapins ont des ailes*», *Transformer, ouvrir, donner plus*. EPFL.

5. DRUOT, Frédéric, LACATON, Anne, VASSAL, Jean-Philippe, 2007. «*plus, Les grands ensembles de logements, Territoires d’exception*». Barcelone: Éditions Gustavo Gili.



Ecole d’Architecture de Nantes © Philippe Ruault

6. LACATON, Anne, 5 mars 2018.



Plattenpalast © Tobias Wille

7. ADDIS, Bill, 2006.

8. ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p. 326.

Logiquement, les structures en béton se prêtent plus difficilement au démontage et au remontage hors-site que des structures assemblées, métalliques ou en bois. Les pièces préfabriquées en béton peuvent, selon certaines conditions, être démontées et réemployées. Colonnes, poutres, cages d’escalier d’une volée, panneaux de façade porteuse ou de partition intérieure, éléments de plancher précontraint peuvent être concernés. La facilité avec laquelle ces éléments peuvent être démontés et séparés et la qualité du béton sont les conditions de base principales. Sauf cas exceptionnel, le réemploi de béton coulé sur place est encore difficilement envisageable dans des grands projets hors-site.⁷

Toutefois, différents projets de recherche universitaires ou indépendants cherchent des pistes de développement pour le réemploi du béton. En partenariat avec une université, *WHS architectes* étudie le réemploi des dalles de béton des immeubles HLM de l’ex-Allemagne de l’Est. L’intérêt de telles expériences est porté par le nombre immense de bâtiments de ce type voués à être démolis. Un prototype de maison individuelle, le *Plattenpalast*, avait été présenté à la Biennale de Venise en 2007 puis transformé en espace d’exposition.⁸

Pour les autres matériaux, le même type de raisonnement opère. La facilité de démontage et l’évaluation des matériaux priment. Pour un réemploi hors-site, la démontabilité des pièces, dont les anciennes structures en bois sont un exemple impressionnant, est centrale. En résumé, les leçons retenues sont la variabilité dans les difficultés à désassembler certains types de structures, les surcoûts induits par les analyses de matériau et les avantages du réemploi *in situ*.



Bobine de câble réemployée en façade © Superuse Studios



Détail de façade, Villa Welpeloo © Superuse Studios

1. SUPERUSE STUDIOS, 2014, entretien «Vers une superutilisation», publié dans: ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola. p. 217.

Page 84: Construction de la façade en tableaux noirs réemployés, *Pavillon Galileo* © Studio 804

Revêtement extérieur

Robe du bâtiment, le revêtement extérieur a une portée particulière dans la pratique du réemploi. Cet élément clé pour l'esthétique d'un projet est un espace d'enjeux conceptuels importants. A Enschede, la façade extérieure de la *villa Welpeloo* est composée d'un bardage en bois issu d'enrouleurs de câbles, interrompu par de grandes ouvertures dont le verre est issu des chutes de découpe des vitrages. Ces bobines ont été localisées à un peu moins de 15 km dans une usine de production de câbles où un grand nombre d'entre elles étaient trop endommagées pour garantir leur utilisation originale mais dont les lattes en bois qui constituaient le noyau étaient généralement intactes et de taille standard.

Ce gisement suffisamment grand et homogène a permis de collecter, à partir de milliers de bobines, assez de lattes pour le bardage extérieur. La façade utilise donc du bois qui était destiné à la combustion ou à la composition de panneaux agglomérés. Le détournement de son usage initial a permis de conserver ici l'énergie et le travail investi dans la matière. Les découpes déjà réalisées sur le bois ont été conservées et exploitées au maximum. En plus du récit associé, l'idée de circulation de l'information, de l'expérience et du savoir-faire apparaît:

«Une autre agence a utilisé ce concept avant que notre projet de construction ne commence, et a trouvé la bonne méthode pour traiter le bois afin de le rendre plus pérenne, et ce de façon saine, grâce au processus nommé platonisation.»¹

Ce mouvement des connaissances permet d'accélérer et simplifier certains processus (essais, vérifications au feu, etc.) qui pouvaient être uniques jusque là. Le développement du réemploi se fera, comme ici, par le partage des expériences.

La composition de façade avec des éléments de seconde main est aussi intéressante: la proposition d'un bardage disposé en rangées, souligné par la fine ligne du support métallique qui apporte une mince ombre sur toute la longueur des façades est assez convaincante. La finesse du dessin est également visible dans le décalage d'une demi latte à chaque niveau. La présence d'un socle est aussi suggérée par une bande plus fine de lattes dans la partie inférieure des fa-

çades. Le dessin de ce socle a également permis de ne jamais aligner les limites verticales des fenêtres avec celle des lattes, comme si les ouvertures étaient indépendantes de ce bardage qui s’enroule autour du bâtiment. Les architectes reviennent eux-mêmes sur l’importance du dépassement des aprioris déplaisants qui peuvent occuper l’imaginaire collectif:

« Les gens avaient tendance à penser que le bâtiment allait ressembler à un dépôt. Ils ont semblé véritablement surpris que le résultat soit quelque chose d’aussi beau »².

La relation entre approvisionnement et conception est aussi importante à observer. A quel point le concept architectural ou un gisement prime-t-il ou influence-t-il le projet ? A Enschede, les architectes expliquent que le gisement a précédé le dessin architectural:

« C’est un concept qui se développe: nous avons d’abord trouvé la source d’approvisionnement, puis nous avons dessiné une façade sur cette base. »³

Dans ce cas, l’approvisionnement prime sur le dessin, à l’inverse du processus sélectionné pour le réemploi au Musée maritime *Kaap Skil*. Bien que les architectes ne reviennent pas sur les contraintes particulières imposées par le bois des bobines, ce n’est pas le cas pour les parties vitrées:

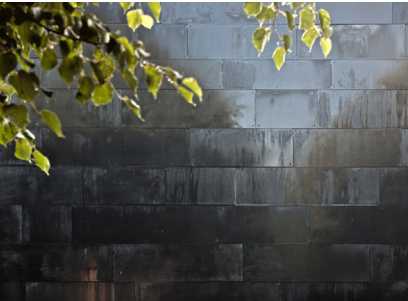
« Ici aussi, la disponibilité des matériaux a en partie déterminé le dessin. En donnant à tous ces morceaux de verre la même largeur, la verrerie pensait nous faire une faveur, mais la façade s’en est trouvée un peu plus monotone que prévu. »⁴

Deuxième exemple, le *Pavillon Galileo* apparaît dans le paysage de l’Université de Kansas comme un ensemble de trois volumes simples gris anthracite que de grandes ouvertures viennent percer pour profiter de l’ensoleillement au sud. Conçu par les étudiants de cinquième année d’architecture sous la direction du Prof. Dan Rockhill, ce bâtiment accueille des salles de classe et un centre pour la durabilité, dont il se veut exemplaire.

« Les matériaux utilisés pour la structure et pour les finitions ont été soigneusement choisis de manière à limiter l’utilisation de ressources naturelles. »⁵



Pavillon Galileo © Université du Kansas



Détails de façade, Pavillon Galileo © Université du Kansas

2. ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p. 232.

3. SUPERUSE STUDIOS, 2014, entretien «Vers une superutilisation», publié dans: ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola. p. 215-219.

4. Ibid.

5. ROCKHILL, Dan, CARRITHERS, Megan (Eds.), 2013. *Schemata XXI Studio 804_12*. Marceline: Walsworth Publishing Company.



Musée maritime de Oudeschild © Christian Richters



Détails de façade, Musée maritime de Oudeschild © Christian Richters

6. MECANOO ARCHITECTEN, dans: ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p. 244.

Parmi les stratégies, le revêtement extérieur réemploie d’anciens tableaux noirs issus d’école de la région du Midwest et les grandes fenêtres proviennent d’un chantier abandonné d’immeubles de bureaux de la ville de Kansas.⁶ Ici, la proposition d’un revêtement uniforme qui joue avec la texture particulière des plaques d’ardoise de réemploi est assez convaincante. Le redécoupage des tableaux noirs en plaques rectangulaires de plus petites dimensions rapproche ce revêtement de l’appareillage d’un bardage en pierre neuf et conserve les propriétés thermiques et mécaniques du matériau. De loin, le visiteur ne distingue pas les particularités de chaque pièce. L’ardoise reflète la lumière et donne une teinte à chaque façade en fonction de l’ensoleillement. De plus près, la patine de ces anciens tableaux apparaît. De fines variations de couleurs, de marques, de traces d’usages apparaissent. Le visiteur remarqua-t-il le détournement de ces tableaux noirs et leur symbolique pour un lieu d’enseignement?

Autre exemple, au Musée maritime de Oudeschild aux Pays-Bas, la seconde peau de la façade est symboliquement constituée de pilotis issus de la remise en état des canaux du nord du pays.

« Pendant des centaines d’années les habitants de Texel ont soigneusement utilisé le bois flotté de navires échoués pour construire leurs maisons et leurs granges. La façade en bois du *Kaap Skil* renoue avec cette tradition ancestrale de réemploi. »⁶

Ce lattage en bois souligne les découpes verticales du bâtiment qui font référence aux silhouettes abstraites des maisons traditionnelles. Toutefois, cette volonté symbolique a nécessité un effort supplémentaire car ce type de bois n’est plus disponible comme il l’avait été lors des siècles précédents. Ce sera au final l’Agence Régionale de l’Environnement qui informera les architecte d’un gisement de bois flotté. Il provient des canaux et non pas de navires comme espéré. Cela confirme les difficultés entre approvisionnement, volonté architecturale et proximité de gisement.

Dans la pratique du réemploi, de nombreux exemples de revêtements extérieurs sont disponibles. Comme expliqué dans le chapitre précédent, l’intégration des ces éléments permet au client comme à l’architecte de transmettre un message particulièrement visible en façade. Le réemploi est une possibilité poétique et narrative qui se positionne face à l’homogénéisation mondiale de l’architecture. Moins compliqué en termes de contraintes techniques et normatives que d’autres couches du bâtiment, le revêtement de façade permet de multiplier les expériences et le détournement d’éléments.



1. EKLUND, Mats, DAHLGREN, Svante, et al., 2003. «*The conditions and constraints for using reused materials in building projects*». *Deconstruction and Materials Reuse*. Publication n°287. Rotterdam: CIB.

Page 88: *Lucy Carpet House* © Timothy Hursley

Isolation

L'étude de cas de la *villa Welpeloo* est globalement représentative des enjeux et difficultés liés à l'usage d'isolation de seconde main. Pour l'isolation thermique, seule une partie de certaines faces du bâtiment ont été isolées avec du matériel d'occasion. Le plupart des façades verticales sont composées de 12 centimètres de polystyrène réemployé souvent épaissi jusqu'à 16 cm avec de la laine de roche neuve pour atteindre les standards de confort. Pour la toiture, de la mousse de polystyrène neuve a été utilisée. Aujourd'hui l'emploi d'isolation de seconde main est rare et ses raisons multiples, parmi lesquelles la problématique de la garantie des capacités et caractéristiques des matériaux, les difficultés à atteindre les normes thermiques et les obstacles au démontage de nombreux types d'isolation. Les surplus et les chutes de chantiers semblent être les sources les plus courantes pour l'usage d'isolation de deuxième main, leurs caractéristiques étant connues et étant généralement en bonne condition.

En ce qui concerne l'étanchéité à l'eau, l'ensemble des membranes imperméabilisantes est neuf à Enschede. Les difficultés de mise en place et la garantie des propriétés rendent le réemploi de tels composants extrêmement compliqué.

Dans la littérature spécifique, peu de projets utilisent de l'isolation de seconde main. On mentionnera toutefois le cas particulier du projet suédois nommé *The Udden Project*, débuté en 1996. Suivant la crise du logement en ville et l'exode depuis les petites villes vers les plus grandes, une des associations de logement de la ville de Linköping a proposé de réemployer les éléments de construction d'immeubles vides de la petite ville de Finspång datant des années 1960 mais ayant été régulièrement entretenus et rénovés. Le matériel de 50 grands appartements permit d'en reconstruire 22 plus petits. Le fait que le constructeur des nouveaux logements était la même entreprise que celle de déconstruction des anciens immeubles était l'une des clés de la faisabilité du projet. Parmi les éléments réemployés, 73 éléments de béton furent sciés et réemployés, mais surtout 236 m³ d'isolation en laine de verre et 636 m² de panneaux d'isolation minérale.¹

Ce réemploi a permis de réduire l’impact écologique du projet. Cela aurait été le cas tant que les éléments étaient localisés dans un rayon de 140 km du lieu de reconstruction. Cependant, le bilan économique est plus élevé que celui d’un immeuble équivalent sans éléments de réemploi. Les auteurs du dernier rapport estiment aussi que, si une expérience comparable devait avoir lieu, l’accumulation de l’expérience précédente permettrait une économie de 10 à 15%. Un deuxième projet de ce type, *The Nya Udden Project*, fut entrepris quelques années plus tard, mais cette fois avec des entreprises de construction et déconstruction différentes. En comparant ces projets, on observe que le second a conservé un nombre plus restreint de types de composants, soit les éléments en béton et de fenêtres. L’isolation n’a pas été récupérée car elle ne permettait pas de remplir les normes, phoniques et thermiques.²

Face à la difficulté de réemployer des éléments d’isolation classiques issus de la déconstruction, la *Lucy Carpet House* en Alabama propose d’utiliser des dalles de moquette non-recyclables. La maison a été conçue et réalisée par le *Rural Studio*, un atelier de l’Université d’Auburn initié par le Prof. Samuel Mockbee et Dennis K. Ruth qui aspire à une amélioration sociale dans le comté de Hale. Le but du projet est la réalisation d’une maison à partir de matériaux peu coûteux qui puisse aussi servir d’abri face aux tornades. Sponsorisé par *Interface Carpet*, le plus grand producteur de moquette au monde, le projet travaille avec 72’000 dalles de moquette usagées trouvées dans les entrepôts de l’entreprise lors d’une visite.³

Ce produit est sélectionné pour ses propriétés isolantes et les étudiants parviennent alors à l’utiliser comme matériau de construction de murs porteurs de la maison. Avec l’aide d’ingénieurs, des tests de résistances mécaniques, de non-toxicité et de résistance au feu et aux agressions biologiques sont conduits pour valider la double-fonction porteuse et isolante: la densité de leur masse les protège de la pluie et du feu, leur stockage pendant 7 ans a permis de mettre fin à la plus grande partie des émanations toxiques, un traitement permet de prévenir les agressions microbiologiques et une méthode d’assemblage par pré-contrainte est établie. En cinq semaines, les murs ont été érigés en compressant sous un anneau de poutres en bois les milliers de dalles de moquette. Ils sont stabilisés par des colonnes en métal disposées au cœur.

La compression des dalles offre aux façades un motif unique. De loin, le visiteur devine une texture chinée, entre gris et bordeaux. La teinte bordeaux est élégamment reprise par les encadrements de fenêtres et le volume plié tel une



Construction de la *Lucy Carpet House* © Rural Studio



Fin de la pose de l’isolation, *Villa Welpeloo* © Superuse Studios

2. Ibid.

3. ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p. 131.



Façade sud, *Lucy Carpet House* © Rural Studio

4. Ibid.

5. LE RELAIS, 2013. «Isolant bio-sourcé Métisse®» [en ligne]. Visionnée le 12 mai 2018.

origami sous lequel est ancré au sol l’abri contre les tornades en béton, dont la tectonique et celle des murs de moquette tassée, contraste avec celle du volume aux allures de papier plié. De plus près, le visiteur reconnaît les dalles de moquette qui forment des lignes qui parfois ondulent aux abords des ouvertures dont la rigidité influence la compression des dalles. Ce projet qui aura au final coûté 32’000\$ permet de poser un regard critique sur l’utilisation des moquettes et leur cycle de vie.⁴

Bien qu’il ne s’agisse pas du sujet de cet énoncé, certains produits recyclés peuvent être mentionnés pour leur pertinence dans le ralentissement du cycle de vie de la matière et dans une économie circulaire, face aux difficultés de réemploi d’éléments isolants de seconde main. Parmi eux, l’isolant *Métisse®* se démarque. Composé de fibres de coton, il exploite la part des vêtements récupérés dans les bennes prévues à cet effet qui ne peut être réemployée. En effet, en France, une fraction seulement de ces vêtements est revendue en France, soit environ 10% contre 30% exportés majoritairement sur le continent africain. L’isolant *Métisse®* exploite la dernière fraction vouée à être recyclée et de qualité insuffisante pour réintégrer la filière textile. Fabriqué par une entreprise de *Le Relais*, société coopérative créée par *Emmaüs*, l’isolant est composé de fibres de coton majoritairement issues de jeans, auxquelles est incorporé du polyester qui agit comme liant. Ces produits ont été utilisés en France dans divers projets résidentiels, éducatifs, administratifs et commerciaux et sont un exemple parmi d’autres de produits alternatifs recyclés et locaux.⁵



Aménagement intérieur

L'aménagement intérieur a un rythme de rotation élevé comparativement à celui des autres couches d'un bâtiment. Pour des raisons esthétiques, normatives, programmatiques ou spatiales, les intérieurs de bâtiments comme, par exemple, des immeubles de bureaux et des écoles sont régulièrement remplacés. Sur cette base, l'intérêt pour une pratique du réemploi des cloisonnements intérieurs est particulièrement valable et c'est précisément à partir de ce constat que le groupe *Rotor* a en partie développé son activité.

Dans le cas de la *villa Welpeloo*, une partie des matériaux nécessaires à l'aménagement intérieur provient du réemploi. Alors que des plaques de plâtre et du gypse pour les murs et les plafonds ont été achetés neufs, les tiroirs des meubles de cuisine, les cloisons et une partie de la structure secondaire sur laquelle repose les cloisons sont issus du réemploi. La structure secondaire est composée de poutres en bois qui proviennent du démantèlement d'un bâtiment dans les environs et d'une entreprise de revente de matériaux d'occasion située à près de 200 km, alors que les tiroirs et les cloisons ont été confectionnés à partir d'anciens panneaux de bois stratifiés imperméables trouvés sur la parcelle du projet. La présence de ces panneaux stratifiés relève d'un hasard chanceux que le projet a su exploiter. La stratégie de recouvrir ces panneaux lors qu'ils sont visibles en cloison et de les laisser dénudés lorsqu'ils sont dissimulables dans les meubles de cuisine est astucieuse. Pour finir, les rideaux ont été fabriqués à partir de la membrane d'une serre inutilisée, reconnue pour ses propriétés réfléchives.

Afin de garantir le confort et une cohérence esthétique, certains éléments particuliers ne sont pas d'occasion. Dans ce cas, la priorité a été logiquement donnée à des produits recyclés. Pour la salle de bain, la finition du mur et du sol est composée de panneaux étanches produits par une entreprise britannique qui fond des tasses à café en plastique recyclé dans une ancienne aciérie. L'usage de produits recyclés est largement accepté et recommandé dans des cas de ce type.¹ Le choix de produits issus du recyclage de matériaux non-réutilisables comme du plastique peut compléter ce choix.

1. VAN GAMEREN, Dick, VAN DEN HEUVEL, Dirk, et al., 2012. «*Villa Welpeloo*», dans *DASH (Delft Architectural Studies on Housing)*, n°7. Rotterdam: NAI Publishers.

Dernièrement, quelles sont les raisons qui ont amené les architectes à utiliser des plaques de plâtre et gypse neufs pour l'intérieur de la villa? Est-ce ce qui garantit à la maison un intérieur aux allures si précises ? Dans un projet composé à 60% de matériaux d'occasion, le choix localisé de matériaux de revêtements neufs garantit aux espaces une allure exacte et une uniformité vigoureuse, abritée de certains imprévus comme cela avait été le cas lors du montage de la structure. Comme le sol en béton coulé, l'usage de revêtements neufs offre également une certaine liberté à l'esthétique face aux contraintes du réemploi, comme les variations d'approvisionnement.

En dehors de la *villa Welpeloo*, de nombreux exemples d'aménagements intérieurs sont recueillis dans la littérature spécifique. Parmi eux, certains ont su saisir avec pertinence les opportunités de détournement que cette pratique offre. A New York, le projet de transformation d'un ancien local commercial sombre en logement et galerie d'art temporaire réutilise certaines cloisons en plaques de plâtre pour les nouvelles séparations. Une fois abattues, les plaques ont été découpées en bande d'une largeur donnée puis empilées, révélant leurs tranches généralement invisibles. Elles sont disposées dans des cadres en bois de dimensions variées, des petites boîtes en alternance avec des rayons vides ou des parois complètes. La mise en évidence singulière de ce matériau standard présente un motif aléatoire en teintes de gris. Un mince retrait par rapport au cadre souligne les encadrements en bois et tient le visiteur à distance de cette texture rugueuse.

Les architectes de *Matt Gagnon Studio*, auteurs du projet, rappellent les avantages du réemploi *in situ* et l'importance des motivations du client pour initier le projet:

«Le client a spécifié que tous les nouveaux matériaux devaient être durables sur le plan environnemental. Nous nous sommes rapidement rendu compte que l'option la plus responsable consistait à travailler autant que possible avec les matériaux déjà présents sur le site.»²

Deux autres projets ont su tirer profit des éléments trouvés sur le site et les utiliser de manière détournée dans l'aménagement intérieur. Le premier est la transformation d'un hangar en espace de bureaux lors de la reconversion des anciens abattoirs de Madrid en lieu culturel. Les cloisons intérieures ont été réalisées par l'empilement ordonné de tuiles vouées à la décharge et trouvées en tas à proximité du chantier qui avait alors déjà démarré. La flexibilité du client



Parois en tuiles réemployées, *Abbattoir 8 B* © Carlos Fernandez Piñar



Elements de cuisine en panneaux plastifiés réemployés, *Villa Welpeloo* © Superuse Studios

2. MATT GAGNON STUDIOS, dans: ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p. 290.



Parois en plaques de plâtre réemployées, Biennale de Venise © Luke Hays



Parois en magazines réemployés, *Oktavilla* © Åke E:son Lindman

3. FRANCO, Arturo, dans: ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p. 330.

4. OSCARSON, Elding, dans: ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p. 147.

Page 96: Couloir intérieur en tuiles de réemploi, *Abbattoir 8 B* © Carlos Fernandez Piñar

Page 97: Parois intérieures en plaques de plâtre réemployés, *Oktavilla* © Åke E:son Lindman

et de l'architecte a probablement été un facteur clé dans l'intégration de cette ressource insoupçonnée au démarrage du chantier. Contrairement à certains projets, ici « la décision de réutiliser des matériaux n'a pas été préméditée: nous avons profité d'une opportunité.»³ Cet opportunisme a été aussi permis par la participation des ouvriers et le partage de leur savoir-faire dans l'élaboration de ces cloisons. La proximité et l'échange avec le savoir-faire artisanal mêlés aux contraintes contemporaines caractérise le réemploi et l'intègre dans l'architecture comme «art de bâtir».

De loin, les murs semblent presque tissés. De plus près, l'empilement des tuiles selon certains motifs permet à l'architecte de moduler les transparences, la circulation de l'air et les différents degrés de privacité des seuils et espaces. L'empilement des tuiles disposées de profil génère, de par leur forme en L et l'usage de ciment, une texture nouvelle qui accroche la lumière.

Pour l'aménagement intérieur d'une agence de presse dans une ancienne usine textile de Stockholm, les architectes de l'agence *Oktavilla* réemployaient des anciens magazines. Ils en avaient trouvé des piles dans les anciens locaux de l'agence et décidé d'en réemployer une partie pour la cloison intérieure principale du projet. Groupés en petits tas avec des colliers de serrage en plastique, les magazines sont empilés sur toute la hauteur, rappelant le détournement des dalles de moquette de la *Lucy Carpet House*. Ici, l'alternance entre les dos et les tranches des revues permet de créer des motifs sans surcharger en couleur la paroi de cet espace clair. Le réemploi de revues pour une agence de presse apparaît comme un outil de communication symbolique et pertinent.

«Les piles de magazines de récupération offrent un bon moyen de lancer la discussion pour le client, puisqu'il s'agit d'une agence de web design et conception de magazines.»⁴

Parallèlement à ces détournements, Bill Addis liste quelques considérations générales concernant le réemploi d'aménagements intérieurs dont certaines n'ont pas été abordées dans ce chapitre. A propos des faux-plafonds, l'auteur souligne l'énorme quantité démontée et envoyée en décharge chaque année à la suite de rénovations. Il indique que les plaques ainsi que les cadres de faux-plafonds sont généralement facilement démontables et réutilisables. Les faux-planchers sont également concernés, leurs dimensions standardisées facilitant encore la circulation des éléments.





Mobilier

Dans la *villa Welpeloo*, le mobilier forme le prolongement de la réflexion développée pour le projet. Les meubles de la salle à manger ont été fabriqués à partir des mêmes panneaux de bois imperméables trouvés sur le site alors que les photos d'intérieur laissent deviner un système modulable d'étagères dans plusieurs espaces, sur lequel des plateaux horizontaux peuvent s'accrocher et glisser.

Dans ce projet, la qualité de l'éclairage des œuvres d'art est essentielle. Fruits du travail du studio *En-Fer*, les lampes sont fabriquées à partir d'armatures de parapluies cassés. Ce détournement original garantit l'articulation de ces lampes et leur redistribution au gré des rotations des œuvres d'art. L'origine des autres éléments de mobilier n'est pas précisée.

Le détournement de petits éléments de récupération pour le mobilier est une pratique relativement courante chez les auto-constructeurs que les architectes et designers explorent également. Dans son mobilier, l'artiste Tsuyoshi Hayashi prolonge la durée de vie de tuiles d'une fabrique artisanale japonaise éloignées du bâtiment pour des défauts dans leur émail. Il les utilise comme assises sur des chaises et des bancs en bois et comme rayons dans des étagères, revalorisant leur couleurs et formes uniques. Le projet participe à la valorisation d'une fraction des 5% rejetés de la production, soit environ 65'000 pièces par an, qui terminent en décharge ou broyées pour la construction des routes. Le concept derrière ce mobilier est la revalorisation de l'énergie investie dans la forme donnée à la matière: «en éliminant seulement la partie abîmée des «déchets inutiles» et en les assemblant de façon à former une structure en bois, on peut faire de la «matière utile» à nouveau».¹

De manière générale et sans surprise, l'usage de mobilier d'occasion poursuit également la perspective de circulation de la matière. La prospection dans les magasins de meubles de deuxième main, la vente de particulier à particulier peut régulièrement offrir une alternative aux filières classiques de fournitures d'intérieur.

