

ACTIVITÉS ET INSTRUMENTATION DE LA CONCEPTION

# INTÉGRER LE RÉEMPLOI DANS LE PROJET ARCHITECTURAL

*Vincent Foinels*



sous la direction de :  
François Guéna - Joaquim Silvestre- Anne Tüscher

Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-la-Villette  
2018-2019



# SOMMAIRE





## Introduction

1. Les enjeux du réemploi dans le bâtiment .....	7
a. Raisons environnementales	
b. Raisons économiques	
d. Les freins au développement du réemploi	
2. Le rôle de l'architecte .....	13
3. Enoncé de la problématique .....	14
a. Les questionnements	
b. Les objectifs	
c. La méthode	
4. Généralités et naissance de l'économie circulaire.....	15
a. Vocabulaires	
b. Formalisation du concept d'économie circulaire	
c. Favoriser le réemploi	
 1 <sup>re</sup> partie : Les étapes du réemploi dans le projet .....	23
1. La collecte des matériaux .....	25
2. Concevoir avec ces ressources .....	36
3. La déconstruction pour anticiper le réemploi .....	39
 2 <sup>eme</sup> partie : Critique des outils sur un cas d'étude .....	
1. Présentation du cas d'étude .....	43
a. Caractéristiques du sujet	
b. Objectifs	
c. La méthode	
2. Méthode A : La rénovation sans entreprise .....	46
a. Les travaux réalisés	
b. Les travaux à réaliser	
c. Bilan	
3. Méthode B : Le projet intégrant le réemploi .....	69
a. Les possibilités	
b. Bilan	
 Conclusion .....	74



# INTRODUCTION

## 1. Les enjeux du réemploi dans le bâtiment

Les activités liées à la construction, à la réhabilitation et la démolition en France produisent 73% des déchets, soit 260 millions de tonnes par an. En Ile-de-France, cette problématique est un véritable enjeu, puisque la région génère 30 millions de tonnes de déchets par an pour le BTP. L'objectif européen vise, à l'horizon 2020, la valorisation de 70% des déchets de chantier, avec en priorité la prévention à la création de déchet (entretien, réhabilitation, réemploi). Il existe plusieurs raisons pour lequel le réemploi doit être pris en considération. Ces raisons sont environnementales, économiques et sociales.

### a. Raisons environnementales

Le premier point abordé concerne tous les types d'utilisateurs, que ce soit des particuliers ou des professionnels. L'avantage du réemploi permet de réduire la prolifération des décharges sauvages. En plus de dénaturer nos paysages, les décharges sauvages polluent, de manière diffuse comme les effluents industriels et agricoles. Ces décharges sont apparues durant le 19ème siècle et se sont multipliées durant la deuxième moitié du 20ème siècle avec l'essor industriel et la consommation plus importante des ménages. On peut définir cette activité par tout dépôt d'ordures de quelconques natures et dimensions dans un lieu inapproprié. Ce phénomène est dû également à l'insuffisance des moyens de collecte. Dernièrement, le ministère de la Transition Ecologique et Solidaire a entrepris un travail pour lutter contre cette pollution.

Autre raison, le réemploi permet de limiter le recours aux CET (Centre d'Enfouissement Technique). Si un matériau ne peut être pris en charge par un centre de recyclage ou une décharge, car trop coûteux ou ne pouvant être valorisé, il est alors envoyé dans un CET. Ces centres ont pour objectif de stocker ces déchets appelés déchets « ultimes », tout en limitant les risques de pollution et contamination de l'environnement. Ces déchets présentent plusieurs dangers. Premièrement, ils sont extrêmement polluants, et provoquent des pollutions de l'air, de l'eau et peuvent provoquer des dangers pour la santé humaine et animale.

La mise en place de ces centres se heurte souvent aux refus, à raison, des collectivités locales et des habitants. De plus, tout ceci est onéreux et les normes pour assurer la sécurité sont très précises. Entre autres, ces zones doivent respecter certains critères comme :

- lieu fermé par une clôture
- entrée composée d'un pont à bascule

- accès via un portique de la radioactivité
- site sous vidéosurveillance
- protection des nappes phréatiques pour éviter toute propagation
- stockage des déchets dans des casiers creusés et étanches, avec fermeture étanche également
- traitement des déchets contre :
  - les lixiviats, un liquide résiduel dû à l'infiltration de l'eau de pluie à travers les déchets
  - la captation du biogaz (dangereux) : éliminé ou valorisé

En fonction de leur dangerosité, les matériaux sont envoyés dans des CET de types différents. Il en existe 4, dont un en cours de développement. Ces types sont :

- Type 1 : Déchets dangereux, dont une mesure spécifique doit être entreprise.
- Type 2 : Ordures ménagères ou assimilées, aucune mesure spécifique.
- Type 3 : Déchets inertes, ceux qui concernent l'architecte, qui sont les gravats, béton etc. Ils ne sont soumis à aucune mesure spécifique.
- Type 4 : Déchets radioactifs. Ces centres sont prévus pour 2025, des recherches sont en cours sur l'élaboration de ces CET.

Enfin, la dernière raison environnementale est de réduire les nuisances dues à l'incinération. Cette technique apporte des avantages, comme la réduction de la masse des déchets de 70% et son volume de 90%, elle permet également de récupérer de l'énergie. Néanmoins, elle possède des effets néfastes tels que la pollution due aux rejets de gaz et des effets nocifs sur la santé. De plus l'incinération de déchets laisse des résidus de fumées et de solides, nommés mâchefers, qui sont dans le meilleur des cas réinjectés comme matière première dans les travaux publics, sinon stockés avec les déchets ultimes dans des CET.

## **b. Raisons économiques**

Le réemploi permet de maîtriser le coût de gestion des déchets grâce aux activités qui gravitent autour de lui. A l'échelle régionale, il offre la possibilité de créer de nouveaux marchés. Cette activité aide ainsi à développer de nouvelles filières industrielles, générant de nouveaux emplois, locaux et territoriaux.

Tout ceci mis en commun participe à préserver si ce n'est améliorer notre milieu de vie, de lutter contre la raréfaction des ressources naturelles et d'éviter le gaspillage. Les réglementations évoluent dans le sens de l'économie de matière et la réduction des déchets, il est donc nécessaire pour l'architecte de s'emparer du sujet. Intégrer le réemploi fait évoluer notre manière de construire. Nous ne pouvons plus nous contenter de bâtir selon des préceptes normatifs, industriels suivis pendant la deuxième moitié du XX<sup>ème</sup> siècle. Nous sommes passés d'un monde où les matériaux vieillissaient, à un monde où les matériaux se détériorent. En d'autres termes, si nous prenons l'exemple d'un matériau comme la pierre, au fil du temps, elle s'érode, prend une teinte particulière en fonction de l'environnement dans lequel elle se trouve, subit les marques du temps. Les matériaux vieillissant ne deviennent pas obsolètes, même si par leur dégradation leurs caractéristiques changent, nous pouvons leur trouver d'autres usages adaptés. Or, aujourd'hui nous utilisons davantage de matériaux complexes, fabriqués grâce à l'assemblage de plusieurs éléments. Une fois ces matériaux arrivés en fin de cycle, ils deviennent obsolètes, et difficilement réutilisables. C'est pourquoi il est important de veiller à utiliser des matériaux dont les caractéristiques permettent de les réemployer.

Cependant, ce n'est pas une raison pour délaisser les matériaux complexes, puisqu'un autre élément intervient dans le sort de ces matériaux. En effet, aujourd'hui les bâtiments sont amenés à changer d'usage plus rapidement qu'auparavant. Et certains éléments qui les composent peuvent encore être utilisés. C'est alors qu'intervient l'intérêt du réemploi.

## **d. Les freins au développement du réemploi**

En 2016, l'ADEME<sup>1</sup> a publié un rapport<sup>2</sup> sur les obstacles rencontrés dans l'installation du réemploi dans le bâtiment et les travaux publics. Cette étude nous présente 15 fiches catégorisées par des thèmes que nous allons résumer ici. L'annexe 1 présente des fiches réalisées pour cette même étude quant aux actions à mener pour supprimer ces barrières au développement du réemploi.

---

<sup>1</sup> ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

<sup>2</sup> RDC Environnement, éco BTP et I Care & Consult, Identification des freins et des leviers au réemploi de produits et matériaux de construction, Ademe, 2016

En voici les thèmes :

- **Juridique**

Le premier obstacle vient de la crainte d'utiliser un «déchet». De plus, une incompréhension est faite entre réemploi et réutilisation ainsi que sur la mise en statut d'un déchet. C'est à dire, à quel moment un objet passe de ressource à déchet ? Le déchet dispose d'un statut juridique spécifique et défini en France par la loi du 15 juillet 1975 (transposition de la Directive 75/442/CEE). Cet article décrit le déchet comme « produit que le détenteur destine à l'abandon ». En 2008, la directive européenne précise que le déchet devient « toute substance ou tout objet, ou plus généralement tout bien meuble, dont le détenteur se défait ou dont il a l'obligation de se débarrasser ». En résumé, dès l'instant où un matériau ou produit provenant d'un chantier est mis à la benne ou quitte un chantier, il est considéré comme déchet.

Le second problème provient du statut juridique lors de don et de la mise à disposition. Dans certains cas, cette mise à disposition par le don ne fait pas l'objet de convention. Ceci entraîne une investigation afin de déterminer les acteurs qui seront responsables et qui bénéficieront de la défiscalisation.

Ensuite vient le souci lié aux assurances. Pour tout projet, le constructeur doit couvrir sa responsabilité décennale, et le particulier, souscrire à un contrat de dommage ouvrage. Cependant certaines entreprises de travaux du bâtiment sont réticentes à mettre en oeuvre des matériaux ne correspondant pas aux normes homologuées (NF-DTU ou NF-EN) reconnues par leur assurance. Les contrats n'étant pas adaptés aux techniques dites «non courantes», ils doivent faire l'objet de modifications. Ceci freine les entreprises, craignant la hausse du tarif de leur contrat.

Pour poursuivre sur les normes, le Règlement Produit de Construction (RPC), prévoit, pour la mise sur le marché d'un produit, qu'il soit conforme aux exigences techniques européennes puis apposé de la marque CE. Cependant, le cas du réemploi fait encore débat et n'est pas encore considéré par cette réglementation. Ceci nous amène à se demander si ces matériaux sont soumis à une obligation de marquage CE ? Et qui en assumera la conformité ? Si les critères de conformité seront différents selon les cas ( produits, provenance ) ?

Enfin, les matériaux de réemploi ne sont pas soumis à une garantie. Ceci peut amener les acquéreurs à s'orienter sur des matériaux neufs pour bénéficier de la garantie, et ainsi se faire rembourser ou échanger leur bien en cas de défaillance.

## • Technique

Ce frein est lié aux freins juridiques puisqu'il fait appel aux difficultés de conformité des produits. En effet, lors de projet, certaines opérations demandent d'être validé par les bureaux d'études et bureaux de contrôle. Cependant ce contrôle n'est pas courant, et amène avec lui plusieurs questions.

- Comment qualifier les performances techniques du produit ?
- Existe-t-il des procédures de qualification des matériaux et produits de réemploi ?
- Faut-il faire réaliser des essais, des tests pour caractériser les performances des matériaux et produits de réemploi ?
- Les performances attendues pour les matériaux réutilisés/réemployés doivent-ils être les mêmes que pour les matériaux neufs ?
- Comment requalifier un matériau dont la traçabilité ne peut être établie ? Par rapport à quel référentiel ?
- Comment évaluer la constance de la qualité, la régularité des produits sur un même chantier ou bien provenant de différents chantiers ?

## • Environnement et santé

A l'image des difficultés techniques et juridiques à certifier les matériaux de réemploi, la certification liée aux performances environnementales rencontre des barrières. Le responsable des matériaux, qui font l'objet d'une déclaration pour allégations environnementales, doit les soumettre à un contrôle. Celui ci sera réalisé par une tierce partie indépendante.

Certains matériaux ou produits de construction déposés lors d'opération de démolition ou de la réhabilitation de bâtiments existants peuvent contenir des substances dangereuses pour la santé. Ils sont maintenant réglementés et ne peuvent donc être réemployés. Ces matériaux sont régis par la réglementation REACH<sup>3</sup>. Elle stipule que les produits issus de la construction peuvent être : soit des articles ou des préparations. S'il s'agit d'un article, il y a obligation de communiquer les informations sur le contenu en substances extrêmement préoccupantes (SVHC<sup>4</sup>). Cette obligation concerne toute personne mettant un article à la disposition d'un tiers dès lors que l'article contient une substance extrêmement préoccupante. Pour les préparations (peintures, enduits, ...), il y a obligation d'établir une Fiche de Données de Sécurité si le produit présente un danger pour l'homme ou l'environnement.

---

<sup>3</sup> REACH : Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals. (Enregistrement, évaluation, autorisation et restriction des substances chimiques).

<sup>4</sup> SVHC : Substance of Very High Concern (Substance extrêmement préoccupante).

## • Economie

Le marché des matériaux et produits de réemploi est relativement peu développé auprès des professionnels. Les gérants de plateformes et ressourceries dédiées aux matériaux et produits de construction confirment la réticence des entreprises à utiliser des produits de réemploi. Le marché auprès des particuliers est plus soutenu tout comme les ventes entre particuliers. Ceci se justifie par la méfiance des entreprises du bâtiment de s'approvisionner en matériaux de seconde main.

De plus, l'offre de matériaux est peu visible. Il est difficile pour un maître d'œuvre de localiser des chantiers en cours qui pourraient fournir des ressources. Il n'est pas facile d'obtenir des informations quant aux caractéristiques de ces potentielles ressources. Généralement, ces informations sont acquises par un réseau de connaissances.

Des coûts supplémentaires peuvent survenir dans certains cas. Par exemple, si le chantier ne se trouve pas sur le même site dont provient les ressources (issues de la démolition d'un bâtiment), il sera nécessaire de louer un local, ou un espace pour les stocker. D'autres surcoûts éventuels sont dus à la difficulté des opérations lors des déposes de produits visant à être réemployés. Cette difficulté entraîne les entreprises à augmenter leur devis.

La dernière contrainte liée au réemploi de matériau est l'éligibilité aux aides financières. Des opérations de réhabilitation d'habitat n'ont pas été éligibles aux aides financières car les produits utilisés pour réaliser l'isolation étaient des produits de réemploi.

## • Acteurs

Plus globalement, la difficulté à la mise en place du réemploi est due au manque de connaissances des acteurs. La maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre ne parviennent pas à identifier les potentialités du réemploi. Lorsqu'elles sont identifiées, il est souvent trop tard, le cahier des charges étant établi, ou le chantier démarré.

Pendant la phase de démolition, l'identification des matériaux réemployables est difficile pour les entreprises non initiées au sujet. De plus, ces entreprises peuvent rencontrer des difficultés lors de la dépose des ressources, pour assurer qu'elles ne soient pas détériorées.



## 2. Le rôle de l'architecte

Comme dit dans l'introduction, il est important de veiller aux choix des matériaux pendant la phase de conception afin de pouvoir anticiper un changement d'usage de ces derniers. Et l'architecte joue un rôle important, puisque c'est lui qui est amené à prescrire les matériaux qui composent le bâtiment qu'il conçoit. C'est pourquoi il peut être considéré comme un élément essentiel au développement de la filière réemploi. Cependant, la pratique du réemploi modifie les habitudes de l'architecte. En effet, il ne s'agit plus de commencer le projet sur une page blanche.

La pratique du réemploi fait participer l'architecte dans un mouvement qui protège l'environnement. La méthode courante pour le choix d'un élément qui compose le projet se fait selon des critères techniques, esthétiques, économiques etc... mais aussi écologiques. S'il souhaite favoriser un matériau écologique, l'architecte choisira un matériau dont l'impact écologique sera le plus faible possible, et ce, à toutes les étapes du cycle de vie de celui-ci. Que ce soit dans sa production et sa livraison, c'est-à-dire l'énergie grise, mais aussi durant son utilisation puis sa fin de vie. Cette démarche correspond à une approche dite « du berceau à la tombe ». Le réemploi, lui, suit une approche appelée C2C pour Cradle to Cradle, qui signifie « du berceau au berceau ». Cette démarche se différencie de l'autre par la volonté d'optimiser les étapes de production mais aussi d'éviter le cycle « fin de vie ». Les bénéfices environnementaux sont reconnus lorsque l'utilisation d'un matériau dépasse le cycle de vie d'un bâtiment, et peut donc être réutilisé pour un autre usage.

Les étapes du réemploi telles que les démolitions, les temps de collecte ou les temps de re-travail de la matière apportent à l'architecte le moyen d'exprimer ses capacités créatives. D'autres interventions durant le chantier comme le diagnostic ressources à travers des tâches comme le tri des matériaux, influencent la conception du projet par l'apport de nouvelles techniques et savoir-faire. En effet, les caractéristiques techniques et plastiques des matériaux vont impacter le bâtiment. L'architecte devra également faire preuve de créativité et ingéniosité pour assembler les différents matériaux. Pour réaliser cela, l'architecte devra s'entourer d'acteurs et évoluer au fil du chantier avec un objectif commun. Au travers de ce travail, cela permet de créer une dynamique partenariale entre tous ces intervenants dans un profil économique circulaire.

Il s'agit donc pour l'architecte de se développer. De faire évoluer son activité grâce à un apprentissage d'optimisation de la matière par le réemploi dans ses projets architecturaux et urbains. Cette pratique de l'architecte associée à celles des autres experts AMO, MOE et Bureaux de contrôle participe au développement culturel, ce qui n'est pas sans importance lorsqu'on connaît les difficultés que rencontre le réemploi à se mettre en place, puisqu'il est souvent rattaché à l'usage de matériaux de seconde main, sous ses aspects péjoratifs du terme.

### **3. Enoncé de la problématique**

Dans ce mémoire, il sera question de répondre à la problématique suivante :  
Comment intégrer le réemploi dans la conception de projet architectural ?

#### **a. Les objectifs de la recherche**

- Définir les outils disponibles à l'architecte
- Comprendre leurs fonctionnements
- Comprendre comment intégrer ces outils dans la conception architecturale

L'objectif général étant de regarder les moyens qui sont à disposition de l'architecte pour parvenir à intégrer le réemploi dans ses projets afin d'optimiser l'économie des ressources.

#### **b. Les questionnements**

D'après ce que nous avons pu voir du réemploi, il semble être une solution innovante bien qu'utilisée par l'homme depuis toujours, mais est-il capable de s'adapter à toutes les échelles de projet ? Nous pouvons facilement imaginer réemployer quelques éléments facilement tels que les menuiseries par exemple. Mais quelles sont les limites du réemploi en termes d'intégration dans le projet ?

Nous observons également que le réemploi ne s'arrête pas qu'à l'utilisation de matériaux de seconde main dans un projet mais qu'elle intègre une réflexion bien plus complexe, que doit mener l'architecte. Ceci va donc mener l'architecte à évoluer, et par ce travail, l'objectif sera de trouver les outils et connaissances qui pourront aider l'architecte.

En quoi le réemploi implique-t-il un changement dans les relations entre les différents acteurs du projet architectural ?

L'architecte devra-t-il acquérir la maîtrise de nouvelles connaissances ? Car nous pouvons imaginer la standardisation du réemploi dans le bâtiment, ce qui impliquerait la maîtrise des outils à disposition, tout comme on peut le voir avec l'arrivée du BIM, dont intrinsèquement la maîtrise de logiciel utilisant cette technologie.

S'il en existe, quelles sont les conditions qui permettent d'intégrer le réemploi de manière optimale ? Et parallèlement à cela, quelles sont les contraintes ? Les outils proposés aujourd'hui suffisent-ils à répondre aux objectifs ?

### **c. La méthode**

Pour répondre aux objectifs, nous étudierons plusieurs supports tels que les guides, les sites internet, entreprises et travaux de recherches. Il s'agira de comprendre les outils mis à disposition du concepteur, pour intégrer le réemploi dans ses projets, en suivant un ordre déterminé. Dans un premier temps, nous regarderons ce qui permet de trouver les ressources nécessaires au projet. Ensuite, nous nous intéresserons aux particularités de la conception en réemploi. Et pour finir nous poserons la question de la démolition dans le projet.

Après cette étape, nous nous appuierons sur un cas d'étude pour expérimenter certains de ces outils dans un cadre théorique, dont le but sera de vérifier leur pertinence. Les détails de cette étape seront expliqués plus précisément à ce moment-là. Ce cas d'étude permettra de voir comment ont pu être entreprises des opérations de rénovation mais aussi comment ils auraient pu l'être en appliquant ce que nous aurons étudié en amont.

## **4. Généralités et naissance de l'économie circulaire**

La notion d'économie circulaire apparaît peu de temps après la publication du rapport du Club de Rome en 1972 s'intitulant « *The Limits to Growth* » ou encore « *Rapport Meadows* » du nom de jeunes économistes du MIT (Massachusetts Institut of Technologie). En 1976 pour la Commission Européenne, « *Jobs for Tomorrow* », Walter Stahel, architecte suisse, et Geneviève Reday, socio économiste suisse, présentent un schéma en boucle. Ces travaux et quelques autres seront également à l'origine du concept de développement durable retranscrit dans le rapport Bruntland en 1987. Parallèlement à cela, le concept de Cradle to Cradle (Du Berceau au Berceau) ou C2C a vu le jour à la fin des années 80 à la suite des travaux du chimiste allemand Michael Braungart et de l'architecte américain William McDonough. Ce sont ces travaux qui ont contribué au développement de la notion d'économie en boucle. Le terme d'économie circulaire, tel qu'il est utilisé aujourd'hui, apparaîtra pour la première fois en 1990 dans le livre « *Economics of Natural Resources and the Environnement* » de David W. Pearce et R. Kerry Turner, deux économistes anglais.

### **a. Vocabulaires**

Dans cette première partie nous avons parlé de réemploi, réutilisation, recyclage. Avant de poursuivre, il est essentiel de dissocier ces trois termes, afin de bien comprendre les enjeux de chacun.

Le réemploi est l'opération par laquelle un produit est donné ou vendu par son propriétaire initial à un tiers qui, a priori, lui donnera une seconde vie. Le produit garde son statut de produit et ne devient à aucun moment un déchet. Il s'agit d'une composante de la prévention des déchets.

