

Quand les déchets des uns deviennent la matière première des autres

Étude sur la revalorisation des déchets de chantiers dans le canton de Neuchâtel

Charles-Henri de Pourtalès, classe 2m3, 2025

Géographie – Nos déchets, une richesse à valoriser

Mentor : Pierlot Vincent

Introduction	4
Problématiques abordées dans ce travail	7
a) Réflexion sur une meilleure valorisation économique des déchets de chantiers et l'interprétation de cette démarche dans un système d'économie circulaire.	7
Questions de départ / Hypothèses	7
Faisons-nous le maximum possible pour revaloriser les déchets ?	7
Les solutions actuelles répondent-elles de façon optimale aux besoins de notre région ?	7
Peut-on rationaliser le système de recyclage actuellement en place et le développer pour que les gains économiques générés se répercutent sur tous les acteurs et promeuvent la revalorisation ?	7
Est-ce qu'une rationalisation et une simplification du système de recyclage existant sur les chantiers, apporterait un bénéfice environnemental ?	8
1. Historique	9
a) La revalorisation, une constante à travers les diverses civilisations	9
2. État des lieux de la situation actuelle	17
a) Évolution de la masse de types de déchets créés par notre société sur les chantiers	17
b) Questionnaire envoyé aux responsables du SENE, du Groupe Von Arx et à différentes entreprises de constructions confrontées à la problématique des déchets de chantier et à leur recyclage, interviews à des responsables d'entreprises travaillant sur les chantiers et tentative de réponses aux hypothèses de départ.	19
3. Analyse des systèmes existants de recyclage	21
a) Étude des possibilités offertes aujourd'hui dans le Canton de Neuchâtel, par le groupe Von Arx pour le recyclage sur les chantiers	21
b) Le tri chez DIVIZA, groupe Von Arx	23
- Processus de séparation et de revalorisation des déchets issus de chantier	24
- Processus de tri et de recyclage du béton	27
- Déchets non-recyclable	28
4. Analyse des système existant d'upcycling	30
a) Étude des possibilités offertes aujourd'hui dans le Canton de Neuchâtel et en Suisse par La Ressourcerie pour l'upcycling avant une démolition	30
5. Évolution possible du système actuel	32
a) Est-ce que les déchets peuvent devenir une réelle matière première prisée par les entreprises spécialisées ?	32
b) Le recyclage peut-il devenir une source de revenu durable ?	33
c) Les entreprises de recyclage de la région peuvent-elles être un facteur économique du futur ?	34
d) Quels sont les moyens pour que les entrepreneurs valorisent leurs déchets ?	34
6. Conclusion	35

Pertinence des systèmes existants et réflexions sur un modèle futur du recyclage qui permettrait pour tous, que les déchets deviennent une matière première économiquement rentable et source de gains. Seul gage de succès d'un recyclage généralisé dans notre économie capitaliste.

	35
7. <i>Remerciements</i>	36
8. <i>Sources utilisées</i>	37

Introduction

Dans ma jeunesse, je visitais souvent avec mon père ses chantiers et je me demandais toujours que devenait la terre qui était évacuée des terrassements et comment étaient gérés les tas de multiples déchets qui se trouvaient un peu partout sur le chantier.

Étant né dans une famille d'architectes, j'étais surpris par le manque d'intérêt porté par les entreprises au nettoyage du chantier. En effet mon père faisait toujours la police, dû au manque de volonté des entreprises de revaloriser ces quantités de matériaux qu'elles considéraient comme simples déchets à évacuer et détruire. Cette situation m'a toujours semblé absurde.

Encore de nos jours, les déchets sont majoritairement jetés, puis détruits ou abandonnés, ce qui a, en conséquence, une influence négative sur, entre autres, les problématiques liées au climat et à l'utilisation des matières premières. Comme nous le savons, la production de déchets ne fait que croître, à cause de l'augmentation de population, de l'urbanisation croissante, de l'industrialisation rapide et de la consommation toujours en augmentation. Cette problématique doit nous obliger à trouver des solutions pour pouvoir réintégrer les déchets dans la vie quotidienne, donc dans l'économie. La capacité de revaloriser les déchets et d'en tirer profit, que ce soit dans la mode, l'agriculture, les industries ou dans le domaine de la construction est à mon sens le moyen le plus efficace pour réussir à lutter contre le gaspillage, aider à résoudre l'utilisation à outrance des matières premières et lutter contre le réchauffement climatique.