1. STUDIO TSUYOSHI HAYASHI, 2016. «*Kawara Bench*» [en ligne]. Consultée le 13 mai 2018.

L'usage de meubles modulaires demeure également une stratégie intéressante. Dans la lignée des recherches de Konrad Wachsmann sur le nœud universel, des systèmes tel que celui des meubles *USM* s'adaptent aux évolutions de l'espace. Conçu par l'entreprise bernoise *USM U. Schärer Söhne AG*, le système de mobilier découle d'une pensée architecturale: Fritz Haller, l'architecte en charge de la nouvelle halle de production, dessine une nouvelle aile à la fabrique existante qui regroupe les services administratifs et les unités de production pour laquelle il imagine «une halle à ossature d'acier capable de s'agrandir en fonction des futurs besoins de l'entreprise. Une usine modulable en quelque sorte.»² En 1963, Paul Schärer demande à Fritz Haller de reproduire avec un meuble ce qu'il a réussi avec son usine et ensemble ils développent le système *USM Haller*.

«Le principe est très simple et repose sur seulement trois éléments: la fameuse boule en laiton chromé qui relie entre eux les tubes d'assemblage, l'ensemble encadrant des plaques d'habillage (en tôle, métal perforé ou verre) disponibles dans une palette de quatorze coloris.»³

Leurs combinaisons étant presque infinies, ces meubles aux dimensions et matériaux standardisés sont rarement éliminés, généralement revendus et recombines. La longévité de l'entreprise de production et la disponibilité internationale du système contribuent à sa pérennité.



2. GRANDJEAN, Emmanuel, BILAN, 31 octobre 2014. «Comment le mobilier USM a été inventé» [en ligne]. Consultée le 13 mai 2018.

3. Ibid.

Ci-contre: Système modulaire et mobilier en panneaux plasitifs réemployés, *Villa Welpeloo* © Hallard van der Hoek

Page 101: Combinaison de meubles USM © Dr

Pages 102-103: Intérieur avec lampe du studio En-Fer en éléments de parapluies réemployés et rideaux réemployant les membranes d'une serre, *Villa Welpeloo* © Hallard van der Hoek







Éléments techniques

Le réemploi des éléments techniques rencontre des difficultés liées aux garanties, aux modifications des normes, à l'entretien, aux difficultés de réparation, à l'interchangeabilité, à l'accessibilité dans le bâtiment, à l'obsolescence et à l'évolution technologiques et des attentes du client. Il inclut les systèmes de chauffage, ventilation, sanitaire, électricité et les composants d'ascenseurs et d'électronique.

Dans la *villa Welpeloo*, un réemploi d'éléments techniques n'est pas mentionné, hormis pour la plateforme élévatrice. Celle-ci avait été mise en place pour la construction et a pu être conservée à la fin du chantier. Peu d'informations sont disponibles à ce sujet mais nous pouvons supposer que la simplicité d'une plateforme élévatrice par rapport à un ascenseur a facilité son réemploi. Elle permet de déplacer les œuvres d'arts dans cette maison de collectionneurs. La question de la planification de cette conservation se pose également: était-il prévu que la plateforme soit conservée? Avait-elle été positionnée dans cette perspective ou a-t-elle du être déplacée pour harmoniser l'organisation spatiale du projet?

Les composants électriques et mécaniques peuvent représenter jusqu'à 30% des coûts d'un bâtiment et donc une large proportion de déchets du secteur de la construction. De manière générale, la réutilisation d'une installation complète semble improbable alors que l'insertion de composants d'occasion est une stratégie plus fréquente. Toutefois, malgré l'instauration de divers outils législatifs encourageant la réutilisation, la réparation et le recyclage, comme la *Waste Electrical and Electronic Equipment* en Europe, les obstacles rencontrés sont multiples. Parmi eux, l'association encore répandue entre équipements de seconde main et déchets mais aussi la différence entre la durée de vie du composant et l'évolution de la technologie, souvent plus rapide, sont des barrières. La longueur de la chaîne entre le fabricant et le revendeur final complique également le processus de réparation. Et finalement, la nécessité d'atteindre de nombreuses certifications et législations complexifie la revente de matériel d'occasion, et cela encore plus d'un pays ou zone législative à l'autre.¹

1. ADDIS, Bill, 2006. pp. 160-183.

Pour prolonger la durée de vie des composants techniques, des mesures comme l'inscription des informations sur le produit, par un code-barres, étiquetage ou gravure pourrait aider. L'intégration des informations, également possible par puce, est l'une des solutions qui pourrait être étendue à d'autres couches du bâtiment, comme la structure.

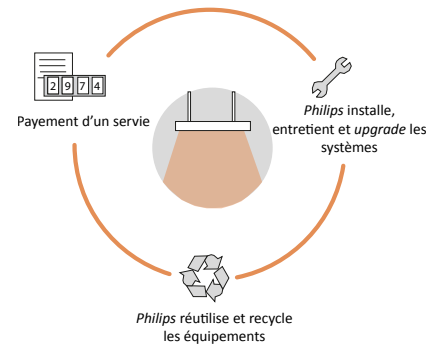
En terme de design, il est important que les éléments techniques soient accessibles sans endommager les autres éléments, notamment les plus persistants comme la structure porteuse. Dans sa conférence intitulée «*Circular Building Design*», la chercheuse Anne Paduart revient sur cet élément et l'importance d'une recherche d'organisations spatiales permettant l'adaptation et la réparation des éléments techniques. L'étude de cas *Circular Retrofit Lab* propose de disposer les éléments techniques dans des gaines accessibles et correspondant au montant de la structure porteuse, des modules réemployés en béton, qui poursuivent la même logique.²

Finalement, nommée *Product Service System*, un système basé sur l'achat d'un service et non d'un produit est une autre piste de développement possible. Bien que mieux adapté aux grandes entreprises, un client pourrait, à la place d'acheter un système technique, payer une entreprise pour la réalisation de besoins donnés. Inspiré de cette économie de la fonctionnalité théorisée par Walter Stahel, Philips a développé le système *Pay per Lux*, notamment installé à l'aéroport de Schiphol au Pays-Bas.

«La logique est la suivante: Philips s'engage à atteindre un résultat donné en matière d'éclairage et reste propriétaire de toutes les installations techniques, tandis que l'aéroport paie uniquement pour l'utilisation du système. Si l'objectif n'est plus rencontré [...], c'est au fournisseur d'intervenir.»³

Ce type d'engagement pénalise l'obsolescence, puisque l'entreprise à tout intérêt à minimiser les interventions et à prolonger le temps d'utilisation des installations, et limite les problèmes de reprise et de certification en cas de démontage.

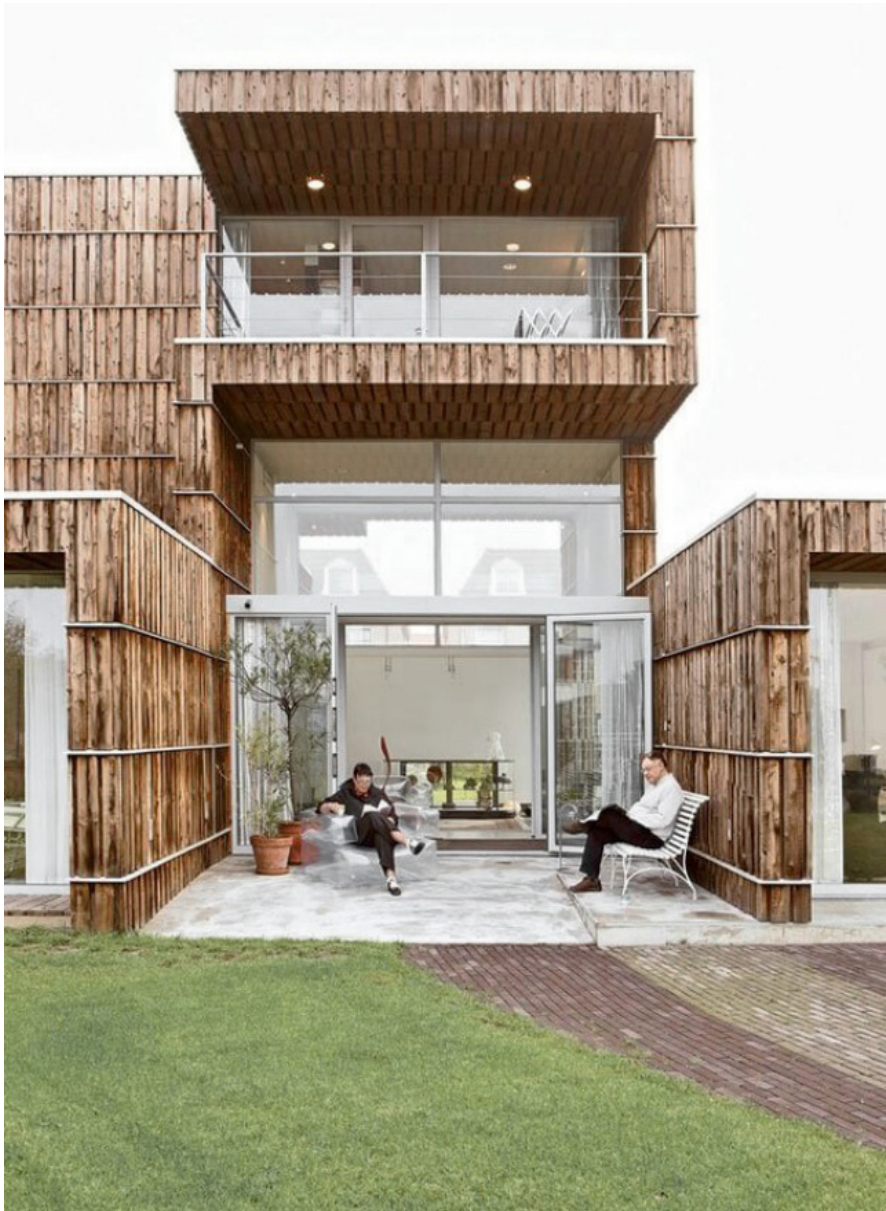
2. PADUART, Anne, 16 novembre 2017.



Vendre l'éclairage comme un service à la place d'une ampoule, *Business Model Innovation* (redessiné depuis Philips)

3. ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017. «*Philips & Turntoo, Selling light as a service*» [en ligne]. Consultée le 13 mai 2018.





Aménagements extérieurs



Mise en œuvre de l'*Opus Incertum* © Bellastock

1. BELLASTOCK, 2016. «*Opus Incertum*» [en ligne]. Consultée le 13 mai 2018.

2. ADDIS, Bill, 2006. pp. 161-163.



Manutention des pavés de réemploi © genie.ch

Page 108: *Villa Welpeloo* ©SuperUse Studios

Les aménagements extérieurs incluent le mobilier urbain, les revêtements des sols extérieurs et la construction des routes. Etant exposés aux intempéries et accessibles au public, leur sécurité, durabilité et résistance au vandalisme doivent être garantis.

L'une des plus grandes opportunités de réemploi en matériaux extérieurs est l'utilisation de la maçonnerie pour la construction des routes. L'association *Bellastock* a développé un exemple de revêtement dans son laboratoire *Actlab*. Ce laboratoire est un espace d'expérimentation situé sur le site d'un futur éco-quartier sur l'Île-Saint-Denis qui accompagne la déconstruction des entrepôts du Printemps où l'association multiplie les recherches sur le réemploi de matériaux issus des chantiers d'un groupement de communes du Nord de Paris. Leur chemin, nommé *Opus Incertum*, est entièrement composé de matériaux *in situ*: des fragments des poutres en béton de l'entrepôt, de la perlite issue de sa toiture et du sable du sol de la friche.¹ La réutilisation sur place de cette matière dans le nouveau projet est intéressante puisqu'elle permet de limiter les coûts financiers et environnementaux liés au transport. Il est important de vérifier la qualité des matériaux de sorte à ne pas polluer les sols et l'eau. Des crédits LEEDS sont attribuables à ce type de réutilisation.²

Certains types de scellement du sol peuvent également être facilement réutilisés pour un même usage. Les pavés, dallettes et dalles peuvent, selon la mise en œuvre, souvent être réutilisés sur site ou dans un projet. Autour de la *villa Welpeloo*, la majorité des sols extérieurs n'est pas scellée mais le chemin d'accès est réalisé avec deux types de pavés, sans pour autant qu'un réemploi ne soit mentionné.

Le réemploi des terres excavées est également un enjeu majeur de la ville contemporaine et de l'aménagement du territoire au XXI^e siècle. Pour le projet du *Grand Paris Express* par exemple ce seront environ 45 millions de tonnes de déblais pour lesquelles une stratégie doit être imaginée. Parmi les options de valorisation, le réemploi sur site ou à proximité pour de l'aménagement du

paysage permet de grandes économies de transports et de stockage et un avantage écologique. De nombreuses villes comme Lausanne ou Genève doivent également trouver des solutions alternatives pour leurs terres polluées, avec des méthodes de remédiation par exemple. Le Canton de Vaud a également mis en place une bourses pour les différents horizons de terres d’excavation entre chantiers, nommée la BOUME (Bourse aux Matériaux minéraux de chantier).³

Dans la *villa Welpeloo*, hormis les bancs de seconde main, peu de mobilier extérieur est visible. Cependant, un autre projet de mobilier urbain a été réalisé par les mêmes architectes et est appelé *Blade Made*. Il s’agit d’une série de mobilier urbain réalisé à partir de pales d’éoliennes à travers les Pays-Bas en réponse à l’industrie de l’énergie éolienne qui produit des pales en matériaux composites dont chaque génération rend obsolète la précédente. Alors que la durée de vie moyenne d’une pale est estimée entre dix et quinze ans, la production de déchets composites produits par le secteur éolien pourrait s’élever à 225’000 tonnes en 2034. Le recyclage des ces matériaux en fibre de carbone est aujourd’hui est encore impossible et la plupart des pays européens en empêche la mise en décharge, préférant à défaut l’incinération.⁴ Le réemploi de ces déchets en super-mobilier public est doublement intéressant car il tire parti de la forme et des propriétés mécaniques et structurelles de ces grands éléments de presque 10 mètres de long. Le projet de banc pour la ville de Rotterdam est une proposition durable dont la couleur renforce l’esthétique particulière des pales.



3. ETAT DE VAUD, 2018. «Bourse aux matériaux minéraux de chantier» [en ligne]. Consultée le 12 juin 2018.

4. SUPERUSE STUDIOS, 2014. *Blade Made*. Brochure.

Ci-contre: *REwind*, Rotterdam © Denis Guzzo

Synthèse

L’analyse par couche d’un bâtiment a permis de comprendre de quelle manière les éléments de seconde main pouvaient être revalorisés au profit d’une architecture de qualité. Pour chaque partie, une part des limites, des défis et des possibilités ont été analysés. Le tableau sur les pages 114-115 résume les leçons retenues pour le Projet de Master. Il ne s’agit pas d’une liste exhaustive mais d’un *memento*, une esquisse de feuille de route, pour épauler la prise de décision durant la conception du projet.

En parallèle, les études de cas ont couvert différentes stratégies d’approvisionnement et d’utilisation. Elles ont permis l’identification des neuf caractéristiques principales. Il ne s’agit pas de critères mais de propriétés, qui démontrent le nombre élevé de combinaison possibles. Etant données les vastes possibilités de réemploi, les expériences sont souvent uniques et n’ont pas de référence directe antérieure. La qualification d’expériences de qualité permet à l’architecte de référer son idée à des expériences qui ont des points communs. Par exemple, si un architecte désire développer un revêtement de façade avec des gisements multiples, issu d’un autre domaine et détourné, il pourra se renseigner sur le projet du *Galileo Pavilion* qui présente les mêmes propriétés.

En plus de la couche cible, voici les 8 propriétés principales:

- Dispersion: gisement unique / gisements multiples
- Localisation: sur place / hors site
- Type de mine: chantier / hors chantier
- Nature: issu de la construction ou de l’aménagement / d’un autre domaine
- Nouvel usage: identique / détourné
- Transformation¹: sans / faible / moyenne
- Connaissance d’un réemploi comparable: oui / non
- Estimation du degré de difficulté: faible / moyen / élevé

Bien qu’initiée et supportée par des conditions particulièrement favorables, la *Villa Welpeloo* a constitué une étude de cas transversale relativement représentative des contraintes et opportunités actuelles du réemploi. Portée par des architectes engagés et des clients motivés, l’exemple de la villa a également montré les limites actuelles de la pratique, notamment à propos des fondations, des éléments techniques et de certains détails de finition. Les contraintes imposées par les dimensions des chutes de vitrages réemployés ont illustré les restrictions en terme de conception lorsque le réemploi est une contrainte que le client et l’architecte tiennent à maintenir. Le choix ponctuel de matériaux neufs a aussi montré une autre facette du rapport entre matériaux disponibles et concept architectural, dans une recherche de juste mesure.

Disponibles sur le site et hors site, parfois dans un gisement unique, parfois repéré dans des localisations multiples, les matériaux réemployés ne proviennent que partiellement du domaine de la construction. Hormis pour le bardage, la connaissance d’un réemploi comparable concerne généralement les éléments avec une degré de difficulté faible. Quand le réemploi n’est pas d’usage, pour des raisons techniques ou esthétiques, la stratégie de prescription des matériaux porte, en tout logique, en priorités sur les matériaux recyclés, si possible localement. Hormis les fondations, l’ensemble du projet est dessiné dans la perspective de pouvoir être démonté.

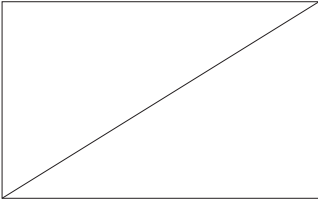
Ci-contre: Synthèse des éléments réemployés dans la *Villa Welpeloo* selon les 9 propriétés principales

Projet	Couche cible	Gisement		Localisation		Type de mine		Nature		Usage		Transformation			Exp.com- parable connue		Degré de difficulté		
		Unique	Multiple	Sur-site	Hors-site	Chantier	Hors chantier	Construction	Hors construction	Identique	Détourné	Sans	Faible	Moyenne	Oui	Non	Faible	Moyen	Elevé
Villa Welpeloo	Structure porteuse (métal)	x			x		x		x	x				x		x			?
	Structure secondaire (bois)		x		x	x	x	x		x				?	x				?
	Revêtement extérieur (bardage)		x		x		x	x			x			x	x			?	
	Isolant extérieur	x			x	?	?	x		x			x			?	?		
	Vitrages extérieurs	x			x		x	x		x			x			?			?
	Aménagements int. (meubles de cuisine)	x		x			x	x			x		x			x	?		
	Aménagements int. (rideaux)	x			x	x		x		x			x						
	Mobilier (lampes)		x		x		x		x		x			x		x		?	
	Mobilier (autres éléments conçus)	x		x			x	x			x		x			x	?		
	Mobilier (éléments chinés)		x		x		x	x		x		x			x		x		
	Aménagement extérieur (pavage)		?		x		x	x		x		x			x		x		

Memento à l'usage du projet

Fondations

Le réemploi sur-site est très contraignant et presque inexistant. Hormis une entreprise anglaise qui détourne des tuyaux industriels en pieux battus pour des projets à grande échelle, le réemploi hors-site est très limité, surtout aux pieux vissés. Valoriser les trames régulières et les pieux battus lorsque les contraintes le permettent favorisera le réemploi du projet.



Structure porteuse

Il existe des difficultés sur la connaissance et dans l'évaluation des capacités des éléments. L'approvisionnement est difficile et demande un large travail de prospection pour des projets à grande échelle. Des difficultés majeures sont rencontrées dans la déconstruction des éléments coulés (surtout en béton). Les structures assemblées, boulonnées (en acier notamment) sont plus facilement réemployables et favoriseront le réemploi du projet.



Revêtement extérieur

Le réemploi offre une grande variété en façade. Robe du bâtiment, il s'agit d'un support narratif ou symbolique intéressant. Les composants sont régulièrement utilisés de manière détournée. Des rejets de l'industrie peuvent être utilisés mais doivent garantir leur durabilité. Le partage des expériences permet de valoriser les tests déjà réalisés au feu et aux autres contraintes extérieures.



Isolation

Le réemploi est restreint et généralement limité aux surplus, fin de série et chutes, qui garantissent les normes et la qualité des produits. Les solutions alternatives de détournements demandent de nombreux tests et sont rares. L'usage de produits recyclés ou bio-sourcés peut être envisagé comme une alternative intéressante.



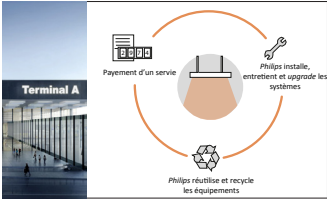
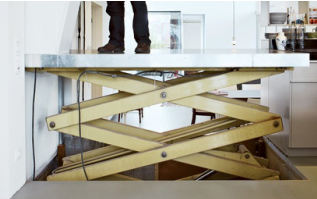
Aménagement intérieur

Le réemploi est répandu et l'occasion d'exploiter le stock issu du renouvellement fréquent dans cette couche. Le cloisonnement intérieur est une opportunité pour un détournement participant au récit, un outil de communication qui peut profiter de gisements parfois insoupçonnés. Pour un résultat esthétique incompatible avec le réemploi, valoriser les produits recyclés (p. e. C2C) est une alternative intéressante.



Éléments techniques

A cause des contraintes normatives, ce type de réemploi est rare. Quelques revendeurs proposent des équipements électroménagers ou des radiateurs de seconde main. A grande échelle, un partenariat avec une entreprise qui propose des contrats de service est intéressant (*Product Service System*).



Mobilier

Le marché du mobilier du réemploi est composé, d'un côté, du travail de designers qui exploitent les qualités intrinsèques des chutes, surplus et rejets, et, de l'autre, des magasins de seconde main qui sont des bonnes sources d'approvisionnement. Valoriser les éléments modulables est intéressant pour le réemploi du projet.



Aménagement extérieur

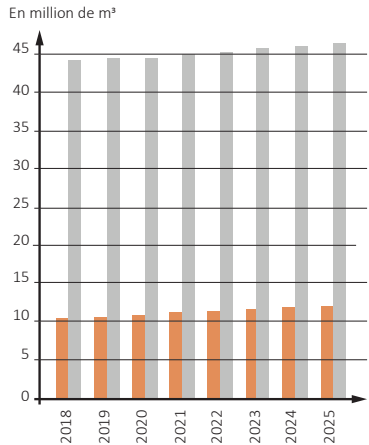
Différents types de scellement du sol sont réemployés à grande échelle (pavés, dalles, ...). Le mobilier urbain doit résister aux intempéries, à l'usure et au vandalisme. Il peut être utilisé pour donner une identité particulière et symbolique à l'espace public grâce au détournement. Les terres excavées doivent prioritairement être valorisées dans l'aménagement paysager ou d'autres projets à proximité.





V. La place du réemploi en Suisse

Ce chapitre introduit la question du réemploi en Suisse et ses particularités. La première partie tente d’identifier quelle place le réemploi occupe dans la gestion des ressources aujourd’hui. La seconde dresse un portrait non-exhaustif d’acteurs et projets de ce secteur.



Ci-contre: hypothèse d’évolution des nouveaux volumes bâtis et des déchets de construction (source: Wüest & Partner, 2015)

■ volume de déchets liés à la construction (y compris transformation et rénovation) par année
■ nouveau volume bâti par année

Page 116: *House with a Tree*, bardage en bois d’occasion, *Sauter von Moos*, Bâle © Eiko Grimberg

Construction, déchets et réemploi

Aujourd’hui, la construction suisse consomme entre 70 et 80 millions de tonnes de matériaux annuellement. Il s’agit à près de 90% de matériaux neufs et d’environ 10 % de matériaux recyclés. Sans compter les rénovations, seule une minuscule fraction des matériaux provient du réemploi.¹ Les informations qui suivent reviennent sur ces chiffres et sur l’évolution du réemploi en Suisse.

Avec un scénario de croissance démographique de plus de 20% en 30 ans², le nombre de démolitions et de constructions ne cessera de croître pendant les prochaines années. L’hypothèse de dépassement des dix millions d’habitants en 2045 et le vieillissement du parc immobilier auront pour conséquence logique l’augmentation de la consommation de matières premières et de la production de déchets de chantier. En 2025, la production de déchets par le secteur de la construction devrait approcher neuf millions de tonnes par an, dont environ cinq liées aux démolitions, trois aux rénovations et une demie aux nouvelles constructions.³ Les cantons qui rencontrent déjà des difficultés de stockage des déchets, la planifient l’exploitation de sites supplémentaires de décharges tout en développant des outils législatifs pour continuer à augmenter la part de recyclage.⁴ Les outils les plus récents mentionnent la réutilisation.⁵

En 2016, les déchets de chantier pesaient pour près de deux tiers des déchets générés au niveau national, soit 7,6 millions de tonnes. Parmi ces rejets, 80% ont été recyclés, 20% incinérés ou mis en décharge et une quantité négligeable réemployée.⁶ L’Ordonnance sur la limitation et l’élimination des déchets (2005) impose à chaque canton d’établir un plan de gestion des déchets, ce qui débouche souvent sur des réglementations strictes sur les déchets de chantier pour un tri précis et une revalorisation.⁷ *Le Bird*, bureau d’ingénieurs en ressources et construction durable, optimise la valorisation des composants lors de démolitions. Dans ses interventions, il chiffre le taux d’éléments redirigés vers le domaine du réemploi entre 0 et 2% en règle générale. Ce taux peut éventuellement monter jusqu’à 5% selon les projets.⁸

Etats des lieux chiffrés et prévisions

1. CONFEDERATION SUISSE, BIRKENMEIER, Anna, 3 mars 2017. «La Suisse avance dans le recyclage des déchets de chantier» [en ligne]. Consultée le 20 mai 2018.

2. OFS, 2015. *Les scénarios de l’évolution de la population de la Suisse 2015–2045*. Neuchâtel: Confédération helvétique, DFI, OFS.

3. GUERRA, Fabio, KAST, Bernard, 2015. *Bauabfälle in der Schweiz - Hochbau Studie 2015*. Etude pour l’Office fédérale de l’environnement. Zürich: Wuest & Partner.