La réutilisation est une opération qui s'amorce lorsqu'un propriétaire d'un bien usagé s'en défait sans le remettre directement à une structure dont l'objet est le réemploi. Il va déposer son bien usagé dans une borne d'apport volontaire, par exemple, ou dans les déchèteries (hors zone de réemploi). Le bien usagé prend alors un statut de déchet. Il subit ensuite une opération de traitement des déchets appelée « préparation en vue de la réutilisation », lui permettant de retrouver son statut de produit. Un détenteur peut alors en bénéficier afin de lui donner une seconde vie.

Enfin le recyclage est l'opération par laquelle la matière première d'un déchet est utilisée pour fabriquer un nouvel objet. Mais le traitement des matières est encore un procédé lourd et coûteux.

## **b. Formalisation du concept d'économie circulaire**

Dans un monde qui se métamorphose, au contexte économique en mutation, le concept d'économie circulaire semble être un modèle de mise en œuvre du développement durable. Devant l'urgence d'une réflexion sur un usage efficace des ressources, le principe de l'économie circulaire a pris, depuis 2010, une place beaucoup plus importante, pour devenir la base d'un cadre politique pour un nouveau modèle de fonctionnement de nos économies. Un modèle qui se veut sobre en consommation d'énergies et de ressources. L'économie circulaire s'oppose au modèle classique dit d'économie linéaire (extraire – produire – consommer - jeter). Le terme d'économie circulaire n'est pas encore bien ancré dans la pensée des personnes, encore trop assimilé au recyclage. Cependant, la plupart des projets et acteurs mènent vers une définition de l'économie circulaire autour de trois principes :

- Production et offre de biens et services : approvisionnement durable en ressources (qu'elles soient renouvelables ou non renouvelables), écoconception des biens et services, développement de l'écologie industrielle et territoriale et mise en œuvre de l'économie de la fonctionnalité (recours à un service plutôt que la possession d'un bien).

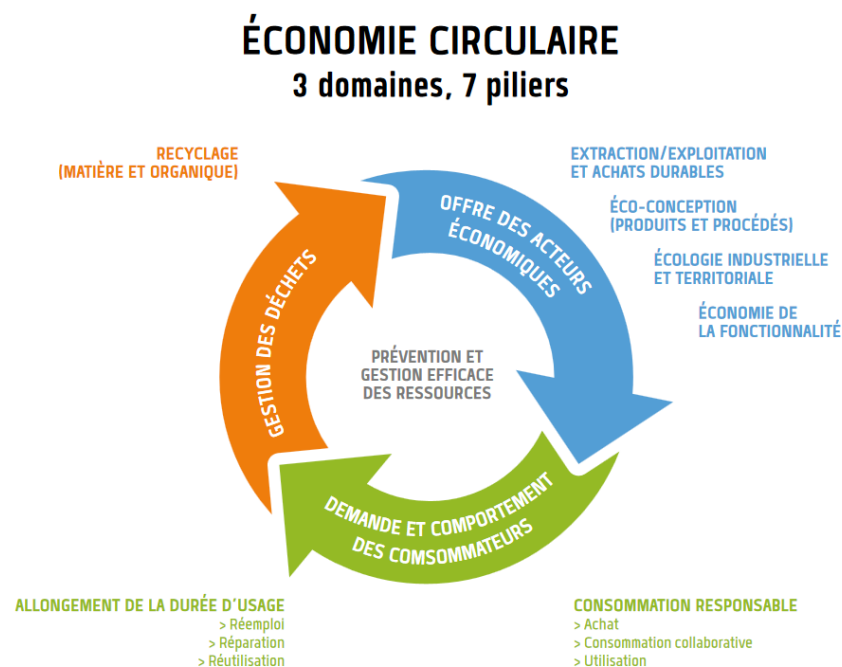
- Consommation ; demande et comportement : achat responsable, bonne utilisation des produits, recours au réemploi et à la réparation.

- Gestion des déchets : bien que la production et la consommation responsable soient de nature à limiter la production des déchets dans le cadre de la politique de prévention, la gestion des déchets restants doit favoriser le recyclage et, si besoin, la valorisation énergétique.

Il n'existe pas aujourd'hui de définition « normalisée » ou fixée, du concept d'économie circulaire. La définition ci-dessous est celle proposée par l'ADEME.

« L'économie circulaire : système économique d'échange et de production qui, à tous les stades du cycle de vie des produits (biens et services), vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer l'impact sur l'environnement tout en développant le bien-être des individus. »<sup>5</sup>

L'objectif principal de l'économie circulaire est de diminuer considérablement le gaspillage des ressources, et principalement les matières premières et énergies. Ceci vise à désolidariser l'extraction des ressources à la croissance du PIB, tout en diminuant nos impacts environnementaux. De plus, il permet d'augmenter les offres sur le marché de l'emploi. Il s'agit de faire plus et mieux avec moins.



©ADEME

5 GELDRON Alain, Economie circulaire : Notions, Ademe, 2014

L'architecte est amené à manipuler la matière, ou du moins, faire coexister plusieurs matériaux entre eux, en les assemblant, en les mélangeant, créant des constructions de formes et d'échelles différentes. C'est donc un sujet que doit s'approprier l'architecte : consommer de façon soutenable la matière. Parmi les trois principes cités dans le schéma ci-dessus, plusieurs notions semblent concerner de plus près l'activité de l'architecte. Nous identifierons ces différentes notions dans cette partie.

### • **Approvisionnement durable**

L'approvisionnement durable concerne le mode d'exploitation et d'extraction des ressources. Ce fonctionnement vise à diminuer les déchets et l'impact sur l'environnement. Ceci est d'autant plus important dans l'exploitation des matières énergétiques et minérales ou dans l'exploitation agricole et forestière. Tout ceci intègre les matières renouvelables et celles qui ne le sont pas. Les ressources se faisant plus rares, qu'elles soient dues à des aspects quantitatifs, qualitatifs (dégradation de la qualité de l'eau par exemple) ou à cause de la concurrence sur leur accès entre les différentes parties du monde, poussent à privilégier les ressources renouvelables.

### • **Ecoconception**

Quand il s'agit de conception, il est évident que l'architecte entre en jeu. La définition d'écoconception est celle donnée par la Commission spécialisée de terminologie et de néologie dans le domaine de l'environnement :

« Conception d'un produit, d'un bien ou d'un service, qui prend en compte, afin de les réduire, ses effets négatifs sur l'environnement au long de son cycle de vie, en s'efforçant de préserver ses qualités ou ses performances. »<sup>6</sup>

Cette démarche a pour qualité de diminuer la quantité de matière, d'allonger la durée de vie, et de faciliter la réparation, le recyclage ou le « ré usinage ». Actuellement il n'existe pas de critère permettant de qualifier une démarche d'écoconception

### • **Allongement de la durée d'usage**

L'allongement de la durée d'usage par le consommateur conduit au recours à la réparation, à la vente/achat d'occasion ou au don. La réparation est la remise en fonction d'un produit endommagé, pour qui l'utilisation n'était plus possible. Le réemploi permet, par le don ou la vente d'occasion, de prolonger l'usage d'un produit, en lui permettant une seconde vie.

---

6 Commission spécialisée de terminologie et de néologie dans le domaine de l'environnement, définition publiée au Journal Officiel

La réutilisation conduit à ce que des déchets puissent être remis en état sous forme de biens d'occasion ou soient démontés et les pièces en état de fonctionnement triées puis revendues. Tout ceci vise un allongement de la durée d'usage pour des biens communs, pour prolonger la durée de vie de son smartphone par exemple, en évitant d'avoir à consommer des matières rares pour le fabriquer.

### **c. Favoriser le réemploi**

Avant de rentrer dans le détail des outils qui apportent un support aux architectes pour mener leur projet, il est essentiel de s'attarder sur certains fondamentaux.

Les constructions durables qui respectent l'environnement se développent. Un grand nombre d'entreprises ont choisi de suivre cette voie, et acceptent les défis qu'elles engendrent.

Le recyclage, le réemploi ou la réutilisation de matériaux forment un secteur d'activités où interviennent de nombreux acteurs. Ces acteurs doivent suivre l'objectif qui est de réduire notre consommation de ressource. Ceci ne vise pas seulement les matières extraites depuis les sous-sols de la Terre, ceci comprend aussi la maîtrise des énergies, l'utilisation de la lumière naturelle, la qualité de l'air, la réduction de la consommation d'eau, l'utilisation de matériaux locaux. C'est pour cela qu'il est essentiel de faire comprendre à chaque intervenant du projet, que tous ont un rôle à jouer. Dès le commencement du projet, tous les acteurs doivent suivre un objectif commun. La maîtrise d'ouvrage peut décider de récupérer des matériaux pour la réalisation de son projet, mais alors, elle devra trouver une maîtrise d'œuvre qui suive cette volonté. La maîtrise d'œuvre devra donc avoir les compétences pour réaliser les objectifs d'un tel chantier, et s'entourer des bons techniciens.

Le premier défi est donc de convaincre l'ensemble des intervenants. Plusieurs éléments peuvent aider à les persuader. Cela leur permet de participer à une démarche de projet exemplaire pour le respect de l'environnement. Malgré les idées reçues, la qualité des matériaux de seconde main est tout à fait suffisante et parfois même meilleure que le matériau neuf (bois durci, éléments sans COV<sup>7</sup>, etc.). La performance du bâtiment utilisant des matériaux réemployés sera donc identique à un bâtiment conventionnel. De plus, cette méthode de conception permettra de faciliter l'obtention de certifications environnementales telles que le HQE (Haute Qualité Environnementale), BREEAM (BRE Environmental Assessment Method), LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). L'avantage suivant est surtout bénéfique pour la maîtrise d'ouvrage, puisque le coût de revient des matériaux utilisés peut représenter une économie intéressante. Ceci est d'autant plus vrai si ces matériaux proviennent du même site ou proche de lui.

Ces projets innovants permettent de créer des bâtiments uniques et exemplaires, ce qui

---

<sup>7</sup> COV : Composé organique volatil

augmente la satisfaction des employés, et apporte donc une motivation supplémentaire.

Les éléments récupérés peuvent avoir une valeur historique, et cela concerne aussi bien une commune ou un particulier. Pour finir, un bâtiment écologique est un outil de marketing. L'opinion publique et la sensibilisation sur des questions environnementales prennent de plus en plus d'importance.

Les impacts environnementaux des bâtiments sont évalués en comparaison avec des bâtiments plus conventionnels, ou en vue de respecter certaines exigences réglementaires notamment sur les consommations énergétiques. Il est relativement aisé de fixer des objectifs similaires pour l'utilisation de matériaux de récupération. Le volume et le coût d'utilisation de ces matériaux est facilement quantifiable et comparable à celui de matériaux neufs.

La décision du niveau d'utilisation de matériaux de récupération dépend de plusieurs critères:

- La taille du projet : Le taux de réutilisation peut être plus important pour des bâtiments de petites tailles. En revanche, il peut être économiquement plus pertinent pour des projets importants en raison du grand volume de matériaux à employer. Ce critère est d'ailleurs un point qui pose réflexion, et nous l'aborderons ultérieurement.

- Comme dit précédemment, le choix des acteurs intervenants durant le chantier influence sur la réussite du projet. Si la maîtrise d'œuvre et les constructeurs ont déjà une certaine expérience dans le domaine, il sera plus facile de savoir comment et où trouver les matériaux de récupération pour améliorer l'efficacité, la rentabilité du processus et la qualité de la mise en œuvre. La réutilisation nécessite l'acceptation des bureaux de contrôle, des bureaux d'étude, de l'assurance, de l'architecte, de la maîtrise d'ouvrage et des clients finaux.

- Le temps est important. Que ce soit durant la phase de conception ou de réalisation, il est compté. Les échéances sont courtes, et l'intégration du réemploi n'aide pas à concrétiser le projet plus rapidement. En effet, les acteurs doivent s'adapter à l'offre des matériaux de seconde main. Plusieurs choses vont faire varier le temps de réalisation : localiser et acquérir les matériaux à réutiliser, vérifier leur disponibilité, certifier leur performances, etc...

- Le type de bâtiment apporte son lot de complexité. Plus l'édifice demandera des exigences, qu'elles soient techniques, esthétiques, fonctionnelles, plus il sera difficile de trouver la matière pour le réaliser. Les matériaux demandés devront être plus spécifiques.

Tous ces aspects sont à réfléchir en amont du projet, et donc durant la conception du programme. Si en tant qu'architecte nous n'avons pas toujours la possibilité d'entrer dans la confection du programme dès le commencement, il est bien de pouvoir intégrer les notions de réemploi le plus rapidement possible. La suite du projet et sa réussite découleront d'un programme bien pensé.



Aujourd'hui il existe plusieurs moyens de faire appel au réemploi pour la conception d'un projet. Plusieurs acteurs se sont penchés sur cette solution à la consommation trop importante de ressources dans le secteur du bâtiment. On peut trouver des manuels ou guides du réemploi, des plateformes web, des entreprises spécialisées dans la déconstruction ou encore des outils numériques.

Nous allons étudier dans un premier temps les caractéristiques de ces outils afin de les comprendre et ainsi voir quels intérêts ils peuvent apporter à l'architecte dans le cadre de la conception d'un projet.



## PARTIE 1 / LES ÉTAPES DU RÉEMPLOI DANS LE PROJET

Nous pouvons trouver toutes sortes de guides sur le réemploi général. L'économie des ressources est l'affaire de chacun, mais en ce qui concerne le milieu du bâtiment, un acteur se démarque plus que les autres. Il s'agit de Bellastock.

Bellastock est une association d'architecture expérimentale, qui oeuvre pour la valorisation des lieux et de leurs ressources. Travaillant sur des problématiques liées aux cycles de la matière et au réemploi, l'association a pour but de partager ses savoir-faire avec le grand public. Elle initie ainsi des projets innovants, écologiques et solidaires, et propose des alternatives aux moyens de constructions traditionnelles. En partenariat avec l'Ademe (Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie) qui les finance, l'équipe de Bellastock a rédigé un rapport de recherche (Repar#1, Repar#2). Ce travail fut réalisé en lien avec la déconstruction de la friche industrielle des entrepôts du Printemps sur l'île Saint-Denis à Paris. Le scénario qui constitue cette recherche est le suivant :

- Diagnostic synchronisé du projet et du gisement
- Collecte et acheminement de la matière vers les ateliers Actlab
- Stockage et opérations de préparation au réemploi (élémentarisation, standardisation)
- Prototypage et expertise de la matière par système constructif, pour l'usage qui en est fait
- Mise en œuvre du réemploi dans les projets de l'éco-quartier à venir après les entrepôts, certifications
- Formations pour maintenance et exploitation

Sur ce même site, l'association a créé un laboratoire du réemploi, nommé Actlab. Ce bâtiment a été construit avec le réemploi de certains composants de la friche industrielle.

Pour la réalisation de ce travail, Bellastock a proposé une déconstruction sélective partielle, pour conserver des composants de l'entrepôt. La matière collectée a pu être valorisée dans la mise en œuvre de mobiliers urbains ou systèmes de sols pour des parcs et voiries.

Repar#1 étudie l'amont d'une filière de réemploi en construction. Plus récemment, Bellastock a travaillé sur une autre question, comment envisager le projet d'architecture comme un débouché pour les produits de réemploi en construction ?

La réponse a été donnée dans le guide Repar#2 publié en 2018. En association avec le CSTB<sup>8</sup> et d'experts (maîtres d'ouvrage, centres d'essai, ingénieurs techniques et environnementaux, architectes, contrôleurs technique, entreprises de construction et démolition), Bellastock

---

<sup>8</sup> CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

a rédigé ce guide méthodologique du réemploi et un catalogue technique de réemploi de composants d'ouvrage.

Les objectifs de REPAR#2 sont les suivants :

- Contribuer à l'actualisation des outils du maître d'ouvrage et de l'architecte pour permettre la mise en œuvre de réemploi dans un projet d'architecture ou d'urbanisme.
- Vérifier la faisabilité d'assemblages en réemploi.
- Poser les bases d'une massification et d'une optimisation du réemploi en architecture.

Le contenu de ce document forme la base de ce que l'on doit connaître si l'on souhaite pratiquer le réemploi. A partir du travail qu'a mené Bellastock et les autres associés, découle différentes solutions visant à croître le développement du réemploi dans l'industrie et le bâtiment. Repar#2 met le doigt sur les obstacles rencontrés avec la mise en place d'une filière réemploi dans le secteur du BTP. L'objectif principal de la recherche étant de faciliter et accélérer cette mise en place. Après 6 ans de recherche, Bellastock met à disposition un panel d'outils méthodologiques et techniques pour les acteurs du bâtiment. Pour chaque acteur intervenant dans le déroulement d'un processus de conception d'un projet impliquant le réemploi, Repar#2 dispose d'un guide dans lequel sont expliquées les tâches accordées à chacun. Ce qui nous intéresse le plus ce sont les tâches relatives à l'architecte, et c'est sur celles-ci que nous nous attarderons bien qu'il faudra tout de même aborder le rôle d'autres acteurs collaborant avec lui.

Pour la réalisation d'un projet, l'architecte est en charge de concevoir l'édifice, mais doit faire coordonner les entreprises qui le bâtiront. Dans le cadre d'une démarche de valorisation de la matière, une étude préliminaire sur un gisement de matériau issu d'une déconstruction est nécessaire. Cette étape n'existe pas dans la procédure standard de conception pour un architecte. Dans ce cas, il ne part plus d'une page blanche, mais doit s'organiser afin d'intégrer ces ressources. Bellastock propose une organisation pour chaque étape de la conception d'un projet.

Après plusieurs étapes, que sont l'extraction des ressources, leur transformation et leur préparation, l'architecte peut passer à la première phase, la phase « Avant-Projet ». L'architecte s'approprie la matérialité des ressources disponibles, afin de concevoir un projet en accord avec ce qu'il dispose. Ensuite vient la phase « Projet », où le but est de vérifier l'opérationnalité. Il s'agit de mener une étude comportant des carnets de détails techniques, graphiques. Ces informations permettront de réaliser les différentes étapes menant à la réalisation du projet tel que :

- La collecte du gisement, la préparation et la fourniture du produit de réemploi
- L'intégration des produits réemploi au projet
- Penser la déconstruction du projet pour anticiper le réemploi

Ensuite vient la dernière étape, la réalisation du CCTP<sup>9</sup> où seront inscrites la méthodologie et l'expertise technique. Avant de réaliser le projet, le guide encourage l'expérimentation d'un prototype de réemploi in situ par le Bureau de Contrôle afin de vérifier sa faisabilité.

Pour nous aider à voir quels outils sont à disposition de l'architecte, et quels sont les choses à savoir si l'on veut concevoir en réemploi, nous suivrons les trois étapes citées précédemment.

## **1. La collecte des ressources**

Avant de commencer à réfléchir aux moyens d'acquisition des ressources, il est utile de savoir quels sont les matériaux qui sont concernés par le réemploi. Car tous les matériaux ne se valent pas, et en fonction des configurations, il va être possible ou non de les extraire. Plusieurs facteurs peuvent influencer leur extraction.

Premièrement, la mise en œuvre d'un élément va agir sur deux choses. D'abord, au moment du démontage d'un matériau, la manière dont il a été mis en œuvre va influencer son état final. S'il s'agit d'un revêtement de sol par exemple, il sera difficile d'extraire carreau par carreau sans les endommager. Le fait qu'ils soient collés entraîne obligatoirement des difficultés au démontage. En revanche, si l'on prend l'exemple d'un mur, composé d'une ossature en bois, son démontage se fera sans difficulté particulière. Car les éléments sont soit collés et dans ce cas, il est possible de couper proprement les éléments, ou alors ils sont visés et alors il suffit de les dévisser. Ces éléments récupérés pourront ensuite être réutilisés sans avoir eu de traitement particulier, qui entraînerait un coût supplémentaire. Ensuite, les difficultés que peut entraîner l'extraction d'un matériau peuvent faire appel à des personnes spécialisées, ou demander d'intervenir pendant une longue durée, ce qui entraînerait un surcoût. Si le coût dépasse la valeur finale de la ressource récupérée, alors il n'en vaut pas la peine de réaliser ce démontage, et dans ce cas cela a deux conséquences. Premièrement c'est une ressource en moins qui sera réutilisable, deuxièmement ce sera un déchet de plus.

Ensuite, il s'agit de regarder sa qualité plastique et marchande. La valeur de la ressource en elle-même peut nous amener à la recycler, la jeter ou la réemployer. C'est le cas par exemple des mobiliers, qui sont dans la majorité des cas usagés et dont il est difficile d'être réintégrés dans un projet de construction neuf. De plus en fonction du programme, il est demandé un nombre déterminé d'éléments identiques pour la cohérence ou la fonctionnalité du projet. Et dans ce cas, il n'est pas toujours possible de trouver les mêmes ressources à la quantité souhaitée.

Certaines ressources peuvent être endommagées avant même l'extraction. Pour ces éléments,

---

9 CCTP : Cahier des Clauses Techniques Particulières

cela peut entraîner un réemploi impossible, car ils n'assureront pas leur rôle, esthétique, fonctionnel ou structurel. Pour eux, il s'agira de les recycler si possible ou sinon de les jeter dans des lieux appropriés. D'autres critères rendent le réemploi impossible. Il s'agit des éléments dangereux pour la santé de l'homme. On peut prendre comme exemple l'amiante qui se trouve dans certaines peintures qui recouvrent d'anciens bâtiments ou dans des revêtements de toiture. Il est donc naturel de ne pas les réemployer dans de nouveaux projets.

Regardons maintenant quels sont les différents matériaux que l'on peut réemployer dans l'activité courante du bâtiment.