La Suisse produit environ 24 millions de tonnes de déchets par an répartis entre les déchets de chantier, les déchets urbains, les déchets spéciaux et les boues d'épuration (données de l'OFEV¹ 2008).

Les déchets de chantier constituent la plus grande part des déchets totaux, ils représentent le 65% des déchets produits, ce qui signifie 15,5 millions de tonnes sur les 24 millions.

Cette masse de déchets générée par l'homme a des conséquences environnementales, économiques et sanitaires. Du point de vue environnemental, il y a la pollution des sols et des eaux, notamment avec les nappes phréatiques, la pollution de l'air, l'impact sur la biodiversité et la consommation de ressources et l'impact sur le paysage qui est perceptible avec les décharges. Du côté économique, la mauvaise gestion des déchets et le gaspillage de matières premières, tout comme de produits finis qui pourraient être réutilisés ou recyclés, et la non-

¹ Office fédéral de l'environnement

considération de ces déchets et de leur gestion en amont dans la planification des chantiers, a un impact sur les coûts et le développement économique des entreprises et donc du pays.

Finalement l'exposition aux produits chimiques, aux poussières et aux micro-organismes font partie des conséquences sanitaires liées à une mauvaise gestion des déchets et des produits polluants.

La Suisse a déjà mis en place une bonne gestion des déchets de chantier, car elle a commencé à organiser un système de réutilisation de ces résidus. Une partie des déchets est incinérée dans des usines d'incinération d'ordures ménagères, ce qui permet de générer du chauffage et de l'électricité. Une autre partie des déchets est réutilisée, notamment les déchets minéraux, afin d'éviter la surexploitation de mines ou de carrières. Les déchets non-recyclables et les résidus de l'incinération sont stockés dans des décharges contrôlées avec des normes très strictes. Les déchets dangereux sont encore plus contrôlés, ils sont traités spécifiquement par des entreprises spécialisées et dans des lieux sécurisés.

Pour tenter d'endiguer une augmentation permanente de cette masse de déchets, la Suisse a mis en vigueur depuis 1991 l'Ordonnance sur le traitement des déchets (OTD), qui consiste à séparer les déchets spéciaux des autres déchets dans des travaux de construction ou de démolition. Il est écrit dans l'ordonnance que l'autorité peut exiger un tri plus poussé, s'il y a un potentiel de revalorisation d'une partie des déchets.

C'est pour cette raison que dans le canton de Neuchâtel, le conseil d'État a mis en vigueur, le 1^{er} septembre 2005, l'Arrêté concernant les déchets de chantier qui définit que le tri des déchets de chantier doit être effectué en priorité sur les chantiers, par bennes multiples, selon les recommandations de la Société suisse des entrepreneurs et dans un centre de tri autorisé par l'autorité cantonale compétente de son lieu de situation.

Il est également important de noter que les maîtres d'ouvrage et les entreprises concernées sont contraints de valoriser leurs déchets selon l'état de la technique existante, selon l'article n° 12 de l'OLED².

D'après l'Arrêté, les déchets suivants doivent être mis dans des bennes différentes :

- Les non-triés
- Les métaux
- Les inertes

² Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets

- Les incinérables
- Les encombrants



Figure n°1, Benne à déchets à Grindelwald, source : Charles-Henri de Pourtalès

Voici un exemple de benne à déchets non-triés qui selon moi devrait à terme ne plus exister !

La revalorisation de ces déchets permettra, dans un premier temps, la suppression des grandes zones de décharges, par exemple de pneus, et ainsi la restauration d'un écosystème ayant disparu dû aux quantités importantes de déchets abandonnés.