4. CANTON DE VAUD, DGE, DTE, IMPACT CONCEPT SA, 2016. *Plan sectoriel des décharges contrôlées*. Rapport.

5. REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE, DETA, DGE, GESDEC, 2017.

6. OFS, WALT, Corinne, JOAO, Almeida, 2016. *Elimination des déchets, Illustration en Suisse*. Berne: Office fédéral de l’environnement. État de l’environnement n° 1615. p.13.

7. REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE, DETA, DGE, GESDEC, 2017. *Guide, déchets de chantier*. Genève: Atar Roto Presse SA.

8. PIGUET, Sébastien, 30 avril 2018. Entretien à *Le Bird*.

Bien que le réemploi soit une stratégie peu répandue aujourd’hui, certains projets ont marqué l’histoire de cette pratique en Suisse. Le pavillon *Éduquer et créer* de Max Bill construit à l’occasion de l’exposition nationale de 1964 incarne probablement l’un des moments les plus marquants. Conçus pour être démontés, tous ses modules ont été réemployés au terme de l’exposition et certains sont encore visibles dans le paysage romand. A la fin de l’événement, près d’un quart des volumes ont été rachetés par la ville de Lausanne, dont le théâtre. Ils sont restés sur le site et sont maintenant connus comme le *Théâtre de Vidy*. Les trois autres quarts, près de 14’000 m², ont été dispersés en Suisse en une quinzaine de lots de tailles variables. Ils ont été revendus au plus offrant parmi des paysans, entrepreneurs et particuliers. Par exemple, la société *Arkina* à Yverdon a acquis les modules de la *Maison de l’Homme*.⁹ La revente ultérieure de ces mêmes modules à l’entreprise *Geilinger* à Yvonand illustre cette promesse de flexibilité et réutilisation de cette œuvre clé d’une période marquée par la pré-fabrication et l’économie de matière.

Comme l’a souligné le chapitre II, la combinaison de différents facteurs a fait de la fin du XX^e siècle un tournant dans l’histoire du réemploi. La comparaison de ce premier pavillon avec celui de *Diller+Scofidio* construit presque 50 ans plus tard illustre ce changement de paradigme. Cette structure métallique construite à l’occasion de l’exposition nationale de 2002 fut dynamitée moins de deux ans après sa fermeture.¹¹ Respectant une large majorité démocratique, la structure n’a pas été transformée en *Maison d’ailleurs* comme l’avait proposé le musée de science-fiction ni démonté pour une réutilisation. «Sans anticipation collective, aucune volonté particulière n’a pu s’opposer à cet état de fait qu’un matériau neuf, a produit presque instantanément un déchet.»¹⁰ A la fin de cet événement qui se décrivait comme éphémère, l’acier a été recyclé, suivant cette option de gestion des déchets majoritairement utilisée aujourd’hui.

Toutefois, l’Expo02 n’a pas complètement été recyclée ou incinérée. Nombreux éléments des *arteplages* ont été déplacés et réinvestis dans d’autres localisations à travers la Suisse romande et à l’étranger. Parmi eux, le *Palais de l’Équilibre* de Neuchâtel a été déplacé et transformé en *Globe de la science et de l’innovation* sur le site du CERN à Meyrin.¹¹ L’ancien *Théâtre des Roseaux* a été racheté par la ville de Lausanne et est devenu la salle de concerts des *Docks*. Le pavillon *Biopolis* a lui été reconstruit à quelques kilomètres dans les hauteurs de Boudry et accueille des entreprises.¹² Bien que peu significatif, le réemploi n’a pas disparu. Malgré un taux très faible, sous quelles formes retrouve-t-on aujourd’hui des pratiques de réemploi en Suisse?

Évolution dans la gestion des matériaux



Montage du pavillon *Éduquer et créer*, 1964 © Jean-Marie Yokoyama

9. SCHILT Jean-Jacques, PASCHE, François, 19 février 1998. *Théâtre de Vidy - Rénovation de l’enveloppe, de la production d’énergie et des installations techniques*. Préavis n°8. Lausanne: Dir. des finances, dir. des travaux, administration générale de la Ville de Lausanne.

10. A propos d’un projet scénographique de l’Agence ENCORE HEUREUX. ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p.12.

11. LE TEMPS, 21 août 2003. «Définitivement propriété du CERN, le Palais de l’équilibre est rebaptisé «Globe de l’innovation»» [en ligne]. Consultée le 25 mai 2018.

12. ARCINFO, 17 mars 2012. «Les restes d’Expo.02, dix ans après» [en ligne]. Consultée le 25 mai 2018.

1964, 2002, 2025



Architecture of nothing, Blur, 2002 © Michel Jeandupeux

13. GRAF, Franz, 2014. *Histoire matérielle du bâti et projet de sauvegarde – devenir de l’architecture moderne et contemporaine*. Lausanne: PPUR. pp. 273-289.

14. DILLER +SCOFIDIO, 2002. *Blur: the making of nothing*. New York: Abrams.

Reflets d’une sélection de préoccupations, les expositions nationales suisses matérialisent périodiquement une vision de la Suisse. Inaugurés à près de 50 ans d’écart, le pavillon *Éduquer et créer* de Max Bill et l’*arteplage Blur* de *Diller+Scofidio* ont marqué les expositions de 1964 et 2002. Les cycles de vie de ces grandes structures métalliques éphémères parlent du rapport que la société et l’architecte entretiennent avec la matière.

Construit sur le site de la plaine de Vidy, le premier pavillon était composé de plusieurs modules structurels tridimensionnels savamment distribués et empilés pour articuler puits de lumière et espaces d’expositions. Ce module, issu de réflexions sur la réduction de matière, est un volume aux arêtes linéaires en acier galvanisés - tubes et poutres-chéneaux - dont l’assemblage, le *Knotenpunkt*, présente une grande simplicité. Cube en acier permettant aussi la récupération des eaux de pluie, la «tête d’appui» montre par le détail la réflexion sur la démontabilité du bâtiment.¹³ La mise en œuvre par boulonnage des matériaux de remplissage sans revêtement ni traitement de finition et le choix de la toiture en tôle complètent la démonstration d’une pensée pour une architecture dont l’usage et la disposition peuvent évoluer.

Attraction lacustre majeure, le «nuage» *Blur* d’Yverdon-les-Bains était une structure métallique en tenségrité de cent mètres par soixante sur lequel un système de 35’000 brumisateurs géants générant un brouillard intense. Le visiteur était alors immergé dans une atmosphère humide et sonore vibrante. De ce nuage, les architectes évoquaient l’idée d’un «rien»: une *architecture of nothing* où références visuelles et acoustiques voulaient être effacées.¹⁴ À la fin de cette exposition qui se définissait comme éphémère, il ne restera rien de réemployable de ce pavillon dynamité. Alors que la prochaine exposition nationale est en cours discussion, celle-ci voudra-t-elle être définie comme celle d’une *architecture of reuse*?

Composition non-exhaustive du réemploi helvétique

Bien qu’aucun réemploi de l’ampleur de celui réalisé avec le pavillon de Max Bill n’ait été recensé depuis 1964, une certaine production liée au réemploi est présente en Suisse. Sans être exhaustifs, six types de projets se distinguent:

- 1. Les projets qui font appel à un architecte pour un réemploi hors-site d’éléments qui n’avait pas été produits dans ce but
- 2. Les projets de réemploi sur-site sans détournement, par exemple lors de la conservation d’une structure porteuse
- 3. La production architecturale liée à la construction modulaire, par exemple à l’aide de containers
- 4. Les projets privés réalisés par des auto-constructeurs s’approvisionnant souvent dans les bourses de matériaux
- 5. La restauration de bâtiments avec des matériaux devenus rares
- 6. Les projets éducatifs et les recherches, réalisés par des étudiants ou des groupes universitaires.



Ci-contre: Bâtiment d’entrée, Musée Suisse des Transports © Heinrich Helfenstein

Projets d’architectes hors-site

1. ANNETTE GIGON / MIKE GUYER, mai 2011. «Project, Swiss Museum of Transport, Lucerne, Entrance Building and Road Transport Hall», [en ligne]. Consultée le 20 mai 2018.

2. «Like a trophy display, the omnium-gatherum of recycled and dusted-off used metal together with pieces from the museum’s collection pays homage to the wheel as a basic element of mechanical movement.» Ibid.



Halle des Transports routiers, Musée Suisse des Transports © Heinrich Helfenstein

Projets de réemploi sur-site

3. ARCHDAILY, 19 juillet 2017. «House with a Tree/ Sauter von Moos», [en ligne]. Consultée le 20 mai 2018.

4. ETAT DE VAUD, UNIVERSITÉ DE LAUSANNE, et al., juillet 2016. *Université de Lausanne, le Nouvel Amphipôle*. Plaquette. Lausanne: Etat de Vaud.

Pour commencer, quelques projets hors-site d’éléments non conçus expressément pour être réemployés ont été menés par des architectes ces dernières années. Dans cette petite production récente, les matériaux d’occasion sont utilisés pour des parties visibles, souvent comme revêtements extérieurs. Le réemploi est souvent choisi pour son apport au récit et à l’image des projets. De manière générale, on ne sait que peu sur leur localisation originale. Les exemples les plus documentés sont situés en Suisse alémanique:

- À Lucerne, *Gigon & Guyer* donnent une deuxième vie à des panneaux de signalisation routière pour la Halle du Transport Routier au Musée des Transports. Très symboliques, les panneaux sont réemployés en revêtement extérieur. Ils sont retournés et montés avec la face arrière métallique visible pour la façade visible depuis les habitations voisines.¹

- À Lucerne également, *Gigon & Guyer* ont réalisé le bâtiment d’entrée du musée des Transports. La façade vitrée, conçue comme une vitrine, est décorée d’anciennes pièces mécaniques, appartenant pour certaines à la collection du musée et rendant hommage à la roue. Les architectes parlent d’une valorisation de trophée, non sans rappeler les *spolia*.²

- À Bâle, des planches de sapin ont été réutilisées pour le bardage extérieur de la façade de l’extension de la *House with a Tree* par les architectes *Sauter von Moos* accompagnés de Pierre de Meuron.³

Ensuite, de nombreux projets réemploient sans délocaliser ni détourner une partie de leurs composants. Lors de rénovations ou transformations, fondations, structures porteuses ou revêtements extérieurs, par exemple, peuvent être conservés et revalorisés. Les exemples de réemploi de grandes structures porteuses présentés dans le chapitre IV en font partie. Stratégie couramment retenue, cette sorte de réemploi forme une catégorie un peu à part.

Le projet de rénovation et transformation de l’Amphipôle de l’Université de Lausanne illustre ce type de réinvestissement. Inauguré en 1970, le bâtiment ne répond plus aux normes énergétiques en vigueur. Il a été décidé d’intervenir en rénovant les façades, tout en modernisant une grande partie des aménagements intérieurs et remplaçant les installations techniques. Visant à valoriser le patrimoine bâti, le projet conserve le squelette du bâtiment et une partie de son aménagement intérieur dans le but d’accueillir de nouvelles activités de recherches scientifiques.⁴

La construction modulaire occupe également une place particulière dans l’architecture de réemploi suisse. Dès le départ, ce type de projet est conçu pour être réutilisé, réassemblé, relocalisé. Cette forme de réemploi fait écho à la fois aux constructions militaires démontables, comme les *Quonset Huts*, et aux recherches sur les assemblages, mentionnés parmi les expériences du XX^e siècle (chapitre III). La location de containers pour des pavillons scolaires est d’usage courant par les communes. En Suisse, diverses entreprises proposent des modules combinables, à la vente ou à la location. La firme *ALHO Systembau SA* décline ses modules en acier sous différentes formes et les installe pour divers programmes, du projet de laboratoire au bâtiment administratif.⁵ La plate-forme en ligne *modulart*, présentée comme un laboratoire pour la construction modulaire, recense des projets et travaux de recherche qui réfléchissent sur cette manière de construire.⁶

Les projets d’auto-constructeurs sont quant à eux peu documentés. Ils concernent majoritairement la réutilisation d’éléments de cuisine, de mobilier, d’éclairage, de salle de bains et de chauffage, mais ni l’enveloppe ni la structure du bâtiment. Les données sur la deuxième vie de ces composants sont dispersées mais les informations sur les ventes et les origines de ces éléments sont mieux documentées.

Les bourses de matériaux sont les fournisseurs directs ou indirects principaux ces réemplois. Réparti sur le plateau suisse, ce réseau d’une dizaine d’entreprises à caractère social intervient dans le démontage de bâtiments, la remise en état et la revente d’éléments.⁷ L’entreprise *ProMaison* à Renens, qui appartient à la fondation *ProTravail*, intervient dans la déconstruction de projets d’ampleur variable sur le territoire romand et revend surtout meubles de cuisine et éléments de salle de bain. À l’intérieur des locaux d’*Ascenseurs Schindler SA* ou des bureaux de *Perrin Frères SA* par exemple, les ouvriers en cours de réinsertion récupèrent éléments et matériaux démontables, valorisables, revendables. Après remise en état, les acheteurs principaux sont des auto-constructeurs, des particuliers bricoleurs. Des antiquaires achètent également les meubles d’une valeur particulière pour les revendre dans un deuxième temps. Les métaux précieux sont collectés et revendus à des entreprises spécialisées.⁸

Le réseau de bourses de matériaux suisse est plus dense dans les régions germanophones que dans les régions francophones. Aucune bourse n’a été recensée par le *Bauteilnetz (BTN)* sur le territoire italophone. Pour comparer cette densité, la mise en parallèle avec le nombre de magasins *IKEA* où le particulier

Construction modulaire

5. ALHO Systembau SA, décembre 2011. *Références bâtiments modulaires suisses*. Brochure.

6. MODULART, 2018. «Le laboratoire de la construction modulaire» [en ligne]. Consultée le 25 mai 2018.

Auto-constructeurs et bourses de réemploi

7. BAUTEILCLICK.CH. «BTN Suisse» [en ligne]. Consultée le 20 mai 2018.

8. CHEVALLEY, Charly, le 14 mai 2018. Entretien à *ProTravail*. Renens.



Fondation *ProTravail*

9. Ibid.

Restauration

10. CANAL ALPHA, MONTERRAT, Carlos, Minimag, 1^{er} décembre 2005. «La pierre jaune neuchâteloise, exceptionnelle, et tellement rare...» (7 minutes) [en ligne]. Visionnée le 25 mai 2018.

Recherche universitaire et projets éducatifs

va s’approvisionner peut donner une indications sur le développement de ce type de réemploi et une idée approximative des habitudes de consommation. La Suisse romande compte deux magasins suédois pour une bourse de réemploi de matériaux de construction et une association qui œuvre pour le réemploi des matériaux issus surtout d’espace culturels genevois. La Suisse allemande compte six magasins bleus et jaunes pour dix entreprises membres du réseau, sept d’entre elles sont des bourses de réemploi et les trois autres des plate-formes numériques qui mettent en contact vendeurs et acheteurs.

Les bourses de matériaux membres du réseau *Bauteilnetz* peuvent mettre en vente leur stock sur le site internet de l’association mais sa méconnaissance limite les ventes. Les bourses effectuent des ventes directes, complétées par des ventes via des sites plus populaires, tels *anibis.ch* et *ricardo.ch*. Il est difficile de chiffrer le nombre de réemplois de ce type, mais une entreprise comme *ProMaison* effectue un chiffre d’affaire annuel d’environ 500’000 francs suisses et dispose d’un stock variable d’environ 1’500 articles.⁹ La vente de particulier à particulier, les brocantes et les magasins d’antiquaires complètent les ventes.

Également difficile à chiffrer, le réemploi de matériaux rares pour la restauration est une niche particulière. Dans des travaux de restauration du patrimoine historique, des matériaux rares, utilisés dans le passé, peuvent être nécessaires. Alors se met en place un processus de récupération de ces matériaux précieux lors de démolition, pour éviter d’utiliser des matériaux de substitution.

La pierre jaune de Neuchâtel, également appelée pierre d’Hauterive, est un exemple de cette niche. Revêtement d’une partie des bâtiments historiques du canton de Neuchâtel, cette pierre calcaire ocre, particulièrement exploitée aux XVIII^e et XIX^e siècles, est de plus en plus rare. Avec la fin des exploitations en 1970, les tailleurs de pierre œuvrant dans la restauration de tels éléments doivent compter sur la démolition des autres bâtiments existants. Par exemple, pour la restauration de la façade de l’Hôtel de Ville de Neuchâtel, les pierres d’un ancien portail ont été récupérées.¹⁰

Finalement, des projets étudiants et des recherches universitaires participent à la visibilité du réemploi et au développement de connaissances spécifiques en Suisse. Les projets ne dépassent généralement pas la taille du pavillon et intègrent régulièrement des dimensions sociales. Divers programmes de recherche sont menés par des laboratoires universitaires suisses, notamment par le Laboratoire d’Architecture et Construction à l’ETHZ, *The Structural Xploration Lab (SXL)* dans l’antenne fribourgeoise de l’EPFL et le *Laboratory Of Elementa-*

ry *Architecture And Studies Of Type* (EAST) à l’EPFL également. Par exemple, pour le workshop *Youth for Reuse*, le laboratoire EAST¹¹ a proposé une étude de cas réelle à 25 étudiants lors de la démolition des bâtiments administratifs du Comité Olympique International (CIO) à Lausanne pour faire place au nouveau siège. A l’issue du *workshop*, les étudiants ont proposé une série de solutions de réemploi hors-site. En plus du recyclage de près de 96,7% du bâtiment (notamment lié au recyclage du béton), les stratégies de réemploi ont abouti au réemploi de 0,7% du poids du bâtiment, via entre autres des projets sociaux et un projet étudiant.¹² Des disjoncteurs ont été réutilisés pour former des apprentis électriciens et des installations sanitaires récupérées par *ProMaison*. L’atelier de projet Fröhlich (EAST-EPFL) a conduit à la construction du *Cabanon*. Espace d’exposition temporaire à l’Université de Lausanne, ce pavillon réemploie des dalles de toitures, des profilés métalliques structurels et des verres de façade du CIO.

En conclusion, cet aperçu de l’architecture suisse de réemploi montre que cette pratique est dispersée sous différentes formes, y compris dans des niches très spécifiques. Mais, malgré une augmentation du tri sur les chantiers y compris de grande envergure, aucun projet de réemploi hors-site de grande ampleur n’a été réalisé récemment. Hors-site, des petites pièces de mobilier, d’éléments techniques et d’éléments historiques sont les éléments les plus communs. Suite au rappel des chiffres liés à la consommation de matériaux dans la construction Suisse et aux enjeux énoncés dans les chapitres précédents, la question de cette rareté du réemploi hors-site porte son intérêt. Le prochain chapitre cherche à identifier les raisons – culturelles, pratiques et économiques - de cet usage sporadique.

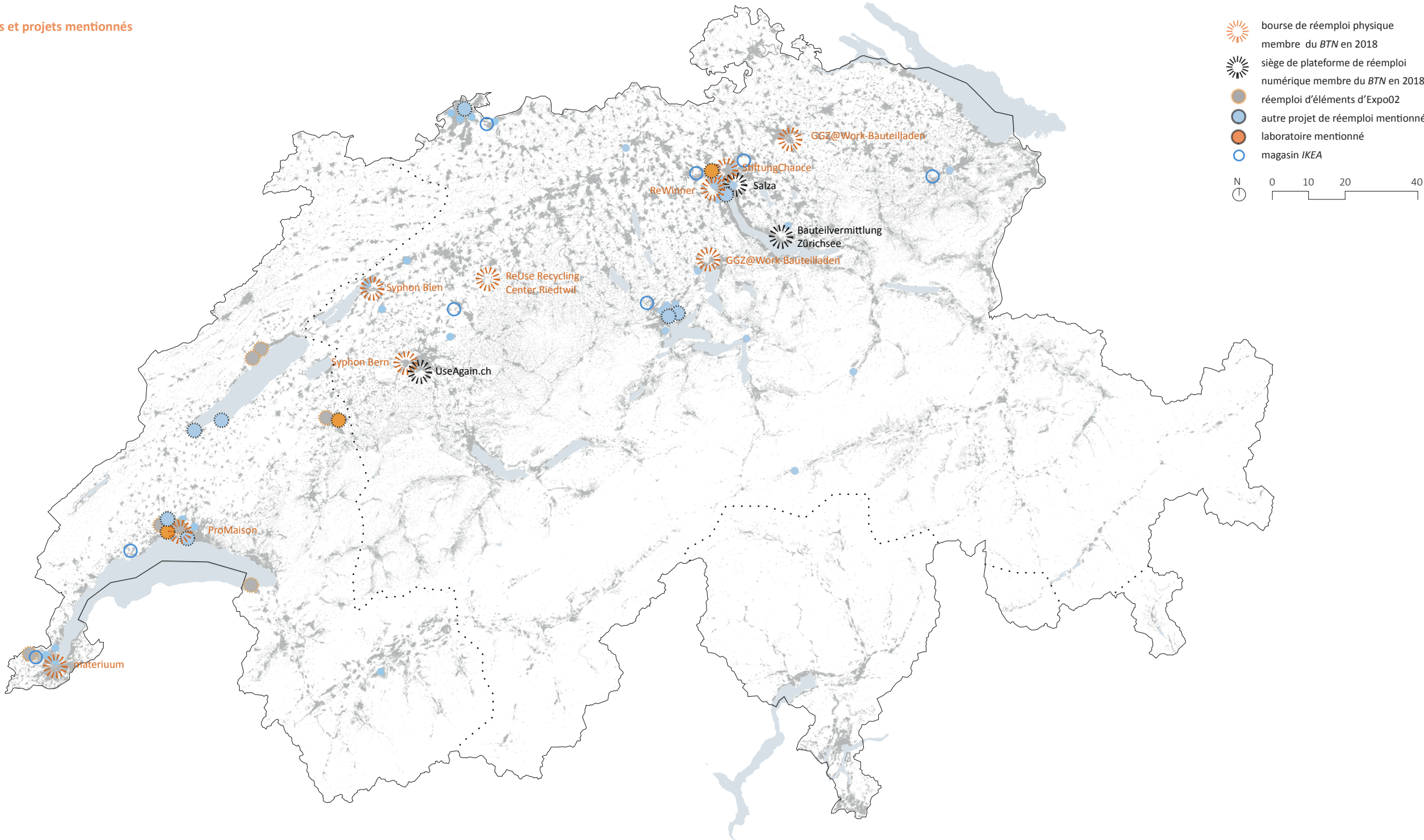
11. Avec Archizoom et en collaboration avec ROTOR et AFF architects, du 1er au 5 février 2016.

12. BACH, Raphaël, mars 2017. *45 simple experiments for 1 exceptional project, The deconstruction of the former International Olympic Committee administration buildings*. Rapport de synthèse.

Absence de projets de réemploi hors-site de grande ampleur



Répartition non-exhaustive des acteurs et projets mentionnés





VI. Identification des freins

En quatre thèmes, ce chapitre vise à reconnaître les freins au réemploi en Suisse. Les thèmes s’inspirent des trois piliers du développement durable. La culture du bâti, en lien avec les aspects socio-culturels, les normes et performances, pour un projet écologique et énergétiquement performant, et les contraintes économiques, pour un projet viable, sont accompagnés par la problématique de l’approvisionnement.

Se concentrant sur les obstacles rencontrés par l’architecte, les exemples insérés seront de préférence suisses ou réalisés dans des zones au contexte économique comparable, où l’économie de la matière ne prime souvent plus non plus. La recherche repose également sur des entretiens avec des professionnels et observateurs du secteur. Ce chapitre est un complément aux contraintes et limites déjà mentionnées dans les chapitres précédents.

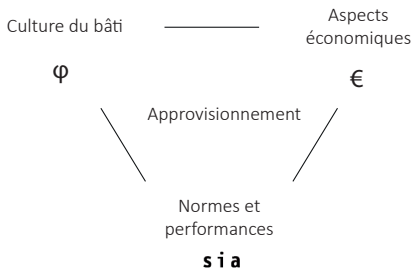


Schéma des 4 thèmes auxuels des freins sont associés

Culture du bâti

Deux types de freins peuvent être associés à la culture du bâti. Le premier est la confrontation de l’image de l’architecture suisse à celle relayée par une partie du réemploi. Avec une production architecturale aux consonances élégantes, soignées et détaillées, la répulsion pour ce qui est de bric et de broc, auquel le réemploi est partiellement associé peut être marquée. Le deuxième frein est lié au patrimoine existant et aux méthodes de construction utilisées pour bâtir ce qui constitue la mine actuelle, surtout composée de maçonnerie.

Associations de l’imaginaire collectif



La Maison aux miroirs © DR

1. ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p. 111.

2. SUPERUSE STUDIOS, dans ibid: p. 215.

Pour commencer, le réemploi est souvent associé dans l’imaginaire collectif à une idée de bricolage plutôt qu’à un art de bâtir établi. L’aspect incontrôlé et imprécis porté par ce terme diminue l’attrait pour la pratique. Elle est alors reliée au disparate ou au hasard, à l’image de *La Maison aux miroirs* de Clarence Smidt à Woodstock. Construite sur plus de 30 ans, cette maison transmettait un aspect de bric et de broc encore présent dans certains projets de réemploi qui agencent fenêtres ou éléments et dont l’esprit dialogue étrangement avec la vision collective de l’architecture contemporaine suisse.¹ À cet aspect irrégulier ou bricolé s’ajoute l’impression de hasard liée à la difficulté de contrôler l’approvisionnement. Ces difficultés d’approvisionnement, détaillées dans l’un des sous-chapitres suivants, pose une question centrale: l’architecture doit-elle se plier à la matière disponible?