- BOIS
  - bois traité (peint, verni, etc.)
  - bois aggloméré, lamellé-collé
  - bois non traité
- TERRE
  - Terre de déblais contaminée
  - Terre de déblais non contaminée
  - Terre cuite (tuiles, blocs, briques)
- MINERAUX
  - Ardoise naturelle et non naturelle (béton, fibrociment)
  - Céramique (carrelage, parement, etc.)
  - Pierre naturelle
- MATERIAUX COMPOSITES
  - Déchets de construction et démolition mélangés (sans composant dangereux)
  - Isolant en fibres minérales artificielles
  - Plastiques (châssis, tubes, profils de construction, mousse d'isolation, etc.) en polymères thermoplastiques ou thermodurcissables.
  - Plâtres et dérivés (plaques de plâtre, carreaux de plâtre)

Les matériaux cités sont ceux dont le réemploi est possible. D'autres matériaux courant des constructions comme le béton ou l'acier ne sont pas réemployable en l'état. Pour ne pas avoir à les jeter, ils peuvent être recyclés.

Maintenant que la liste des matériaux est définie, il va falloir connaître les moyens de leur obtention. Pour ce faire il existe quatre moyens d'y parvenir. D'abord les matériaux peuvent être récupérés à l'issue d'une déconstruction d'un bâtiment sur le site ou sur un site voisin. Cette

méthode est la meilleure solution puisqu'elle permet un déplacement des ressources réduit et une cohérence dans les matériaux récupérés. Ensuite il est possible de trouver des matériaux directement par acquisition auprès des entreprises de démolition. Néanmoins, ces entreprises sont peu courantes. Il est possible également de trouver des produits en vente auprès de fournisseurs spécialisés. Cette pratique est la plus logique, car elle permet d'avoir le contact avec des personnes informées sur la pratique, et les produits sont directement utilisables à l'image de fournisseurs de produits neufs. Cette méthode est amenée à se développer. Enfin il reste la vente en ligne sur internet ou par petites annonces.

Avant de poursuivre l'analyse de ces méthodes, il est important de noter que la maîtrise d'ouvrage doit permettre une flexibilité technique et économique auprès du concepteur. En effet, selon la disponibilité des ressources, leurs validités ou non, le projet est amené à être modifié. Par ailleurs, il est préférable de recourir à la même entreprise lorsqu'il s'agit d'extraire les matériaux selon la première méthode, c'est-à-dire in-situ ou sur un site voisin. Ceci pour la raison que cette entreprise prendra ses précautions lors de l'extraction des ressources pour ne pas les dégrader et ainsi éviter tous problèmes lors de la construction future. De plus, cela apporte de la flexibilité sur le chantier. Car les allers retours entre déconstruction et construction pourront être mieux coordonnés.

Revenons maintenant sur les moyens d'obtenir les matériaux. Parmi les solutions évoquées, l'une des étapes à faire est le diagnostic ressource. Ce diagnostic peut être réalisé par des entreprises spécialisées ou bien par la maîtrise d'ouvrage ou encore la maîtrise d'œuvre. Le diagnostic ressource se fera dans l'éventualité que le projet sera réalisé sur un site où se trouve déjà un ou plusieurs bâtiments à exploiter. Dans ce cas, puisque nous nous intéressons au rôle de l'architecte, il est intéressant de savoir comment se déroule ce diagnostic. On peut trouver plusieurs exemples sur internet pour mieux le comprendre.

#### **a. Le diagnostic ressource**

Bellastock, expert dans le réemploi et qui pratique ces diagnostics le considère comme un outil essentiel à la prévention de création de déchets. Le diagnostic ressource est un outil de projet autant que le diagnostic déchets. Il doit être réalisé en amont de la conception. Mais attention, le diagnostic déchets ne peut être réalisé par la maîtrise d'ouvrage ou la maîtrise d'œuvre. Car elles n'ont ni les capacités ni les assurances pour le réaliser. Le diagnostic ressource est alors qu'une évolution du diagnostic déchets, une évaluation qui vient en parallèle pour amener à valoriser les déchets de chantier. Ce diagnostic ressource peut lui être réalisé par la maîtrise d'ouvrage ou maîtrise d'œuvre, mutualisé avec un diagnostiqueur spécialisé pour être le plus efficace.

Quels sont les objectifs du diagnostic ressource ?

- Caractériser un ou plusieurs gisements (reconnaissance in situ, investigations documentaires, analyse des expertises complémentaires à mener)
- Indiquer ou définir de nouveaux domaines d'emploi (ce pour quoi le gisement peut être réemployé ou réutilisé)
- Identifier les ouvrages du projet qui peuvent être réalisés avec des matériaux de réemploi
- Énumérer les préconisations pour la dépose, la préparation et la mise en œuvre des matériaux
- Vérifier la faisabilité des propositions par une étude d'impact, qui peut être économique, logistique, environnementale.

Le diagnostic se dessine sous forme de documents écrits et graphiques. Ces derniers seront à titre indicatif et serviront de conseils. Ils peuvent aussi être sous forme de préconisations suivant les objectifs de la maîtrise d'ouvrage. Pour mieux les comprendre, nous prendrons l'exemple que Bellastock a mis au point. Ces critères se distinguent de ceux contenus dans le diagnostic déchets, qui sont moins détaillés.

Dans l'optique des débouchés du réemploi Bellastock propose de réaliser :

- Une quantification selon plusieurs unités (l'unité du diagnostic déchets étant la Tonne).
  - Mètre linéaire
  - Surface en m<sup>2</sup>
  - Volume en m<sup>3</sup>
  - Pièce, pour les produits de types fenêtres, portes, etc.
- Une qualification des matériaux qui comprend :
  - Un relevé géométrique des produits
  - Sollicitations d'usage et environnementales subies par les produits
  - Une description chimique, mécanique, technique du produit
- Dans l'optique des débouchés du réemploi ils proposent de réaliser également :
  - Un descriptif et dessin des nouveaux domaines d'emplois possibles
  - Cible potentielle du ou des projets récepteurs (les débouchés)
  - Précision sur le re-travail de la matière, les conditions de remise en œuvre et les expertises complémentaires à fournir.
- Un cadre normatif du nouveau produit obtenu

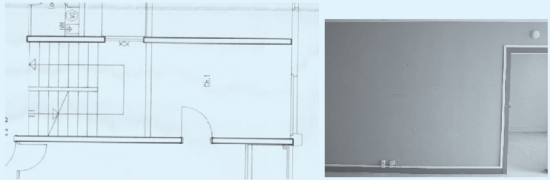
Dans son rapport Repar#2, Bellastock nous propose une mise en forme de ce diagnostic. Voici leur proposition :



Ces deux documents décrivent les ressources à disposition. Ensuite ils proposent de les réemployer et vont donc expliquer leur projet sous cette forme :

### Fiche 1.1 Reconnaissance in situ

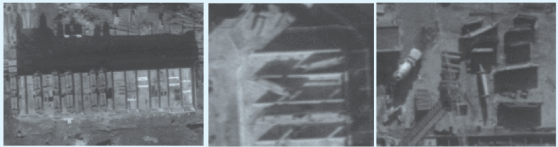
Composant	Voile béton porteur 14cm
Emploi d'origine	Mur de refend structurel
Bâtiment étudié	Bâtiment B
Nomenclature	1.GISB-VOI14POR



Désignation	Descriptif
Quantité	949 m <sup>3</sup> (exclu les voiles préfabriquées aux pignons) soit 345 m <sup>3</sup> soit 2467 m <sup>2</sup>
coef de perte	40% ce coefficient estime le taux de perte à la collecte
Matériaux	béton fers à béton, très peu fréquents dans les voiles, aux extrémités et encablures de porte papier peint, peinture bon état
Eat	
Densité	2200 kg/m <sup>3</sup>
Géométrie	épaisseur 14cm
Mode d'assemblage	coulé en place
Exposition	intérieur
Localisation	rez-de-chaussée étages courants (R+10)
Date de pose	entre 1967 et 1968
Information sup.	d'après les recherches documentaires et la visite de diagnostic le mur de refend comportant très peu de fers à partir du troisième niveau
Sources	Plan marché plan architecte D. Duranne, réhabilitation 1998
(de gauche à droite de haut en bas)	


### Fiche 1.2 Analyse documentaire

Composant	Voile béton porteur 14cm
Emploi d'origine	Mur de refend structurel
Bâtiment étudié	Bâtiment B
Nomenclature	1.GISB-VOI14POR



**Hypothèses et remarques :**  
**Descriptif** Ces trois photos aériennes présentent le chantier de construction des barres du quartier Youri Gagarine en 1968.  
 On remarque que l'entreprise a utilisé des banchages pour les murs de refend

**Hypothèse** Les voiles de refend sont coulés en place



**Hypothèses et remarques :**  
**Descriptif** Ces deux images présentent les barres du Clos saint Lazare à Stains construites dans les années 70 et démolies en 2016.  
 Beaucoup d'indices issus de la dépouille des archives laissent penser que les systèmes constructifs des barres de Stains sont similaires à ceux utilisés à Gagarine. La photo de démolition montre que les voiles des murs de refend sont très peu ferrillés.

**Hypothèse** Les voiles de refend des barres de Gagarine présentent très peu de ferrillages

**Sources des documents**  
 (de gauche à droite  
 de haut en bas) IGN, Photo aérienne 1968, pose des murs de refend de la barre J, présence de banchages  
 IGN, Photo aérienne 1968, pose des murs de refend de la barre J, banchages en attente  
 IGN, Photo aérienne 1968, banchages stockés au sol  
 Photo d'archive, construction du Clos Saint Lazare à Stains 1968  
 Blls, photo démolition du Clos Saint Lazare à Stains, 2016

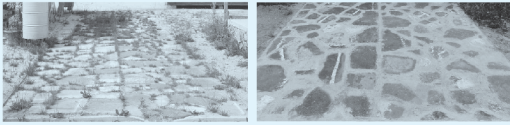
Fiche réalisée par Bellastock décrivant les ressources issues d'une démolition.

Dans ces quatre documents, on retrouve les éléments cités. Cela permet de connaître les matériaux à disposition, si possible de savoir leur mise en œuvre et la manière la plus optimale pour l'extraire afin de ne pas les détériorer.

### Fiche 1.3 Domaine d'emploi visé

Composant	Voile béton porteur 14cm
Emploi d'origine	Mur de refend structurel
Bâtiment étudié	Bâtiment B
Nomenclature	1.GISB-VOI14POR

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



Performances attendues	Description
Quantité réalisable	2145 m <sup>2</sup> soit pavage avec 8% de joint
Description	les murs de refends sont peu ferrillés il est envisageable de constituer des revêtements de sol en opus incertum extérieur
Exposition	extérieur
Exigences mécaniques	2,27T/m <sup>2</sup> : masse volumique=2,5T/m <sup>3</sup>
Exigences géométriques	moins de 25 kg par élément soit 0,08 m <sup>2</sup> max par élément, soit un gabarit entre 15 et 30 cm, même épaisseur pour chaque éléments, planéité et parallélisme des faces

**Etude complémentaire**  
**Complexité** peu complexe, des prototypes ont déjà été éprouvés dans d'autres projets de Bellastock  
**Maîtrise d'œuvre** dessin d'implantation  
**Expertise extérieure** pour de la voirie toute une étude spécifique est nécessaire dans le cadre de la recherche REPAR, un guide de bonnes pratiques pour le réemploi de la filière béton a été produit en partenariat avec le CSTB

**Préconisations pour la dépose**  
**Complexité** peu complexe  
**Dépose** dépose en phase abattage, collecte au panier de tri  
**Préparation** tri des morceaux de béton de la ferraille  
**Conditionnement** en vrac


**Préconisations pour la pose**  
**Complexité** peu complexe  
**Préparation** s.o.  
**Pose** pose traditionnelle scellée ou non scellée, éventuellement un traitement de surface de finition

**Sources des photos de références**  
 (de gauche à droite  
 de haut en bas) Blls, photo d'opus incertum en pose scellée et non-scellée sur le projet du Clos Saint Lazare à Stains

### Fiche 1.3 Domaine d'emploi visé

Composant	Voile béton porteur 14cm
Emploi d'origine	Mur de refend structurel
Bâtiment étudié	Bâtiment B
Nomenclature	1.GISB-VOI14POR

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



Performances attendues	Description
Quantité réalisable	Il est envisageable de constituer des revêtements de sol en pavement de béton éclaté extérieur
Exposition	extérieur
Exigences mécaniques	moins de 25 kg par élément soit 0,08 m <sup>2</sup> max par élément, soit un gabarit entre 15 et 30 cm, même épaisseur pour chaque éléments=6cm, planéité et parallélisme des faces

**Etude complémentaire**  
**Complexité** complexe  
**Maîtrise d'œuvre** -  
**Expertise extérieure** étude d'adaptation des machines de transformation de la pierre pour la découpe de béton

**Préconisations pour la dépose**  
**Complexité** moyennement complexe: les voiles peuvent être collectés en morceaux relativement petits  
**Dépose** dépose en phase abattage, arrachage des voiles au panier de tri  
**Préparation** tri  
**Conditionnement** en lot sur cales

**Préconisations pour la pose**  
**Complexité** complexe, mise en place d'une usine mobile ou déplacement sur site tiers pour la découpe  
**Préparation** découpe à l'éclatuse hydraulique  
**Pose** pose traditionnelle scellée ou non scellée, éventuellement un traitement de surface de finition

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

Fiche descriptive réalisée par Bellastock en vu d'un projet de réemploi.

## **b. Les plateformes connectées**

Que ce soit par le biais d'entreprises ou par internet, plusieurs acteurs fleurissent pour proposer divers services liés au réemploi. Sur internet il est facile de trouver des plateformes de réemploi, où les utilisateurs peuvent vendre des matériaux de seconde main.

Ces sites web fonctionnent comme d'autres sites de vente d'occasion pour particulier. Il suffit de remplir des critères de recherche, comme le type de matériau, localisation, etc.

Après cela, une liste de produits s'affiche et il nous est possible de contacter le revendeur.

On remarque très vite les limites de ces plateformes, car en faisant quelques recherches, dans la majorité des critères demandés, très peu de produits sont disponibles.

Il est donc difficile de s'imaginer construire un bâtiment dont les matériaux de seconde main seraient majoritairement utilisés.

Récemment, une start-up a vu le jour, et se démarque des autres sites d'annonces. Il s'agit d'UpCyclea. Cette entreprise a choisi de mener sa réflexion dans le sens inverse. Alors que les annonceurs lambda se contentent de donner la possibilité à des particuliers ou entreprises de revendre leurs produits dont ils n'ont plus l'utilité, UpCyclea propose aux concepteurs d'afficher leur besoin. Mais la start-up ne se contente pas de laisser simplement le maître d'ouvrage demander ce qui lui est nécessaire.

UpCyclea annonce se différencier grâce à plusieurs éléments :

- Passeport circulaire et nomenclature matériaux
- Langage semi-formel
- Intelligence artificielle
- Machine Learning

D'autres points sont également décrits comme avantages face aux sites web comme la gestion de l'hébergement des données et la confidentialité.

Le passeport circulaire et la nomenclature matériaux proposent une garantie au futur acquéreur, puisqu'ils donnent toute les informations du produit. Cela permet de construire selon les normes européennes puisque le passeport a été développé par l'institut international d'économie circulaire EPEA. Celui-ci sert de carte d'identité aux ressources usagées et permet, conjugué à une nomenclature universelle de matériaux, de rapprocher les gisements recensés aux besoins du marché en produits réparés ou matières « premières » secondaires.

Afin de répondre aux critères des utilisateurs, l'entreprise a mis en place des algorithmes capables d'exploiter les descriptions propres à UpCyclea. Le langage semi-formel utilisé permet à ces algorithmes de mieux déchiffrer les critères choisis par le concepteur, mais permet à ce dernier d'avoir une meilleure visibilité de l'écosystème créé par la suite.

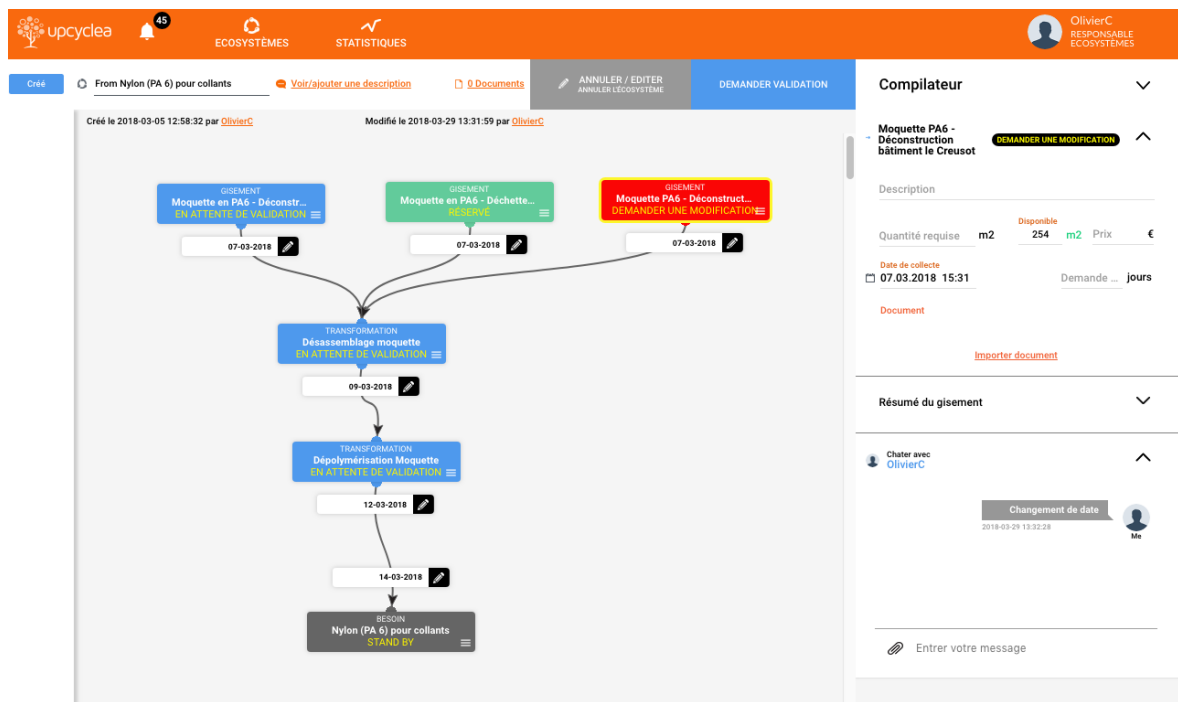
Car la grosse différence entre UpCyclea et les autres plateformes d'échange, c'est la création d'écosystèmes. Comme dit précédemment, le point de départ c'est le besoin. Pour que nous puissions répondre à nos besoins, différents acteurs participent. Cela peut passer par des offres de matières premières, mais aussi par du savoir-faire, comme la transformation de ces matières. La mise en relation des différents utilisateurs est constituée grâce à l'intelligence artificielle doublée d'une base de connaissances des procédés de transformation accumulée depuis 30 ans par l'EPEA. Les résultats produits sont représentés sous la forme d'une arborescence où les différentes entités sont reliées en fonction des liens qu'elles ont entre elles.

Upcyclea a pour objectif de construire un flux circulaire entre différents partenaires. Comme l'exprime ce schéma, l'objectif est de mettre en relation des acteurs et de mettre en commun leurs savoir-faire, leurs ressources pour faciliter le réemploi ou recyclage des matériaux. Cet outil concerne les acteurs du territoire, industriels, les acteurs du bâtiment et les gestionnaires de déchets.

Cet outil est encore en développement et est utilisé par un nombre restreint d'entreprises pour le moment. Pour ma recherche, j'ai pu m'entretenir avec deux personnes qui participent à son développement et sa diffusion. Cet outil est disponible depuis internet, après avoir fait la demande auprès d'Upcyclea.

L'une des différences notable de cette startup est son principe de fonctionnement. En effet, où les plateformes d'échanges offre la possibilité de trouver des matériaux après avoir rentré des critères de sélection, ici il s'agit de partager un besoin. Pour mieux comprendre cette particularité, nous allons regarder comment cela est mis en forme.

Un algorithme a été conçu pour mettre en relation différents acteurs correspondant à des besoins. Sur cette page, l'utilisateur peut voir une arborescence décrivant les relations entre les besoins, les ressources et les intermédiaires. Si nous suivons l'exemple montré, tout part d'un besoin en Nylon. A la suite de ce besoin, plusieurs opérateurs vont être choisis afin d'y répondre. Il ne s'agit donc pas de trouver un revendeur de nylon, dans ce cas présent, mais de trouver des opérateurs qui puissent répondre à la demande. Ici, plusieurs gisements de moquette sont disponibles. Ce gisement, accessible par un opérateur, devra être transformé pour répondre au besoin initial, qu'est la matière nylon. Les couleurs associées aux vignettes représentent le statut de l'opérateur, c'est-à-dire, s'il est apte ou non à réaliser les transformations nécessaires aux besoins



Arborescence représentant les liens entre différents services et un besoin.

Chaque gisement est recensé dans le passeport matériau, comme ci-dessous.