Dans mon travail de maturité je vais parler des différentes manières de réutiliser et donc valoriser des déchets produits sur les chantiers ainsi que des obligations liées à cela. Je vais étudier comment les entreprises de construction s'occupent de leurs déchets, afin d'étudier les résultats sur les plans environnementaux, économique et sociétal. Je vais aussi étudier comment les autorités, qui insistent et même obligent à la revalorisation, donnent du soutien et une motivation à cette démarche plutôt que de n'être qu'une autorité gendarme qui sanctionne et punit.

Selon moi, si l'on veut gagner la guerre du tri et du recyclage, il faut que tous les acteurs adhèrent avec motivation au processus et pas seulement parce qu'ils y sont contraints.

Problématiques abordées dans ce travail

Réflexion sur une meilleure valorisation économique des déchets de chantiers et l'interprétation de cette démarche dans un système d'économie circulaire.

Je pense qu'il est absurde de produire autant de matériaux pour en abandonner ou détruire une grande quantité à l'issue des chantiers, par simplification, gain de temps et finalement gain économique.

A mon sens, une remise en question est indispensable pour que le recyclage fonctionne efficacement et que les différents partenaires de la construction y trouvent une nouvelle source de revenu.

Questions de départ / Hypothèses

Faisons-nous le maximum possible pour revaloriser les déchets ?

A mon sens, après avoir visité plusieurs chantiers, je ne pense pas que la revalorisation soit actuellement optimale, et ce en particulier parce qu'il n'y a pas d'organisation générale, mais que chacun a son « système », peu contrôlable, coûteux et difficile à gérer.

Les solutions actuelles répondent-elles de façon optimale aux besoins de notre région ?

Dans le canton, il existe des entreprises, en particulier par exemple le Groupe Von Arx qui fait cela très professionnellement, mais il ne semble pas avoir beaucoup de concurrence dans la région. Il manque, je pense, des solutions ou propositions innovantes qui répondraient globalement à la gestion et à la prise en charge des déchets sur les zones de constructions.

Peut-on rationaliser le système de recyclage actuellement en place et le développer pour que les gains économiques générés se répercutent sur tous les acteurs et promeuvent la revalorisation ?

Le système doit être rationalisé et professionnalisé et être économiquement rentable pour ce travail de gestion globale de la revalorisation des déchets de chantier, si l'on veut vraiment réussir efficacement dans ce domaine. Dans notre système capitaliste, s'il n'y a pas un intérêt financier à la clé pour de nouveaux acteurs économiques, il sera très difficile d'atteindre des objectifs ambitieux de recyclage, uniquement avec des lois et des taxes !

Est-ce qu'une rationalisation et une simplification du système de recyclage existant sur les chantiers, apporterait un bénéfice environnemental ?

Une rationalisation et une simplification du processus de recyclage sur les chantiers permettrait en amont de planifier tout le processus et en ayant par exemple une entreprise spécialisée responsable de tous les déchets de chantier et de leur revalorisation. Cette entreprise pourrait être mandatée par le Maître d'ouvrage, sur appel d'offres, tous les déchets du chantier deviendraient sa propriété et donc le bénéfice tiré d'un recyclage intelligent irait pour cette entreprise en plus de ce qu'elle reçoit pour son mandat de base, de la part du Maître d'ouvrage.



Figure n°2, Iconographie de tris de déchets, source³ : tp.demain

³ Source de l'image dans le chapitre « sources utilisées »

1. Historique

La revalorisation, une constante à travers les diverses civilisations

Dans un premier temps, je désire m'intéresser à différents monuments historiques qui sont issus de revalorisation de déchets, notamment ceux issus de chantiers.

Il faut savoir qu'à travers les âges, il y a eu une transition de matériaux simples vers des matériaux transformés, pour des raisons financières, de confort mais aussi pour faciliter la construction.