Ensuite, les matériaux d’occasion sont souvent associés à des déchets plus qu’à des ressources pour l’imaginaire. L’idée de vivre dans des espaces construits à partir déchets complique le démarrage d’un projet de réemploi. Les architectes de *SuperUse Studio* ont été confrontés à cela et décrivent la réaction des gens à l’idée d’être entourés d’éléments d’occasion:

«Au début, ils sont mal à l’aise et peu enclins à l’idée d’utiliser des déchets mais lorsque nous concevons un bâtiment, nous trouvons toujours une nouvelle esthétique et de nouveaux modèles sur la base de ces matériaux et éléments. [...] Nous avons pu constater que les gens sont surpris et réagissent de façon positive quand ils découvrent l’origine et le potentiel de ces matériaux.»²

Si les considérations sur les origines des matériaux d’occasion peuvent ralentir leur insertion, des projets comme celui la *Villa Welpeloo* dont l’aspect ne dit rien d’un usage extensif d’éléments de réemploi peuvent être source d’inspiration. La diffusion d’exemples qui valorisent la forme et l’énergie investis dans des matériaux comme celui d’*Oktavilla* à Stockholm peuvent y participer et illustrer une valorisation d’une «quatrième dimension»³ du design, cette dimension temporelle.

Finalement, le réemploi est souvent associé à une certaine nécessité. Celle-ci peut être de deux types. Soit il s’agit d’une nécessité économique réelle pour laquelle le réemploi est, dans des zones géographiques plus précaires, un choix par défaut. Soit il s’agit d’une idée de nécessité morale, économique et sociétale.

Drop City est l’une des icônes historiques de ces revendications sociales et environnementales. S’opposant au consumérisme et à la mondialisation, cette ville communautaire avait été construite avec des éléments récupérés formant des dômes géodésiques multicolores qui en sont encore les symboles.



3. Idée soutenue par *SuperUse Studios* que le réemploi et la réutilisation donnent au design une dimension supplémentaire par strates, une dimension temporelle

Ci-dessous: bâtiment *The Complex, Drop City*, vers 1967 © Clark Richert

En Europe, plusieurs exemples de réemploi revendiquent des convictions socio-économiques ou culturelles. Dans le cadre de l’exposition *RE-Cycle* à Rome en 2011, la villa temporaire *Officina Roma* a été conçue d’une manière à défendre un certain nombre de valeurs gravitant autour de la décroissance.

«L’*Officina Roma* dégage une atmosphère d’urgence, elle représente un tournant. Elle évoque la nécessité absolue de remettre en question notre mode de vie centré sur l’individu, la compétition, la croissance et l’exploitation des ressources naturelles.»⁴

L’association du réemploi dans l’imaginaire collectif avec une idée de bricolage, de déchets et de nécessité est un défi pour l’architecte. Celui-ci doit alors se positionner face à cela. Il ne s’agira pas de nier ces aspects mais d’en révéler par le processus et le dessin architectural les dimensions qu’il veut souligner.

4. RAULABORBERLIN, dans: ibid. p.187.

Ci-dessous: *Officina Roma* © raumlaborberlin



Le second type d’obstacle concerne les méthodes de construction du parc immobilier qui constitue la mine actuelle. Cet héritage dont l’architecte dispose conditionne les possibilités de réemploi.

En Suisse, ce qui a été bâti entre 1947 et 1960 a le taux le plus élevé de démolition, mais cela commence à s’estomper. Ce qui a été bâti un peu plus tard, entre 1961 et 1975, a le second taux le plus élevé et une courbe croissante.⁵ Or, les bâtiments construits à cette période sont généralement peu démontables.

«Les proportions de types de matériaux varient considérablement en fonction de la période de construction. Dans les bâtiments plus anciens, par exemple, la structure porteuse est principalement constituée de maçonnerie et de bois, dans des bâtiments modernes il y a une prédominance de béton. Ces dernières années, la proportion de matériaux combustibles, notamment les isolations, ont fortement augmenté et représentent environ 22% des matériaux de construction utilisés (ancien bâtiment 5%).»⁶

Bien que les bâtiments ayant le taux le plus élevé de démolition soient les bâtiments industriels, les matériaux issus de la démolition sont surtout du béton et des déchets mixtes. Ceux-ci sont peu réemployables. Maçonnerie, béton, colles, polymères et autres matériaux difficilement réutilisables constituent donc une part importante des rejets de la construction en Suisse et sont peu propices au réemploi. Les rénovations génèrent également des déchets. Parmi eux, les anciens isolants sont peu exploitables mais les revêtements extérieurs et éléments de façades ont un certain potentiel. La démolition des bâtiments industriels participe aussi à la production de près de 500’000 tonnes de déchets métalliques qui pourraient être réemployés à certaines conditions.

« Le béton est responsable d’environ 2,6 millions de tonnes de déchets et la démolition mixte d’environ 1,2 millions de tonnes. [...] Les matériaux de construction ayant une durée de vie plus courte, tels que les revêtements, bardages, fenêtres, etc. contribuent pour environ 2,1 millions de tonnes et sont principalement générés en cas de rénovation.»⁷

Particularités de l’héritage bâti à disposition

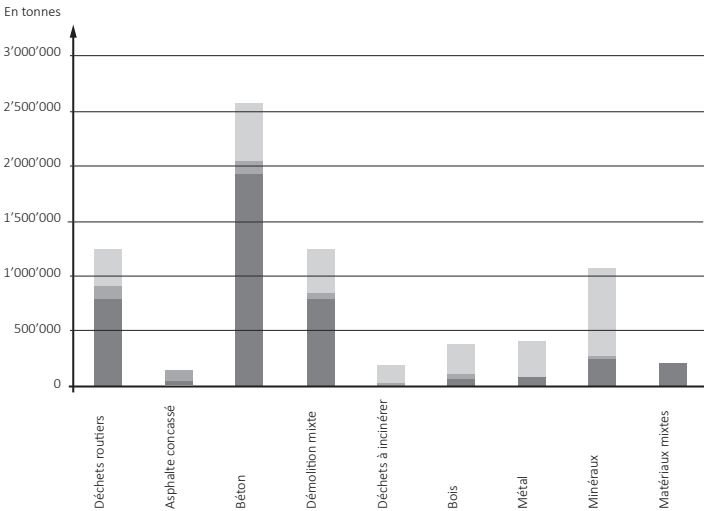
5. WUEST & PARTNER, GUERRA, Fabio, KAST, Bernard, 2015. *Bauabfälle in der Schweiz - Hochbau Studie 2015*. Etude pour l’Office fédérale de l’environnement. Zürich: Wuest & Partner. p.23.

6. Ibid. p.20.

7. Idid. p.27

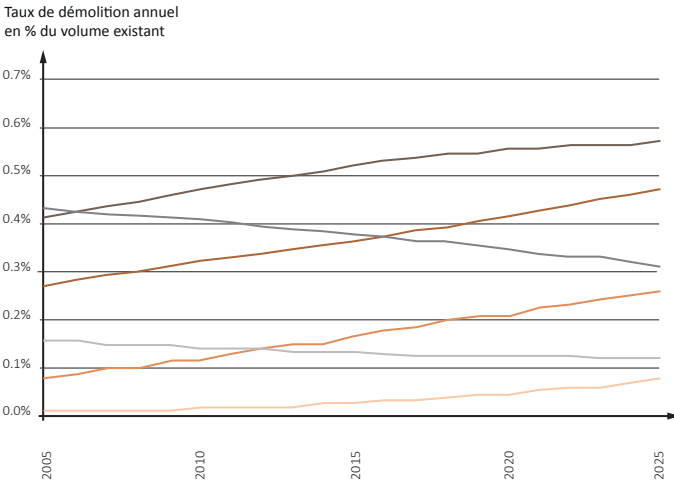
Ci-contre: déchets de la construction en 2016 (source: WUEST & PARTNER, 2015)

- Rénovations
- Nouvelles constructions
- Démolitions



Ci-contre: taux de démolition du bâti en fonction de la classe d’âge (année de construction) (source: WUEST & PARTNER, 2015)

- <1900
- 1900-1946
- 1947-1960
- 1961-1975
- 1976-2000
- >2000





Méconnaissance des matériaux et exigences

1. SCHNEIDER, Pier, propos recueillis par CASTAROS, Christophe, 2017, dans: «Entretien collectif», dans *Tracés*, n°19. Espazium: Zürich. p.23.

Normes et performances

Le premier frein lié aux aspects normatifs et de performance concerne la méconnaissance des caractéristiques des matériaux d’occasion. Cela occasionne des difficultés d’homologations, d’assurances et de garanties. L’évolution des normes énergétiques et techniques est un second obstacle qui limite la réutilisation de certains composants pour leur usage initial. La question du détournement et de l’intégration de matériaux inhabituels dans la construction est le troisième aspect. Il questionne la frontière entre ce qui est «hors-norme» ou dans la norme.

L’absence de caractéristiques précises des matériaux démontés est un obstacle difficilement compatible avec les exigences normatives. Ces exigences techniques, constructives ou environnementales nécessitent des connaissances précises des matériaux pour la légalisation du bâtiment et la vérification de ses performances, or les matériaux de réemploi ne disposent pas de garanties d’usine ni de qualités certifiées permettant de les assurer. Les chutes de production et les invendus sont moins concernés par ces aspects. Par contre, cela concerne aussi les matériaux détournés dont l’usage initial n’était pas architectural ou correspondait à une autre fonction. L’architecte Pier Schneider commente cet obstacle:

«Il y a donc un problème avec le réemploi: l’homologation. Un matériau démonté, même s’il garde fondamentalement ses qualités, n’est plus certifié. Le matériau est dévalué. [...] Il perd ses classifications originelles. Il faudrait pouvoir ré-analyser les matériaux pour les ré-homologuer. Ce qu’on vend aujourd’hui c’est moins le matériaux que son certificat de conformité.»¹

Pour intégrer ou réintégrer ces éléments dans la construction, un processus de certification doit être entrepris. Sans cela, en plus de ne pas être conformes aux normes, le bâtiment ne pourra être garanti et assuré. Cette absence de label de qualité et de garanties décourage architectes et entrepreneurs, dans des pays où nombreuses sont les normes qui régissent le secteur de la construction.

Cette quête de certification peut être illustrée par le réemploi de dalles alvéolées issues de la déconstruction de deux immeubles de bureau à Amsterdam pour 30 maisons par l’Université de Delft. Dans ce cas, les dalles ont dû être analysées et certifiées par un centre de recherche ou un ingénieur qualifié. Avec cette certification qui suit un test visuel, une analyse et des tests de propriétés des armatures, le centre de recherche ou l’ingénieur ont endossé la responsabilité dont les autres acteurs ont alors été libérés.² Une caractérisation des matériaux est donc possible mais inclut un travail et des frais supplémentaires, avec une expertise et des outils adaptés. Des économies d’échelle peuvent être imaginées lors de la certification de grandes séries ou d’éléments à usage récurrent, alors que le réemploi est, en Suisse, pratiqué sur de petites séquences d’éléments.

Les problèmes de responsabilité ne sont pas limités aux éléments issus de la déconstruction. Les craintes concernent tous les éléments qui ne sortent pas directement de l’usine pour être mise en œuvre, face auxquels les entrepreneurs, habitués à travailler avec des fournisseurs de matériaux neufs, standardisés, homologués et intacts, ne peuvent assurer les mêmes garanties. Par exemple, pour le bardage de l’Académie nationale du Cirque, Patrick Bouchain et son équipe décident de réutiliser les tôles d’un grand centre commercial. Neuves mais percées, elles sont refusées par le chantier car non conformes à la couleur commandée. Bien que les architectes proposent de les superposer pour recouvrir ces percements, l’entrepreneur ne veut prendre de risque.

«[...] L’agence *Construire* doit signer une décharge de responsabilité à l’étancheur afin qu’il accepte d’installer des tôles récupérées, mais déjà percées de trous car elle provenaient d’un refus de chantier».³

La complication pour l’obtention de garanties et d’assurances est un élément dissuasif aussi présent en Suisse. Les processus créatifs qui dévient du cheminement classique de conception et réalisation, comme le réemploi, peinent à trouver des partenaires. Ces difficultés concerne autant le temps du chantier que celui d’exploitation de l’ouvrage.

Responsabilité et garanties

2. RDC ENVIRONNEMENT, ÉCO BTP, I CARE & CONSULT, 2016. *Identification des freins et des leviers au réemploi des produits et matériaux de construction*. Synthèse d’étude. Angers: ADEME. pp. 25, 60-61, 90-91.

3. ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p. 262.

Assurer l’«hors-norme»

En Moselle, l’agence *G. Studio* a décidé de récupérer des vitrages dont la teinte ne correspondait pas à la commande d’un musée de la région pour une maison individuelle. Mais, alors que les vitres avaient été livrées pour le musée, le transport jusqu’au second chantier n’a pas pu entrepris sans surcoût à cause des craintes de entreprises.

«Impossible de trouver une entreprise n’imposant pas un surcoût d’assurance en raison de la taille et du poids peu commun des vitres. Elles ne voulaient pas prendre le risque de les abîmer.»⁴

L’architecte doit effectuer lui-même le transport et la pose de ses fenêtres jusqu’au projet, la *Mic House*. Ces fenêtres sont-elles pour autant «hors-normes»? Ce refus questionne les possibilités d’une architecture qualifiée d’hors-norme pourtant dans les normes. À l’occasion de l’acceptation de l’article 88 de la loi relative à la liberté de création, à l’architecture et au patrimoine en France, l’architecte Julie Benoit souligne l’importance de pouvoir construire dans le cadre législatif avec des éléments qualifiés de «hors-normes.» Elle appuie donc la nécessiter de donner un cadre légal à un processus différent, qui propose de concevoir et bâtir autrement.

«[Il faut] proposer un contrepoids aux assurances [...]. Mais on ne peut plus construire comme avant. On doit pouvoir prescrire du « hors-norme » sans être hors de l’architecture.»⁵

Contrôler les risques sanitaires



Extension de la bilbiothèque d’Azkoita © Jon Cazenave

Le contrôle des risques sanitaires est également nécessaire pour tout projet et la méconnaissance des matériaux de réemploi complique cette certification, demandant à nouveau des opérations décourageantes. Pour l’extension de la bibliothèque municipale de la ville espagnole d’Azkoita, l’*Estudio Beldarrain* a décidé de réutiliser des traverses de chemin de fer en façade en référence historique au lieu, l’ancienne gare de chemin de fer. Un contrôle sanitaire strict a du être effectué pour contrôler et sélectionner des lots ne présentant par de risques liés à l’huile de créosote, un conservateur du bois obtenu par distillation du charbon de bois contenant des substances répertoriées comme cancérigènes. En Suisse, les risques sanitaires concernent couramment l’amiante. Il s’agit d’un problème répandu pour les bâtiments construits avant les années 1990 et sa présence limite toute possibilité de réemploi. Les risques sanitaires sont conséquents et les travaux de déconstruction doivent protéger les travailleurs. Un diagnostic précis doit être inclus dans le projet.

Conséquences de l'évolution des normes, l'obsolescence des matériaux pour leur usage initial est un autre aspect normatif qui modifie les possibilités d'exploitation du gisement matériel. Le renforcement des normes énergétiques a, par exemple, rendu inadaptés de nombreux composants participant aux enveloppes des bâtiments. La visite des anciennes usines horlogères Stern dans le quartier de la Jonction à Genève a mis en évidence la problématique de la deuxième vie des vitrages. Les vitrages simples ne correspondent plus aux normes thermiques en vigueur et leur réutilisation en façade simple n'est plus envisageable, le coût de leur mise aux normes étant bien trop élevé. Ce bâtiment bientôt démolit générera un stock important de larges fenêtres de grande taille identiques. Ce type de gisement croît avec les rénovations et les chantiers de remise aux normes. Ici, la façade nord est composée de près d'une centaine de fenêtres de dimensions comparables. Inaptes à répondre aux nouvelles exigences thermiques, si la piste du recyclage veut être évitée, elles devront par exemple servir dans des espaces sans attentes thermiques (non chauffés) ou comme séparateurs intérieurs.

Pour conclure, le réemploi est un défi normatif car il s'agit d'un processus qui, tout en s'appuyant sur sa différence, doit répondre à des normes qui n'ont pas été dessinées pour le mécanisme particulier du réemploi. Le processus créatif de réemploi repose précisément sur le fait de concevoir avec des éléments différents de ceux fraîchement sortis d'usine, or les normes actuelles ont été développées de manière hégémonique par et avec des produits neufs dans une vision linéaire. En effet, «la norme [étant] conditionnée par ses outils»⁶, utiliser le temps, soit le passé et le futur des matériaux comme un outil de conception demandera une réadaptation des normes.

Évolutions normatives et obsolescence



L'une des anciennes halles de manufacture de cadrans des frères Stern, Genève

Adapter les outils

6. CASTAROS, Christophe, 2017. «Construire l'architecture politique contre la norme», dans *Tracés*, n°19, 6 octobre 2017. Espazium: Zürich. p.13.

Surcoûts liés à la main-d'œuvre

1. OFS, WALTER, Patrick, BLAUER HERRMANN, Anouk, CANGEMI, Vincent (éds.), 2016. *Indicateurs du marché du travail 2016*. Neuchâtel: OFS.

2. BILLIET, Lionel, propos recueillis par NAMIAS, Olivier, 2016. «Réemploi: quand l'architecte part à la chasse aux matériaux», dans: *Architectures CREE*, n°376. Paris: Bee medias. pp. 112-119.

Contraintes économiques

Les craintes économiques constituent une barrière notable au réemploi. Les surcoûts amplifiés par le prix de la main-d'œuvre, la frilosité face au manque d'exemples, la place de la filière du recyclage, le système de rémunération de l'architecte et, plus rarement, l'achat anticipé de matériaux forment une série de contraintes économiques pour le projet en Suisse.

Les matériaux de réemploi impliquent un travail supplémentaire lors du démontage sélectif par rapport à une démolition, face à l'absence de mécanisation des processus de déconstruction et aux précautions nécessaires. La déconstruction et la remise en état demandent donc une main-d'œuvre supplémentaire et un savoir-faire spécifique. Ces surcoûts sont amplifiés en Suisse par le prix élevé de la main-d'œuvre. Selon l'Office Fédéral de la Statistique, le salaire annuel brut moyen exprimés en Pouvoir d'Achat Standard, soit en supprimant les effets des différences de prix entre pays, est 31% plus élevé en Suisse qu'en moyenne dans l'Europe des 15.¹ Dans ces pays, des bilans financiers d'architecture de réemploi ont démontré l'intérêt économique ou l'absence de surcoût par rapport à l'usage de matériaux neufs.

«Pour l'aménagement intérieur du nouveau centre culturel de Namur, plus de 3000 m² de locaux, nous avons massivement eu recours à des éléments de réemploi pour l'ameublement, l'équipement et certaines finitions intérieures. En résulte un projet de haute qualité avec des matériaux bien finis, qui portent une histoire particulière, qui génèrent une atmosphère, pour le même prix qu'un aménagement standard avec des produits d'entrée de gamme.»²

Face aux coûts du réemploi, il est important d'établir une comparaison avec des matériaux neufs comparables, de mêmes standards. Les matériaux du réemploi sont réutilisés pour leurs caractéristiques particulières et leur durabilité. Ils ont généralement démontré leurs capacités dans un ouvrage précédent et incluent en plus une partie narrative difficilement chiffrable, une plus-value culturelle non quantifiable.

En Suisse, la frilosité envers le réemploi est aussi liée au manque d'exemples réalisés dans le pays et donc de référents économiques. Par exemple, la *Villa Wel-peloo* a coûté 800'000 euros alors que les architectes estiment la construction d'une villa similaire à 900'000 euros.³ Mais ces chiffres ne reflètent pas les coûts de la construction en Suisse. Ce manque empêche l'architecte de s'appuyer sur une base de donnée fiable pour estimer le prix de son projet. Ces estimations des coûts reposent notamment sur une documentation précise des ouvrages réalisés, comme par exemple avec les fiches techniques AS Architecture Suisse et leur absence sont une crainte supplémentaire.

En addition, le secteur du recyclage, qui traite 80%⁴ des déchets de construction, est bien établi en Suisse et connu comme économiquement intéressant. Le prix de mise en décharge étant élevé et la valorisation des déchets de chantier obligatoire, les entreprises de démolition travaillent systématiquement avec la filière du recyclage. Depuis 30 ans, les pratiques de démolition se sont petit à petit adaptées et ont été optimisées pour ce mode de traitement. Comme indiqué auparavant, le réemploi nécessite des techniques de démontage précises. Celles-ci demandent un soin supplémentaire qui ne permet pas d'utiliser une partie des méthodes et outils de démolitions courants.

La synchronisation entre l'obtention des matériaux et leur mise en œuvre implique des contraintes financières et une prise de risque supplémentaire. Par exemple, si le matériau désiré pour le projet présente une certaine rareté, l'acte d'achat devra peut-être être conclu de manière anticipée par rapport à un achat sur catalogue avec des stocks garantis. Par ailleurs, en cas de gisements multiples, la coordination entre les différents lieux d'approvisionnement peut être complexe. Ces achats sont une prise de risque lorsque les permis de construire ne sont pas encore délivrés ou que le projet est encore sujet à modifications. En plus de cela, le temps entre le moment où le gisement devient disponible et celui où le gisement ne peut plus rester dans sa localisation originale est souvent contraignant. Sa mise à disposition peut être trop précoce par rapport à l'avancement du chantier et nécessitera alors un espace de stockage. Si la place n'est pas disponible sur le chantier, la location d'un espace de stockage doit être ajoutée.

Pour l'architecte, le système de rémunération doit être adapté à la pratique du réemploi. La méthode de calcul des honoraires à partir des prix des matériaux ne dispose pas de règles définies pour les particularités de ce processus. Dans le domaine de l'occasion, la proportion entre le prix du matériau et le temps de

Frilosité face au manque d'exemple

3. SUPERUSE STUDIOS, dans: ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. p. 218.

Ancrage du recyclage

4. OFS, WALTI, Corinne, JOAO, Almeida, 2016. p.13.

Synchronisation et achat anticipé

Rémunération de l'architecte

5. DELON, Nicola, 2016. «De l'addition des lois et du pourcentage des honoraires» [en ligne]. Consultée le 29 mai 2018.

travail investi peut fortement varier par rapport à celui investi pour des matériaux neufs. Par exemple, lorsque les matériaux sont mis à disposition gratuitement ou ne sont pas sujets à une transaction puisqu'ils restent dans les mains du même propriétaire, le travail doit être correctement évalué et le manque d'exemple rend cela difficile. Nicola Delon plaide pour trouver «une méthode à la fois juste et précise qui valorise la valeur ajoutée du travail des architectes»⁵. Peu d'informations sont disponibles sur les méthodes de rémunération de l'architecte de réemploi en Suisse.

Approvisionnement

L'approvisionnement est au centre du réemploi. Les questions qui y sont liées ont déjà été partiellement intégrées dans les sous-chapitres précédents: l'héritage à disposition conditionne sa nature et sa quantité, les caractéristiques techniques et énergétiques doivent garantir sa qualité, les contraintes économiques influencent une potentielle déviation vers le réemploi et soulignent les problèmes de synchronisation. Un des objectifs principaux de l'approvisionnement est la mise à disposition en quantité et qualité suffisante de matériaux pour le bon déroulement d'un processus architectural créatif et innovant.

En Suisse, les différentes pratiques de réemploi utilisent des approvisionnements différents. En dehors des gisements sur-site, les projets d'auto-construc-teurs s'approvisionnent souvent dans les bourses de matériaux ou les brocantes, les projets de rénovation directement sur des chantiers ou dans des carrières avec un choix de seconde main ou des revendeurs spécialisés. Les projets d'ar-chitectes, rares, ne disposent pas de lieu d'approvisionnement plus spécifique. Puisque les revendeurs actuels ne disposent en général que d'un stock limité et hétérogène, un travail de prospection doit directement établir un contact avec des chantiers de démolition ou des sites où des surplus ou invendus seraient disponibles.

Les bourses de matériaux, dont le réseau *bauteilnetz.ch* a été décrit dans le cha-pitre V, sont composées de deux types: les bourses physiques et les bourses vir-tuelles. De la démolition à la revente, les bourses physiques sont actives pour la réinsertion professionnelle. La fondation *ProTravail*, qui inclut la bourse de *ProMaison*, emploie 31 personnes dont 25 en fin de droit pour des contrats à durée maximum de 12 mois. Le taux de réinsertion dans le monde profession-nel varie entre 25 et 50 % selon les années.¹ Ensemble, les dix bourses suisses emploient plus de 350 chômeurs et remettent en circulation environ 35'000 éléments par an.²

Mais ce stock est limité par différents éléments. Par exemple, *ProTravail* ne dis-pose pas des engins nécessaires pour travailler en hauteur ou pour lever de grandes charges. Son rayon d'action est limité à ce qui est atteignable en hau-

Limites des bourses de réemploi subventionnées

1. CHEVALLEY, Charly, 2018.

2. BAUTEILCLICK.CH, 2017. «BTN Suisse», [en ligne]. Consultée le 20 avril 2018.



Magasin ProMaison, Renens

3. GLAUSER, Daniel, 18 mai 2018. Entretien.

4. USEAGAIN, 2017. *Projektbericht, useagain im Kultur Casino Bern 2017*. Fiche descriptive.

5. CHEVALLEY, Charly, 2018.

Synchroniser un gisement peu prévisible

6. PIGUET, Sébastien, 2018.

teur par un ouvrier. Elle ne propose donc qu'exceptionnellement des éléments de revêtement extérieur et presque jamais d'éléments porteurs. De plus, pour la plupart des pièces, seul un exemplaire est disponible. Cette disparité est une contrainte pour un projet de grande ampleur où l'homogénéité serait un critère.

Parfois, les bourses de matériaux profitent du démontage de grandes entre-prises et peuvent alors récupérer des lots homogènes. L'entreprise *UseAgain* est intervenue dans les travaux préparatoires de la rénovation du *Kultur-Casino* de Berne. De grands lots de chaises ont pu entre autres être récupérés puis dis-persés entre petits acquéreurs.^{3,4} *ProTravail* était, par exemple, intervenu dans la déconstruction du Parlement Vaudois. Mais de manière générale, «[ils effec-tuent] de moins en moins de chantiers de démontage. Les fournisseurs les plus courants sont des petits particuliers.»⁵

Finalement, les organes subventionnant les bourses sociales imposent des conditions strictes sur leurs activités. *ProTravail* par exemple est subventionné par le Canton de Vaud. Ceci l'empêche de faire de la publicité ainsi que d'exer-cer la moindre concurrence. Cela signifie par exemple que l'entreprise n'est ni habilitée à livrer chez ses clients ni à effectuer des finitions à leur demande. Une entreprise de livraison ou de déménagement et un peintre ou un ébéniste externes doivent être mandatés par le client.