**Élément**

Nom: Débris plâtre en vrac Unité: tonne

ID: 5a1837925b28c

Nom du fabricant: Placo plâtre

Catégorie: Chantier & construction

Prix des matières premières: 147.60€ by tonne

**Composants** (Cliquer sur chaque composant pour voir ses matériaux associés)

Composant (divers.)	Nombre/u...	Démontabilité

**Matériaux**

Matériau	kg/composant	Prix (€) par tonne
Poudre de plâtre	300	100
Plâtre	700	168

**Prochains usages**

Intervenant	Type prochain usage	Description
Placo plâtre	réemploi	
Placo plâtre	maintenance	
Placo plâtre	upcyclage	

Passeport matériau d'Upcyclea

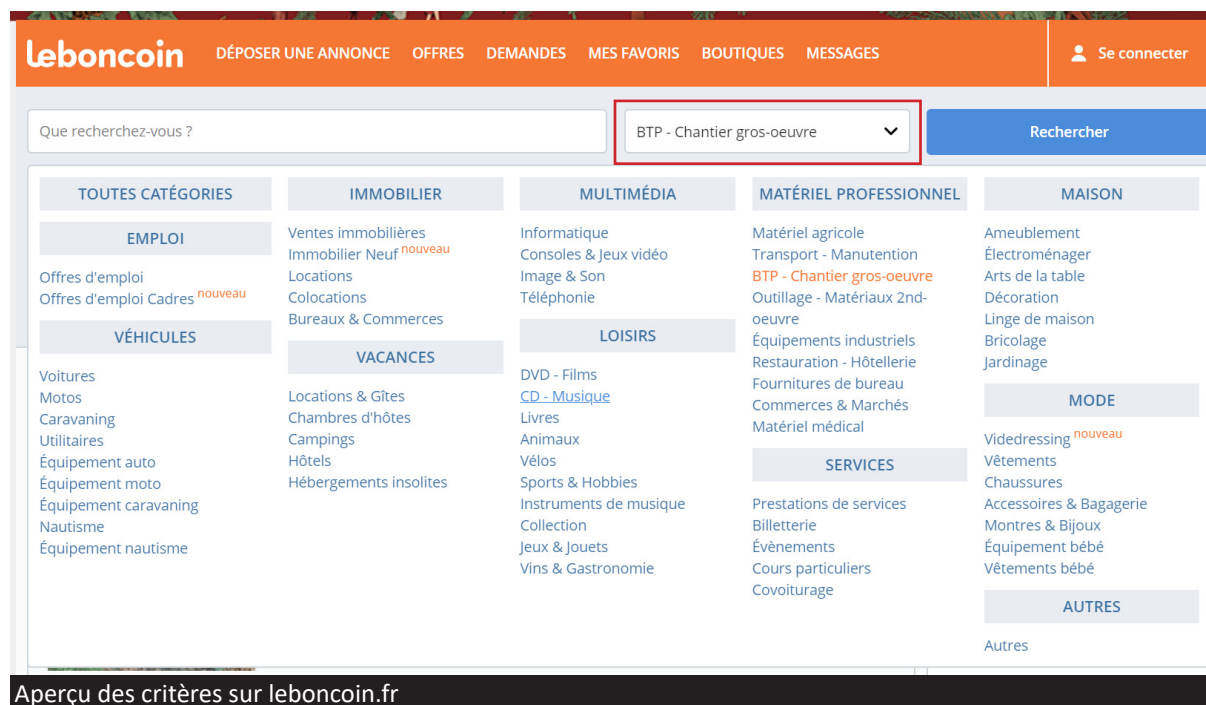
### c. Du particulier au particulier

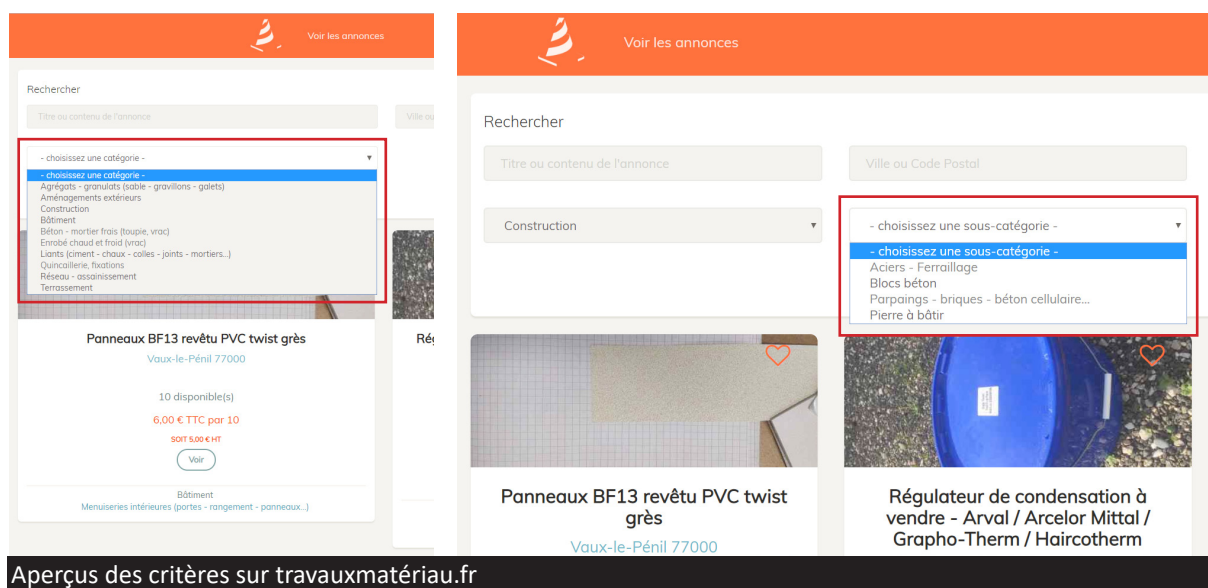
Pour les projets de petite échelle, il est possible de se fournir sur des sites internet spécialisé ou non. Quelques différences sont à noter entre eux tout de même.

Si certains sont simplement des sites de ventes ordinaires entre particuliers, d'autres sont spécialisés dans les matériaux du bâtiment. Par exemple, un site très utilisé comme Leboncoin, regroupe tout type de produits. Au contraire, le site Travaux-matériaux nous permet de trouver uniquement des produits de construction. Les services proposés sont les mêmes. Il est possible de :

- mettre en vente ses produits
- donner une description
- déterminer le prix
- renseigner les coordonnées du vendeur
- contacter le vendeur

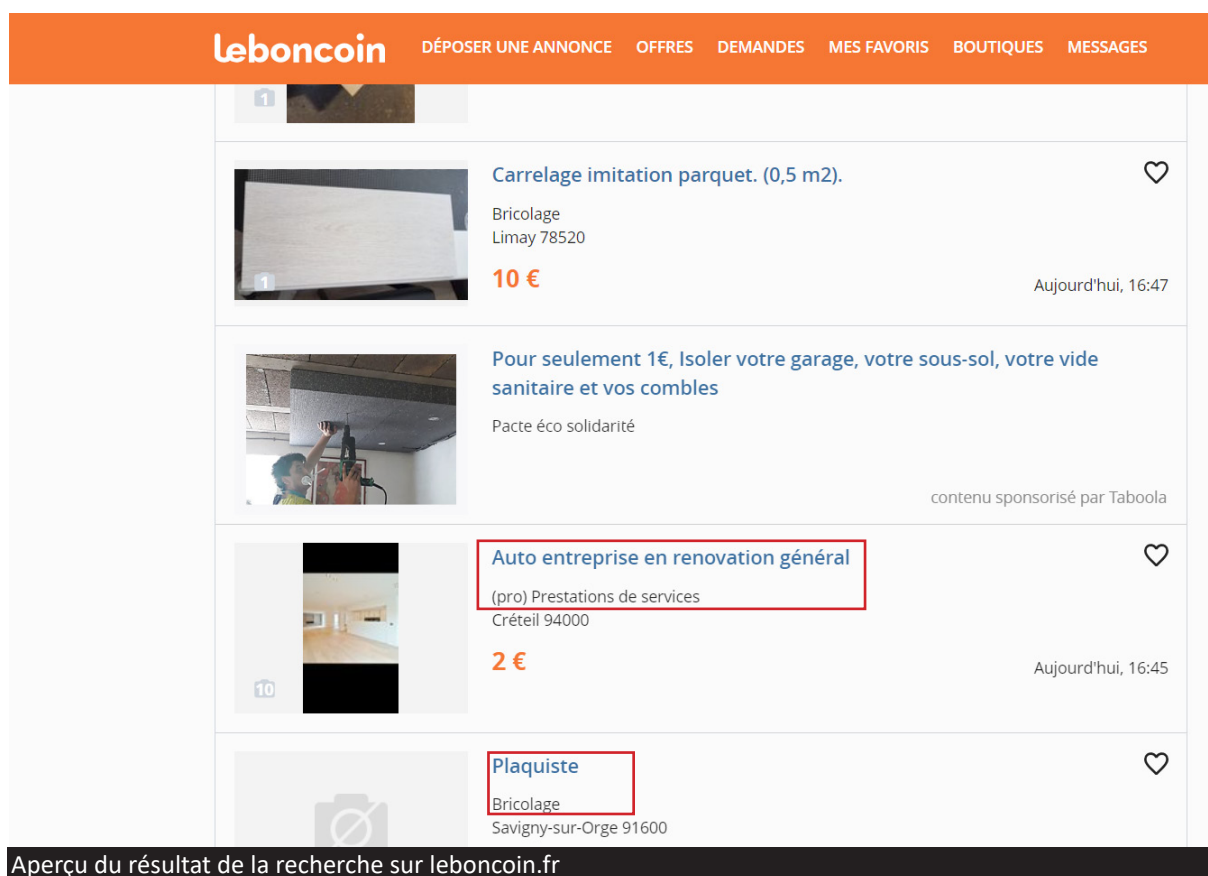
La différence va se faire sur la recherche des matériaux. Pour un site comme Leboncoin, les catégories de recherche pour les matériaux de construction ne sont pas détaillées. Or, pour Travaux-matériaux, des sous catégories sont disponibles.



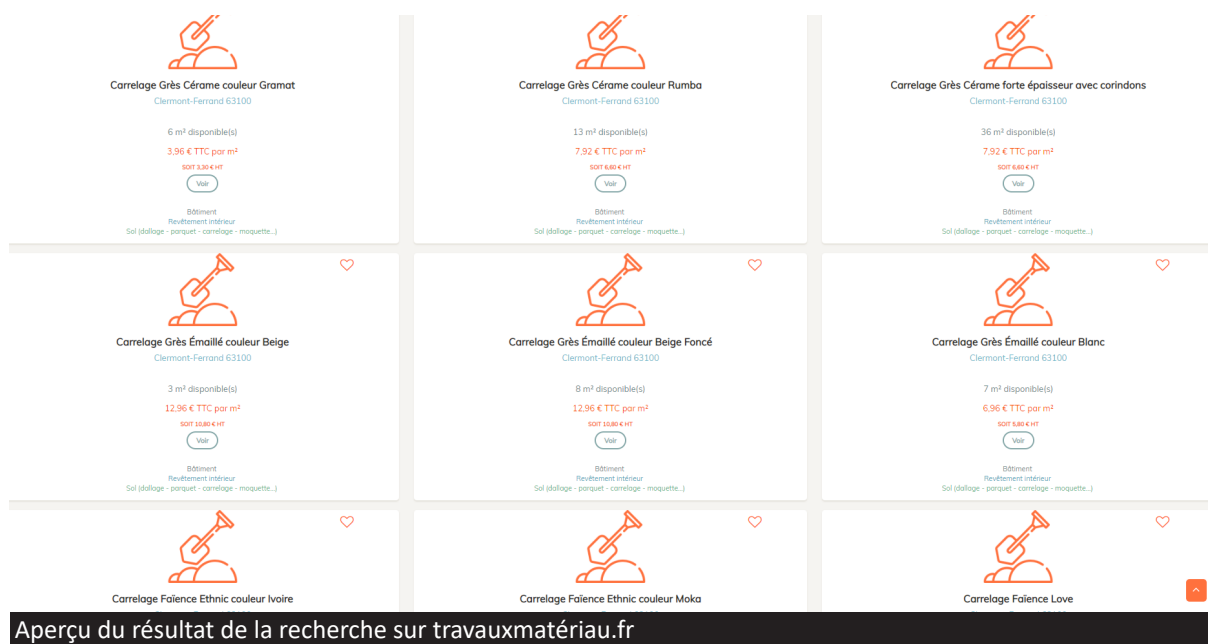


Aperçus des critères sur travauxmatériau.fr

Cette différence peut sembler anodine, mais elle permet d'obtenir un résultat plus précis, et d'avoir une meilleure visibilité sur les produits disponibles. Sur un site non spécialisé, certains résultats sont proposés, et ne correspondent pas aux produits recherchés. Pour une recherche de carrelage par exemple, nous pouvons trouver des annonces d'entreprises proposant leurs services.



Aperçu du résultat de la recherche sur leboncoin.fr



Pour la même recherche, le site spécialisé nous propose seulement le produit demandé.

Certains sites spécialisés ne sont pas accessibles pour les particuliers. C'est le cas de Cycle-up par exemple, qui demande lors de l'inscription, de renseigner les informations de la société. Cependant, ces sites proposent plus de services que les plateformes de PAP<sup>10</sup>. Cycle-up propose par exemple :

- La mise en ligne de vos annonces
- Le suivi des ventes
- La coordination chantier avec les acheteurs de vos produits
- La recherche d'un matériau si il n'est pas disponible sur le site
- Une prestation logistique (transport, stockage, tests)
- Design (aménagement d'espace, proposition de construction en réemploi ...)
- Suivi qualité (Cycle Up s'assure de la qualité de la ressource directement sur site)

Les services vont plus loin, et Cycle-up propose même un accompagnement au réemploi qui intègre à chaque phase :

- Programmation : Intégrer le réemploi dès le programme
- Diagnostic ressources : Identifier le potentiel d'un projet
- Pièces contractuelles : Accompagner à la rédaction des pièces contractuelles pour s'assurer de l'intégration du réemploi
- Suivi et pilotage : Suivi des objectifs du programme de réemploi

<sup>10</sup> PAP : Particulier A Particulier



- Etude de faisabilité : Réaliser une étude approfondie en vue du réemploi de certains matériaux identifiés
- Accompagnement des acteurs : Accompagner les acteurs dans les étapes de dépose et de pose
- Bilan réemploi : Mesurer les impacts

Cette méthode est cependant plus ou moins efficace selon la zone de recherche. Il y a plus de produits disponibles en région parisienne que dans d'autres régions de France. Cette contrainte peut donc freiner l'utilisation de matériaux réemployés en province.

## **2. Concevoir avec ces ressources.**

Il n'y a pas d'outil qui permette d'aider à concevoir des bâtiments en réemploi. Cependant, la spécificité de construire avec des matériaux de récupération se diffère de la méthode classique.

Nous avons deux façons de rentrer dans le dessin du projet. La première, c'est de concevoir un bâtiment, puis d'aller chercher les ressources nécessaires à sa construction. La seconde consiste à exploiter dans un projet des ressources que l'on a acquises auparavant. Mais que ce soit pour l'une ou pour l'autre, il faut prendre en considération qu'il y a des tâches à ne pas négliger. Le projet va être influencé par plusieurs facteurs, et la réussite se fera si en amont, tous les aspects seront étudiés. Cela évite les mauvaises surprises en cours de processus, et donc un retard sur la réalisation, des coûts supplémentaires etc. Voici les critères à prendre en compte :

- La taille du projet : Le taux de réutilisation peut être plus important pour des bâtiments de petite taille. En revanche, il peut être économiquement plus pertinent pour des projets importants en raison du grand volume de matériaux à employer
- La maîtrise d'œuvre et les constructeurs ont déjà une certaine expérience dans le domaine. Savoir comment et où trouver les matériaux de récupération peut améliorer l'efficacité, la rentabilité du processus ainsi que la qualité de la mise en œuvre.
- L'ouverture et l'expérience des acteurs impliqués. La réutilisation nécessite l'acceptation des bureaux de contrôle, des bureaux d'étude, de l'assurance, de l'architecte, de la maîtrise d'ouvrage, des clients finaux.
- Le temps disponible pendant la conception et/ou les phases de construction, pour localiser et acquérir les matériaux à réutiliser. La conception doit en effet s'adapter à l'offre en matériaux de seconde main.
- La disponibilité des matériaux de récupération et des matériaux neufs. Les objectifs de départ peuvent être perturbés, voire impossible à obtenir si la disponibilité des matériaux n'est pas possible. En revanche, s'il y a peu de matériaux neufs nécessaires à la réalisation des



travaux, cela amplifie le recours à des matériaux de récupération locaux.

- Le type de bâtiment : Les matériaux en bois ou métalliques représentent par exemple la plus grande catégorie de matériaux de récupération.
- La complexité du bâtiment. Un bâtiment très complexe dans son architecture aura plus de difficultés à employer des matériaux de récupération.

Chaque étape de la conception a ses devoirs. Pour comprendre ce qui attend l'architecte, nous allons suivre les différentes phases de projet et leurs particularités.

- Phase Esquisse-Avant Projet Sommaire

En amont, la maîtrise d'ouvrage doit déterminer les éléments à prendre en considération lors de la conception. Il est primordial de se coordonner avec la maîtrise d'oeuvre et les entreprises pour la qualité du résultat. Nous pouvons avoir comme éléments :

- Le niveau théorique souhaité d'utilisation de produits de récupération pour la construction.
- Les types de matériaux visés.
- Le temps disponible pour rechercher et obtenir des matériaux.
- La disponibilité des produits de récupération.
- Les produits de récupération déjà en possession du maître d'ouvrage. Par exemple avec la déconstruction de bâtiments dont il est propriétaire ou de produits dont il a fait préalablement l'acquisition.
- La prise en compte des surcoûts éventuels ou des gains en matières. L'ouverture à la possibilité d'une nouvelle négociation du montant des travaux et honoraires.
- L'engagement de la maîtrise d'oeuvre d'adapter sa conception avec les produits de récupération disponibles.
- La flexibilité de la conception et du projet en fonction des produits finalement disponibles.

Il est évident que si ces éléments ne sont pas étudiés, il seront difficiles à réaliser. Certaines tâches, comme l'accord des entreprises d'utiliser des matériaux de réemploi, ne peuvent être prises à la légère, du fait des assurances qu'elles possèdent. Ceci pourrait entraîner des complications pendant le chantier.

Même constat pour la disponibilité des matériaux. Nous avons vu précédemment que les stocks de matériaux récupérés pouvaient varier selon plusieurs critères. Ceci pourrait poser problème quant à la quantité de matériaux réemployés que la maîtrise d'ouvrage souhaitait, et sur le surcoût qui y serait associé.

A la suite de ça, il est préférable de faire une liste des ressources disponibles et de déterminer leurs spécificités. Voici un exemple :

Plus cette liste des besoins et biens sera faite tôt, plus il sera aisé de trouver les ressources en quantité et qualité voulues.

- Phase Avant Projet Définitif- Projet de Conception

Durant cette phase, il s'agit de faire valider les matériaux disponibles. Cette validation passe par les bureaux de contrôle et les bureaux d'études, pour qu'ils acceptent l'usage des produits dans les domaines relatifs à la thermique, l'acoustique, la structure et la sécurité. Mais cela passe aussi par l'architecte, qui selon plusieurs critères sélectionnera ou non les matériaux, par exemple :

- la valeur historique
- l'esthétique
- la disponibilité
- le coût
- l'impact environnemental
- le respect des réglementations

Il est conseillé de garder une flexibilité quant aux choix de certains matériaux. Une liste de produits peut être faite pour une application, comme un revêtement par exemple, qui ne demande pas de spécificité particulière. Le choix du revêtement sera fait au moment de la pose, en fonction de sa disponibilité.

Il est possible de proposer des variantes en intégrant des matériaux neufs, pour palier à des indisponibilités.

- Phase PRO

Dans cette phase, les matériaux choisis sont détaillés. Ils seront retranscrits dans des plans et documents expliquant leurs situations, leur remise en état et leurs modalités de mise en oeuvre. Les conditions d'essai et de livraison des matériaux doivent être détaillées.

C'est aussi le moment de mettre en place un calendrier pour les entreprises. Classé lot par lot, il leur permettra de gérer leurs délais. Il faut aussi fixer les coûts prévisionnels de chaque corps d'état.

Tous ces documents serviront pour l'élaboration du Dossier de Consultation des Entreprises (DCE).

- Phase chantier

Une des difficultés qu'apporte le réemploi, c'est la mise en oeuvre. Lorsqu'il faut mettre en oeuvre un matériau, l'architecte peut recueillir des documents tels que des clauses techniques (souvent chez le fabricant), pour en savoir plus. Hors, il n'existe pas de tel document pour les matériaux de réemploi. C'est donc à l'architecte de les élaborer, pour permettre aux entreprises de les mettre en oeuvre de la façon souhaitée. D'ailleurs, si les matériaux doivent être modifiés avant leur mise en oeuvre, il faudra que cela soit expliqué, afin que les entreprises puissent l'anticiper.

Cette méthode de construction fait appel à la faculté de s'adapter de l'architecte, pour que le résultat soit identique aux intentions d'usages déterminés lors de la phase de conception.

### **3. La déconstruction pour anticiper le réemploi**

La démolition de bâtiment n'est pas nouvelle, nous avons toujours démolir pour rebâtir. Mais aujourd'hui, il n'est plus question de jeter les « déchets » dans les déchetteries ou remblais de carrières. Heureusement, les mentalités évoluent et les lois aussi. La réglementation oblige certains fabricants et revendeurs à organiser des filières de collecte et de traitement pour les produits ou équipements en fin de vie. C'est le cas pour les lampes, les piles et accumulateurs, les pneus, les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) et, plus récemment, pour les déchets d'éléments d'ameublement (DEA). La prise en compte des déchets, et notamment celle du BTP a un coût important. C'est pour cela qu'il est intéressant pour les entreprises d'optimiser cette gestion. Et celle-ci passe par l'amélioration de la gestion des démolitions et la valorisation des déchets.

L'architecte est un acteur important dans cette démarche, puisqu'il peut intervenir sur deux temps différents. En règle générale, on s'intéresse aux moyens de démolition d'un bâtiment lorsqu'il faut le détruire. Se posent alors certaines questions, qui concernent les matériaux à conserver, dans quel ordre démolir le bâtiment, par quel moyen etc. Mais l'on peut penser la déconstruction d'un bâtiment au moment de sa conception. Si la question ne se pose pas encore, lorsque l'on construit des logements ou un équipement public par exemple, elle pourrait cependant être intégrée. Cette question est posée lorsque l'on conçoit des structures temporaires, car nous savons que l'installation durera un temps déterminé. C'est un élément qui est donné dès le départ du projet, on pense alors à la manière de la construire mais également à comment le déconstruire au plus vite et le plus facilement. Cette réflexion n'est pas menée lors de projets de bâtiments « durs » qui sont sensés garantir une tenue dans le temps. Ces édifices peuvent ne plus être adaptés à nos modes de vies, ou l'évolution du lieu dans lesquels ils se trouvent, et donc soumis à des réhabilitations. Ceci n'engage pas la démolition totale du bâtiment, mais même partielle, l'idée d'avoir au préalable pensé sa déconstruction peut aider à

gagner en efficacité dans ce genre de situation.