Dans les matériaux simples on trouve les pierres, anciennement utilisées pour les murs, le bois, l'ardoise, la terre, ce qui n'implique pas de CO₂ rejeté lors de leur fabrication, ni pour la destruction de ces anciens bâtiments ou monuments. Les matériaux anciennement utilisés sont naturels, ce qui n'engendre pas de conséquences du point de vue environnemental.

Grâce à la simplicité des matériaux, la réutilisation était nettement plus facile, car elle ne demandait qu'un transport ou une restructuration du matériau pour la construction d'un nouvel ouvrage.

De nos jours, les différents types de matériaux utilisés dans le domaine de la construction, sont beaucoup plus diversifiés qu'à l'époque, nous utilisons des produits transformés tels que l'isolation, le béton, le bois transformé, la fonte (pour les radiateurs, les sanitaires, etc.), la porcelaine, l'amiante pour tout ce qui concerne les canalisations et tuyauteries, etc. (Heureusement l'amiante a été interdite à l'usage, mais il en reste beaucoup dans les bâtiments construits jusqu'à la fin des années 1980). Ce grand nombre de matériaux transformés a pour conséquence de nuire à l'environnement, mais aussi à la santé, surtout au moment des destructions de bâtiments, lorsque ces masses de déchets inorganiques sont soit détruites, soit abandonnées. C'est pourquoi il faut vraiment lutter pour une intelligente et importante revalorisation de ces déchets de chantier !

A travers l'histoire, la revalorisation des déchets de chantier ou la réutilisation de matériaux de construction de bâtiments devenus obsolètes, a toujours existé.

Si nous reprenons l'exemple des pyramides de Gizeh construites entre 2'550 et 2'490 avant J.-C en Égypte, les pierres ont été réutilisées pour bâtir notamment, des maisons d'habitations, des mosquées, des stèles ou encore des colonnes. Par exemple la mosquée Al Azhar du Caire construite en 970 après J.-C. a utilisé pour sa construction des pierres provenant des pyramides de Gizeh.



Figure n°3, Pyramides de Gizeh, source⁴ : Kuoni



Figure n°4, Mosquée Al-Azhar, source⁵ : Egypttoursportal

Un autre exemple est donné par les villes d'Herculanum et Pompéi situées au pied du Vésuve à côté de Naples. Au 18^{ème} siècle, lors de la découverte de ces villes ensevelies sous la cendre, les mosaïques, les pierres, les colonnes et du marbre ont été récupérés et replacés dans des Églises des palais napolitains ou de nouvelles villas de campagne napolitaines.

En effet, la revalorisation des matériaux de construction existait déjà avec les civilisations grecques, égyptiennes et romaines, notamment avec les métaux tel que l'acier, pour construire d'autres monuments. Cette pratique a explosé durant le moyen-âge avec les nombreuses églises construites sur la base d'édifices plus anciens, les ouvriers récupéraient surtout les ornements. Ces récupérations non seulement des sites, mais également des systèmes structurels, constructifs et décoratifs, s'illustrent bien avec l'exemple de Romainmôtier, abbatale située proche de chez nous, dans le canton de Vaud.

⁴ Source de l'image dans le chapitre « sources utilisées »

⁵ Source de l'image dans le chapitre « sources utilisées »

Dans la première moitié du 5^{ème} siècle après J.-C., un moine romain fonde un premier monastère dans les forêts au pied du jura.

La première église sur le site date du 5^{ème} siècle, comme nous pouvons le voir sur la figure n°5.



Figure n°5, Recomposition de l'église, source : <https://romainmotier.ch/wp-content/uploads/2021/05/210518-Passé-recomposé.pdf>

Au début du 7^{ème} siècle, un nouveau développement du site oblige sur le même lieu la construction de nouveaux bâtiments à Romainmôtier. (rf. figure n°6)

Il est intéressant de voir sur cette reconstitution l'église qui est la fondation de toutes les prochaines constructions et de l'abbatiale que nous connaissons aujourd'hui.

Cet exemple montre non seulement la réutilisation des matériaux, mais aussi celle de sites complets y compris la réutilisation de fondations et d'éléments structurels.