Pour les projets de plus grande ampleur, aucune structure d'approvisionnement proportionnelle n'existe. L'absence de lieu de stockage et de revente d'éléments en grande quantité demandent aux architectes d'effectuer un travail souvent décourageant de prospection parmi les chantiers de démolition et les éventuels gisements de chutes, invendus ou rejets. En complément des points listés aupa-ravant et aux risques économiques liés à cette manière de procéder, cette perte de fluidité face à un achat sur catalogue freine l'approvisionnement, charnière du réemploi.

«Le stock des bourses membres du réseau *Bauteilnetz* ne suffit pas. Mais il est difficile de coordonner le travail de déconstruction et l'in-tégration de ces éléments dans un projet. Souvent il y a un décalage entre le projet et la disponibilité des matériaux et cela devient trop complexe.»⁶

Synthèse

Ce chapitre a cherché à identifier et comprendre les freins au réemploi en Suisse. Le parc immobilier, l’image de la pratique, la méconnaissance des composants et le système normatif et économique ont été des indices importants. Sans exhaustivité, ils soulèvent une grande partie des difficultés rencontrées par un potentiel maître d’ouvrage ou architecte et les défis à relever.

La culture du bâti a mis en évidence deux types de freins. Les premiers sont liés à l’association de cette méthode à du «bricolage» dans l’imaginaire collectif et à une réticence à être entouré par des éléments ayant déjà servi. Cela est notamment dû à la méconnaissance de la pratique. Les seconds sont liés au parc immobilier qui forme la mine actuelle à disposition. La grande proportion de matériaux difficilement démontables n’est pas favorable mais ne constitue pas l’ensemble des matériaux à disposition. Le taux de bâtiments industriels démolis est le plus élevé.

Les aspects normatifs et de performances sont contraignants lors de l’évaluation d’un gisement. Le frein principal est la méconnaissance des propriétés des composants démontés. Cela les rend peu exploitables sans une nouvelle certification et multiplie les difficultés pour les assurer et garantir. Les risques sanitaires d’éléments peu connus doivent aussi être correctement évalués. Le réemploi introduit souvent des mises en œuvre ou des matériaux peu communs qui peuvent sortir de la normalité sans être hors-normes. Cette différence est source de conflit dans les questions de responsabilité ou d’assurance. L’évolution des normes techniques et énergétiques a rendu obsolète une part des composants de la construction, sauf pour de nouveaux usages.

Les aspects économiques ont souligné de nombreuses craintes. Elles sont surtout dues aux surcoûts amplifiés par le prix de la main-d’œuvre et à la place importante de la filière du recyclage. Le manque d’exemples complique l’estimation des prix d’un projet et le calcul des honoraires d’un architecte. Les problèmes de synchronisation dans l’approvisionnement en éléments de réemploi peuvent aussi ajouter des risques et coûts supplémentaires.

Pour l’approvisionnement, les revendeurs de matériaux d’occasion suisses disposent d’un nombre d’articles identiques limité et surtout concentré sur les éléments de cuisine, salle de bain et mobilier. Pour d’autres composants, les acteurs du projet ne disposent pas d’espaces de revente spécifiques. Ils doivent eux-mêmes effectuer des démarches auprès des chantiers de démolition et de construction ou d’autres sources, comme les industries. Cela implique une série de problèmes, liés aux contrats de déconstruction et à la synchronisation avec la conception et la construction du projet.

Comment l’architecture de réemploi peut-elle relever ces défis? Quelles actions peuvent être entreprises pour soutenir cette filière? Le chapitre suivant propose des hypothèses pour réduire ces contraintes et former un cadre plus propice à l’occasion.



VII. Hypothèses de leviers

Ce chapitre discute des hypothèses de leviers pour répondre aux freins identifiés dans le chapitre précédent. Ces instruments sont des propositions qui ont pour objectif le développement durable d’une filière professionnelle, saine, solidaire et située. En plus des réflexions tenues lors des entretiens par des professionnels, ils reposent sur des expériences étrangères qui ont permis la progression durable du réemploi dans leurs territoires.

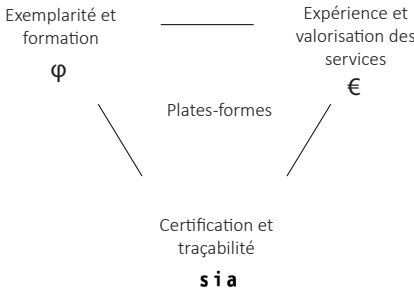


Schéma des leviers correspondant aux freins énoncés

Exemplarité et formation pour la culture du bâti

Les freins au réemploi en lien à la culture du bâti sont notamment liés à une méconnaissance du réemploi et aux caractéristiques de la mine actuelle. Trois types d’actions peuvent intervenir. Elles agissent à deux niveaux: dans la promotion actuelle du réemploi ainsi que dans le soutien au développement d’un parc bâti réemployable.

Une base de données numérique, précise et libre d’accès

Pour commencer, répertorier les projets de réemploi dans une base commune numérique libre d’accès aurait pour but de créer un support de données utiles pour d’autres projets et diffuser des exemples de qualité. Ce partage veut permettre de rassembler les innovations ainsi que les expériences dans la gestion des contraintes. Cela valorisera, par exemple, des méthodes de tests, de traitement ou de mise en œuvre. Egalement instrument de promotion, il doit être soigneusement documenté.

«Pour rester crédible, il convient alors de ne pas tomber dans une forme de publicité peu nuancée mais bien de fournir une information complète et précise.»¹

Dans cet esprit, l’*US Green Building Council* a mandaté un bureau d’étude externe pour étudier en profondeur quinze projets de réemploi à travers les États-Unis, classés par type de programme. En plus d’une fiche sur les caractéristiques, d’une documentation photographique et d’une partie descriptive sur la démarche et le concept à l’aide d’entretien avec les acteurs, *Public Architecture* a construit des tableaux indiquant les caractéristiques principales de chaque élément et les spécificités du réemploi. Type de matériaux, usage original, nouvel usage, type de source, localisation de la source, quantité, dimension et méthode de remise en état sont détaillés pour chaque composant.²

Le format numérique propose des avantages: il peut prendre une forme d’outil de recherche en fonction de critères, être mis à jour régulièrement et facilement libre d’accès. L’indication sur les diverses propriétés d’une stratégie de réemploi peut permettre à l’utilisateur d’effectuer une recherche en fonction de critères. Ces propriétés pourraient, par exemple, être issues de l’addition de

1. GHYOOT, Michaël, DEVLIEGER, Lionel, BILLIET, Lionel, WARNIER, André, ROTOR, 2018. p. 195.

2. PUBLIC ARCHITECTURE, 2010. *Design for Reuse Primer, 15 successful reuse projects within different sectors explored in-depth*. Deuxième édition. San Francisco: Public Architecture.

celles utilisées par *Public Architecture* et de celle identifiées dans la synthèse du chapitre IV suite à l’analyse de différentes stratégies de réemploi. L’utilisateur qui chercherait à se renseigner sur un réemploi hors-site d’un système de cloisonnement à partir d’un certain type de matériaux pourrait, sans être dans une démarche similaire, se renseigner sur les difficultés rencontrées par des projets précédents et les solutions apportées.

Deuxième type de levier, les marchés publics peuvent définir le réemploi comme un critère pour l’attribution de mandats. Cela permettrait de soutenir indirectement les projets qui intègrent du réemploi et ceux qui proposent une solution prenant en compte une potentielle réutilisation future. Ce type de démarche peut également être appliqué aux concours d’architecture et appels d’offre privés. Les mandats de déconstruction sont également concernés.

Paris Habitat, un bailleur social de la ville, a intégré ces critères dans l’attribution des mandats tout au long du projet de reconversion d’anciennes casernes en logements sociaux. Un inventaire détaillé des éléments réutilisables de l’existant a été commandé et complété par des tests poussés de nettoyage et remise en œuvre, notamment pour des boiseries et des radiateurs. Lors du concours, le maître d’ouvrage a encouragé les participants à intégrer des éléments de réemploi dans leurs propositions.³

«Cette opération est emblématique de la démarche de *Paris Habitat* d’inscrire le principe du réemploi dans ses marchés de travaux. L’objectif est de participer au développement d’une véritable filière du réemploi pour professionnaliser cette activité et lui donner une dynamique industrielle et économique.»⁴

La troisième hypothèse de levier passe par les formations. Celles-ci peuvent prendre des formes variées comme, par exemple, des séminaires pour professionnels, dans lesquels la Société Suisse des Ingénieurs et Architectes (SIA) pourrait être impliquée ou des modules d’enseignements dans un cursus universitaire par exemple. Ces formations visent à sensibiliser les différents acteurs et leur donner les outils pour pouvoir prescrire du réemploi.

De plus en plus d’opportunités d’apprentissage sont offertes aujourd’hui. Comme mentionné au chapitre III, aux États-Unis, l’association *The ReUse People of America* organise régulièrement des modules de formation sur la déconstruction, déjà dispensés à des centaines de personnes. En Suisse, les laboratoires universitaires mentionnés au chapitre V participent à la diffusion du savoir.

Un critère pour les concours et appels d’offre

3. GHYOOT, Michaël, DEVLIEGER, Lionel, BILLIET, Lionel, WARNIER, André, ROTOR, 2018. p. 201.

4. PARIS HABITAT, 16 juin 2017. «Expo « Matériaux reconditionnés à la caserne de Reuilly»», [en ligne]. Consultée le 31 mai 2018.

Développer les formations en terme de réemploi

Page 155: Le *Traverse Pavillion*, réalisé par les étudiants de l’atelier 2017-2018 du laboratoire EAST de l’EPFL, réemploie des éléments du site d’*Elanco* à Saint Aubin (Fribourg) © EAST



Certifications et traçabilité pour les aspects normatifs

Face aux problèmes de méconnaissance des propriétés et des caractéristiques des matériaux de seconde main, deux pistes peuvent faciliter le réemploi. Il s’agit de la certification de méthodes spécifiques d’évaluation et la mise en place d’un système de traçabilité et de support d’information pour le réemploi futur des composants. Une adaptation du cadre législatif doit également permettre de limiter les restrictions à l’expérimentation. Les labels peuvent servir d’outils incitatifs pour l’intégration d’éléments d’occasion.

Pour connaître et reconnaître les caractéristiques des matériaux de réemploi, le développement de méthodes d’évaluation spécifiques aux éléments de seconde main est un pas important. Celles-ci doivent faire l’objet d’une reconnaissance par un organisme reconnu et répondre à un manque dans les certifications actuelles centrées sur les matériaux neufs. Au Danemark, un revendeur de briques de seconde main a lui-même développé un système pour les certifier. Ce dispositif a été reconnu au niveau européen.

«Partant du principe que leurs produits n’étaient pas couverts par une loi harmonisée européenne, l’entreprise *Gamle Mursten* a poursuivi une voie prévue dans le règlement européen sur la commercialisation des produits de construction. Ils ont opté pour un processus de certification volontaire, via l’établissement *European Technical Assessment*.»¹

Si cet exemple a été mené par un revendeur, le développement de certifications peut aussi être un «axe de développement pour des bureaux d’études et des consultants désireux d’élargir leur gamme de services.»² Par exemple, en Angleterre, le bureau *Ellis & Moore*, qui avait participé à l’évaluation de l’acier de réemploi de *BedZed*, a développé un service d’analyse et d’évaluation d’éléments structurels de réemploi. En plus des particuliers et des bureaux d’études, les centres scientifiques et techniques du bâtiments peuvent être actifs dans ces essais.³

Pour les futurs bâtiments, l’information sur les caractéristiques de chaque composant devra y être rattachée. Grâce à cette traçabilité, les acteurs disposeraient

Développement de méthodes d’évaluations

1. GHYOOT, Michaël, DEVLIEGER, Lionel, BILLIET, Lionel, WARNIER, André, ROTOR, 2018. p. 199.

2. Ibid.

3. Ibid.

«Passeport des matériaux» et systèmes de traçabilité

d’une série de caractéristiques connues pour chaque élément démonté. L’architecte Steven Beckers propose un «passeport des matériaux», soit un système d’information qui permettrait de transformer un bâtiment en banque de matériaux lors de sa fin de vie:

«Cette banque de matériaux devra se présenter sous forme de *Big Data*, délivrant des informations détaillées sur, par exemple, telle porte de tel bâtiment: avec quel matériau elle a été construite et par quel fabricant, à quel moment elle a été déplacée, sa durée de vie... Ce sera une sorte de mode d’emploi que l’on recevra avec le bâtiment.»⁴

Pour supporter ces «passeports de matériaux», Steven Beckers propose d’utiliser les outils de conception 3D (*Building Information Modeling*) pour définir, quantifier et inventorier tous les éléments des bâtiments qui se construisent ou se rénovent.⁵ La maintenance et la mise à jour de ces modèles numériques une fois les bâtiments achevés doivent être poursuivies pour garantir la véracité des informations lors d’une potentielle déconstruction.

Ces modèles numériques de bâtiments pourraient être complétés par un système d’information physiquement lié à chaque composant. L’usage de puces émettrices, de gravures de code QR ou de codes barres permettraient de travailler avec une information physiquement localisée. Ces puces ou codes permettraient de connaître à l’aide d’un lecteur adapté les mêmes informations que celles prévues dans le système *BIM*:

«Mais le développement des capteurs, senseurs et autres dispositifs de rétroaction miniaturés laissent entrevoir un futur proche dans lequel les composants pourraient être munis de systèmes qui attestent en temps réel des contraintes vécues par les éléments. Cela permettrait d’acquérir de nouvelles données qui offrent un aperçu de l’évolution de l’élément au fil du temps.»⁶

Outils de certification supplémentaires, les labels qui visent à reconnaître la durabilité des projets peuvent en parallèle être utilisés comme des instruments incitatifs pour le réemploi. Accorder des points pour l’intégration d’éléments de seconde main peut inciter le maître d’ouvrage à accorder une attention plus importante au réemploi. Cette pratique serait alors officiellement reconnue par ces organismes comme l’une des pistes pour une construction durable. Le label *LEED* a avancé dans cette direction, accordant un point aux projets qui incluent 5% d’éléments de réemploi.

«[Pour obtenir le point, il faut] utiliser des matériaux récupérés, remis à neuf ou réutilisés de sorte que la somme de ces matériaux constitue au moins 5%, en fonction du coût, de la valeur totale des matériaux du projet. [...] N’incluez que les matériaux installés en permanence dans le projet. Les meubles peuvent être inclus, à condition qu’ils soient inclus systématiquement dans les crédits MR 3-7.»⁷

Ce pourcentage est donc calculé sur la valeur totale des matériaux du projet. Des incertitudes persistent sur la méthode de calcul: les coûts totaux des matériaux de réemploi dépendent de facteurs différents des matériaux neufs et doivent être rendus comparables. Comment inclure un matériel qui n’aurait eu aucun coût d’achat, par exemple, obtenu par donation? Lors d’un entretien au bureau *LeBird*, Sébastien Pigué a soutenu qu’en Suisse le label *Minergie-ECO* pourrait être une piste pour valorisation. La SIA pourrait également être impliquée dans ce type de démarche.

Pour terminer, l’ensemble des normes qui ont été développées par et pour les produits neufs représente une ceinture coercitive pour les expérimentations via les projets de réemploi. Un assouplissement ponctuel et surveillé de certaines règles donnerait aux architectes et constructeurs l’espace pour expérimenter et l’occasion de démontrer l’intérêt de leurs idées créatives et l’atteinte d’objectifs équivalents via des cheminements différents. «Redonner aux architectes suisses une plus grande marge de manœuvre serait aussi un objectif légitime à se fixer.»⁸ En France, l’article 88 de la loi relative à la liberté de création, à l’architecture et au patrimoine est une récente adaptation législative qui va dans cette direction:

«À titre expérimental et pour une durée de sept ans à compter de la promulgation de la présente loi, l’État, les collectivités territoriales [et d’autres sociétés] peuvent, pour la réalisation d’équipements publics et de logements sociaux, déroger à certaines règles en vigueur en matière de construction dès lors que leur sont substitués des résultats à atteindre similaires aux objectifs sous-jacents aux dites règles. Un décret en Conseil d’État fixe les règles qui peuvent faire l’objet de cette expérimentation, notamment en ce qui concerne les matériaux et leur réemploi, ainsi que les résultats à atteindre qui s’y substituent.»⁹

7. U.S. GREN BUILDING COUNCIL, 2018. «*LEED BD+C: Retail | v1 - LEED 1.0 pilot, Materials reuse: 5 %*», [en ligne]. Consultée le 30 mai 2018.

Ouvrir le cadre législatif à l’expérimentation

8. CATSAROS, Christophe, 2017. «Le permis de faire, une loi pour supprimer la loi», dans *Tracés*, n°19. p.5.

9. Extrait de la Loi française n°2016-925 du 7 juillet 2016 relative à la liberté de création, à l’architecture et au patrimoine. Article 88.

Instaurant un «permis de faire», cet article autorise les acteurs de la construction à détourner certaines règles. Chaque application de l’article sera recensée et sujette à une évaluation dans le but de réaliser des recommandations au Parlement à la fin de sa période de validité. Provisoire, l’article vise une potentielle évolution de la lecture des normes et de leur fabrication et positionne le bâtisseur comme un acteur des changements. En réaction à cet article, Patrick Bouchain, architecte, scénographe et enseignant, plaide pour une loi vivante et peu coercitive.

«En architecture, la loi devrait pouvoir être interprétée, enrichie de la jurisprudence et créée par l’observation de la chose construite. La loi ne vient que pour confirmer, elle n’est pas préalable.»¹⁰

10. BOUCHAIN, Patrick, propos recueillis par SONNETTE, Stéphanie, 2017. «Le permis de faire, l’esprit plus que la lettre», dans *Tracés*, n°19. p.8.

Expérience et valorisation des services pour l'économie

Face aux contraintes économiques, deux types d'actions pouvant participer au développement du réemploi sont détaillés ici. Le premier type repose sur l'accumulation et la diffusion d'expériences pour réduire les craintes liées aux incertitudes. Le second concerne à la fois les choix de l'architecte et une réadaptation fiscale soutenant une économie de service.

En effet, il a été écrit dans le chapitre précédent que le manque d'exemples était vecteur de craintes financières et de difficultés dans la recherche d'un système adapté pour la rémunération de l'architecte. Dans d'autres pays, de plus en plus de bilans financiers de projets de réemploi sont disponibles et permettent d'asseoir des estimations par comparaison. En Suisse, la valorisation des premières expériences devrait réduire les incertitudes. L'accumulation et le regroupement d'expériences, pour lequel la SIA pourrait être impliquée, vont sans doute cadrer les estimations des coûts d'un projet de réemploi de manière de plus en plus précise, ainsi que la rémunération de l'architecte.

L'une des pistes de développement du réemploi est l'encouragement d'une économie de service. Plus demandante en main-d'œuvre, cette pratique serait rendue plus attractive par une adaptation du système fiscal. Walter Stahel soutient l'idée qu'une politique durable doit s'appuyer sur un système de taxation durable. Selon lui, celui-ci ne devrait pas taxer les ressources renouvelables, ce qui inclut la main-d'œuvre, mais, à l'inverse, les ressources et énergies non renouvelables. Cela stimulerait les secteurs qui demandent une main-d'œuvre intensive dans une logique d'économie circulaire.¹ La détaxation complète du travail est un extrême mais quelques pays ont adapté leur système fiscal pour favoriser le réemploi et la réparation.

«En Suède, un basculement fiscal du même type est entré en vigueur en 2017. Depuis lors, les entreprises actives dans la réparation des biens ménagers (chaussures, vélo, électroménagers) bénéficient d'un taux de TVA de 10% plutôt que de 25%.»²

Valoriser l'accumulation d'expériences

Encourager l'économie de service

1. STAHEL, Walter, dans: ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012. «*Walter Stahel on the Performance Economy*» [en ligne]. 7 minutes. Visionnée le 30 mai 2018.

2. GHYOOT, Michaël, DEVLIEGER, Lionel, BILLIET, Lionel, WARNIER, André, ROTOR, 2018. p. 201.

3. BAKER-BROWN, Duncan, 2017. p.127.

Ce genre d'adaptation favoriserait l'émergence de contrats de service et non plus de vente. Le travail manuel et intellectuel serait valorisé et l'obsolescence matérielle défavorisée. Les intérêts convergeraient vers un système en boucles plus fermées. Ces conditions soutiendraient l'émergence de départements ou d'entreprises de service et non de vente. Le cas du programme «*pay per lux*» de Philips (décrit dans le chapitre IV) illustre le cas d'une entreprise qui a développé une économie de services. Ce programme où le client n'est pas propriétaire du système d'éclairage a été développé en partenariat avec des architectes et invite les entreprises de matériaux et composants à produire des biens réemployables.³



Intérieur du bureau *RAU Architects*, éclairé par le programme *pay-per-lux* © Philips Electronics N.V

Des plates-formes pour l’approvisionnement

L’approvisionnement est une articulation centrale du réemploi. Les plates-formes sont des instruments déjà développés dans certains pays dans le but de valoriser les acteurs existants ainsi que d’augmenter la qualité et la quantité de l’offre régionale.

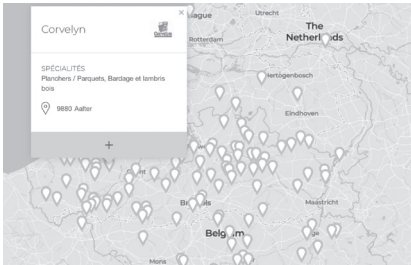
Une première étape consiste à inventorier les revendeurs et prestataires déjà existants dans un annuaire public. Pour chaque acteur, sa localisation et les caractéristiques de son activité pourraient être intégrées. L’utilisateur pourrait alors localiser le type d’acteur souhaité le plus proche.

«Ceci implique d’effectuer un recensement des prestataires de services déjà actifs dans le secteur du réemploi d’une région donnée. Cet inventaire peut également comporter une description des produits qui font couramment l’objet d’une remise en circulation et de leurs conditions: modalités de reprise, quantité, prix moyens. [...] Quelles que soit les perspectives de développement envisagées, il est intéressant de partir des acteurs professionnels existants (revendeurs d’antiquités architecturales, architectes engagés dans la question du réemploi, associations caritatives, etc.) Leur expérience sur la question est précieuse et mérite d’être valorisée.»¹

Parmi les différentes plate-formes étudiées, le site belge *opalis.be* se démarque par sa facilité d’utilisation et son format. Libre d’accès, les informations peuvent être affichées sous trois formes et triées en fonction de critères. Les fournisseurs peuvent être visionnés sous forme de listes, de grilles avec des fiches ou de points sur une carte, en fonction de leur nom, localisation ou type de matériaux.² Ces recherches ont été conduites par l’entreprise *Rotor*.

En plus des acteurs, ce site a intégré trois sections supplémentaires. La première regroupe des informations sur une sélection de matériaux. Lorsque cela est disponible, les prix constatés, les traitements proposés, les questions de toxicité et parfois l’impact du transport sont décrits. La deuxième fenêtre re-

Inventorier les acteurs sur une plate-forme numérique d’information



Copie d’écran de l’outil Opalis lors de l’affichage par carte des revendeurs d’éléments de réemploi ©ekta

1. GHYOOT, Michaël, DEVLIEGER, Lionel, BILLIET, Lionel, WARNIER, André, ROTOR, 2018. p. 193.

2. OPALIS, 2018. «Construire et rénover en réemploi. Les fournisseurs professionnels, les matériaux courants, des exemples de réalisations.» [en ligne]. Consultée le 31 mai 2018.

3. Éléments revendus par l’entreprise *Matériaux Anciens Vuignier SA*, à Vernier.

Renforcer l’offre via des plates-formes physiques de revente

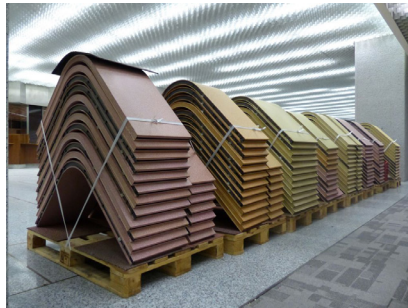
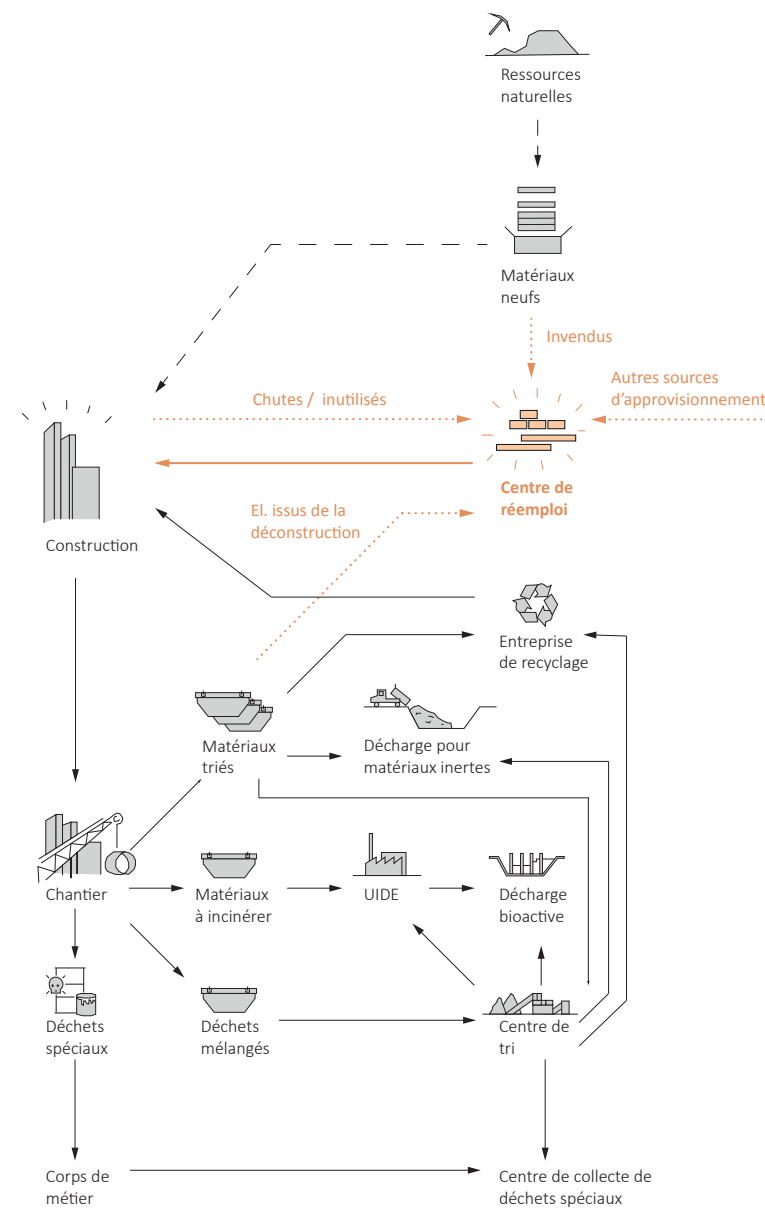
4. THE REUSE PEOPLE, 2018. “Deconstruction, Comparison Between Deconstruction and Demolition, [en ligne]. Consultée le 31 mai 2018.

groupe une série de projets de réemploi et leurs informations principales. La barre de recherche permet de les trier par matériaux ou types (intégration/*in situ*/extraction). Cette section s’apparente d’une certaine manière au premier levier évoqué pour la culture du bâti, une plate-forme numérique pour une base de données libre d’accès. Le troisième volet oriente le visiteur vers la documentation spécifique et les sites internet utiles.