Intégrer la démolition passe par le choix des matériaux et de leur mise en oeuvre. Si les matériaux choisis sont difficiles à récupérer, une fois mis en oeuvre, leurs réutilisations seront plus difficiles, et moins rentables. Le partage des maquettes informatiques peut être une solution pour rendre la démolition d'un bâtiment efficace. Elle permettrait de connaître les ressources utilisées, leur emplacement, leur mise en oeuvre. Aujourd'hui, pour connaître ces données, cela passe par des sondages, obligent de creuser, démonter, percer certaines parties des bâtiments. Mais cette méthode ne permet pas de connaître toutes les informations que peut apporter la maquette 3D.





## **PARTIE 2 / Critique des outils sur un cas d'étude**

### **1. Présentation du cas d'étude**

#### **a. Caractéristiques du sujet**

L'objet choisi comme cas d'étude est une maison individuelle située en Normandie. Il s'agit d'une maison de 70m<sup>2</sup> de plain-pied, avec sous-sol et combles non aménagés. Cette maison fait l'objet d'une rénovation complète. Cette rénovation est en cours, et n'est donc pas terminée. Cette situation permettra d'envisager les futures interventions et de regarder celles déjà réalisées. Dans cette partie il n'est pas question d'interroger le projet dans ses aspects esthétiques et fonctionnels, mais d'analyser la démarche entreprise pour réaliser les travaux de rénovation.

La maison a été construite en 1970. Elle est installée sur une parcelle de 500 m<sup>2</sup> et comprend 74 m<sup>2</sup> de surface habitable.

#### **- Gros œuvre**

- Murs extérieurs : Matériau : Parpaing épaisseur : 20 cm
- Murs porteurs intérieurs : Matériaux machefer : 9 cm
- Toiture 4 pans, charpente bois
- Couverture : tuile mécanique

#### **- Menuiseries**

- Porte d'entrée PVC
- Portes intérieures bois
- Fenêtres Bois simple vitrage

#### **- Réseaux**

- Eau chaude : ballon d'eau chaude
- Chauffage : Poêle à fioul
- Réseau électrique : pas aux normes actuelles (dispositif à fusible, pas de mise à la terre).

#### **- Isolations**

- Pas d'isolation thermique
- Pas d'isolation phonique

- Revêtements
  - Pièces courantes : parquet massif chêne
  - Pièces d'eau : carrelage
  - Murs intérieurs : papier peint
  
- Végétaux
  - Haie en périphérie de la parcelle
  - Parcelle totalement engazonnée
  - Arbres en abondances (forte présence de pins et arbres fruitiers)

## **b. Objectifs**

Tout d'abord, il faut noter deux objectifs. Le premier, qui est celui lié au cas d'étude lui-même, c'est-à-dire sa rénovation. Le second qui est lié à l'expérience menée sur lui. Commençons par les objectifs de la rénovation.

Avant d'acquérir la maison, elle était restée longtemps sans occupant. Cette inoccupation a conduit à l'apparition d'humidité sur les murs. La propriété n'a jamais subi de travaux de rénovation et donc ne correspondait ni aux normes actuelles, ni aux exigences énergétiques ou encore au confort que l'on peut attendre d'une maison. La volonté a donc été de redonner une seconde vie au bâtiment afin de vivre dans de bonnes conditions. La particularité de ce projet c'est qu'il ne fera pas appel à des entreprises pour la réalisation des travaux, à l'exception de rares cas.

L'objectif est de réaliser la rénovation dans un délai de 5 ans. Les premières interventions ont eu lieu il y a maintenant 2 ans. Nous expliquerons par la suite ce qui a été fait et ce qu'il reste à faire.

Le second objectif sera de vérifier deux interrogations. La première, sera de savoir s'il est possible de réaliser la rénovation via le réemploi. Les moyens techniques, le budget, les mises en œuvre peuvent faire que le réemploi ne pourra se faire. Il reste à voir si cela sera une impossibilité totale ou partielle. Cependant ces conditions nous amènent à la deuxième interrogation. Dans quelle mesure le réemploi va influencer le projet. Car il est possible qu'il intervienne dans la modification des plans, et si tel est le cas, quel niveau de changement implique-t-il ? Plusieurs sujets seront abordés, comme le coût des travaux, la qualité des matériaux, l'aspect esthétique, la complexité des mises en œuvre etc...



### **c. La méthode d'exécution**

Plusieurs choses sont à prendre en compte avant de commencer ce travail. Notamment sur les moments clés des interventions et les éléments qui les composent. En effet, la rénovation a déjà débutée, il y a donc des travaux réalisés, d'autres qui sont en cours de réalisations. Pour les prochains travaux, les étapes sont déjà déterminées, et les objectifs architecturaux fixés.

Cette partie va être organisée dans un premier temps avec la présentation du cas d'étude, afin de comprendre sa composition. Ensuite nous regarderons les interventions réalisées dans la maison afin de confronter deux méthodes. Nous nommerons ces méthodes, A et B.

La méthode A, correspond au moyen de mise en oeuvre des occupants, c'est à dire, une réalisation des travaux de leurs propres mains. La méthode B quant à elle, sera la prémonition d'une intégration du réemploi dans le projet de rénovation.

Pour chaque méthode, nous regarderons ce qu'il a fallu faire pour répondre aux objectifs. Comme l'acquisition des ressources, leurs mises en œuvre, les déchets qui en résoud etc...

L'étude se fera en 3 temps. D'abord par les travaux déjà réalisés, puis par ceux à faire et pour finir, la réflexion de l'intégration du réemploi pour l'ensemble de la rénovation.

## **2. Méthode A : La rénovation sans entreprise**

### **a. Les travaux réalisés**

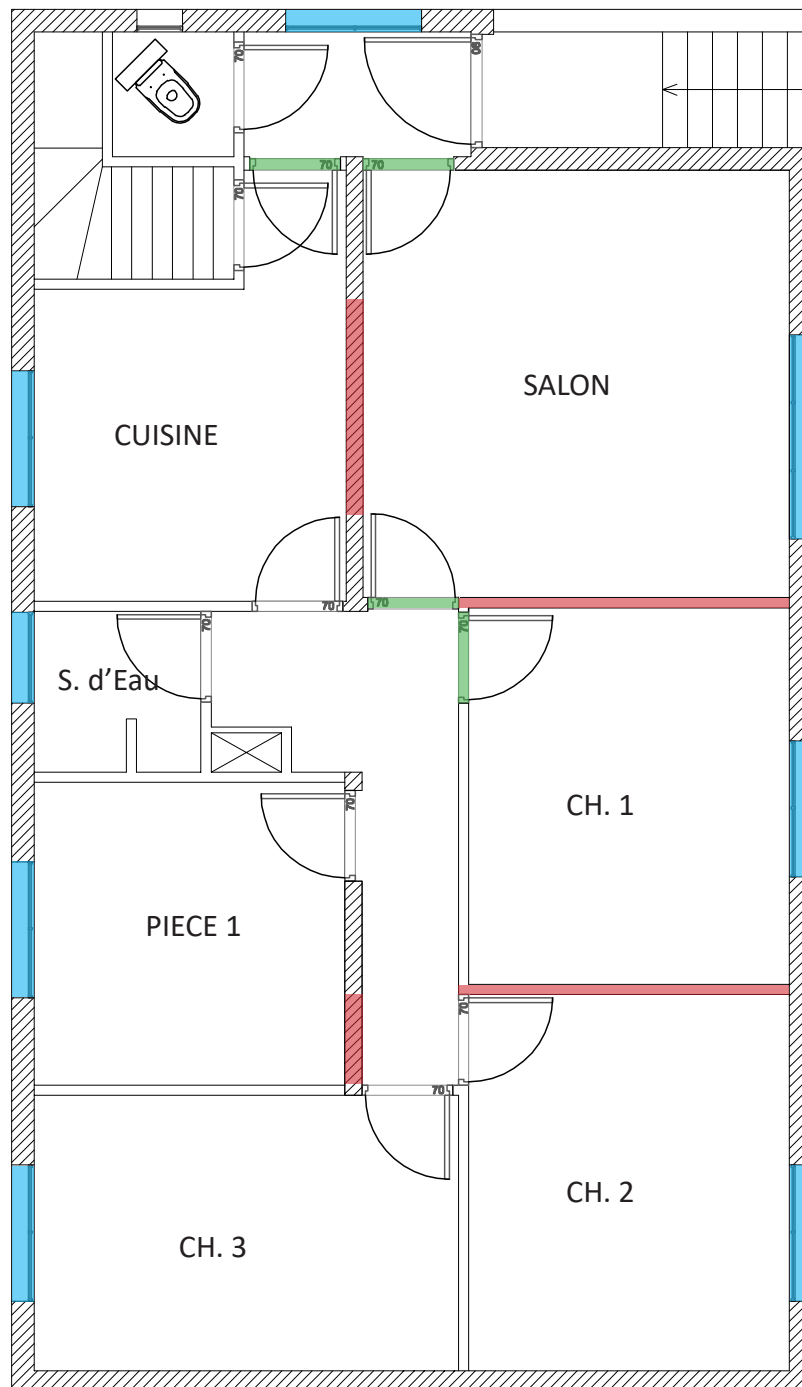
Lorsque les travaux ont débuté, le but était de s'attaquer aux éléments qui semblaient les plus importants. Il s'agissait de :

- Mettre aux normes le réseau électrique
- Isoler la maison
- Agrandir une chambre et le séjour

Une autre opération moins importante quant à la performance de la maison, mais qui demandait néanmoins une intervention conséquente fut l'abattage d'arbres. Il s'agissait de couper 6 sapins sur la parcelle.

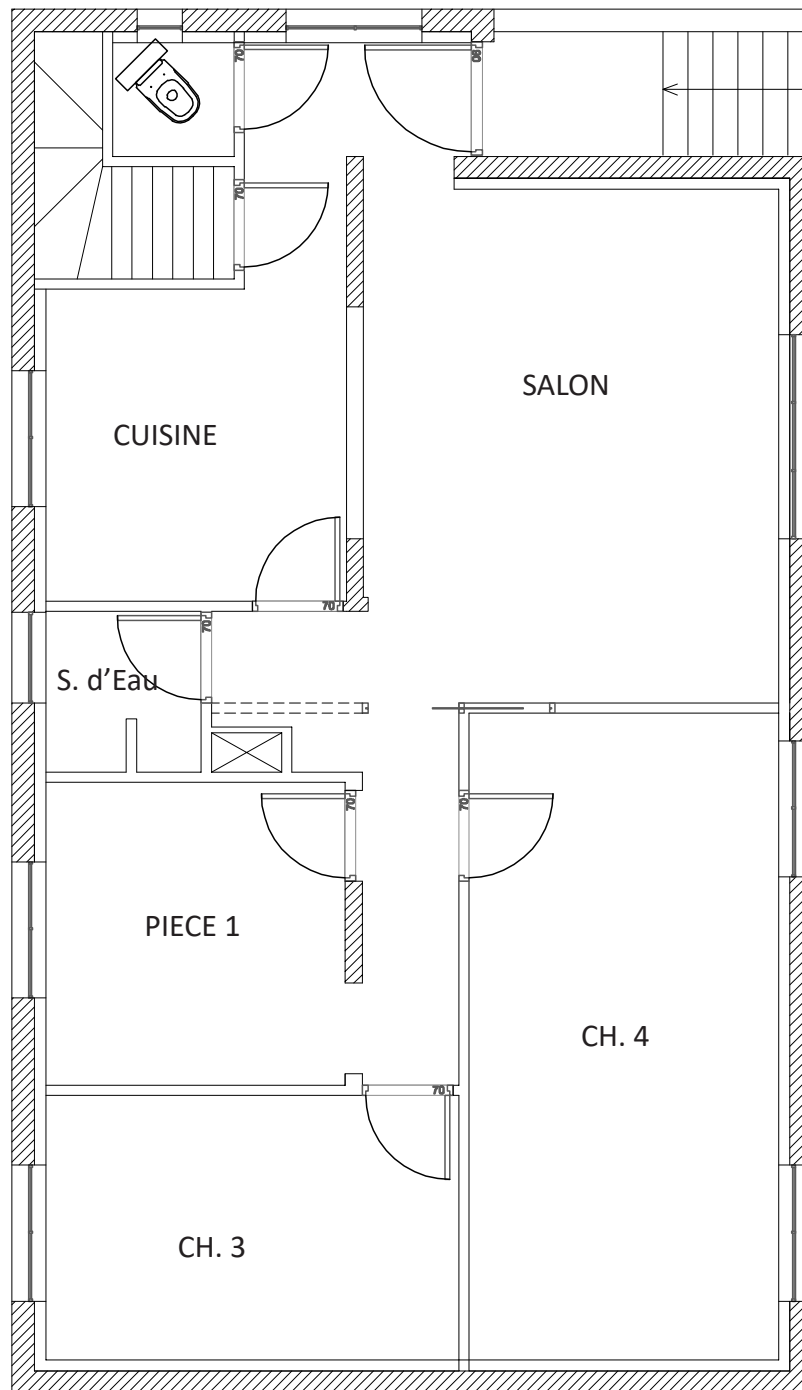
S'ajoute à ces travaux, la mise au propre des espaces. Entendons par là, les finitions comme les revêtements, les réparations de surfaces abimées.

Afin de visualiser l'organisation de la maison, voici le plan initial de la maison :



- En rouge, correspond aux cloisons qui ont été démolies.
- En bleu, ce sont les fenêtres qui ont été changées.
- En vert, les portes qui ont été enlevées.

Nous obtenons après ces modifications, le plan suivant :



## • Description des interventions relatives au réseau électrique

Les circuits électriques n'étaient plus aux normes et présentaient des risques à l'utilisation. Il s'agissait d'un réseau dont les sections de câbles ne correspondaient pas aux éléments branchés. En effet, l'utilisation d'un accessoire électrique trop puissant pourrait entraîner un incendie. Il nous a fallu enlever tout le matériel associé, qui ne correspondait plus non plus. C'est-à-dire les prises de courant, les interrupteurs, les fils électriques, ainsi que les fusibles. Tous ces éléments ont donc été mis dans une décharge, dans les compartiments associés à leur type de déchet.

Pour le nouveau réseau électrique, il a fallu se procurer de nouveaux produits. Il nous fallait donc :

- Câble électrique de plusieurs sections 70/80m
- Tableau électrique (disjoncteur, coffret, peigne électrique...)
- Prises (prises de courant, prises téléphone, prise TV)
- Interrupteurs
- Radiateurs x5
- Autres produits divers (boîtes de dérivation, domino électrique...)

La plupart de ces produits ont été achetés dans des magasins spécialisés. Les achats se sont faits au fur et à mesure des besoins.

Cependant, en ce qui concerne les câbles électriques, 70% de la longueur utilisée provient d'un artisan dont l'entreprise a fermé. Cette opération a permis de réduire le coût de l'opération. Pour l'artisan, cela lui apporte une somme d'argent, et lui évite de mettre en décharge ses produits, chose qui lui aurait valu de déboursier une somme d'argent. Car en effet, les professionnels doivent payer des frais, selon la quantité de déchets qu'ils ont à jeter.

## • Isolation de la maison

Ensuite, pour isoler la maison il a fallu doubler les murs et le toit. L'isolation a été effectuée par l'intérieur. De plus pour améliorer l'isolation thermique et acoustique, les fenêtres ont presque toutes été changées. Elles sont aux nombres de 7 et sont de dimensions différentes. Les fenêtres existantes étaient en simple vitrage et les menuiseries étaient en mauvais état. Pour réaliser ces travaux, il nous a fallu comme produits :

- Fenêtres PVC double vitrage x7
- Isolant (laine de roche, polystyrène expansé)

Il a fallu également finir le doublage des murs par la pose de plaques BA13 fixées sur une

ossature en aluminium. Si nous considérons la totalité du doublage des murs, les ressources nécessaires étaient :

- Plaque de plâtre BA13
- Rails et montants aluminium
- Bandes à enduire
- Enduit
- Peinture
- Vis

Tout le matériel a été acheté en magasin.



Réalisation du doublage des murs. On peut voir également l'une des nouvelles fenêtres posées

La maison n'étant pas occupée durant cette partie des travaux, il a été possible de stocker tout le matériel à l'intérieur.

A noter, la particularité concernant l'isolation des combles. Cette tâche fait partie d'une exception évoqué plus tôt. En effet, cette opération a été réalisée par une entreprise agréée. Il s'agit du Pacte énergie solidarité (PES), créé en 2013 sous l'impulsion de CertiNergy, une société spécialisée dans les services d'efficacité énergétique, avec l'accord du ministère de l'écologie et du développement durable et de l'énergie. Ce programme permet à certains ménages, d'isoler leurs combles perdus pour 1€. Cependant cette offre est soumise à conditions. Pour cela il est nécessaire :

- D'être propriétaire occupant ou locataire d'une maison individuelle
- D'avoir des combles perdus mal ou non isolés
- D'avoir un revenu fiscal de référence inférieur à un certain montant, selon le nombre de personne qui compose le ménage.

Cependant, malgré l'éligibilité, le coût de revient de l'intervention a largement dépassé les 1€. La cause étant le dispositif de chauffage de la maison. En effet, le prix de 1€ est valable pour le cas d'une maison chauffée au fioul ou au bois. Hors dans notre cas, le système de chauffage est électrique. L'opération a donc coûté 350€. Cette somme comprend la totalité de l'intervention, c'est-à-dire la mise en œuvre et l'isolant utilisé (laine de verre projetée).

La standardisation des plaques BA13 permet un taux de déchet faible, puisque la hauteur sous plafond correspond à la longueur des plaques. En revanche, on retrouve des chutes issues de découpes. Si elles sont de taille généreuse, elles peuvent être réutilisées pour combler certains espaces de murs vides. Additionnées entre-elles, elles valent une plaque complète. Pour ceux qui est des petites chutes, elles sont jetées dans des décharges, à l'emplacement approprié. La situation est similaire en ce qui concerne les rails et montants en aluminium. Cependant, une précision est à noter concernant la mise en œuvre des montants et des rails, celle ci étant différente. Pour les rails, les petites chutes peuvent être réutilisées. En effet, même petites, les chutes sont utiles pour combler les manques, et sont aussi solidement fixées que les grandes longueurs, et assurent le même usage. A la différence des montants qui eux ne peuvent être mis bout à bout.

Avant de poursuivre sur le prochain point, arrêtons-nous sur une étape qu'on pourrait juger moins conséquente, mais qui a demandé réflexion, notamment sur l'aspect structurel. Le mur qui se trouve à gauche du salon a subi une transformation. Pour des raisons fonctionnelles et de confort, il a été partiellement ouvert. Cette intervention a donc entraîné une quantité de gravats et l'utilisation de ressources.

Ces ressources utilisées étaient :

- Poutre bois
- Etais ( 2 exemplaires )
- Colle
- Enduit
- Plaques de BA13

Les étais ont été utilisés pour supporter la charge non reprise par la partie du mur démolie. Durant la période où la poutre n'était pas fixée, ils sont restés sur place. Ces étais ont été acquis

il y a des années et sont donc réutilisés au besoin. La poutre, ainsi que le reste des ressources ont été achetées en magasin.

Les finitions de l'encadrement ont été faites avec des chutes de plaques de BA13 issues du doublage des murs que nous évoquions précédemment. Ce réemploi a permis l'économie d'achat de planches en bois qui auraient pu être utilisées ou bien d'autres matériaux assurant le même rôle.







Le trou est définitivement rebouché. Reste les finitions à réaliser

- **Agrandir le salon et la chambre**

Pour répondre à cet objectif, il a été question de plusieurs opérations, dont deux sujets à la démolition, et d'autres qui correspondent à la construction.

Tout d'abord, pour la démolition, il a été question de démolir des cloisons ainsi que d'enlever certaines portes. Ces éléments sont visibles sur le plan vu précédemment. Peu de chose à retenir de cette opération hormis la production de déchets. En effet, la démolition des cloisons qui sont composées en mâchefer ont produit une quantité de gravats conséquente. Ceux-ci ont été mis en décharge comme les gravats issus de l'ouverture du mur.



Démolition du mur entre Ch.1 et Ch.2. La cloison au fond sera également démolie.



Vue des deux chambres depuis le salon, une fois les cloisons démolies.

Une précision est à noter à ce stade, où nous remarquons une quantité importante de mise en décharge des déchets. Le réemploi intègre la réutilisation des matériaux mais fait appel également à la consommation d'énergie grise. C'est-à-dire, entre autres, la notion de transport. Il faut savoir que le cas d'étude se situe proche d'une déchetterie, ce qui réduit les trajets liés aux déchargements des déchets. L'absence de décharge peut être un obstacle au déroulement du chantier. Lors de la phase de chantier, il est important de s'organiser pour que les tâches se déroulent dans de bonnes conditions, d'autant plus si le lieu est exigu, comme c'est le cas pour la maison étudiée. Si une grande quantité de matière doit être entreposée afin d'être acheminée dans des décharges ou alors en attente de trouver acquéreur, elles ne doivent pas empêcher la productivité du chantier.



Les sacs de gravats sont remplis et jetés au fur et à mesure de l'avancement des travaux.



Pour continuer sur la démolition, une ouverture a été faite sur le mur séparant le couloir à la pièce 1, afin d'accueillir une porte qui permettra de rentrer dans ce qui sera une salle de bain.

Pour ce qui est du nouvel aménagement, la création d'une cloison fut nécessaire. S'ajoute à ça, une nouvelle porte qui permet d'accéder à la chambre ainsi que le comblement de l'emplacement de l'ancienne porte qui permettait d'accéder à la chambre 2.

La mise en œuvre s'est faite par la pose d'une ossature en aluminium, composée de rails et montants. A cette ossature, des plaques de plâtre BA13 sont vissées. La particularité de cette cloison, c'est qu'elle accueille une porte coulissante à galandage.

Entre autres des rénovations des murs, et création de cloisons, il a été question de traiter des revêtements de sols. Deux axes se forment alors. L'un qui suit la voie du réemploi et l'autre non.



Le parquet en mauvais état à restaurer.

Commençons par le cas de la nouvelle chambre (Ch.4).