Figure n°6, Recomposition des nouvelles fondations, source : <https://romainmotier.ch/wp-content/uploads/2021/05/210518-Passé-recomposé.pdf>

Entre le 7^{ème} et le 8^{ème} siècle, les anciens bâtiments sont agrandis et transformés et on construit une deuxième église au sud de l'ancienne.

A la fin du 10^{ème} siècle, une chapelle octogonale est construite, puis se développe autour de celle-ci, au 11^{ème} et 12^{ème} siècle, une église basée sur l'architecture de l'Abbaye de Cluny.

Durant cette construction, des matériaux et des objets ont été déplacés dans la nouvelle église comme le chancel et l'ambon. En effet le chancel a été démantelé puis reconstruit dans la nouvelle église.



Figure n°7, Image du chancel, source : <https://romainmotier.ch/wp-content/uploads/2021/05/210518-Passé-recomposé.pdf>

Figure n°8, Image de l'ambon, en 2025, source : <https://romainmotier.ch/wp-content/uploads/2021/05/210518-Passé-recomposé.pdf>



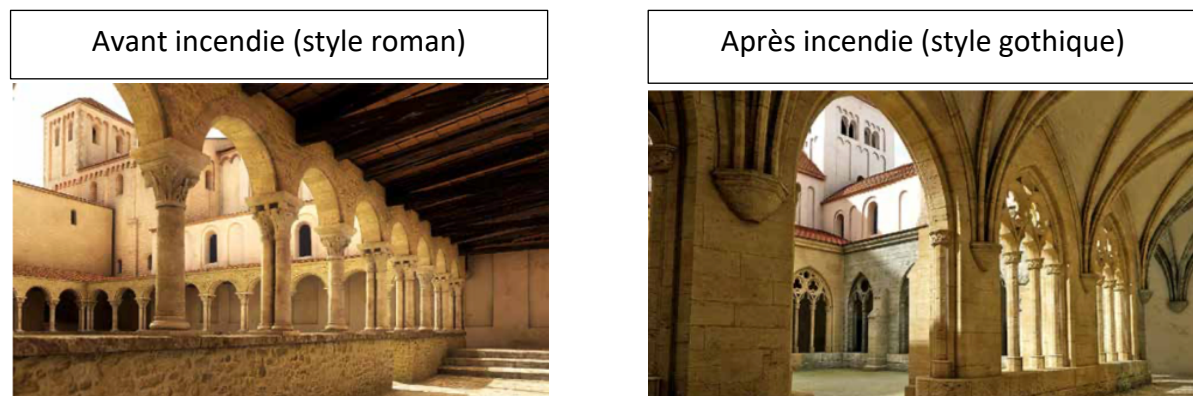
Figure n°9, Reconstitution de l'abbaye au XI-XIIe siècle, source : <https://romainmotier.ch/wp-content/uploads/2021/05/210518-Passé-recomposé.pdf>

Après deux incendies au 13^{ème} et 14^{ème} siècle, l'abbatiale est reconstruite sur le site avec les matériaux des anciens bâtiments, mais avec un nouveau style architecturale gothique. Il apparait donc dans ce lieu, des vestiges structurels et décoratifs allant du 5^{ème} siècle au 13^{ème} siècle avec une construction romaine et des voutes gothiques.



Figure n°10, Image des voutes gothique, Romainmôtier, source : <https://romainmotier.ch/wp-content/uploads/2021/05/210518-Passé-recomposé.pdf>

Figure n°11 et n°12, Image des colonnes romaine récupérées, Romainmôtier, source : Vincent Pierlot



Figures n°13 et n°14, Cloître de l'abbaye, Romainmôtier, source : <https://romainmotier.ch/wp-content/uploads/2021/05/210518-Passé-recomposé.pdf>

Au 18^{ème} siècle, des affiches étaient mises en place autour des zones de démolitions pour annoncer la mise en vente publique des éléments intéressants pour la construction, par exemple des colonnes, ce pour attirer de potentiels acheteurs afin d'éviter de reproduire ce qui existait déjà, tâche compliquée et onéreuse. Un exemple est la réutilisation et même l'exploitation des sites antiques, comme Pompéi ou Herculaneum dans la construction des nouveaux palais napolitains.