En Suisse, le site *bauteilclick.net* est une esquisse de ce type mais ne regroupe que les bourses de matériaux membres du réseau dont il héberge la publication des articles mis en vente. D’autres revendeurs sont probablement actifs dans le réemploi. Mes recherches dans le canton de Genève ont, par exemple, montré l’existence de différents revendeurs d’antiquités architecturales, y compris de vieilles charpentes, poutres ou dallages.³ Les magasins de mobilier ou d’éléments techniques de seconde main ainsi que les bureaux d’architectes ou de conseils intéressés pourraient également intégrer la nouvelle plate-forme. Il conviendra aussi d’en prévoir la maintenance et l’évolution dans le temps.

Dans l’hypothèse d’une demande croissante d’éléments d’occasion, renforcer l’offre par une plate-forme physique de revente paraît une stratégie intéressante. Ce type d’activité économique est une proposition spatiale qui répond à un manque dans l’approvisionnement.

Divers types d’entreprises de revente existent à l’étranger. Aux États-Unis et en Belgique, par exemple, des entreprises regroupent des services de démontage, de remise en état et de revente pour des éléments issus de la déconstruction. Elles sont également impliquées dans le développement du réemploi de divers manières. Déjà évoquée, *The ReUse People of America* est une entreprise américaine originaire de San Francisco dont dix-neuf succursales se sont progressivement implantées à travers le pays depuis 1993. Son modèle repose notamment sur la déconstruction de maison en maçonnerie ou en bois grâce un système fiscal encourageant la déconstruction.⁴ Les matériaux revendus sont majoritairement des éléments de cuisine et de salle de bain et des équipements électroménagers, électriques et d’éclairage. Des composants comme des portes, des fenêtres et des colonnes, des briques, des revêtements de sol et des sections de bois standardisés sont aussi revendus. Les clients sont principalement des particuliers. En parallèle, l’entreprise a développé un institut pour enseigner des modules de formation ainsi qu’un service de conseils et de gestion de projet.



Matériaux récupérés lors de la déconstruction des bureaux de BNP-Paribas-Fortis © Studio Rotor

5. ROTOR DC, 2018. «Rotor Deconstruction facilitates the reuse of construction materials», [en ligne]. Consultée le 31 mai 2018.

6. PIONEER MILWORKS, 2018. «FAQS», [en ligne]. Consultée le 31 mai 2018.

7. COVERLYN NV, 2018. «Coverlyn», [en ligne]. Consultée le 31 mai 2018.

Quelles plates-formes pour la Suisse?

8. Tableau comparatif disponible en pp. 172-173.

En Belgique, le collectif *Rotor* est actif de manière polyvalente dans le réemploi. En plus d'un magasin et d'un service de déconstruction, conseils et remise en état, il agit de manière pro-active pour le développement de la filière. Il intervient à la fois dans des projets de conception et réalisation et dans la recherche, sur le terrain et dans la littérature. Leurs recherches pour le projet de recensement des revendeurs d'éléments d'occasion *Opalis.be* a conduit au développement du service de déconstruction qui alimente en partie leur magasin.

«Grâce à cette étude, nous avons découvert que malgré la professionnalisation croissante du secteur, de nombreux fournisseurs se concentrent encore sur les matériaux rustiques destinés au marché domestique (néo-) rural. Très peu sont destinés à vendre ce qui sort des grands bâtiments du secteur des services, qui constituent l'essentiel des débris de démolition dans les zones métropolitaines comme la Région de Bruxelles-Capitale. *Rotor Deconstruction* est née de la constatation que certains points avaient besoin d'une connexion urgente.»⁵

Dans ces mêmes pays, des entreprises qui reposent sur un modèle plus classique pour le secteur de la vente proposent aussi des éléments de réemploi. Ces revendeurs spécialisés vendent souvent à la fois des matériaux neufs et d'occasion. Aux États-Unis, l'entreprise *Pioneer Millworks* est spécialisée dans la revente de bois issu de déconstructions américaines. Elle indique en avoir revendus aujourd'hui au moins 50'000 m³ d'occasion.⁶ Dans ses deux antennes (Farmington et Portland), sa gamme de produits est complétée par des fins de séries ainsi que des produits neufs. Elle propose également un service d'accompagnement dans le projet et de mise en œuvre. En Belgique, l'entreprise familiale *Coverlyn* est spécialisée dans les parquets et autres éléments en bois. Elle réalise elle-même la récupération et la remise en état des bois. Des produits neufs sont aussi proposés à la vente.⁷

La réflexion menée jusque-là a montré la diversité des plates-formes, tant par leurs dimensions que par leurs offres et leurs implications.⁸ Au préalable, le travail avait aussi démontré l'importance de passer à terme d'une filière subventionnée à une filière professionnelle indépendante. L'intérêt d'intégrer l'esthétique du processus de réemploi, les possibilités d'innovation et l'influence de la mine à disposition avaient été soulignés. A partir de ces points, quels sont les matériaux de réemploi que pourrait proposer une telle plate-forme de revente en Suisse? Trois options se dessinent.

La première option consiste à proposer les matériaux d’une filière en particulier, comme le métal, la pierre ou le bois. Avantageuse en termes de savoir-faire et d’outillage, cette option présente une certaine similarité avec la structure actuelle du marché, ce qui a plusieurs conséquences. En effet le processus du réemploi n’est pas comparable à celui du processus classique et cela laisserait peut-être peu de place au détournement. Par exemple, comment valoriser des tableaux noirs? Ensuite, cela placerait la plate-forme en concurrence directe avec les vendeurs de neuf déjà implantés.

Une solution alternative à cette première option est l’incorporation progressive d’éléments d’occasion dans l’offre des revendeurs déjà implantés, incluant des chutes et des invendus. Comme chez *Coverlyn* et *Pioneer Millworks*, le consommateur aurait le choix entre les différents types de produits. Aux États-Unis, le bois de réemploi est répandu et proposé par nombreuses entreprises sous le label *FSC reclaimed* à côté du bois neuf.⁹ Ce type de revente serait intéressante dans l’hypothèse d’un développement modéré et progressif du réemploi. Il permettrait de sensibiliser le consommateur mais n’interviendrait probablement que peu dans l’innovation ou dans le développement de nouveaux potentiels.

La seconde option propose un nouveau modèle de plate-forme centré sur une couche du bâtiment, comme le revêtement extérieur ou l’aménagement intérieur. Cette forme permettrait une certaine créativité au sein de chaque fonction et un suivi dans les expériences de détournement. La concentration autour d’une partie du bâtiment serait avantageuse d’un point de vue logistique en terme de dimensions et d’un point de vue pratique en terme de savoir, de reconnaissance des normes techniques et de certifications.

Le potentiel de ce type de plate-forme varierait selon les couches. Des hypothèses peuvent être formulées à partir des leçons retenues au chapitre IV et des éléments d’analyse sur la place du réemploi en Suisse. De manière synthétique, cette option est une hypothèse particulièrement intéressante pour le développement des aménagements intérieurs, des revêtements extérieurs et des structures porteuses à certaines conditions. Le mobilier est en quelque sorte déjà traité de cette manière. Elle pourrait être développée par le domaine public pour l’aménagement extérieur. Une forme d’entreprise de service pourrait être une alternative plus adaptée pour les éléments techniques. Des centres distincts seraient-ils des leviers suffisants pour développer durablement le secteur du réemploi?

Option 1: une filière

9. GHYOOT, Michaël, DEVLIEGER, Lionel, BILLIET, Lionel, WARNIER, André, ROTOR, 2018. p. 197.

Option 2: une couche du bâtiment

Détails de l’option 2

- Fondations, isolants et vitrages:** leurs potentiels de réemploi réduisent les probabilités de centres exclusivement spécialisés sur l’une de ces couches à court terme.
- Éléments techniques:** des petits revendeurs existent déjà. Une économie de service est préférable dans le futur pour ce type d’éléments.
- Mobilier:** des petits revendeurs existent. Une telle plate-forme serait potentiellement innovante et intéressante pour des projets de design mais elle présenterait probablement certaines similarités avec une brocante.
- Aménagements extérieurs:** la grande disponibilité d’éléments réemployables (pavés, dallage ...) et de mobilier durable rendent une telle plate-forme intéressante. Toutefois, elle semble plus être adaptée à un projet du domaine public auquel appartient de nombreuses routes et espaces extérieurs. Pour les terres d’excavation, le canton de Vaud propose, par exemple, déjà une bourse entre chantiers.
- Aménagements intérieurs:** la fréquence de renouvellement élevée, les possibilités de détournement et la participation au récit rendent intéressante une telle plate-forme, qui pourrait profiter du centre pour certifier certaines caractéristiques de résistance au feu ou d’isolation phonique. Ce potentiel est déjà partiellement exploité par les bourses de matériaux à petite échelle.
- Revêtements extérieurs:** ces matériaux conçus pour résister longtemps constituent un des manques dans l’approvisionnement actuel. La nécessité de re-certification au feu et aux intempéries justifie l’intérêt d’un centre. Le potentiel de détournement élevé participe également à l’attrait de la proposition.
- Structures porteuses:** la disponibilité et la méconnaissance des caractéristique de ces matériaux limitent les projets. Un centre permettrait de développer des méthodes d’évaluation et de stocker ces grands éléments. Il nécessiterait une adaptation continue face à l’une évolution du bâti déconstruit, puisque les potentiels varient selon les types de matériaux.

La troisième option propose un pôle actif sur l’ensemble des matériaux nécessaires au projet d’architecture. Valorisant les synergies entre les composants du bâtiment, les recherches et les différentes sources d’approvisionnement, il s’agit d’une stratégie complète et évolutive. Elle permet l’échange d’information et de ressources entre les parties d’un bâtiment et un type de matériaux. Ainsi, dans ce centre, une tuile pourra être à la fois considérée comme un élément de recouvrement et d’aménagement intérieur, en fonction de la mise en œuvre imaginée.

A l’intérieur de cette grande structure, différents secteurs pourront cohabiter en intégrant les leçons tirées des analyses précédentes, par exemple:

- un service de déconstruction pourra approvisionner l’ensemble des secteurs
- un laboratoire pourra regrouper l’équipement pour les tests et favoriser les interactions lors du développement de certifications et autres expérimentations
- une bourse de réemploi contribuera au démarrage de la réinsertion professionnelle de personnes en fin de droit et pourra alimenter les autres secteurs non-subventionnés en main-d’œuvre formée
- un département particulier pourra développer un modèle d’économie de service pour les équipements techniques
- des niches dédiées aux différentes fonctions du bâtiment pourront coopérer
- l’espace de stockage pourra répondre de manière flexible aux flux variables de matériaux
- des services communs pourront servir aux conseils du client, à la diffusion des innovations, aux négociations avec les autorités, etc.
- une économie spatiale et matérielle pourra être réalisée en regroupant dans un même point des besoins comme ceux liés à l’acheminement et à la livraison de marchandises, par voie routière ou ferroviaire.

Option 3: un pôle complet et évolutif

Tableaux récapitulatifs

La troisième option présente un grand potentiel pour développer un système d’approvisionnement régional complet. Cette hypothèse est basée sur une tendance économique, législative et culturelle favorable au réemploi mais vise à participer activement à l’installation d’un contexte propice à la professionnalisation de cette pratique. La dernière partie de ce travail explique comment cette proposition spatiale peut agir comme un catalyseur pour une stratégie territoriale et architecturale durable et intégrer de manière synergique d’autres leviers.

Option n°	Type de plate-forme	Marqueurs de potentiels	Limites
1	Revendeur spécialisé dans une filière	Regroupement de l'outillage et du savoir-faire Possibilité de démarrer en complétant une offre de matériel neuf dans une structure existante Expériences étrangères	Concurrence directe avec les entreprises implantées Peu de place pour le détournement Force activatrice modérée
2	Centre dédié à une couche en particulier	Regroupement des expériences de détournement, des certifications, des test et des connaissances Valorisation de la créativité Facilité logistique et pratique	Pas idéalement adapté à toutes les couches du bâtiment Force activatrice modérée
3	Pôle complet et évolutif	Synergies entre les matériaux et les expériences Partage des infrastructures et coopération matérielle, intellectuelle et ouvrière entre secteurs Force commune pour participer à la création d’un contexte favorable et peser face aux autorités	Grande variation du stock en fonction du bâti démoli Pas d’expérience comparable de cette taille connue

Tableau récapitulatif de revendeurs européens d'éléments de construction

Entreprise Localité	Type	Empreinte du bâti (m²)	Taille de la parcelle (m²)	Localisation
<i>ProMaison</i> Renens - CH	Bourse de matériaux de réemploi, à vocation sociale*	1'120 **/**	1'950	Bordure de zone industrielle urbaine
<i>Coverlyn</i> Aalter - BEL	Revendeur spécialisé* (parquets)	2'500	5'820 **	Zone industrielle à mi-distance de centres ur- bains (>100'000 hab.)
<i>Rotor + Rotor DC</i> Anderlecht - BEL	Entreprise de démontage, conseils et revente pour le réemploi	4'200 *	10'300**	Bordure de zone industrielle périurbaine
<i>Getaz-Miauton SA</i> Bussigny - CH	Filiale de vente de matériaux de gros œuvre et d'aménagements inté- rieurs neufs	7'730	16'200	Zone industrielle et commerciale périurbaine
<i>Horbach</i> Aubonne - CH	Filiale de vente de matériaux de bricolage	11'600	28'000	Zone commerciale entre deux centres urbains (>100'000 hab.)

Code ¹	Notes	Image extérieur	Image intérieur
R1	* active aussi dans le démontage ** dont 400 m² de dépôt séparé *** ancienne halle de stockage		
R2	* seconde main et neuf, avec service-conseil et location de matériel ** inclut un dépôt extérieur couvert de 500m²		
R3	* anciens locaux d'une chocolaterie ** avec dépôt extérieur libre		
GD1			
GD2			

1. R = entreprise active dans le réemploi, GD = entreprise de grande distribution (matériaux neufs exclusivement)

Synthèse et proposition

Synthèse

Ce chapitre a permis de construire des hypothèses de levier en réponse aux freins au réemploi identifiés pour la Suisse. Nombre d’entre elles ont des similarités avec des expériences étrangères inspirantes. Une attention particulière doit être portée à la réponse de certaines contraintes pour appuyer un développement sur le long terme d’une filière du réemploi durable, notamment le suivi et l’évolution dans le temps de ces mesures.

Culture du bâti:

- Développer une base de données numérique précise et libre d’accès pour valoriser les projets et expériences de qualité
- Développer les formations en terme de réemploi pour différents publics
- Faire du réemploi et de la démontabilité/réemployabilité un critère pour les concours et appels d’offre

Aspects normatifs et de performance:

- Développer, certifier et partager des méthodes d’évaluation et de certification des composants d’occasion
- Utiliser un système d’information et de traçabilité sur les composants pour les nouveaux projets, sous forme de « passeport de matériaux » ou de puces par exemple.
- Utiliser les labels de durabilité comme des outils incitatifs pour le réemploi
- Ouvrir le cadre législatif à l’expérimentation pour ne pas contraindre l’innovation

Économie:

- Valoriser les retours d’expérience pour diminuer les craintes économiques et adapter le système de rémunération de l’architecte
- Encourager une économie de service par une adaptation fiscale

Approvisionnement:

- Garantir un approvisionnement de qualité par le développement de plates-formes physiques régionales
- Inventorier les acteurs sur une plate-forme numérique précise

Proposition

Les plates-formes de revente de matériaux d’occasion sont des leviers particuliers aux potentiels multiples. Les analyses précédentes ont montré qu’une plate-forme sous la forme d’un pôle complet et évolutif est un outil spatial qui pourrait jouer le rôle d’activateur pour une région donnée. Centre de revente et de recherche à la fois, il pourra être au cœur de synergies entre la mine, les composants, les acteurs, les expérimentations et les projets.

Le territoire et le centre de revente seraient des vases communicants, chacun étant le lieu d’approvisionnement de l’autre. Visant premièrement à approvisionner les projets avec des éléments de qualité en quantité suffisante, cette plate-forme serait aussi le support physique pour la mise en place d’autres leviers. En effet, cette polarisation permettrait d’activer avec une certaine force humaine et matérielle les leviers ci-dessus indiqués par les cercles les plus grands. Par exemple, les avancées techniques et normatives gagneraient à être regroupées pour profiter de laboratoires de qualité et de main-d’œuvre qualifiée. Les différents acteurs gravitant autour de la plate-forme gagneraient à être représentés par une voix commune dans les moments de décision avec les autorités et autres acteurs publics et privés (indiqués par les cercles plus petits). Source d’emplois indélocalisables et espace d’innovation et valorisation, le *hub* de réemploi sera un activateur régional de durabilité.



VIII. Vers des *hubs* de réemploi

Ce chapitre détaille la proposition de centres de recherche et de revente dont les bases ont été énoncées à la fin du chapitre précédent.¹ La première partie précise le rôle que peuvent jouer ces pôles évolutifs et complet dans la durabilité et de quelle manière ils peuvent articuler une stratégie territoriale pour le Plateau Suisse. La seconde propose un programme indicatif pour ces plates-formes et les contraintes correspondantes. A partir de cela, la dernière section propose un périmètre d’intervention pour un *hub* en Suisse romande.

1. Pages 168, 172 et 173.

2. GHYOOT, Michaël, DEVLIEGER, Lionel, BILLIET, Lionel, WARNIER, André, ROTOR, 2018. p. 195.

«Le réemploi des éléments de construction soulève des questions qui ne peuvent être prises en charge par des acteurs ponctuels ou dispersés. Les efforts de recherche et de développement liés à ces éléments, par exemple, méritent d’être mutualisés. Le dialogue avec les autorités sur les cadres réglementaires, les avantages fiscaux ou encore les principes de normalisation gagnent à être menés par l’entremise de représentants mandatés et habilités à intervenir dans les espaces décisionnels (tables rondes, séminaires, comités techniques, etc.). Un tel organisme peut aussi prendre en charge un travail de sensibilisation et de communication.»²

Page 174: Vue aérienne l’Ouest lausannois, avec au premier plan Large Pièces et En Reculan © Lab-U

Des activateurs de durabilité pour la Suisse

Comme détaillé à la page 173, la proposition de *hubs* de réemploi cherche à apporter le support physique nécessaire pour activer les leviers identifiés. En parallèle, ces pôles seraient des nouveaux lieux qui participeraient à la durabilité économique, sociale et écologique du Plateau suisse. Les leçons retenues de ce travail permettent d'énumérer cinq caractéristiques principales:

1. Un moteur économique: Le système en circuit court permettrait la création d'emplois indélocalisables dans le centre et la région. A l'intérieur, les emplois seraient du domaine de la vente, de la manutention, de la recherche, etc. En dehors, les activités seraient orientées autour de la déconstruction sélective. De plus, les ouvriers en réinsertion professionnelle pourraient, une fois formés dans la bourse de matériaux, espérer être employés par un autre département.

2. Un moteur d'innovation: Des nouvelles synergies pourraient naître de la mise en commun des expériences accumulées dans les chantiers et dans le *hub*. La polarisation des connaissances dans les laboratoires permettrait de concentrer les recherches et d'augmenter la portée du pouvoir représentatif du centre auprès des autorités.

3. Un approvisionnement régional: Comme expliqué précédemment, le Plateau suisse et le centre seraient des vases communicants, chacun étant le lieu d'approvisionnement de l'autre. La mission principale de ces plates-formes serait d'offrir une quantité et une diversité suffisantes d'éléments d'occasion aux projets de la région, éloignant les contraintes liées à la synchronisation entre les chantiers.

4. Une opportunité pour l'image du réemploi: Le site du pôle est une occasion pour dessiner un projet architectural avec des éléments de seconde main. La proposition pourrait intégrer en juste quantité des matériaux récupérés dans son propre rayon d'action.

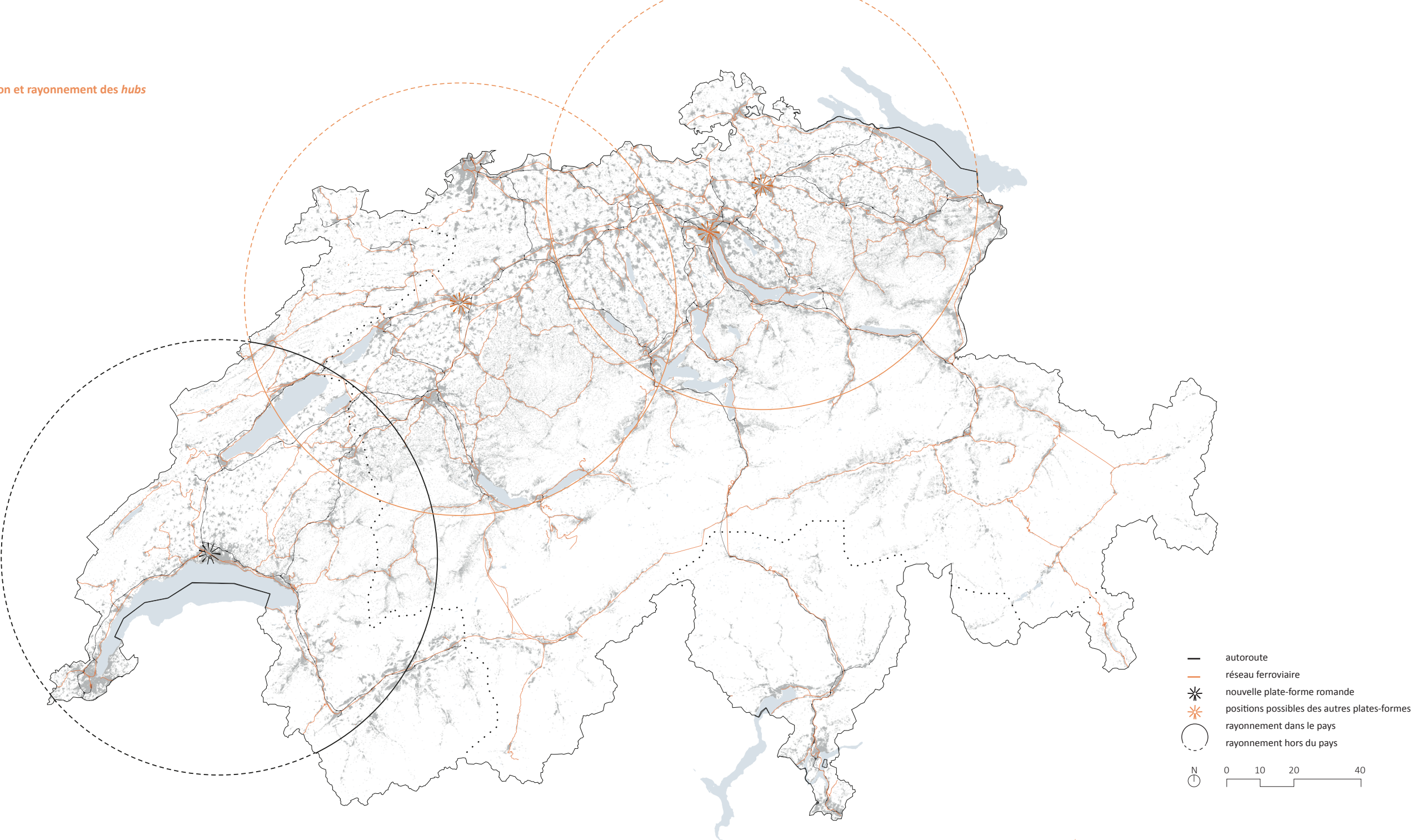
1. BIOREGIONAL, SCHOON, Nicholas, 2016. *The BedZed Story*. Brochure.

2. GHYOOT, Michaël, DEVLIEGER, Lionel, BILLIET, Lionel, WARNIER, André, ROTOR, 2018. p. 60.

5. Un maillon dans une logique territoriale: Ces nouveaux lieux formeraient un réseau où chacun d'entre eux couvrirait un rayon d'environ 60 km. Cette distance d'influence est comparable à celle qui a été nécessaire dans le projet de *BedZed* pour localiser l'acier nécessaire (50 km).¹ Elle correspond également au rayon de 60 km défini par les législations européennes des années 1990 obligeant à recycler les déchets inertes de chantier si une installation de récupération se trouvait à une telle distance.²

Comme dessiné aux pages 180-181, le Plateau suisse, qui regroupe plus de deux tiers de la population nationale et la majorité des projets de construction, pourrait être couvert avec trois pôles. Le premier dans l'agglomération de Zürich ou Winterthur couvrirait la partie la plus orientale, le second vers Soleure la partie centrale et le dernier une majorité de la Suisse romande.

Hypothèse de localisation et rayonnement des *hubs*



1. Le *hub* serait composé de différents secteurs, comme proposé dans le paragraphe «Option 3: un pôle complet et évolutif» (page 168).
2. Utilisation du tableau récapitulatif des revendeurs européens présenté dans le sous-chapitre «Des plates-formes pour l’approvisionnement» (pages 170-171).