Dans cette chambre, qui regroupe les deux anciennes se trouve du parquet en chêne massif, qui avec le temps et un manque d'entretien n'était pas en très bon état. La solution a été de le rénover pour trois raisons principales qui sont :

- Economique : cela évite de racheter un nouveau revêtement de sol
- Mise en œuvre : le temps gagné à démonter le parquet, ainsi que de préparer le plancher à la réception du nouveau revêtement, et la pose de celui-ci. Facilité d'exécution.
- « Valeur esthétique ». Certains matériaux ont plus de valeur que d'autre. Le parquet en chêne a l'avantage d'être solide et apporte plus de cachet à la maison.

Pour la partie salon, l'opération était différente, puisque la solution a été de poser un nouveau revêtement sur celui existant. Ce choix fut dicté par la simplicité de mise en œuvre essentiellement. Cependant, la planéité du sol n'était pas parfaite. Il a fallu entreprendre une remise à plat du sol. Pour cela un ragréage a été fait. Par la suite, un parquet flottant a été posé. Préalablement, une sous couche en polyester a été installée afin de rattraper irrégularités du sol. Ces travaux ont demandé :

- Parquet flottant
- Sous couche polyester
- Plinthes chêne
- Ragréage
- Produits divers pour la rénovation du parquet (papier à poncer, huile...)
- 6 portes intérieures bois



Aperçu des trois couches que sont l'ancien carrelage, la sous-couche et le nouveau parquet.



- **Abattage des arbres**

La taille des sapins a permis de récupérer une quantité non négligeable de bois de chauffe. Ces stères ont été donnés à une personne dont le système de chauffage fonctionne au bois. Cela a permis de réduire les déchets végétaux et éviter un transport conséquent, puisque la personne réceptrice est localisée à moins de 500m du lieu de provenance.

- **Rénovation des volets**

Les volets ont été gardés. Leur état était très mauvais. Les faces exposées aux intempéries étaient très abîmées. La peinture avait presque entièrement disparue. Cependant, le bois était en bon état. Inutile de les jeter, ils pouvaient encore être utilisés. Il a donc été question de les poncer, pour enlever les restes de peintures qui continuait de s'écailler. Après cela il a fallu les repeindre avec une peinture adaptée à l'usage.

Cette opération a permis de faire l'économie d'achat de nouveaux volets.

Pour réaliser cette rénovation, seul un pot de peinture et du papier à poncer étaient nécessaires.

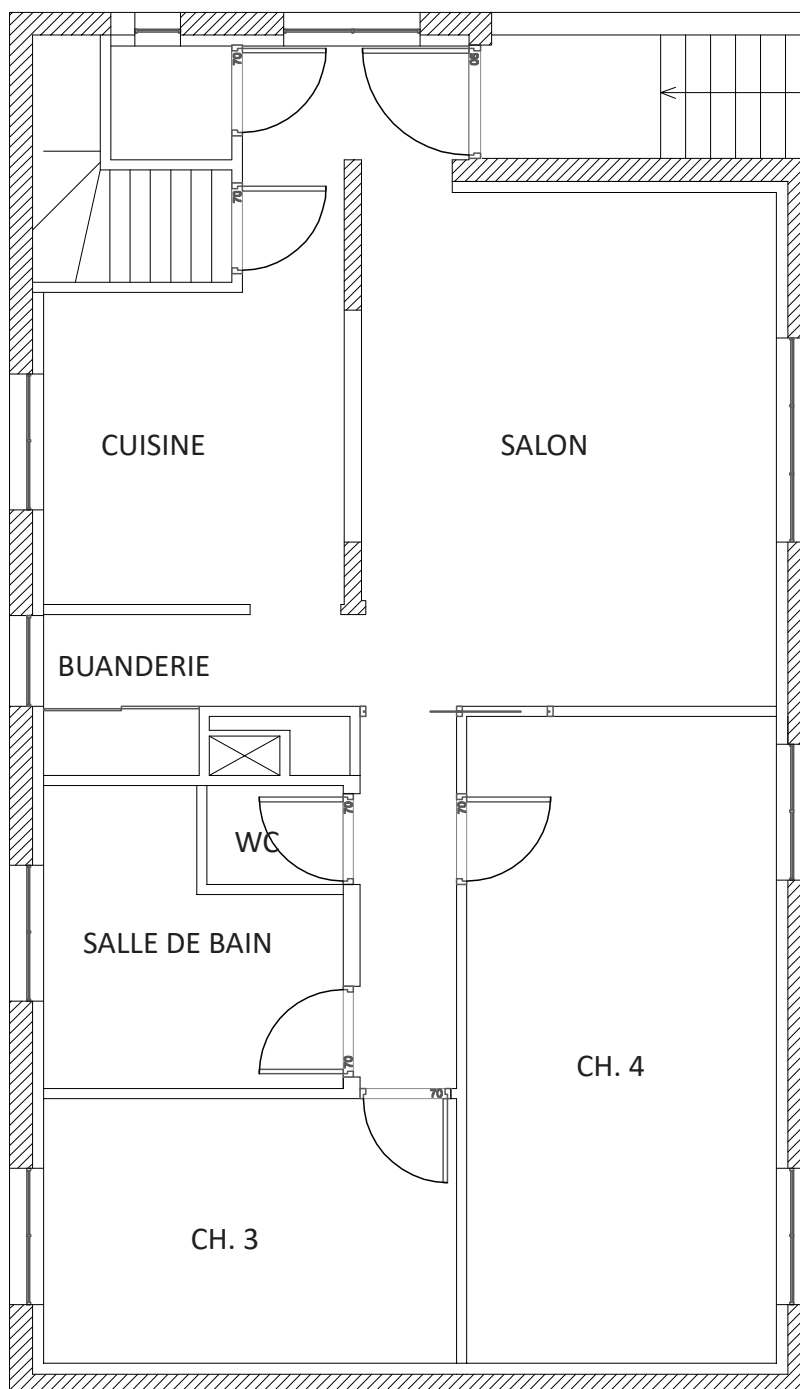


Réstauration des volets.

## b. Les travaux à réaliser

Pour continuer la rénovation de la maison, il va devoir être fait d'autres aménagements spatiaux et procéder à d'importantes interventions. Les objectifs architecturaux sont de recréer une salle de bain et des toilettes. Il sera question également de refaire la cuisine. Reste à cela quelques travaux d'aménagement demandant moins d'investissement, comme les finitions de la troisième chambre et de l'entrée. Ceci concerne l'intérieur de la maison. Pour ce qu'il en est de l'extérieur, hormis quelques aménagements paysagers, il sera question de rénover la façade.

Voici le plan projeté de la maison :



Ce nouvel aménagement demande de procéder à :

- **La création de la nouvelle salle de bain et des toilettes**

Cette opération intègre deux choses. Tout d'abord l'aménagement dans « la pièce » d'une salle de bain et d'un WC. Ensuite il sera question de retirer le WC actuel ainsi que la démolition de la salle d'eau présente aujourd'hui. A la place de cette salle d'eau, sera installée une buanderie. Si pour cette buanderie l'arrivée et l'évacuation en eau sont déjà présentes, ce n'est pas le cas de la nouvelle salle de bain et des toilettes. Cela implique donc de réaliser des travaux de plomberie, afin d'alimenter en eau les différents équipements.

Pour ce qui est des équipements, nous aurons besoin :

- Une baignoire
- Un lavabo
- Une douche
- Un WC

Bien qu'il ne soit pas question de nous étendre sur le choix des mobiliers et accessoires, nous pouvons quand même en dire quelques mots. Ces équipements seront achetés neufs en magasin, à l'exception du WC. En effet, le WC actuel pourra être réutilisé dans le nouvel emplacement. La réutilisation du lavabo et du bac de douche de la salle d'eau actuelle est une éventualité bien qu'il n'en sera pas le cas ici, pour des raisons esthétiques et fonctionnelles. De plus, ces éléments ne sont plus en très bon état.

Pour la plomberie, nous aurons besoin de nous fournir en tuyauterie et autres dispositifs techniques. Ceci seront achetés en magasin.

Dans la pièce qui accueillera la salle de bain et les WC se trouve du parquet au sol. Il s'agit du même que celui des chambres. A priori, ce revêtement ne semble pas adapté à cet usage. Cependant, si celui-ci est traité, il est tout à fait possible de l'utiliser. C'est pourquoi il sera question de le conserver. Pour cela, nous devons le restaurer. En effet, tout comme dans la chambre, il est abimé. Nous procéderons aux mêmes étapes qui sont de le poncer, et le vernir. A la différence de la chambre, il faudra appliquer une couche de protection à l'aide d'un vernis hydrofuge, afin d'éviter que le bois ne se détériore au contact de l'eau.

Ensuite, il va être question de monter deux cloisons pour délimiter les WC. Pour cela, même opération que pour le reste de la maison. Ces cloisons seront composées de rails et montants métalliques, sur lesquelles seront visées des plaques de plâtre BA13. Pour les WC, la porte existante sera conservée. Il sera cependant essentiel de la rénover. Le bâti ainsi que l'ouvrant



seront poncés et repeints. En revanche, pour l'accès à la salle de bain, une ouverture dans le mur a dû être faite pour accueillir une nouvelle porte. Cette porte sera achetée neuve.



Ouverture dans le mur de la salle de bain.

Concernant la buanderie, installée dans l'ancienne salle d'eau, peu de travaux sont à envisager. L'arrivée et l'évacuation d'eau sont déjà présentes, de fait il ne sera pas nécessaire d'intervenir sur la plomberie, hormis l'adaptation des raccords aux équipements. Il existe une porte pour accéder à cette pièce, mais pour des raisons d'ergonomie, elle sera enlevée. Le bâti sera tout de même conservé.

Il existe un espace résiduel, entre la nouvelle salle de bain et la buanderie qui n'est pas optimisé, et dont le potentiel d'espace est perdu. Il sera question d'intégrer cette espace en créant un espace de rangement. Cet espace étant particulier, ce nouvel espace de rangement sera fait sur mesure. L'objectif étant de créer une épaisseur s'étendant du couloir jusqu'au bout de la buanderie. Pour cela, nous aurons besoin de créer des ouvertures dans les cloisons. Ces ouvertures seront fermées par des portes de placard faites sur mesures.



La zone à traiter pour former une épaisseur de rangement

### • La rénovation de la cuisine

La cuisine a déjà subi des travaux. Les murs ont été isolés et doublés comme pour les autres pièces de la maison. Pour poursuivre cette rénovation, plusieurs choses sont à entreprendre :

- Démolir le plan de travail existant
- Poser un nouveau plan de travail
- Adapter les réseaux (eau et électrique)
- Changer le revêtement du sol

Commençons d'abord par le cas du plan de travail. Sa particularité nous amène à penser différemment l'intervention que s'il avait été question d'un ameublement classique. Effectivement, il est construit en béton, et n'est pas aussi simple à démonter qu'un ensemble d'éléments de cuisine classique. La solution retenue sera de conserver cette structure. L'organisation de la

pièce étant fonctionnellement correcte, nul besoin d'en changer. L'opération consistera donc à retirer toutes les parties non structurales, c'est-à-dire les portes des placards en bois et les étagères intérieures. De plus, le plan de travail est revêtu d'une faïence qu'il faudra enlever. Un évier en terre cuite est aussi à retirer. Nous aurions pu penser à le conserver, cependant l'isolation de la maison a créé une épaisseur qui rend l'intégration de cet évier impossible. De plus son état étant déjà détérioré, et sa mise en œuvre n'aidant pas à l'extraire du plan de travail sans l'abimer davantage, nous ne pourrions pas le réemployer dans le nouveau projet.



Le plan de travail de la cuisine. A droite, l'intérieur de la structure en béton.

Une fois la structure du plan de travail mise à nue, le principal travail sera de reconstituer des placards autour de celle-ci. Des contraintes apparaissent immédiatement puisque les équipements ménagers sont de taille standard. Or les ouvertures de la structure ne permettent pas d'y insérer ces éléments. Afin d'y parvenir, il faudra procéder à quelques ajustements. Pour faciliter l'opération certains d'entre eux seront indépendants au plan de travail, comme la cuisinière par exemple.

Dans l'intérêt de notre sujet, il serait intéressant de regarder si cette solution de réemploi est plus économique qu'une rénovation complète de la cuisine. Pour ce faire, nous devons connaître les besoins en ressources de ces deux méthodes.

Besoin de la solution retenue :

- Portes de placards
- Poignées
- Crédence
- Faïence
- Evier
- Cuisinière

Besoins de l'alternative :

- Éléments de cuisine (7)
- Evier
- Four
- Plaque cuisson
- Plan de travail
- Crédence

Il y a un autre aspect à prendre en compte, qui est celui de la facilité de mise en œuvre. Effectivement, la seconde solution est plus facile à réaliser. Cependant, elle implique plus de déchets que la première. Elle est plus consommatrice en énergies grises, c'est-à-dire qu'elle intègre :

- La consommation de matériaux neufs supplémentaires
- La mise en décharge de gravats suite à la démolition de la structure du plan de travail

Pour le traitement du sol, il sera question de refaire la même opération que pour le salon. Cependant, comme le nouveau revêtement sera du carrelage, il est essentiel de bien vérifier que le support est stable. La capacité du matériau ne supportant pas les mouvements, il pourrait fissurer et casser. Nous choisirons cette solution à une autre qui aurait été d'enlever l'ancien carrelage car cela permettra d'être au même niveau que le revêtement du salon. En effet, si il avait été question de supprimer le carrelage existant, nous nous serions retrouvés avec un décalage entre le niveau du salon et de la cuisine.

Les besoins en ressources pour cette intervention sont :

- Ragraéage
- Carrelage
- Colle

#### • Le sous-sol

Pour aller plus loin dans la rénovation de la maison, il est possible de procéder à l'aménagement du sous-sol. En effet, il n'a pas été évoqué plus tôt car il était question de traiter de l'espace de vie des occupants. Le sous-sol est un espace utilisé pour stocker tout type de chose, où est installé le ballon d'eau chaude et sert de garage. La particularité qui nous amène à parler de cet espace est que son sol n'est pas des plus confortables. En effet, deux défauts justifient cela. Le premier est qu'il n'est pas stabilisé. Il s'agit d'un sol en terre, où les remontés



capillaires ne peuvent être évitées. Cela amène de l'humidité, et peut poser problème. Le deuxième défaut est qu'il n'est pas plat. Sa constitution fait que le sol est irrégulier et à plusieurs endroits, des différences de niveaux sont présents. Ils sont de hauteurs variables allant de 10 à 30 cm. Ceci rend le parcours difficile et dangereux.

Pour mieux visualiser cet espace, voici des photographies :



A gauche, l'entrée du sous-sol. A droite, l'irrégularité du sol

Pour parvenir à un résultat satisfaisant, il serait nécessaire de retrouver une planéité du sol et de l'isoler. Cet objectif entraînerait de réaliser des travaux importants et demanderait des ressources en quantité. Pour ce qui est de la planéité du sol, la meilleure solution serait de mettre tous les sols à la même hauteur que le sol le plus bas. Ceci se justifie pour deux raisons. Tout d'abord, parce que le déblaiement permet de récupérer de la terre. De plus, l'inverse aurait impliqué d'apporter de la terre pour mettre tout de niveau. La seconde raison est que la hauteur sous plafond n'est pas confortable à certains endroits où les niveaux de sol sont au plus haut.

Les travaux du plancher vont dépendre de l'usage qu'il sera fait au sous-sol. Pour certains espaces comme pour garer la voiture, il n'est pas nécessaire d'avoir un revêtement propre. En revanche, comme un accès est disponible depuis l'intérieur de la maison, il peut être judicieux d'appliquer un revêtement qui permette de circuler dans certaines parties du sous-sol de manière confortable. Mais quoiqu'il en soit, il faudra avant tout procéder à quelques opérations. Après avoir mis de niveau tous les espaces, plusieurs solutions s'offrent à nous. Pour construire un plancher, il est possible de faire cela en dur, c'est-à-dire, en coulant une chape, ou alors de procéder à une solution plus mobile, qui est de poser le plancher sur des plots. La première solution implique l'achat de plusieurs choses :

- Mortier : mélange de ciment, sable, eau, adjuvant éventuel. Il servira à retrouver un sol plat et relativement lisse.
- Ragréage : Pour permettre d'avoir un sol lisse et poser un revêtement.
- Revêtement sol : Carrelage de préférence, pour ses caractéristiques techniques et son entretien. Il sera disposé sur toute la surface du sous-sol, hormis l'espace réservé au stationnement de la voiture.

Toutes ces ressources seront achetées en magasins. Les matériaux dont nous avons besoin sont difficilement accessibles au moyen de réemploi. Le ragréage par exemple, par sa constitution ne peut être réemployé, à l'inverse du carrelage. Il en est de même pour le mortier, bien que ses composants puissent être trouvés de façon plus économique.

Nous analyserons plus tard comment procéder différemment, si cela est possible, afin de recourir au réemploi.

Pour cette opération, la quantité de matériau est calculée. Une épaisseur de chape est à respecter, en fonction de l'usage qu'il en sera fait, ce qui nous donne un volume à commander. Le prix du mortier varie de 5€/m<sup>2</sup> à 20€/m<sup>2</sup>. Pour le ragréage, son prix varie de 6€/m<sup>2</sup> à 25€/m<sup>2</sup>. Des économies pourront être faites sur le carrelage, car les critères de sélection ne seront pas exigeants.

Pour finir sur le sous-sol, il est préférable d'isoler le plafond, pour permettre d'économiser

de l'énergie consommée en chauffant la maison. A la différence de l'isolation faite au rez-de-chaussée, les finitions ne demanderont pas autant d'exigences. En effet, inutile de recourir à un doublage en BA13, un faux plafond sera plus économique et adapté à l'usage. Car en effet, des tuyaux relatifs au réseau d'eau courent sous le plafond. Le recours à un faux plafond permettra de manière simple de les cacher. Cette solution permettra également d'accéder à ce réseau si le besoin s'en fait sentir. Pour ce faire, les éléments dont nous aurons besoin seront :

- Isolant : Des plaques de laine de roche semble être un choix judicieux. Sa mise en œuvre permettra en cas d'accès au faux plafond, une intervention plus facile sur la tuyauterie.
- L'ossature qui accueillera les dalles de faux plafond
- Les dalles de faux plafond

Ces matériaux seront achetés en magasin également. Cependant, certains composants comme l'ossature ou les dalles peuvent être trouvés en occasion, car il s'agit d'éléments démontables.



11 Source : <https://www.rb-renovationbatiment.fr/savoir-faire/cloisons---faux-plafonds>

### **c. Bilan**

Avant de poursuivre avec la méthode réemploi, faisons le bilan des travaux effectués, et des ressources employées.

Un grand nombre d'éléments nécessaires à la rénovation ont été achetés neufs. A certaines occasions, il a été possible de garder certains d'entre eux, tels que les volets par exemple. Pour d'autres, il nous paraît peu évident de passer par le réemploi. C'est le cas de l'isolant.

Nous pouvons noter tout de même que pour le réemploi de certains éléments, cela peut entraîner une mise en oeuvre plus importante que l'utilisation d'un produit neuf. Nous avons eu l'exemple avec le possible réemploi du parquet dans la cuisine. Ceci pose la question de la pertinence du réemploi. Il semble essentiel de réfléchir à tous les composants de la mise en oeuvre avant de recourir au réemploi. C'est-à-dire, de prendre en compte les interventions qui seront nécessaires à la mise en place des matériaux réemployés et des potentiels déchets qu'elle impliquera.



### 3. Méthode B : Le projet intégrant le réemploi

#### a. Les possibilités

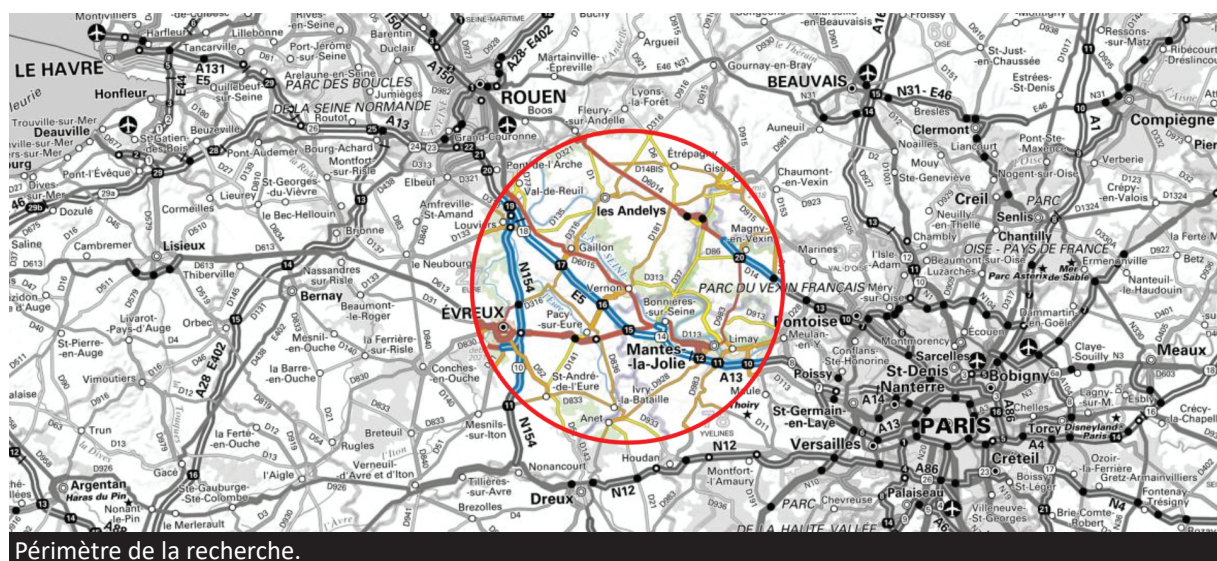
Certaines des opérations effectuées dans la maison ont tout de même permis d'économiser des ressources en procédant au réemploi ou rénovation. Cependant, il reste quelques points qui auraient pu être réfléchis autrement.