Images d'Herculanum aujourd'hui. Certains éléments structurels ou décoratifs, tels que les colonnes, les chapiteaux ou même les mosaïques ou les fresques, ont été pillés ou simplement pris par les architectes ou constructeurs de Naples pour décorer les palais et les hôtels particuliers de la région napolitaine.



Figures n°15, n°16, n°17, n°18 et n°19, Herculaneum 2024, source : Charles-Henri de Pourtalès

Voici quelques exemples d'éléments architecturaux structurels et décoratifs réutilisés à Naples au 18^{ème} siècle pour ornerer des bâtiments représentatifs, tels que palais, musées, église ou hôtels particuliers.



Figures n°20, n°21 et n°22, Naples 2024, source : Charles-Henri de Pourtalès



Figure n°23, Musée archéologique de Naples, source⁶ : Viator

⁶ Source de l'image dans le chapitre « sources utilisées »

Vers la fin du 19^{ème} siècle, Axel Munthe, célèbre docteur et écrivain suédois, a fait construire l'une des plus belles villas à Capri. La Villa San Michele n'est pas juste une simple construction, elle a été construite avec de nombreuses récupérations d'anciens vestiges de la région. Munthe a en effet fouillé l'île et a trouvé beaucoup de vestiges romains dans la Grotte Bleue. Munthe a revalorisé plusieurs objets comme la tête de Méduse qui ornait le temple de Vénus à Rome, des objets d'art sacré médiéval, des meubles toscans du 18^{ème} siècle, un buste en marbre de l'empereur Tibère, un lustre en fer forgé sicilien, un sphinx égyptien et de nombreux vases et colonnes romaines.



Figure n°24, Villa San Michele, source⁷ : tripadvisor

Cela démontre que la revalorisation des sites, des structures ou des matériaux de construction est depuis toujours plus efficient, qu'une construction à partir de rien.

Il est dès lors impératif de bien penser où l'on pose sa première pierre de fondation et également réfléchir à sa qualité propre et à son cycle de vie, avant de se lancer tête baissée dans la construction d'un bâtiment.

C'est au 20^{ème} siècle que tout a changé avec l'arrivée de l'industrialisation et la mondialisation. Les matériaux devenaient moins chers, ils venaient de régions lointaines par des moyens de transports plus efficaces et moins coûteux. Ces nouvelles possibilités ont modifié le système économique et ont eu de nombreuses conséquences pour la population et l'environnement.

⁷ Source de l'image dans le chapitre « sources utilisées »

Cependant, durant la Seconde guerre mondiale, les villes et les villages ont été détruits par des bombardements massifs et les populations devaient en conséquence, réutiliser tout le métal qui se trouvait dans les débris et les ruines, pour produire de l'armement et de la munition, car il y avait une pénurie de ressources. Durant ces années, l'économie de guerre et l'impossibilité d'importer de la matière première ont poussé les gouvernements et la population à recycler.

Après la guerre, les démolitions étant importantes et les transports encore compliqués, le recyclage de matériaux était économiquement rentable et utile à une remise en état des pays détruits.

Mais très vite, l'économie et la mondialisation ont repris le dessus et ce grâce à des transports internationaux sûrs, efficaces et bons marchés. L'importation de matières premières devenait plus efficace et économique que le recyclage de matériaux sur place.

C'est depuis la fin des années 1960 et 1970 que les gouvernements se sont réveillés et qu'ils ont timidement commencé à revaloriser les déchets de chantiers sous la pression des nombreux mouvements écologistes.

Mais cela était encore très timide durant la fin du 20^{ème} siècle.

2. État des lieux de la situation actuelle

a) Évolution de la masse de types de déchets créés par notre société sur les chantiers

Depuis l'invention du béton armé qui a remplacé en grande partie la pierre et la brique, la construction est devenue plus facile et plus rapide que la démolition du béton. Démolir du béton armé est très coûteux et énergivore, d'autre part si on veut pouvoir recycler les différents éléments, il faut dissocier les fers du béton.