Hypothèse de programme pour un pôle

Proposition imaginée dans le cadre ce travail exploratoire, le pôle de recherche et de revente d’éléments de réemploi est un programme nouveau. A la fois magasin, entrepôt, laboratoire et manufacture, le centre doit répondre aux contraintes de l’approvisionnement en éléments de réemploi et favoriser les synergies entre les départements.¹

La connaissance des caractéristiques de différents revendeurs existants et magasins de matériaux de construction² aide à estimer les dimensions et le fonctionnement d’une partie de certains espaces. La surface bâtie du centre est estimée à environ 13’000 m². Elle serait divisée entre un grand espace de stockage et des espaces d’expérimentation, remise en état, manutention, communication, etc. Organisé en fonction de la hauteur des volumes, un programme indicatif est proposé aux pages suivantes.

Le bâtiment devra pouvoir s’adapter à la variation du stock. L’entrepôt ainsi que les espaces de remise en état et de laboratoire devront être suffisamment flexibles pour répondre à ces fluctuations. Le transit des matériaux et composants nécessitera également une position stratégique face aux moyens de transports de marchandises. Un accès facilité à l’autoroute et une connexion au réseau ferroviaire seront des critères clés. L’accessibilité en transport public ou mobilité douce pour les employés et les visiteurs qui ne viennent pas pour réaliser un achat devra être intégrée. Une certaine visibilité depuis les axes routiers favorisera sa dimension commerciale et son rôle dans l’image du réemploi.

Hypothèse indicative de programme pour le *hub* selon la hauteur des espaces

Grande hauteur

Entreposage

+/- 10'000 m²

- flexible
- sous-divisible
- accès direct aux quais de chargement/déchargement
- non-chauffé

Quais de chargement et déchargement

- lien direct au réseau ferroviaire
- accès facilité depuis une sortie d'autoroute
- zone de manœuvre
- station de nettoyage
- protégés de la pluie

Hauteur moyenne à grande

Ateliers

~ 1'000 m²

- accès direct au stockage et rapide aux quais de déchargement évolutifs
- divisibles:
 - espace de remise en état pour chaque matériaux
 - zone dédiée à la bourse de matériaux
 - zones disponibles pour des entreprises basées sur un modèle de service
- ...

Laboratoire de recherche et de tests

~ 1'000 m²

- visible par les visiteurs, par exemple depuis l'espace d'accueil
- accès au stockage et communication avec l'atelier
- divisible:
 - zone accessible à une partie du public
 - zone de recherche
 - espace pour la certification
 - espaces disponibles à la location pour expérimentations privées
- ...

Hauteur moyenne

Accueil

~ 100 m² + extérieur

- accessibilité en mobilité douce et en véhicules individuels motorisés
- connexion visuelle et physique privilégiée avec le *showroom* et le laboratoire
- participe à la visibilité extérieure du *hub*

Showroom

~ 500 m²

- présentation évoluant avec le stock
- accès direct au stockage
- relié à l'accueil
- espace de consultation des projets et expériences
- espace dédié aux ventes

Espace polyvalent

~ 100 m²

- flexible (capable d'accueillir des moments éducatifs, de négociation, de communication, ...)
- connecté au *showroom* et au stockage

Hauteur simple

Espaces pour les employés

~ 100 m² + extérieur

- accès physique et visuel avec l'extérieur
- accessible depuis les principaux espaces de travail
- inclut vestiaire et espace repas

Bureaux

~ 200 m²

- accessibles depuis le stockage et le laboratoire
- connexion visuelle avec l'extérieur
- modulables

Total bâti

~13'000m²

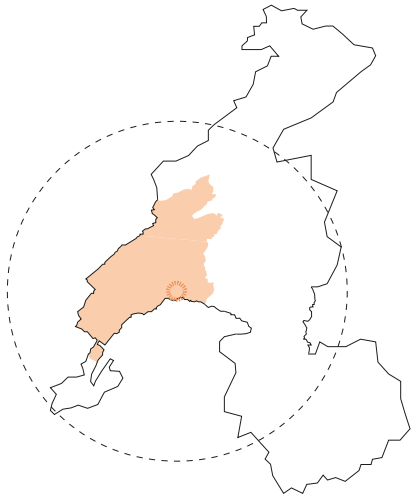
Un site dans l’agglomération Lausanne-Morges

Le pôle pour la Suisse romande serait localisé dans l’agglomération Lausanne-Morges, point qui correspond au centre géographique de la région. Cette localisation permettrait d’atteindre dans un rayon de 60 km Genève, Martigny, Yverdon, Fribourg, Neuchâtel ainsi que de couvrir la métropole horizontale qui s’étend sur cette zone du plateau et la France voisine. La couverture de ce pôle serait plus vaste que celle de la collecte des déchets de *TriDel* et presque comparable à celle de *ProMaison* qui intervient sur toute la Suisse romande. L’agglomération Lausanne-Morges correspond aussi à un nœud ferroviaire et autoroutier important: elle est à la jonction entre les lignes ferroviaires en provenance de Genève, Neuchâtel, Fribourg et le Valais et les autoroutes qui suivent majoritairement les mêmes axes. L’exemple de la *villa Welpeloo* a aussi montré le caractère décisif du premier rayon de 15 km pour le projet de réemploi, ce qui confirme l’intérêt de la localisation de ce *hub* dans une agglomération en mutation.

A l’image des revendeurs d’éléments d’occasion ainsi que des centres de grande distribution de matériaux de construction¹, le centre de réemploi sera localisé à proximité d’une zone industrielle ou commerciale. Pour localiser ces zones, le Projet d’Agglomération Lausanne-Morges de 3^{ème} génération (PALM 2016) est un outil cartographique intéressant. Il s’agit d’un projet politique élaboré par 26 communes qui énoncent les stratégies et mesures qui définit les axes préférables de développement du territoire à l’horizon d’ici 2030.²

Le projet a défini quatorze «polarités à prédominance d’activités industrielles ou artisanales» existantes, à créer ou à renforcer. Elles sont réparties sur un territoire où se côtoient des grandes infrastructures, des polarités urbaines principales et secondaires, des éléments naturels, des équipements collectifs, etc.

Cinq types de zones ont pu être identifiées sur le PALM 2016 (voir encadré ci-dessous et carte aux pages 188-189). Les zones de type C, soit des zones déjà existantes, sans proximité ou concurrence immédiate avec une polarité urbaine mais à proximité du nœud de transport, semblent les plus adaptées. Les zones



Pôle pour la Suisse romande

- périmètre de collecte de *TriDel*
- périmètre de collecte de *ProMaison*
- rayon de 60 km

1. Tableau aux pages 170-171

2. CANTON DE VAUD, AGGLOMÉRATION MORGES-LAUSANNE, 2016. *PALM 2016, Projet d’Agglomération Lausanne-Morges de 3^{ème} génération révisé*. Volume A, rapport de projet

de type A et B sont généralement soumises à une pression immobilière supposée trop importante alors que celles de type D sont estimées trop éloignées des axes de communication.

Pour confirmer cette hypothèse, une série de critères ont été énumérés: accessibilité routière et ferroviaire pour la marchandise, la cohérence avec les activités existantes, la visibilité et l’accessibilité en transport public. Le tableau aux pages 190-191 résume cela et confirme l’intérêt pour deux zones de type C: Larges-Pièces et En Reculan. Attenantes, ces deux zones s’étendent de part et d’autres de la jonction Sud-Ouest du nœud ferroviaire et autoroutier.

Types de polarités identifiés

- A - espace industriel/artisanal en zone fortement bâtie, au centre de grands projets de densification urbaine (équipements publics, logements...)
- B - zone industrielle/artisanales existante à proximité d’une nouvelle centralité (voisine de grandes modifications et projets de logements)
- C - zone industrielle et commerciale existante, sans proximité ou concurrence immédiate avec une polarité urbaine
- D - zone industrielle existante, plus éloignée du nœud ferroviaire et autoroutier
- E - polarité sans dominance industrielle ou commerciale, souvent encore à usage agricole

Stratégie à l'échelle de l'agglomération

Redessiné à partir du PALM 2016
Projet de territoire
Stratégie urbanisation - Carte C1
Décembre 2016

- forêt
- voies ferrées principales
- voies ferrées régionales
- autoroutes
- routes principales
- limites du PALM
- polarité à prédominance d'activités industrielles ou artisanales
- X type de polarités industrielles ou artisanales
- polarité à prédominance d'activités tertiaires
- zone stratégique
- centralité principale d'agglomération
- centralité secondaire
- polarité d'équipements collectifs

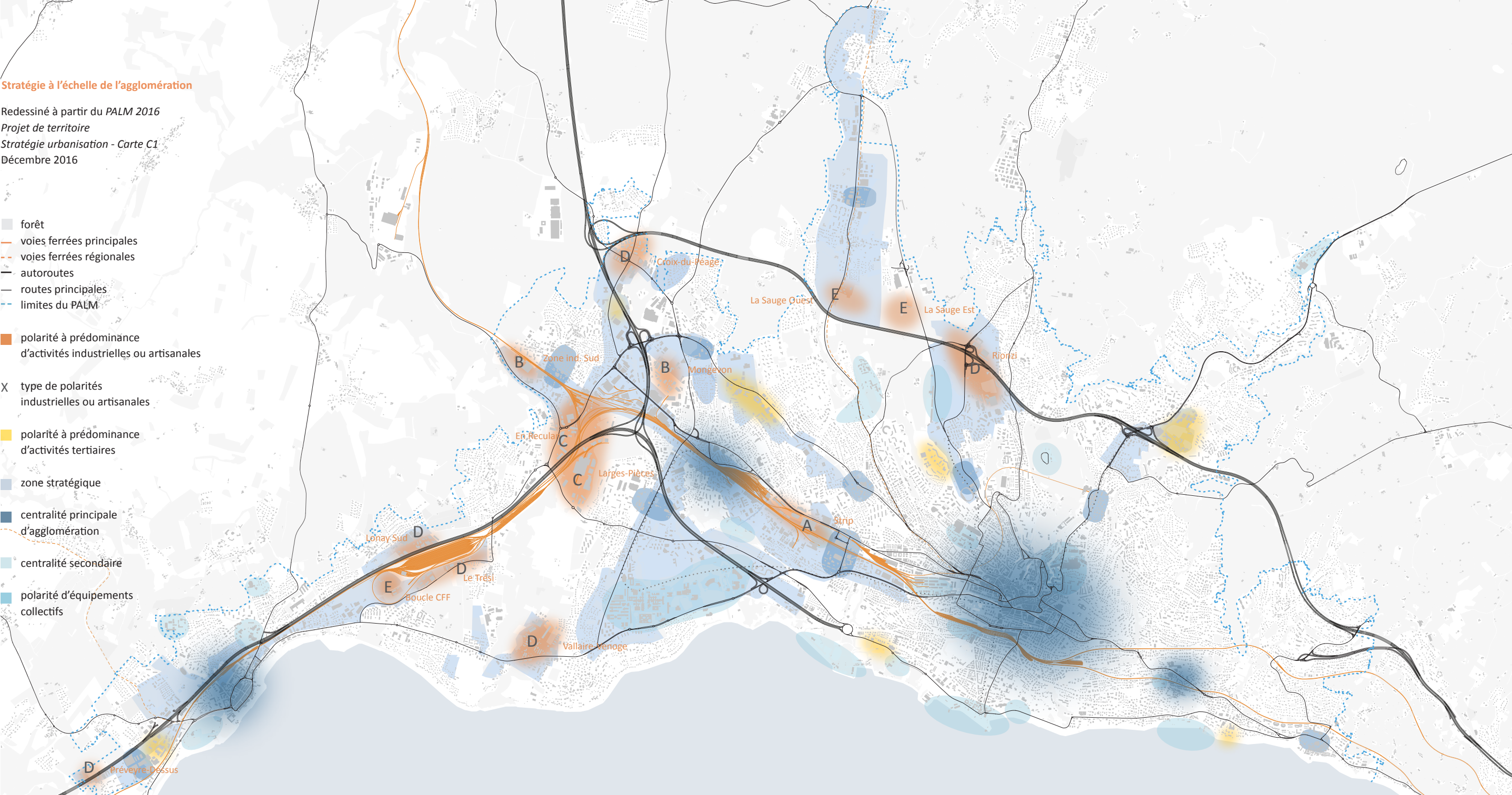


Tableau comparatif des «polarités à prédominance d’activités industrielles ou artisanales»

Critères:

Accès routier:

- 3 : accès direct à une autoroute (<500 m.)
- 2 : accès à une autoroute par une route principale
- 1 : accès à une autoroute difficile (traversée de village, de zone agricole, ...)

Accès ferroviaire (marchandise)

- 3 : voies ferrées de lignes principales sur la zone
- 2 : voies ferrées de lignes régionales (LEB) sur la zone
- 1 : voies ferrées à proximité de la zone
- 0 : absence de voies ferrées dans le secteur

Accessibilité en transports publics:

- 3 : gare dans un rayon de 1 km
- 2 : métro dans un rayon de 500 m / gare <1.5 km
- 1 : bus dans un rayon de 300 m / métro <800 m / gare >1.5 km

Visibilité:

- 3 : zone fréquentée, profitant d’une visibilité particulière
- 2 : zone de passage, visible depuis un axe principal
- 1 : zone peu fréquentée, non visible depuis axe principal

Activité comparable:

- 3 : activité notable de vente de matériaux de construction
- 2 : activité en lien avec la construction
- 1 : activité commerciale ou industrielles sans lien avec la construction
- 0 : activité agricole prédominante

Type de polarité	Nom	Accès routier (marchandise)	Accès ferroviaire (marchandise)	Accessibilité en TP	Visibilité	Activités comparables (cohérentes)	Total (* = potentiel accès direct aux rails)
A	Strip	1	3	3	3	1	11*
B	Zone industrielle Sud	2	3	3	2	1	11*
B	Mongevon	3	3-0	2	2	2	9-12*
C	En Reculan	3	3	1	2	3	12*
C	Larges-Pièces	3	3	1	2	2	11*
D	Croix-du-Péage	2	0	2	2	3	9
D	Lonay Sud	2	1	3	2	3	11
D	Le Trési	2	3	3	1	1	10*
D	Rionzi	3	0	1	2	2	8
D	Préveyre-Dessus	1	0	1	1	3	6
D	Vallaire-Venoge	1	0	1	1	2	5
E	Boucle CFF	1	3	3	1	0	8*
E	La Sauge Ouest	1	2	3	2	0	8(*)
E	La Sauge Est	3	0	2	2	0	7



En Reculan et Larges-Pièces

gare de Bussigny

A9 direction Yverdon et
contournement de Lausanne

rails direction Yverdon/Neuchâtel

Bussigny

Crissier

Renens

métro Epenex

gare de Renens

Echandens

future sortie
d'autoroute

Ecublens

métro Crochy

Chavannes-près-Renens

rails direction Lausanne/Sion/Fribourg

A1 direction Genève

rails direction Genève

gare de Denges-Echandens

EPFL 600m

E23 direction Lausanne-Ouchy

métro Cerisaie

N 0 100 200 500

Le territoire dans lequel le périmètre d'étude s'inscrit est caractérisé par la coexistence des grandes barrières que forment les infrastructures de transports et les éléments naturels, comme la forêt et les rivières. Disposition caractéristique du Plateau suisse, ces grands éléments marquent des paysages où les activités industrielles et résidentielles et les équipements publics se côtoient. Une analyse de ce territoire, bordé par des axes viaires et des forêts au-delà desquels l'usage du sol et le tissu changent, veut permettre l'identification d'un potentiel périmètre d'intervention pour le pôle.

L'Est et l'Ouest du périmètre sont marqués par de grands éléments naturels. Brièvement, l'Est est délimité par une bande de forêt qui habille le flan de la colline et descend en direction de la plaine d'Ecublens alors que l'Ouest longe une zone agricole qui suit la lisière la forêt qui abrite la Venoge. Le territoire dans lequel s'inscrit le périmètre d'étude a une large proportion de sols non scellés en plus de l'agriculture, comme des jardins, des bordures de routes ou des potagers. Au centre, la zone retenue est moins perméable et sépare ces différents espaces de biodiversité. Le site peut alors être une zone stratégique pour des liaisons écologiques.

En terme de topographie, le site est marqué par différents événements, par exemple: les talus qui longent les axes de transports, la dépression qui accompagne le lit de la Venoge, la colline qui souligne la limite Est et le passage sous les ponts ferroviaires et autoroutiers. Les deux plateaux au Sud et au Nord des voies ont été partiellement aplanis lors de l'urbanisation mais les zones agricoles et les zones périphériques sont en dévers.

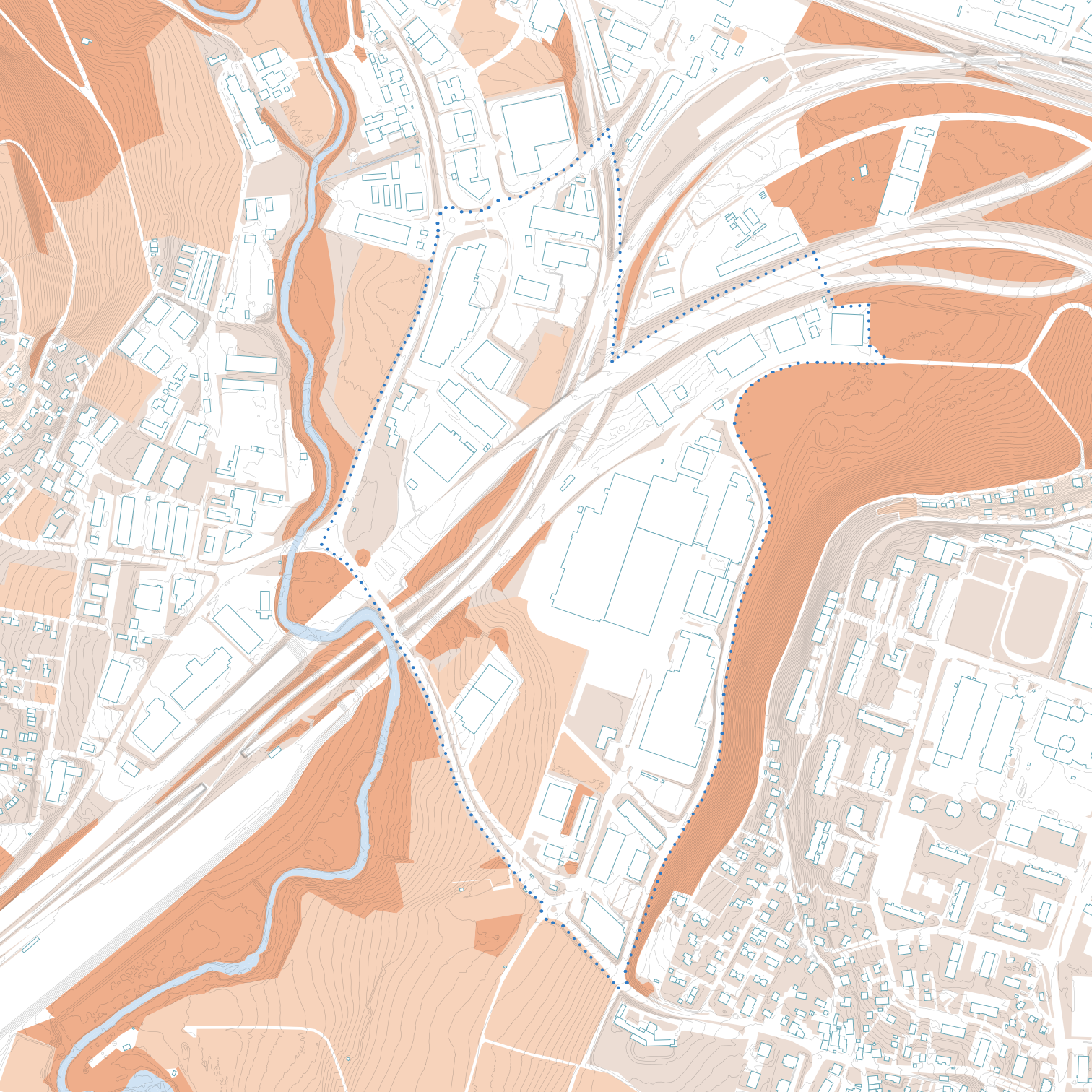


1. Éléments naturels et topographie

Ci-dessus: vue aérienne depuis En Reculan sur Larges-Pièces et l'agglomération lausannoise © Ville de Lausanne

- forêt
- agriculture
- autre sol non-scellé
- eau
- bâti
- courbe de niveau - 1 mètre
- périmètre d'étude

N 0 100 200 m.



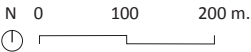
Le site retenu est, à la fois, idéalement desservi et scindé en deux par l'auto-
route et les voies ferrées, en provenance de Lausanne, Yverdon, Genève et Neu-
châtel. Entre les gares de triage de Renens et Denges, des ramifications ferro-
viaires desservent le Sud du secteur et traversent même la halle principale de
Migros Vaud par son axe longitudinal. Il s'agit d'un potentiel point de connexion
au réseau pour le futur centre.

Pour les livraisons par camion, le site est stratégiquement situé. Les routes qui
le longent seront directement desservies par la future sortie d'autoroute, pla-
nifiée pour répondre à la hausse du trafic d'ici 2030.¹ La présence du centre
de *Migros Vaud* et, de manière plus restreinte, de quelques grands magasins,
offre au site des infrastructures déjà dimensionnées pour des flux importants.
Depuis deux ronds-points, un système de boucles et d'artères dessert les quais
de livraison. Un système secondaire donne accès aux parkings qui occupent la
plupart du sol scellé.

2. Accès et circulation

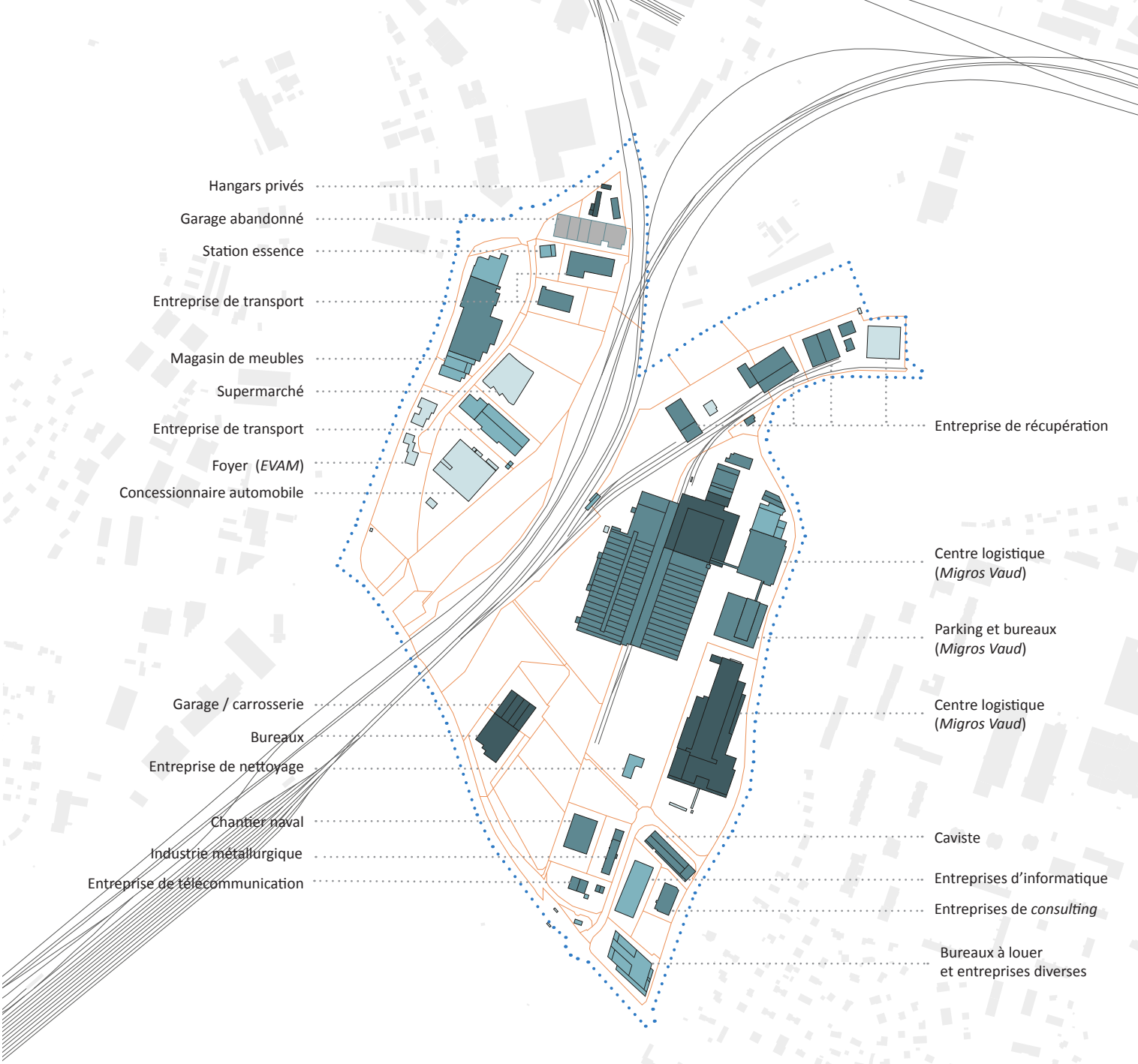
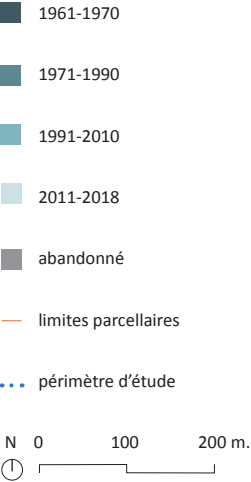
1. OFFICE FÉDÉRAL DES ROUTES (OFROU), non daté.
«La Confédération investit massivement dans la région
lausannoise», [en ligne]. Communiqué de presse.