#### • Les revêtements

Par exemple, pour le parquet en chêne, une autre possibilité s'offrait à nous. La décision a été de le conserver, mais il aurait été possible de le démonter, afin de revendre les lattes. Cette solution aurait permis de récupérer une somme d'argent qui aurait servi à l'achat du nouveau revêtement ou bien réinvesti dans d'autres matériaux. Une autre solution aurait été de garder ces lattes de parquet pour les utiliser dans une autre pièce de la maison. Cependant, contrairement à la solution retenue, sa mise en oeuvre est plus contraignante. La pose d'un parquet de ce type entraîne des travaux conséquents. S'il avait été question de réemployer ce parquet dans une autre pièce, comme la cuisine par exemple, le sol aurait dû être aménagé. Cet aménagement entraîne un coût, puisque pour la réalisation il aurait fallu des ressources supplémentaires. S'ajoute à ça, des problèmes quant à la différence de niveau entre le sol de la cuisine et les pièces adjacentes.

La première solution de réemploi est donc la plus appropriée dans notre cas. Nous allons donc regarder comment nous aurions pu procéder à sa réalisation en utilisant le réemploi.

Pour suivre un objectif de réemploi qui favorise un acheminement réduit des matériaux, la recherche ne s'étendra pas à plus de 60km. Cette zone correspond à celle indiquée sur la carte :



Périmètre de la recherche.

Pour avoir un ordre d'idée des prix que peut valoir le parquet, nous pouvons nous appuyer sur différents sites de revente de matériaux comme celui-ci. Nous avons donc un résultat de 20€/m<sup>2</sup> pour notre parquet. Nous avons dans la maison 35m<sup>2</sup> de sol revêtu par ce parquet. La vente rapporterait donc 700€.

The screenshot shows the Cycle-up website interface. On the left, there are filters for 'Etat' (Neuf, Très bon, Bon, Usage) and 'Période de disponibilité'. The main content area displays two listings for 'Parquet'. The first listing is for 'Parquet en bois massif' at 20,00 € HT / m², published on 19/09/18, with a stock of 68 m². The second listing is for 'Parquet en bois foncé' at 30,00 € HT / m², published on 11/09/18, with a stock of 12 m². Both listings include a photo of the parquet, a description, and a yellow 'AJOUTER AU PANIER' button. The website header includes the Cycle-up logo and navigation links: Produits, Déposer une annonce, Services, Inspirations, Partenaires. The right side of the header has icons for search, user account, and shopping cart.

Exemple d'annonce utilisée pour fixer un prix moyen. Celle ci provient du site Cycle-up.

Cependant, si nous revendons ce parquet, il faut racheter un nouveau revêtement pour chaque pièce où il se trouvait. De plus, il faudrait adapter le sol pour accueillir ce nouveau revêtement. Car hormis la pose d'un parquet comme celui présent, le sol n'est pas viable à recevoir un revêtement comme du carrelage, moquette, ou même parquet flottant et collé.

Dans le cas d'une pose de parquet à clouer, nous devons simplement regarder le prix moyen, pour pouvoir comparer le prix de revient de l'opération.

Cette recherche de revêtement a fait apparaitre plusieurs aléas. Ces aléas entraînent une difficulté à trouver un produit qui puisse correspondre à nos critères. Ceci peut se justifier selon plusieurs raisons :

- La localisation : Nous avons un critère de recherche qui est contraint par notre zone de recherche. Plus notre zone sera étendue, et plus nous aurons d'offres.

- La disponibilité : Nous pouvons trouver des produits intéressants, cependant la quantité ne sera peut-être pas suffisante pour la surface à recouvrir.

- L'apparence : Certains produits peuvent répondre aux deux critères précédents, mais ne pas correspondre au critère esthétique.

- Le prix : Il n'y a pas de tarif fixe pour les produits de seconde main. C'est donc un critère qui varie selon les propriétaires. Pour certains produits, le prix demandé peut être inadapté, et donc valoir plus cher que ce qu'il devrait être. L'inverse peut être aussi possible, et dans ce cas, c'est bénéfique pour l'acheteur.

## • Les gravats

Un autre sujet consiste au réemploi des gravats. Plusieurs travaux ont engendré une quantité de gravats importante. Il serait intéressant que nous regardions ce que nous aurions pu faire de tous ces déchets.

A notre échelle, leur réemploi n'est pas optimal. Effectivement, mis à part combler des trous, ou créer des murs comme sur l'exemple ci dessous, ce n'est pas très valorisant. Dans notre cas, nous n'avions pas besoin de ces matériaux.

Il est tout à fait possible de valoriser les gravats composés de ciment, béton, verre, parpaing ou briques. Le groupe PAPREC récupère ces matériaux pour les recycler. Ils représentent 60% des déchets de chantiers collectés. Le groupe PAPREC est une entreprise française de collecte et de recyclage des déchets industriels et ménagers. L'objectif est de récupérer les déchets issus des chantiers, de les trier, ils sont revendus dans différents secteurs. Dans la majorité des cas, ces nouvelles ressources terminent dans les travaux routiers. Plus précisément, ces matériaux seront traités à la chaux et utilisés pour les remblais et sous couches diverses des routes.

Un autre exemple, à plus petite échelle concerne la ville de Langon en France. Avant ce projet, les gravats de 5 déchèteries publiques du territoire de Sud-Gironde (gérées par l'entreprise Sictom) étaient apportés dans une Installation de Stockage des Déchets Inertes (ISDI) en Lot-et-Garonne. Ceci impliquait un coût à la collectivité de 7€/Tonne. Suite à un atelier en 2016, l'entreprise Colas Sud a proposé de récupérer les gravats de ces 5 déchèteries. Grâce à cela, ces déchets sont concassés pour produire et revendre de nouveaux matériaux de construction. Au préalable, un tri est effectué avant la procédure de concassage. Depuis le 17 Janvier 2017 que ce projet opère, cela représente un total d'environ 1500 tonnes de matériaux par an. A noter que cette solution a comme avantage la diminution des transports, dans la mesure où le site Colas est plus proche des déchèteries que le centre de stockage utilisé auparavant. Par exemple, la déchetterie de Langon se situe à 5km de distance du site Colas contre 30km de l'ISDI.

Les bénéfices obtenus sont les suivants :

- Environnementaux : Les 1500 tonnes de gravats/an sont détournées de la filière de stockage et sont réemployées. De plus, comme dit précédemment, le site est plus proche, donc cela diminue l'énergie consommée au transport.

Cette réduction du transport ajoutée au détournement des matériaux de l'enfouissement ainsi que la préservation des matières vierges représente 155 TCO<sub>2</sub>eq /an.

- Economiques : Pour le Sictom, qui ne paye plus l'apport en ISDI, cela représente 10 500€/an. Pour Colas, qui récupère gratuitement les matériaux, ils opèrent un bénéfice de 15 000€/an, avec un produit vendu en moyenne à 10€/Tonne.

Dans notre cas, nous avons pu mettre en déchetterie les gravats. Si la quantité avait été plus importante, la mise en décharge n'aurait pu être faite. Effectivement, au-dessus de 3m<sup>3</sup> de gravats, la déchetterie ne peut accepter de nous en débarrasser. Si tel avait été le cas, 2 recours s'offraient à nous.

- Faire appel à une entreprise du bâtiment
- Louer une benne

Ces deux solutions sont coûteuses et apportent avec elles leurs contraintes.

Pour la solution de l'entreprise, le prix peut varier. Premièrement, cela peut varier selon le fait que nous ayons fait appel à cette même entreprise pour les travaux de démolition. Le coût de l'évacuation peut être compris dans le devis. Si ce n'est pas le cas, l'entreprise se chargera simplement de récupérer les sacs de gravats. Le coût variera en fonction de la durée du chantier, de la quantité de gravats ainsi que de leurs natures. Le prix sera généralement facturé entre 30€ et 50€ par m<sup>3</sup>. Des surcoûts peuvent être appliqués si la société doit emballer les gravats, si ceux-ci sont situés à l'étage ou s'ils sont difficiles à évacuer.

Pour le cas de la location de benne, elle exige plusieurs choses :

- De recevoir un permis de stationnement de benne auprès de la mairie ou commissariat.
- Si nous sommes en copropriété, le syndicat doit autoriser la pose d'une benne
  - Dans certaines villes, il est obligatoire de payer un droit de voirie ou une redevance d'occupation du domaine public.
  - Il est important de respecter la durée de l'autorisation, et donc de finir les travaux à temps.

C'est à la société de location de la benne de venir la récupérer et d'évacuer les déchets. Une benne peut contenir entre 3 m<sup>3</sup> à 40 m<sup>3</sup> de déchets. Pour ce service, il faut compter entre 100€ et 500€. Ce tarif comprend le dépôt et l'enlèvement des gravats sur une période de 1 à 3 jours.

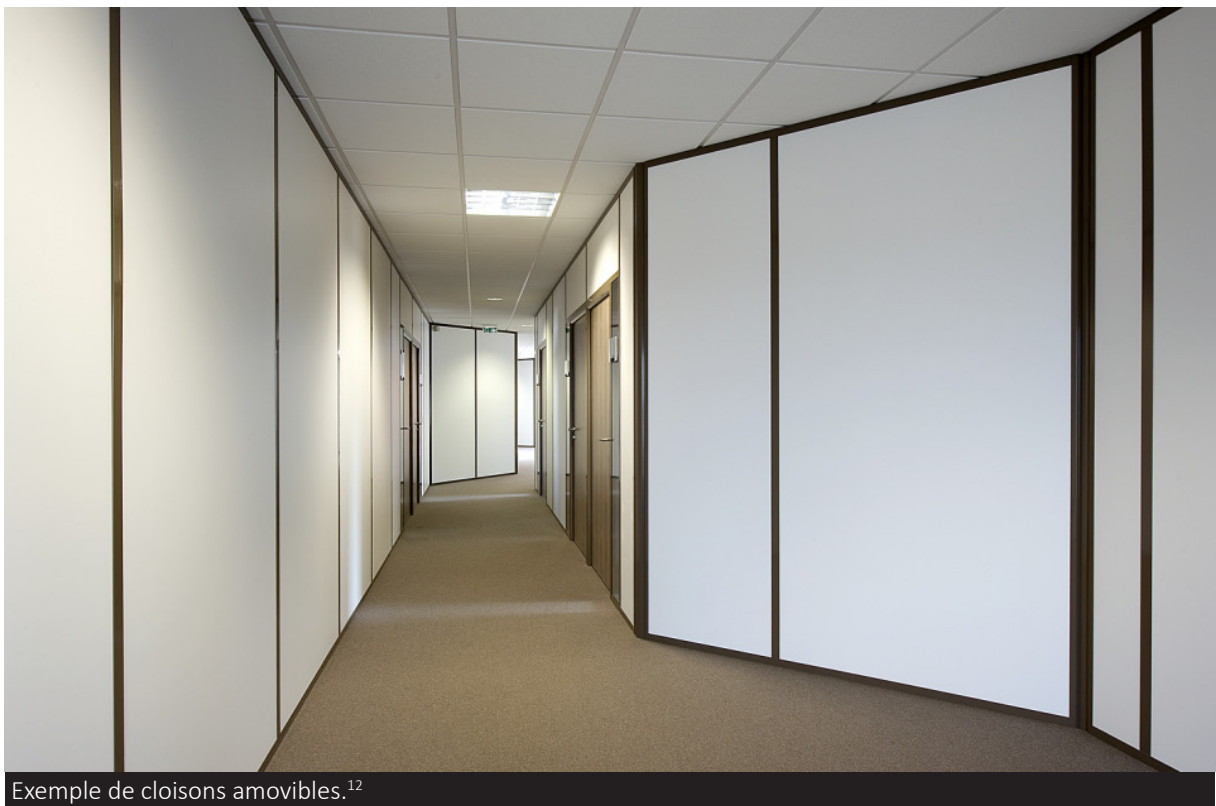
Si nous appliquions ces solutions dans notre cas, il aurait été plus économique de choisir l'entreprise du bâtiment. La solution de la benne est plus adaptée pour les chantiers plus importants, afin d'éviter les surcoûts éventuels. De plus, dans notre cas, la location de la benne aurait posé problème, car la rue qui dessert la maison est très étroite, et aurait apporté des difficultés de circulation pendant la durée du chantier. Cette solution demande également de transporter les sacs de gravats jusqu'à la benne, ce qui correspond à de nombreux aller retours de la maison à la rue où elle se trouve. Les caractéristiques de notre cas comme l'accessibilité aux espaces de chantier, et la nature des gravats n'auraient pas engendrés de surcoût. De plus pour des soucis d'organisation, les gravats étaient mis en sac au fur et à mesure de la démolition, ce qui aurait facilité l'entreprise et n'aurait pas augmenté le devis.

## • Les cloisons

Pour la réalisation des cloisons, il a été nécessaire d'utiliser différents éléments (rails, montants...). Pour construire une cloison, il existe différentes méthodes. Dans notre cas, la solution retenue a été de le faire avec une ossature et des plaques de plâtre. Cette solution qui n'a pas utilisée de matériau réemployé, a pourtant un avantage. Dans le cas d'une nouvelle démolition, il est envisageable de récupérer au moins l'ossature métallique. Pour les plaques de plâtre, leur réutilisation en l'état n'aurait pas pu se faire. Cependant nous avons vu qu'il était possible de les recycler.

En revanche, si nous avions voulu que nos cloisons soient réemployables, il aurait fallu procéder à un autre type de construction. Dans les bureaux par exemple, nous pouvons trouver des cloisons modulaires. Celles-ci ont l'avantage de pouvoir être démontées et remontées facilement. Cependant, leur dimensions sont fixes, ce qui réduit les possibilités de réemploi.

Pour les plafonds qui ont été refaits, nous avons procédé à la pose d'une ossature et plaques de plâtre. La mise en oeuvre est similaire à celle des cloisons. Si nous avions voulu recourir au réemploi, nous aurions pu recourir à la pose d'un faux plafond. Les éléments étant démontables, ils permettent un réemploi facile.



Exemple de cloisons amovibles.<sup>12</sup>

## **b. Bilan**

Certaines solutions n'étaient pas possible ou alors n'étaient pas rentables dans notre cas. Pour les solutions envisageables, certaines n'offraient pas autant de possibilités que l'achat de produits neufs. Pour certaines, elles n'offraient pas une variété de propositions quant au rendu plastique. C'est le cas des cloisons et faux plafond par exemple.

De plus, la façon dont les travaux ont été réalisés, c'est-à-dire, par nos propres moyens, a permis une certaine liberté dans nos choix.

## **4. Conclusion**

Nous nous rendons compte que le recours au réemploi est grandement influencé par les caractéristiques des projets.

Nous l'avons évoqué dans notre étude, et il se révèle que l'échelle du projet influence les choix des outils à utiliser. La taille du projet va souvent de pair avec les moyens disponibles, humains et financiers. Notre cas d'étude était une maison. Ceci correspond à un petit projet, avec des moyens de faibles mesures. Certains outils que nous avons pu voir ne sont pas à la portée de ces moyens, et n'auraient pas grand intérêt. Par exemple, la plateforme Upcyclea n'aurait pas sa place dans un tel projet. Inutile de faire appel à tout un réseau d'acteurs pour se fournir en matériaux. En revanche, nous pouvons constater que les outils proposant des ventes ou dons de ressources entre particuliers sont beaucoup plus pertinents pour les projets à petites échelles. Nous évoquons également comme frein au réemploi la difficulté à trouver les ressources, et qu'il était courant que les gisements issus de démolition de bâtiments se fassent par l'intermédiaire de réseau. Cet aspect a pu être constaté dans notre cas d'étude. Les produits utiles au réseau électrique ont été trouvés grâce à un réseau familial et le bois donné, fut possible par le réseau de voisinage.

Si le réemploi semble être une solution pour freiner notre impact sur l'environnement, il ne peut être la seule. Car ses limites ne lui permettront pas d'atteindre un résultat globale satisfaisant.

Pour penser les projets de demain, il faut prendre en considération que nous devons réfléchir à nos actions. C'est à dire, la façon dont tous les éléments, qu'ils soient matériels ou humains puissent former un système équilibré. Que ses différents composants puissent s'articuler et échanger entre eux, et non pas multiplier des produits finis, destinés à être consommés puis jetés.









# ANNEXE

## Annexe 1 : Proposition d'amélioration en vu de développer le réemploi.

Avril 2016

<p align="center"><u>Requalifier les matériaux et les produits de réemploi</u></p> <p>Même si la qualification des performances des matériaux et produits de réemploi n'a pas de caractère obligatoire dans de nombreux cas de réemploi, elle est souhaitable, au moins sur un minimum de caractéristiques essentielles au regard de l'usage envisagé.</p> <p>Le retour d'expérience : « B2 – Maisons / dalles alvéolées » illustre la requalification des dalles alvéolées par un centre de recherche ou un ingénieur qualifié qui délivre un certificat pour les matériaux de réemploi (EID : Element IDentity). Le certificat contient toutes les informations nécessaires pour valider l'aptitude à l'usage du matériau de réemploi (cf. figure dans fiche OPTIGEDE en annexe 4). Les contrôles sont effectués avec une inspection visuelle, une analyse de l'armature et des tests des propriétés du béton. C'est donc le centre de recherche ou l'ingénieur qui a inspecté les matériaux qui endosse la responsabilité.</p> <p>L'action 1 propose d'élaborer deux guides techniques (Bâtiment, Travaux Publics) permettant d'évaluer l'aptitude à l'usage des produits de réemploi et de préciser leurs conditions de mise en œuvre. Pour chaque matériau/produit de réemploi, la requalification doit être menée pour un usage donné. Les procédures de requalification sont définies en fonction du matériau/produit de réemploi, de son origine et de son futur usage : pour un produit et un usage donné, correspondra un niveau de vérification. Ces aspects de requalification doivent être abordés par famille de produits et usage afin de pouvoir définir les spécifications « essentielles ». Si besoin, le guide permettra de préciser les conditions de mise en œuvre du produit de réemploi.</p> <p>Pour le secteur du bâtiment, le guide dédié pourrait dans un premier temps se focaliser sur les couples suivants (proposés selon le nombre de cas identifiés lors de la phase d'investigation et sur la base d'une plus grande simplicité <i>a priori</i>) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eléments en bois/structure</li> <li>• Eléments en bois/charpente</li> <li>• Eléments en acier/structure</li> <li>• Eléments en acier/charpente</li> <li>• Briques pleines/structure</li> <li>• Tuiles en terre cuite/couverture</li> <li>• Fenêtres/menuiseries extérieures</li> <li>• Portes intérieures/menuiseries intérieures</li> </ul> <p>Pour le secteur des Travaux Publics :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pavés en pierre naturelle/voirie</li> <li>• Eléments en acier/structure (éléments d'ouvrages de génie civil ou d'aménagement urbain-</li> </ul> <p>L'action 2 vise à inclure dans les normes « Produit », un chapitre spécifique au réemploi permettant de spécifier les exigences minimales pour le domaine d'emploi visé ainsi que les mesures à prendre pour assurer une constance de la qualité, des performances du produit de réemploi. Cette action serait possible à l'occasion de la révision de chacun des textes techniques mais demeurera un processus long et basé sur un consensus de nombreux acteurs. L'indication des spécifications du réemploi dans un complément national aux normes visées, si elle était possible, serait peut être une solution plus rapide.</p>	<p align="center">Importance</p> <p>Action 1 : **** Action 2 : ****</p> <hr/> <p align="center">Priorité</p> <p>Action 1 : 1 Action 2 : 3</p>
---	---

<p align="center"><u>Améliorer la qualité et la constance des performances</u></p> <p>Pour les produits de dépose, la maîtrise de la qualité et la constance des performances sont des aspects à traiter tout au long de l'opération de déconstruction.</p> <p>L'action 22 visera à former les chargés d'opérations des équipes de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre à la conduite de projet intégrant des produits de réemploi : prise en compte de l'écoconception et du réemploi bien en amont des phases chantier, rédaction des clauses dans les CCTP/DCE, objectifs basés sur des approches performancielles, prise en compte des spécificités liées à la dépose des matériaux et produits en vue de leur réemploi (délais, compétences, logistique). L'objectif de l'action 3 est d'intervenir au niveau de la dépose des produits pour identifier les gisements potentiellement réemployables et assurer une dépose soignée des produits en vue de leur réemploi afin d'améliorer la constance de la qualité. L'action propose de définir des protocoles de dépose (désassemblage des éléments, tri des produits) et de reconditionnement des produits (remise en état, préparation avant remise en œuvre). Ces préconisations à l'usage des entreprises de déconstruction et de construction pourraient permettre d'améliorer la constance de la qualité des matériaux et produits et la répliquabilité des expériences de réemploi.</p> <p>L'action 25 propose de former les intervenants sur chantier à la dépose des produits en vue de leur réemploi, sur la base des préconisations de l'action 3.</p>	<p align="center">Importance</p> <p>Action 3 : **** Action 22 : **** Action 25 : ***</p>
	<p align="center">Priorité</p> <p>Action 3 : 1 Action 22 : 1 Action 25 : 2</p>

<p align="center"><u>Accompagner les acteurs des Travaux Publics vers une meilleure maîtrise des risques</u></p> <p>La maîtrise des risques de sinistralité repose sur la connaissance des produits et de leurs performances et sur le savoir-faire pour la mise en œuvre.</p> <p>L'action 26 a pour objectif de favoriser la montée en compétences des petites entreprises des Travaux Publics sur les sujets de réemploi/réutilisation grâce à des formations dédiées.</p> <p>L'action 28 propose d'accompagner les acteurs vers une meilleure maîtrise des risques en mettant à disposition des acteurs, un centre de ressources techniques (comme les anciens centres d'études techniques de l'équipement - CETE).</p>	<p align="center">Importance</p> <p>Action 26 : ** Action 28 : ***</p>
	<p align="center">Priorité</p> <p>Action 26 : 3 Action 28 : 2</p>

L'utilisation des matériaux et produits de réemploi doit s'accompagner d'une vigilance sanitaire (garantir la protection de la santé des utilisateurs et des travailleurs) et d'une évaluation des impacts environnementaux globaux et locaux.