Ces processus sont possibles, mais ne sont rentables que si le coût de la matière première est vraiment élevé.

L'apparition durant le 20^{ème} siècle des différents types de couverture de toiture, par exemple l'Eternit, ou les étanchéités en bitume ou en revêtements élastomères, ont remplacé la tuile en terre cuite, le chaume, le tavillon de bois ou l'ardoise. Les nouveaux produits industriels remplacent des produits locaux et naturels. Ces nouvelles couvertures sont produites à l'aide de nouvelles technologies, impliquant d'importantes transformations de matières. Du fait de leur complexité, il est beaucoup plus compliqué et cher de les réemployer ou de les recycler.

Les isolations thermiques qui se sont développées en particulier durant la deuxième partie du 20^{ème} siècle, ont également eu une évolution allant de produits naturels facilement recyclables

à des produits très hightech provenant de la pétrochimie et qui sont très compliqués à recycler, et ce en particulier quand ils sont liés à d'autres matériaux, comme le ciment de chape ou le crépis de façade.

J'ai constaté, en interrogeant des responsables d'entreprises que si le produit est naturel, il se recycle facilement et de façon peu chère, même s'il est modifié industriellement sans être combiné à d'autres produits. Dans ces conditions, normalement le recyclage fonctionne techniquement bien, mais reste néanmoins cher et n'est malheureusement pas encore vraiment rentable actuellement. Si les déchets sont des produits combinés ou assemblés, le recyclage est difficile et cher et aujourd'hui peu efficace, en particulier d'un point de vue économique.



Figure n° 25 et n°26, Benne à ferrailles sur un chantier, Cortaillod 2025, source : Charles-Henri de Pourtalès

Il existe deux systèmes principaux de revalorisation de déchet, le « recycling » et le « upcycling ».

- Recycling : c'est un procédé qui consiste à détruire, trier et transformer les déchets en un nouveau matériau réutilisable.
- Upcycling : c'est un procédé qui consiste à récupérer et réutiliser directement et avec la même fonction, des éléments de construction d'un bâtiment. (Par exemple tuiles, appareils sanitaires, cheminées, boiseries, portes, fenêtres, radiateurs, etc.)

J'ai décidé dans le cadre de mon travail de maturité, dans un premier temps, d'approfondir le système du recyclage et dans un deuxième temps, parler du modèle d'upcycling qui est encore aujourd'hui très peu utilisé, moins connu et encore trop peu rentable malheureusement.

Mon travail porte en particulier sur le recycling dans le cadre de la construction, en particulier des chantiers, et également sur un cas de upcycling.

L'analyse des réponses aux différents questionnaires et le développement d'autres questions particulières au groupe Von Arx, lors d'entretiens et de visites de sites, sont dirigés uniquement dans le domaine de la construction et en particulier des chantiers.

Comme dit précédemment dans l'introduction, 15,5 millions de tonnes de déchets de chantier sont produits en Suisse par an, ce qui est énorme. D'après l'office fédéral de l'environnement, 80% de ces déchets sont valorisés. Dans le canton de Neuchâtel, Diviza, une section du groupe Von Arx qui s'occupe du centre de tri à Coffrane, permet la réalisation d'un système de recyclage et contribue pour environ 50% à la participation du recyclage cantonal.

b) Questionnaire envoyé aux responsables du SENE⁸, du Groupe Von Arx et à différentes entreprises de constructions confrontées à la problématique des déchets de chantier et à leur recyclage, interviews à des responsables d'entreprises travaillant sur les chantiers et tentative de réponses aux hypothèses de départ.