- route principale
- autoroute
- sol scellé (asphalte)
- bâti
- voies ferrées
- voies ferrées de livraison
- circulation intérieure principale (camion + voiture)
- circulation intérieure secondaire (voiture)
- quai de livraison
- accès principaux
- future sortie d'autoroute
- piste cyclable
- arrêt de bus du site
- périmètre d'étude



Le processus d'urbanisation du site a débuté à la fin des années 1960, alors qu'il était déjà traversé par le train. Au Sud des voies, les premiers bâtiments ont initié une trame d'implantation qui a été reprise par les constructions plus tardives, suivant la direction des rails. Les bâtiments qui ne sont pas connectés directement ou indirectement aux rails s'inscrivent moins dans une trame et répondent individuellement à la pente ou aux axes routiers plus anciens. En terme de fonction, une grande part des surfaces sert à des activités de gestion de déchets, logistique, revente et transport.

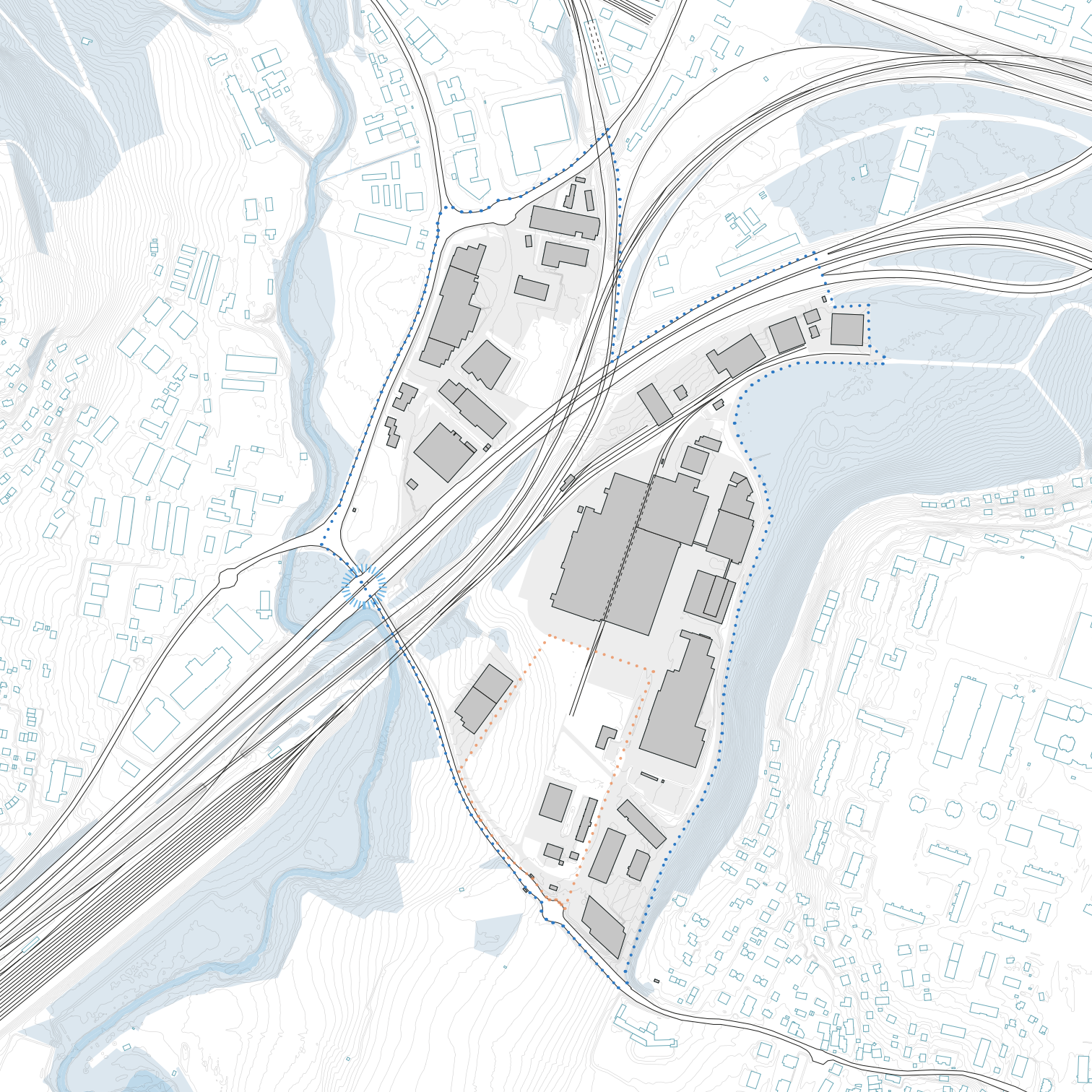
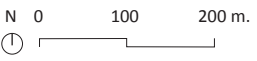
3. Bâti



Le périmètre d'intervention proposé pour un potentiel *hub* de réemploi inclut un point d'accès au réseau ferroviaire et une connexion visuelle et physique au réseau routier principal. Dans le prolongement de la trame existante, il s'étend sur une zone plane partiellement asphaltée et une zone plus pentue encore végétalisée, entre les deux bras de forêt. Il profite des infrastructures construites pour les besoins logistiques du centre de *Migros Vaud*. Sa surface (64'000 m²) permet d'étudier plusieurs dispositions pour l'ensemble du programme du centre.

Proposition d'un périmètre d'intervention

- forêt
- eau
- sol scellé (asphalte)
- bâti
- courbe de niveau - 1 mètre
- réseau de transport principal
- périmètre d'étude
- périmètre d'intervention





Vers le centre logistique



Depuis le centre logistique



En direction d'Echandens



Depuis la route cantonale

IX. Conclusion

Par sa démarche exploratoire, ce travail a permis de comprendre les enjeux qui entourent le projet de réemploi. Les différents éléments de cette réflexion ont convergé vers le développement d’une hypothèse de stratégies activatrices de durabilité à plusieurs échelles. Cette proposition engage les leçons retenues tout au long de cette recherche.

Stratégie qui répond à différentes échelles aux enjeux mondiaux de gestion des ressources, le réemploi propose une alternative au consumérisme, par la valorisation des caractéristiques naturelles et anthropiques de la matière. Porte ouverte à une nouvelle poésie locale, il questionne la responsabilité de l’architecte en tant que prescripteur de matériaux et rattache le projet et l’acte de bâtir à leur territoire, qui sert à la fois de support, de gisement matériel et immatériel et d’espace de remise en circulation des composants.

Autrefois omniprésent, puis marginalisé, le réemploi est une réponse créative qui intègre divers défis. Aujourd’hui, différents indicateurs laissent espérer un développement stable et durable entre *low-tech* et technologies de pointe. L’hypothèse soutenue est un développement progressif via des acteurs multiples de taille moyenne, régionale ou nationale pour lesquels une forme de professionnalisation garantira la durabilité.

Partant du constat qu’aucun projet de grande ampleur de réemploi hors-site n’a été construit depuis les années 1960 en Suisse, ce travail a cherché des réponses aux obstacles spécifiques à cette pratique dans le pays. En effet, le caractère unique de chaque intégration de réemploi participe à l’élégance de la proposition mais implique de nombreuses contraintes. Les différents éléments de cette réflexion ont afflué vers le développement d’une hypothèse en faveur d’une stratégie de polarisation, dans la lignée de l’hypothèse d’acteurs régionaux multiples.

Répondant directement aux difficultés d’approvisionnement et aux contraintes de synchronisation entre les chantiers, les plates-formes de revente sont apparues comme des propositions spatiales intéressantes, des leviers particuliers

aux potentiels multiples. Parmi les différentes options possibles, la forme d’un pôle complet et évolutif a été retenue pour sa capacité à intégrer d’autres leviers dont il serait le support physique et qui seraient activés par cette polarisation. Centre de revente et de recherche à la fois, serait au cœur de synergies entre la mine, les composants, les acteurs, les expérimentations et les projets.

Au-delà de son rôle pour ces leviers particuliers au réemploi, le *hub* sera un activateur de durabilité économique, sociale et écologique pour le Plateau suisse. Espaces d’approvisionnement actifs pour la conservation des ressources dans le territoire, ces *hubs* seraient en même temps des moteurs pour une économie circulaire et pour l’innovation. Ces centres seraient des maillons dans une stratégie territoriale reposant sur un réseau qui couvrirait le Plateau suisse avec trois pôles.

Propositions imaginées dans le cadre ce travail, les *hubs* de réemploi sont des programmes nouveaux, à la fois magasins, entrepôts, laboratoires et manufactures. Il s’agira de lieux catalyseurs de durabilité, à double vocation, démonstrative et polarisante. En effet, devant s’adapter aux fluctuations de l’approvisionnement et favoriser les synergies entre les départements, le projet d’un centre pour la Suisse romande sera également une opportunité de participer à l’image de l’architecture de réemploi en dessinant un projet qui intègre en juste quantité des éléments de seconde main issus de son propre rayon d’action.

Stratégiquement localisé, le projet sera aussi l’occasion d’explorer de quelle manière le territoire romand et le centre communiqueront, chacun étant le lieu d’approvisionnement de l’autre. Épaulés par le *memento* qui synthétise les défis pour chaque fonction du bâtiment, les exemples étudiés serviront de sources d’inspiration dans la méthode d’approvisionnement et de mise en œuvre. Ils soutiendront les explorations créatives et durables pour une architecture innovante et solidaire.



Références bibliographiques

Par ordre d’apparition

Livres

CALVINO, Italo, 2013. *Les villes invisibles*. Paris: Gallimard.

MCDONOUGH, William, BRAUNGART, Michael, 2011. *Cradle to Cradle: Créer et recycler à l’infini*. Paris: Editions Alternatives.

ENCORE HEUREUX, CHOPPIN, Julien, DELON, Nicola, 2014. *Matière grise: matériaux / réemploi / architecture*. Paris: Pavillon de l’Arsenal.

BAKER-BROWN, Duncan, 2017. *The Re-Use Atlas: A Designer’s Guide Towards a Circular Economy*. Newcastle: RIBA Publishing.

BRILLIANT, Richard, KINNEY, Dale (Dir.). *Reuse Value, Spolia and Appropriation in Art and Architecture from Constantine to Sherrie Levine*. Farnham: Ashgate Publishing Limited.

MEADOWS, Donella H. , MEADOWS, Dennis L. RANDERS, Jorgen, BEHRENS William W. III, 1972. *The Limits to Growth*. New York: Universe Books.

HOLGREN, David, 2009. *Future Scenarios: How Communities Can Adapt to Peak Oil and Climate Change*. White River Junction: Chelsea Green Publishing.

GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas, GRINEVALD, Jacques, 1995 (1^{ère} édition: 1979). *La décroissance: entropie - écologie - économie*. Paris: Sang de la Terre.

ERKMAN, Suren, 2004 (1ère édition: 1998). *Vers une écologie industrielle*. Paris: Charles Léopold Mayer.

ROTOR, BONVIER, Tristan, DEVLIEGER, Lionel (Dir.), 2010. *Usus/usures: états des lieux/how things stand*. Bruxelles: Communauté française Wallonie-Bruxelles.

GHYOOT, Michaël, DEVLIEGER, Lionel, BILLIET, Lionel, WARNIER, André, ROTOR, 2018. *Déconstruction et réemploi: comment faire circuler les éléments de construction*. Lausanne: PPUR.

ADDIS, Bill, 2006. *Building with Reclaimed Components and Materials, A*

design Handbook for Reuse and Recycling. Londres: Earthscan.

BRAND, Steward, 1994. *How Buildings Learn, What Happens After They’re Built*. New York: Vinking Penguin.

SAMBUICHI, Hiroshi, 2016. *Architecture of the Inland Sea*. Tokyo: TOTO.

DRUOT, Frédéric, LACATON, Anne, VASSAL, Jean-Philippe, 2007. *«plus, Les grands ensembles de logements, Territoires d’exception»*. Barcelone: Éditions Gustavo Gili.

GRAF, Franz, 2014. *Histoire matérielle du bâti et projet de sauvegarde – devenir de l’architecture moderne et contemporaine*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes. pp. 273-289.

DILLER +SCOFIDIO, 2002. *Blur: the making of nothing*. New York: Abrams.

PUBLIC ARCHITECTURE, 2010. *Design for Reuse Primer, 15 successful reuse projects within different sectors explored in-depth*. Deuxième édition. San Francisco: Public Architecture.

CONTAL, Marie-Hélène (Dir.), 2014. *Ré-enchanter le monde, L’architecture et la ville face aux grandes transitions*. Paris: Gallimard.

Articles

CRUTZEN, Paul Joseph, 2007. «La géologie de l’humanité: l’Anthropocène», dans *Ecologie & Politique*, n°34. Paris: Presses de Sciences Po. pp. 141-148.

BRENK, Beat, 1987. *«Spolia from Constantine to Charlemagne: Aesthetics versus Ideology»*, dans *Dumbarton Oaks Papers*, Vol. 41, *Studies on Art and Archeology in Honor of Ernst Kitzinger on His Seventy-fifth Birthday*. Washig-ton: Dumbarton Oaks Resarch Library and Collection. pp.103-109.

CORBOZ, André, 1983. «Le territoire comme palimpseste», dans *Diogenè*, n°121, janvier-mars 1983. Paris: Presses Universitaires de France. pp. 14-35.

EKLUND, Mats, DAHLGREN, Svante, et al., 2003. *«The conditions and constraints for using reused materials in building projects»*, dans *Deconstruction and Materials Reuse*. Publication n°287. Rotterdam: CIB.

VAN GAMEREN, Dick, VAN DEN HEUVEL, Dirk, et al., 2012. *«Villa Welpeloo»*,

dans *DASH (Delft Architectural Studies on Housing)*, n°7. Rotterdam: NAI Publishers.

CASTAROS, Christophe, 2017. «Le permis de faire, une loi pour supprimer la loi», «Construire l’architecture politique contre la norme» et «Entretien collectif», dans *Tracés*, n°19, 6 octobre 2017. Espazium: Zürich. pp. 5, 13-18, 19-25.

BILLIET, Lionel, propos recueillis par NAMIAS, Olivier, 2016. «Réemploi: quand l’architecte part à la chasse aux matériaux», dans: *Architectures CREE*, n°376. Paris: Bee medias. pp. 112-119.

BECKERS, Steven, 2014. «Transformer la construction en banque de matériaux pour le futur», dans: *UNICEMMAG*, n°770, octobre 2014. Paris: Unicem.

BOUCHAIN, Patrick, propos recueillis par SONNETTE, Stéphanie, 2017. «Le permis de faire, l’esprit plus que la lettre», dans *Tracés*, n°19, 6 octobre 2017. pp.7-12.

Études / Enquêtes / Rapports / Notes de cadrage / Brochures

ETAT DE VAUD, DGE, 2016. *Plan de gestion des déchets 2016, version finale*.

FUTURIBLES, septembre 2014. *Economie circulaire, le BTP doit faire sa révolution*. Note de cadrage.

BE CIRCULAR, BE.BRUXELLES, mars 2016. *Programme Régional en Économie Circulaire, 2016 – 2020, Mobiliser les ressources et minimiser les richesses perdues: Pour une économie régionale innovante*. Rapport.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013. *Vers une économie circulaire: arguments économiques pour une transition accélérée*. Notes de synthèse.

ROCKHILL, Dan, CARRITHERS, Megan (Eds.), 2013. *Schemata XXI Studio 804_12*. Marceline: Walsworth Publishing Company.

SUPERUSE STUDIOS, 2014. *Blade Made*. Brochure.

WUEST & PARTNER, GUERRA, Fabio, KAST, Bernard, 2015. *Bauabfälle in der Schweiz - Hochbau Studie 2015*. Étude pour l’Office fédérale de l’environnement. Zürich: Wuest & Partner.

OFS, 2015. *Les scénarios de l’évolution de la population de la Suisse 2015–2045*. Neuchâtel: Confédération helvétique, DFI, OFS.

CANTON DE VAUD, DGE, DTE, IMPACT CONCEPT SA, 2016. *Plan sectoriel des décharges contrôlées*. Rapport.

OFS, WALTI, Corinne, JOAO, Almeida, 2016. *Elimination des déchets, Illustration en Suisse*. Berne: Office fédéral de l’environnement. État de l’environnement n° 1615.

REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE, DETA, DGE, GESDEC, 2017. *Guide, déchets de chantier*. Genève: Atar Roto Presse SA.

SCHILT Jean-Jacques, PASCHE, François, 19 février 1998. *Théâtre de Vidy - Rénovation de l’enveloppe, de la production d’énergie et des installations techniques*. Préavis n°8. Lausanne: Dir. des finances, dir. des travaux, administration générale de la Ville de Lausanne.

ETAT DE VAUD, UNIVERSITÉ DE LAUSANNE, et al., juillet 2016. *Université de Lausanne, le Nouvel Amphipôle*. Plaqueette. Lausanne: Etat de Vaud.

ALHO Systembau SA, décembre 2011. *Références bâtiments modulaires suisses*. Brochure.

BACH, Raphaël, mars 2017. *45 simple experiments for 1 exceptional project, The deconstruction of the former International Olympic Committee administration buildings*. Rapport de synthèse.

RDC ENVIRONNEMENT, ÉCO BTP, I CARE & CONSULT, 2016. *Identification des freins et des leviers au réemploi des produits et matériaux de construction*. Synthèse d’étude. Angers: ADEME.

OFS, WALTER, Patrick, BLAUER HERRMANN, Anouk, CANGEMI, Vincent (éds.), 2016. *Indicateurs du marché du travail 2016*. Neuchâtel: OFS.

USEAGAIN, 2017. *Projektbericht, useagain im Kultur Casino Bern 2017*. Fiche descriptive.

BIOREGIONAL, SCHOON, Nicholas, 2016. *The BedZed Story*. Brochure.

CANTON DE VAUD, AGGLOMÉRATION MORGES-LAUSANNE, 2016. *PALM 2016, Projet d’Agglomération Lausanne-Morges de 3^{ème} génération révisé*.

Volume A, rapport de projet

GUILLEMEAU, Jean-Mart, WAGELMANS, Paul, WAGELMANS, Jean, 2013. *Guide pratique sur le réemploi/réutilisation des matériaux de construction*. Lièges: Editions de l’Université de Liège, CIIFUL.

BELLASTOCK, 2014. *REPAR – Réemploi comme Passerelle entre Architecture et Industrie*. Synthèse. Angers: ADEME.

NAKAJIMA, Shira, RUSSELL, Mark [Eds.], 2014. *Barriers for Deconstruction and Reuse/Recycling of Construction Materials*. Rotterdam: CIB, International Council for Research and Innovation in Building and Construction. Publication 397.

Conférences

PADUART, Anne, 16 novembre 2017. *Circular Building Design*. EPFL.

HOPKINS, Rob, 23 mars 2017. Meyrin.

LACATON, Anne, 5 mars 2018. «*Ah, dit-elle, ici les lapins ont des ailes*», *Transformer, ouvrir, donner plus*. EPFL.

Pages web

RÉSEAU FRANCILIEN RÉEMPLOI, 2017. «Quelle est la différence entre réemploi, réutilisation et recyclage?». Consultée le 14 mai 2018. URL: <http://www.reemploi-idf.org/quelle-est-la-difference-entre-reemploi-et-reutilisation/>.

CNRS, 2014. «Épuisement des ressources naturelles». Consultée le 14 mai 2018. URL: <https://ecoinfo.cnrs.fr/2014/03/11/1-epuisement-des-ressources-naturelles/>.

ETAT DE VAUD, 2018. «Décharges contrôlées». Consultée le 14 mai 2018. URL: <https://www.vd.ch/themes/environnement/dechets/dechets-urbains/decharges/>.

ARCHDAILY, 21 août 2013. «*The «Open House»: From House to Theater in 90 Minutes*». Consultée le 15 mai 2018. URL: <https://www.archdaily.com/418296/open-house-matthew-mazzotta>.

THE REUSE PEOPLE OF AMERICA, 2017. «*The ReUse People reduces the solid waste stream and changes the way the built environment is renewed by salvaging building materials and distributing them for reuse*». Consultée le 16 mai 2018. URL: <http://www.thereusepeople.com/>.

RÉSEAU FRANCILIEN DE RÉEMPLOI, 2018. «Le réemploi en France». Consultée le 8 juin 2018. URL: <http://www.reemploi-idf.org/quest-ce-que-le-reemploi/>.

DEEZEN, MAIRS, Jessica, 2016. «*Alejandro Aravena uses over 90 tonnes of recycled waste for entrance rooms of Venice Biennale 2016*» [en ligne]. Consultée le 16 mai 2018. URL: <https://www.dezeen.com/2016/06/02/venice-architecture-biennale-2016-recycled-waste-exhibition-entrances-alejandro-aravena/>.

GREENPILING, 2008. «*Case Study: Town Center Redevelopment Witney, Oxfordshire*». Consultée le 12 mai 2018. URL: <http://www.greenpiling.co.uk/uploads/pdfs/Project%20Template%20-%20New%20Mar%2009%20Witney.pdf>.

REALDANIA, 2018. «*MiniCO2 Husene: Upcycle House*». Consultée le 12 mai 2018. URL: <https://realdania.dk/projekter/mini-co2-husene-upcycle-house>.

STUDIO TSUYOSHI HAYASHI, 2016. «*Kawara Bench*». Consultée le 13 mai 2018. URL: <http://www.tsuyoshihayashi.com/kawara-bench.html>.

GRANDJEAN, Emmanuel, BILAN, 31 octobre 2014. «Comment le mobilier USM a été inventé». Consultée le 13 mai 2018. URL: <http://www.bilan.ch/entreprises-plus-de-redaction/systeme-usm-cest-lhistoire-dune-boule>.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017. «*Philips & Turntoo, Selling light as a service*». Consultée le 13 mai 2018. URL: <https://www.ellenmacarthur-foundation.org/case-studies/selling-light-as-a-service>.

BELLASTOCK, 2016. «*Opus Incertum*». Consultée le 13 mai 2018. URL: <http://www.bellastock.com/realisations/opus-incertum/>.

ETAT DE VAUD, 2018. «Bourse aux matériaux minéraux de chantier». Consultée le 12 juin 2018. URL: <https://www.vd.ch/themes/territoire-et-construction/bourse-aux-materiaux/>

CONFEDERATION SUISSE, BIRKENMEIER, Anna, 3 mars 2017. «La Suisse avance dans le recyclage des déchets de chantier». Consultée le 20 mai 2018.

URL: <https://www.gruenewirtschaft.admin.ch/grwi/fr/accueil/economie-verte-en-pratique/schweiz-macht-sich-beim-recycling-von-bauschutt-auf-den-weg.html>.

LE TEMPS, 21 août 2003. «Définitivement propriété du CERN, le Palais de l’équilibre est rebaptisé «Globe de l’innovation»». Consultée le 25 mai 2018. URL: <https://www.letemps.ch/suisse/definitivement-propriete-cern-palais-lequilibre-rebaptise-globe-linnovation>.

ARCINFO, 17 mars 2012. «Les restes d’Expo.02, dix ans après». Consultée le 25 mai 2018. URL: <https://www.arcinfo.ch/articles/regions/neuchatel-et-littoral/les-restes-d-expo02-dix-ans-apres-213384>.

ANNETTE GIGON / MIKE GUYER, mai 2011. «*Project, Swiss Museum of Transport, Lucerne, Entrance Building and Road Transport Hall*». Consultée le 20 mai 2018. URL: http://www.gigon-guyer.ch/media/42309/166_4_1_E_SwissMuseumTransport_www.pdf.

ARCHDAILY, 19 juillet 2017. «House with a Tree/ Sauter von Moos». Consultée le 20 mai 2018. URL: <https://www.archdaily.com/876094/house-with-a-tree-sauter-von-moos>.

MODULART, 2018. «Le laboratoire de la construction modulaire». Consultée le 25 mai 2018. URL: <https://modulart.ch/fr/la-mission/>.

BAUTEILCLICK.CH. «*BTN Suisse*». Consutée le 20 mai 2018. <https://https://www.bauteilclick.ch/fr/menu-principal/info-news/btn-suisse-85.html>

DELON, Nicola, 2016. «De l’addition des lois et du pourcentage des honoraires». Consultée le 29 mai 2018. URL: <http://www.le308.com/spip.php?article1798>.

PARIS HABITAT, 16 juin 2017. «Expo « Matériaux reconditionnés à la caserne de Reuilly»». Consultée le 31 mai 2018. URL: <http://www.parishabitat.fr/Pages/expo-materiaux-reconditionnes-caserne-reuilly-paris-habitat-28062017.aspx>.

U.S. GREN BUILDING COUNCIL, 2018. «*LEED BD+C: Retail | v1 - LEED 1.0 pilot, Materials reuse: 5 %*». Consultée le 30 mai 2018. URL: <https://www.usgbc.org/credits/retail-new-construction/v10-pilot/mrc31>.

OPALIS, 2018. «Construire et rénover en réemploi. Les fournisseurs profes-

sionnels, les matériaux courants, des exemples de réalisations». Consultée le 31 mai 2018. URL: <https://opalis.be/fr>.

THE REUSE PEOPLE, 2018. «*Deconstruction, Comparison Between Deconstruction and Demolition*». Consultée le 31 mai 2018. URL: <http://thereuse-people.org/deconstruction>.

ROTOR DC, 2018. «*Rotor Deconstruction facilitates the reuse of construction materials*». Consultée le 31 mai 2018. URL: <https://rotordc.com/about/>.

PIONEER MILWORKS, 2018. «FAQS». Consultée le 31 mai 2018. URL: <https://pioneermillworks.com/faqs>.

COVERLYN NV, 2018. «*Coverlyn*». Consultée le 31 mai 2018. URL: <http://www.corvelyn.be/Document.php?id=1&language=en>.

BELLASTOCK, 2016. «Le lieu. Bellastock, Architecture expérimentale». Consultée le 12 mai 2018. URL: <http://www.bellastock.com/notre-activite/actlab/le-lieu/>.

Vidéos / Films

DELESTRAC, Denis, 2018. *Le sable: enquête sur une disparition*. Arte, 80 minutes.

LE RELAIS, 2013. «Isolant bio-sourcé Métisse®» [en ligne]. 3 minutes, visionnée le 12 mai 2018.

CANAL ALPHA, MONTSERRAT, Carlos, 1^{er} décembre 2005. «La pierre jaune neuchâteloise, exceptionnelle, et tellement rare...» [en ligne]. 7 minutes, visionnée le 25 mai 2018.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012. «*Walter Stahel on the Performance Economy*» [en ligne]. 7 minutes, visionnée le 30 mai 2018.