<p align="center"><u>Assurer une vigilance sanitaire et environnementale</u></p> <p>Les actions 14 et 24, spécifiques au bâtiment, ont trait aux émissions de substances dangereuses dans l'environnement et la préservation d'une bonne qualité de l'air intérieur.</p> <p>L'objectif de l'action 14 est de disposer d'informations sur le contenu et les émissions de substances dangereuses des produits de réemploi afin d'identifier les gisements potentiellement réemployables. Elle consiste à retracer l'historique des restrictions d'usage des substances dangereuses réglementées et à lister les produits de construction associés (par exemple, l'amiante et certains isolants, l'arsenic et certains bois traités, ...). Elle propose également d'améliorer la traçabilité des produits de construction.</p> <p>L'action 24 vise à diffuser les résultats de l'action 14 auprès des acteurs concernés (MOA, MOE, entreprises).</p> <p>L'objectif de l'action 15 est de réviser les conditions d'acceptabilité environnementale pour le réemploi, la réutilisation des « terres excavées ».</p>	<p align="center">Importance</p> <p>Action 14 : **** Action 24 : **** Action 15 : ***</p>
	<p align="center">Priorité</p> <p>Action 14 : 1 Action 24 : 1 Action 15 : 2</p>

<p align="center"><u>Assurer la protection des travailleurs</u></p> <p>La dépose manuelle des matériaux et produits peut entraîner une augmentation des risques d'accident.</p> <p>L'action 27 vise à renforcer la sécurité des intervenants sur les chantiers en intégrant dans les documents de marché, les aspects liés à la mise en œuvre sur les chantiers des technologies de mécanisation des tâches de dépose et de séparation des produits en vue de leur réemploi.</p> <p>L'action 34 a pour objectif la définition des besoins de R&amp;D pour le développement de technologies mécanisation des tâches de dépose et séparation des produits.</p>	<p align="center">Importance</p> <p>Action 27 : *** Action 34 : ***</p>
	<p align="center">Priorité</p> <p>Action 27 : 2 Action 34 : 2</p>

<p align="center"><u>Evaluer les performances environnementales des produits de réemploi et des ouvrages les incorporant</u></p> <p>Les documents techniques encadrant l'évaluation et la déclaration des performances des produits de construction et des ouvrages sont existants. Certains compléments méthodologiques sont cependant nécessaires pour prendre en compte les spécificités du réemploi.</p> <p>L'action 12 propose de définir les aspects méthodologiques nécessaires à la Déclaration Environnementale des Produits conformément à la norme EN 15804.</p> <p>L'action 13 permettra de mieux prendre en compte le réemploi de matériaux et produits dans les évaluations des performances environnementales des ouvrages. (Ces actions sont en cours)</p>	<p align="center">Importance</p> <p>Action 12 : ** Action 13 : *</p>
	<p align="center">Priorité</p> <p>Action 12 : 2 Action 13 : 3</p>

### Créer des opportunités

Le second axe du plan d'actions vise à créer une offre et à permettre la mise à disposition de matériaux et produits de réemploi.

<p style="text-align: center;"><u>Lever les inhibitions</u></p> <p>Les acteurs du réemploi notent une défiance vis-à-vis du réemploi lié à la crainte d'utiliser un « déchet ». De plus des incompréhensions sur le périmètre du réemploi/réutilisation et l'entrée en statut déchet peuvent conduire dans certains cas à l'abandon de projets. Il faut dans un premier temps pouvoir lever ces réticences par une clarification et une illustration de ces différentes notions.</p> <p>L'action 4 propose de préciser de manière opérationnelle la définition et le statut de déchet ainsi que les critères permettant d'anticiper le devenir de matières d'anticiper le devenir de matières. Elle permettra également d'expliciter les notions de prévention des déchets, de réemploi, de réutilisation et de recyclage, en précisant la frontière entre ces pratiques.</p> <p>L'action 19 est une action de sensibilisation des équipes de maîtrise d'ouvrage, de maîtrise d'œuvre et des entreprises. Elle vise à travailler en amont du chantier afin de placer l'opération dans les conditions permettant au mieux d'anticiper le devenir des matières. Elle pourra notamment s'appuyer sur les résultats des actions 4 et 6 (explicitation des notions de prévention des déchets et de réemploi, mise en place de conventions de mise à disposition ou de don).</p>	<p>Importance</p> <p>Action 4 : *** Action 19 : ***</p> <p>Priorité</p> <p>Action 4 : 1 Action 19 : 1</p>
<p style="text-align: center;"><u>Faciliter les mises à disposition de matériaux et produits de réemploi</u></p> <p>La mise à disposition de matériaux et produits réalisée entre maîtres d'ouvrage et/ou entreprises, d'un chantier à un autre, qu'elle fasse l'objet d'un don ou de conditions financières, s'accompagne d'un transfert ou d'un partage des responsabilités portant sur différents aspects (qualité technique, sanitaire, fiscalisation, ...). Ces conditions nécessitent d'être précisées pour garantir un climat de confiance entre les acteurs et faciliter les mises à disposition de matériaux et produits.</p> <p>L'objectif de l'action 5 est de définir la chaîne de responsabilités entre les acteurs et ses conséquences, notamment en cas de défaillance.</p> <p>L'action 6 vise à mettre à disposition des acteurs, une convention type de don ou de mise à disposition des matériaux et produits de réemploi</p>	<p>Importance</p> <p>Action 5 : *** Action 6 : ***</p> <p>Priorité</p> <p>Action 5 : 1 Action 6 : 1</p>
<p style="text-align: center;"><u>Faciliter la remise sur le marché des matériaux et produits de réemploi</u></p> <p>L'obligation réglementaire de marquage CE porté par le Règlement Produit de Construction (RPC) et adossé aux normes « Produit » harmonisée accompagne la mise sur le marché des produits. L'analyse du règlement semble indiquer qu'il ne s'applique pas aux produits de réemploi mais la position de la commission européenne reste à clarifier.</p> <p>L'action 9, en reprenant l'analyse du contexte lié à l'obligation de marquage CE, permettra de définir une position nationale et de la porter dans les discussions en cours à la DG Construction.</p> <p>Dans le cas où la commission européenne statuerait sur une application du RPC aux produits de réemploi, l'objectif de l'action 16 sera de porter à la commission européenne, une demande argumentée de dérogation au marquage CE pour les produits de réemploi sur la base que ces produits ont déjà été mis sur le marché une première fois.</p>	<p>Importance</p> <p>Action 9 : **** Action 16 : ****</p> <p>Priorité</p> <p>Action 9 : 1 Action 16 : 1</p>

De plus le marché du réemploi est par vocation un marché local (et qu'il est souhaitable qu'il reste un marché local) qui ne devrait pas entraîner de circulation des matériaux et produits de réemploi entre les pays de la CEE.	
---	--

Pour créer une offre et la rendre attractive, il faut pouvoir identifier des gisements de matériaux et produits réemployables et donner de la visibilité à cette offre, la faire connaître, mettre en relation les acteurs, instaurer la confiance.

<u>Identifier les gisements et faire connaître l'offre</u>	Importance
<p>L'objectif de l'action 17 est d'identifier, en amont des chantiers du bâtiment, les gisements de matériaux et produits réemployables (tuiles en terre cuite, bois de structure, acier de structure, fenêtres, portes, parquets, pavés, agrégats d'enrobés, ballasts, terres, ...) en renforçant et en étendant le diagnostic portant sur les déchets issus des travaux de démolition aux possibilités de réemploi hors site.</p> <p>L'action 30 permettra de développer et d'organiser l'offre en sensibilisant les maîtres d'ouvrage, les maîtres d'œuvre et les entreprises aux approches « projet » basées sur un diagnostic réemploi et un accompagnement par un consultant réemploi ou aux approches « filière » axées sur un rôle nouveau pour l'entreprise de démolition qui deviendrait également fournisseur de produits de réemploi. Cette action visera principalement à diffuser auprès des acteurs les résultats de l'étude REPAR.</p> <p>L'action 23 sensibilisera les acteurs aux possibilités de réemploi en mettant à disposition des équipes de maîtrise d'ouvrage, de maîtrise d'œuvre et des entreprises un catalogue de « réemployabilité » des matériaux (caractéristiques et performances, type de fonctionnalité, points d'attention en fonction des matériaux/produit, de leur origine, de leur futur usage). Cette action pourra consister en la diffusion des guides élaborés lors de l'action n°1.</p>	Action 17 : *** Action 30 : *** Action 23 : ***
	Priorité
	Action 17 : 2 Action 30 : 2 Action 23 : 2

<u>Améliorer la compétitivité des matériaux et produits de réemploi</u>	Importance
<p>Les coûts associés au réemploi (dépose, reconditionnement des produits, entreposage) reste encore mal connu. De plus, pour se développer, les pratiques de réemploi doivent s'insérer dans un modèle économique vertueux (partage des coûts et bénéfices).</p> <p>L'action 10 propose d'améliorer la connaissance et la compréhension de la réalité des coûts et les éventuels surcoûts. Sur la base de ces connaissances, l'action permettra d'identifier les mesures à mettre en place pour améliorer la compétitivité des matériaux et produits de réemploi.</p> <p>L'objectif de l'action 11 est de définir et documenter la notion de « modèle(s) économique(s) du réemploi » (moins-value ou incitation, payeur et bénéficiaire,...)</p> <p>L'action 18 vise à lever le frein lié à la non éligibilité à certaines aides ou subventions d'opérations de rénovation énergétique ou de réhabilitation d'habitat insalubre utilisant des matériaux et produits de réemploi. Cette action propose d'aligner les conditions d'éligibilité aux spécificités du réemploi en regard des procédures de validation de l'aptitude à l'usage des produits de réemploi ou des certifications de performances.</p>	Action 10 : ** Action 11 : ** Action 18 : ***
	Priorité
	Action 10 : 3 Action 11 : 3 Action 18 : 2

<p><u>Mettre en relation les acteurs, faciliter la mise à disposition des matériaux et produits de réemploi</u></p> <p>La mise en relation des acteurs est un point critique. L'action 31 vise à organiser la mise en relation des acteurs par le biais de réseau permettant de recenser localement (bassin de vie, département ou région) l'offre et la demande en matériaux et produits de réemploi. Elle pourra notamment s'inspirer du travail de la CER BTP et de l'ADIR pour l'Ile de la Réunion ou du projet du SNED/FFB.</p> <p>L'action 33 propose de faciliter le développement de plateformes territoriales d'entreposage/reconditionnement ou de distribution pour les secteurs du Bâtiment et des Travaux Publics. Elle permettra d'étudier les possibilités de mise en place de mesures en faveur de la création de telles plateformes : mise à disposition de foncier, aide économique au démarrage.</p>	<p>Importance</p> <p>Action 31 : **** Action 33 : ****</p>
	<p>Priorité</p> <p>Action 31 : 1 Action 33 : 1</p>
<p><u>Renforcer la confiance entre fournisseurs et utilisateurs</u></p> <p>L'instauration d'un climat de confiance propice aux pratiques de réemploi repose principalement sur la qualification des produits, la vigilance sanitaire et l'information des acteurs sur le contexte de la garantie décennale et de la dommage-ouvrage. Pour compléter ces trois axes, et afin de palier à d'éventuelles défaillances des produits ou équipement de réemploi, l'action 29 propose d'accompagner la mise en place de garanties commerciales.</p>	<p>Importance</p> <p>Action 29**</p>
	<p>Priorité :</p> <p>Action 29 : 3</p>

Une opportunité de réemploi implique la rencontre d'une offre et d'une demande, il faut donc également susciter la demande, notamment auprès des maîtres d'ouvrage.

<p><u>Renforcer la prescription de matériaux et produits de réemploi</u></p> <p>L'objectif de l'action 22 est de rendre plus opérationnelle la conduite de projet intégrant des produits de réemploi en formant les chargés d'opérations des équipes de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre afin de faciliter la prise en compte de l'écoconception et du réemploi des produits bien en amont du chantier : prescriptions du réemploi, objectifs performanciels, rédaction des clauses dans les CCTP/DCE, ...</p>	<p>Importance</p> <p>Action 22 : **** Action 37 : *** Action 32 : *** Action 35 : **</p>
<p>Les actions 37 et 32 visent à capitaliser les retours d'expérience de réemploi et à diffuser ces bonnes pratiques auprès des maîtres d'ouvrage, des maîtres d'œuvre, des entreprises et des assureurs afin de susciter l'intérêt et de développer la prescription et la mise en œuvre des matériaux et produits de réemploi.</p> <p>L'objectif de l'action 35 est de démontrer l'intérêt du réemploi des matériaux et produits de construction par des approches de coût global incluant les externalités monétarisées : emplois générés localement, impacts environnementaux évités, ...</p>	<p>Priorité</p> <p>Action 22 : 1 Action 37 : 1 Action 32 : 1 Action 35 : 3</p>

La volonté d'utiliser des produits de réemploi peut se heurter à des freins en lien avec l'assurabilité (responsabilité décennale, dommage ouvrage).

Lever les freins assuranciers	Importance
<p>Les assureurs peuvent considérer que l'utilisation de matériaux et produits de réemploi relève des techniques non courantes de construction et l'exclure de la couverture de garantie classique si les conditions suivantes visant à maîtriser les risques de sinistralité ne sont pas respectées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• qualification des performances et durabilité des produits,</li> <li>• respects des règles de l'art pour la mise en œuvre,</li> <li>• compétences et savoir faire des entreprise assurant la mise en œuvre.</li> </ul>	<p>Action 7 : ****            Action 8 : ****            Action 20 : **            Action 21 : ***            Action 36 : ***</p>
<p>Les actions 7 et 8 ont un objectif commun : Permettre aux entreprises et maîtres d'ouvrage utilisant des matériaux et produits de réemploi d'être couverts par leur contrat de garantie décennale et d'assurance de dommage ouvrage.</p> <p>L'action 7 propose de préciser et clarifier les conditions (indiquées ci-dessus) permettant à un assureur de prendre en compte le risque lié au réemploi de matériaux ou produits de construction.</p> <p>L'action 8 vise à rendre systématique les spécifications performanciels et non d'objectif de moyens, dans les documents d'exécution (normes, NF DTU, guide technique) et de les ouvrir à la prise en compte de l'écoconception des ouvrages et notamment de la prévention des déchets du BTP.</p> <p>L'action 20 propose de rassurer les équipes de maîtrise d'ouvrage, de maîtrise d'œuvre et les entreprises sur le contexte de l'assurabilité en les informant sur les aspects liés à la garantie décennale et le dommage ouvrage.</p> <p>L'action 21 propose de sensibiliser les assureurs au réemploi des produits de construction en mettant en avant l'encadrement des pratiques de réemploi et les retours d'expérience.</p> <p>L'action 36 vise à mettre en place des projets expérimentaux avec un système d'assurance ou de garantie mutualisée afin de démontrer la faisabilité technique du réemploi de matériaux et produits.</p>	<p>Priorité</p> <p>Action 7 : 1            Action 8 : 2            Action 20 : 3            Action 21 : 1            Action 36 : 1</p>



Annexe 2 : Photographies diverses du cas d'étude durant le chantier.



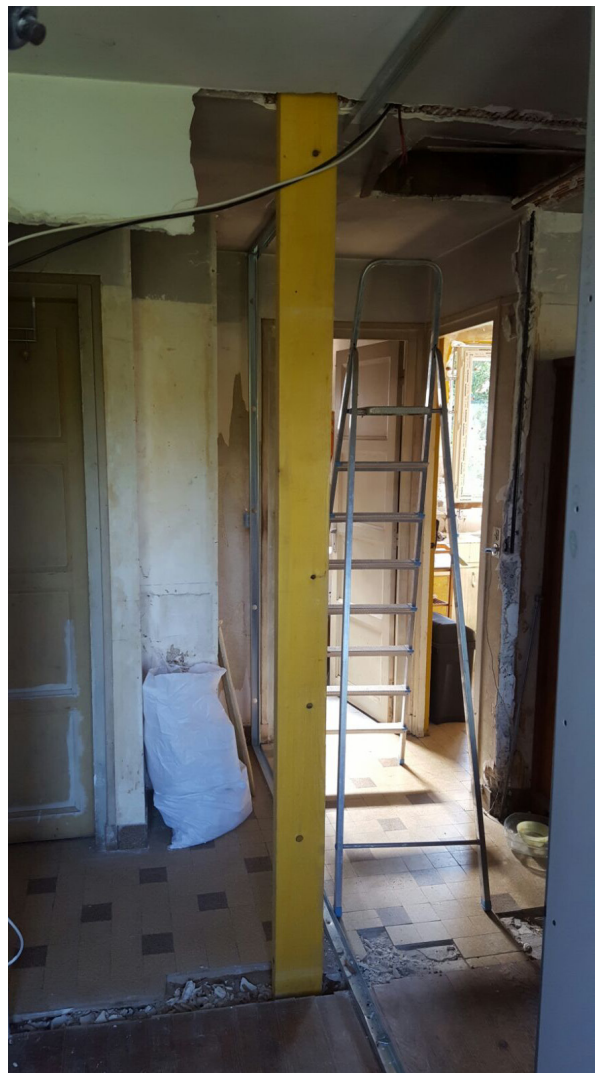
Photographie de la maison depuis la rue



Travaux en cours pour l'aménagement de la chambre 4.



L'espace résiduel dans l'entrée de la future buanderie.



A gauche, les travaux de la chambre 4. A droite l'angle de la chambre en cours d'aménagement.





Le salon, au moment de l'achat de la maison.



Le salon, après la rénovation.



# BIBLIOGRAPHIE

## Site web :

Projet de réemploi :

InsideFlows. <https://www.insideflows.org/#>.

Cyclifier. [https://www.cyclifier.org/page/2/?view&publisher\\_orderby=designs&orderby=date](https://www.cyclifier.org/page/2/?view&publisher_orderby=designs&orderby=date)

Habitat écologique. L'inventaire des constructions écologiques. <http://habitatecologique.org/wakka.php?wiki=CartoProjets>

Recherche de ressources :

Oogstkaart. <https://www.oogstkaart.nl/>

Cycle-up. La plateforme de réemploi des matériaux pour la construction et l'immobilier <https://www.cycle-up.fr/#!/>

Travaux matériaux. <http://travauxmatériaux.fr/annonces/matériaux>

Leboncoin. <https://www.leboncoin.fr/>

Entreprise :

169 architecture. Urbanisme des énergies renouvelables & architecture des matières renouvelables. <http://169-archi.tumblr.com/>

Upcyclea. <http://upcyclea.com/#services>

Cifful. <http://www.cifful.ulg.ac.be/index.php/reemploi-des-materiaux>

PAPREC Group. <https://www.paprec.com/fr/comprendre-recyclage/recyclage-dechets-chantiers/tri-dechets-chantier>

Articles :

Makesense. «Les plateformes d'économie circulaire dans le BTP», Medium. [en ligne]. 21 Septembre 2017. <https://medium.com/@MakeSenseorg/les-plateformes-d%C3%A9conomie-circulaire-dans-le-btp-82a19789d251>.

C.Ch. « Quand une architecture fait le pari du réemploi des matériaux ». Batirama. [en ligne]. 10 Avril 2018. <https://www.batirama.com/article/16457-quand-une-architecte-fait-le-pari-du-reemploi-des-materiaux.html>

Félicie Geslin. « Déchetsn un gisement pour le bâtiment ». Cahiers-techniques-bâtiment. [en ligne]. 03 Mai 2017. <https://www.cahiers-techniques-batiment.fr/article/le-reemploi-une-pratique-a-massifier.32999>

Bati actu. « Suez se lance dans le RIM, le BIM pour la déconstruction ». Bati actu. [en ligne]. 16 Mars 2018. <https://www.batiactu.com/edito/suez-se-lance-dans-rim-bim-deconstruction-52407.php>

C.P. « Le gouvernement veut s'attaquer aux décharges sauvages ». Bati actu. [en ligne]. 24 Mai 2018. <https://www.batiactu.com/edito/gouvernement-veut-s-attaquer-aux-decharges-sauvages-53042.php>

D'Dline. « Matériaux de construction : le boom des plateformes de réemploi ».

D'Dline. [en ligne]. 12 Mars 2018. <http://www.ddline.fr/reemploi-des-materiaux-de>

construction-les-plateformes-fleurissent/

Auteurs spécialisés Ooreka. « Centre d'enfouissement ». Ooreka. [en ligne].  
<https://recyclage.ooreka.fr/comprendre/centre-enfouissement>

Auteurs spécialisés Ooreka. « Incinération des déchets ». Ooreka. [en ligne].  
<https://recyclage.ooreka.fr/comprendre/incineration-dechets>

## Documents numériques :

- Bellastock. REPAR, 2014
  - Bellastock, CSTB. REPAR 2, 2014
  - BERTIN Ingrid. Réemploi et préfabrication, 2016
  - TEMMERMAN Liesbet. Formation bâtiment durable : Matériaux durables, comment choisir ?.
  - HOYET Nadia. Conception de la matérialisation en architecture : l'expérimentation comme facteur d'innovation industrielle. Institut National Polytechnique de Lorraine- INPL, 2007.
  - GUILLEMEAU Jean-Marc, WAGELMANS Paul, WAGELMANS Jean. Réemploi réutilisation des matériaux de construction. Guide Pratique. Éditions de l'Université de Liège – CIFIUL, 2013.
- Annexes :
- Introductive cahier des charges
  - Fiche projet maison
  - Fiche projet Nodebais
  - Audit préalable
  - Inventaire déchets, Maisons des Hommes Flemalle
  - Fiche matériau réemploi
  - Bruxelles Environnement. GUIDE PRATIQUE POUR LA CONSTRUCTION ET LA RENOVATION DURABLES DE PETITS BATIMENTS, 2010
  - Bazed. Réaliser un projet réutilisant des matériaux issus de la déconstruction ?, 2015
  - PNSI. Concassage et réemploi de gravats, 2017
  - DAUTREMONT Charlotte, DAGNELIE Charlélie, JANCART Sylvie. Le BIM6D comme levier pour une architecture circulaire, 2018
  - POIRET Jean, Lutte contre les décharges Sauvages et dépôts irréguliers de déchets.
  - GHYOOT Michaël, Objectif réemploi Pistes d'action pour développer le secteur du réemploi des éléments de construction en Région de Bruxelles-Capitale, 2017
  - Rotor, Vade-mecum pour le réemploi hors-site, 2015
  - AMSING Tatiana, Le réemploi : mutation du cerveau de l'architecture ?, 2016
  - RDC Environment, éco BTP et I Care & Consult, Identification des freins et des leviers au réemploi de produits et matériaux de construction, Ademe, 2016
  - GELDRON Alain, Economie circulaire : Notions, Ademe, 2014