- 1) Est-ce que les Maîtres d'ouvrage cherchent à valoriser au maximum les déchets de chantiers ?
- 2) Est-ce que les entreprises cherchent à valoriser au maximum les déchets de chantiers ?
- 3) Est-ce que les entreprises cherchent à étudier ou développer leur propre système de revalorisation ?
- 4) Existe-t-il un plan Cantonal pour mieux revaloriser les déchets de chantier ?
- 5) S'il existe, est-ce un plan organisé par les autorités ou par des entreprises privées ?
- 6) Le système de recyclage des déchets de chantier engendre-t-il un bénéfice :
 - financier ?
 - écologique (CO₂, matières premières) ?

⁸ Service de l'Energie et de l'Environnement

- énergétique ?

ou une perte :

- économique ? (pour le Maître d'ouvrage, coût du recyclage plus important que de ne rien entreprendre)

- énergétique (plus d'énergie utilisée pour séparer et retransformer plutôt que de créer du neuf)

7) Pourquoi est-ce qu'il n'y a pas plus d'entreprises prêtes à faire du recyclage ?

8) Pourquoi n'existe-il pas plus de concurrence pour répondre à ce défi ?

9) Est-ce que les autorités deviendront plus contraignantes s'il existe un manque de motivation pour la revalorisation efficace des déchets de chantier durant ces prochaines années ?

10) Est-ce que la revalorisation des déchets de chantier remplit les trois piliers du DD (Développement Durable) (piliers : société, environnement et économie) :

11) Aujourd'hui, est-ce plus intéressant financièrement de jeter les déchets ou de les réutiliser ?

12) Si cette réponse est de les jeter, qu'elle serait la solution pour rendre ce processus rentable pour les différents acteurs de la filière (Maître d'ouvrage, entreprises construisant sur le chantier et entreprises de recyclage) ?

13) Est-ce qu'à votre avis, la seule motivation environnementale et d'image peut suffire pour rendre les chantiers propres et motiver les acteurs de la filière à recycler ?

14) Si cette réponse est négative, qu'elle serait la solution pour rendre ce processus motivant pour les différents acteurs de la filière (Maître d'ouvrage, entreprises construisant sur le chantier et entreprises de recyclage) ?

15) Est-ce que le système proposé aujourd'hui vous semble efficace ?

16) Quelles seraient les améliorations à amener pour inciter tous les acteurs des chantiers à être très motivés à recycler et à utiliser des matériaux recyclés ?

17) Analyse critique des questionnaires complétés par les autorités cantonales et du Groupe Von Arx et des interviews des entreprises de construction travaillant sur les chantiers

Réponses aux différents questionnaires dans les annexes

3. Analyse des systèmes existants de recyclage

a) Étude des possibilités offertes aujourd’hui dans le Canton de Neuchâtel, par le groupe Von Arx pour le recyclage sur les chantiers

Tout d’abord, il est intéressant de savoir que DIVIZA était une entreprise appartenant à l’État de Neuchâtel, qui était fortement déficitaire et qui a été donnée au groupe Von Arx, pour qu’il la réorganise et qu’ils investissent techniquement à son organisation pour essayer à terme de rendre cette entreprise de tri, rentable. En effet, cette entreprise engendrait beaucoup trop de perte à l’État dû à une mauvaise gestion et un manque d’investissement dans des technologies de tri nouvelles.

Aujourd’hui, le groupe Von Arx a donc une filiale appelée DIVIZA qui s’occupe de la déchetterie située à Coffrane. Celle-ci représente environ 50 % à la participation au recyclage cantonal.

Il existe ainsi un centre de tri dans le canton de Neuchâtel où l’intention est d’effectuer les tris finaux, afin de revaloriser les différents matériaux arrivant sur place et pouvoir dans certains cas, les revendre sur le marché des matières recyclées.

Il est important de comprendre que DIVIZA ne recycle pas directement, mais sépare, trie et broie si nécessaire les différents matériaux livrés chez eux, pour ensuite, après les tris finaux, les redistribuer ou les vendre soit en futur matière première à recycler, soit à Vadec⁹ qui les utilisera comme combustible pour les chauffages à distance.

Il est intéressant de noter que seule la séparation des matériaux avec revente des produits triés sur le marché public du recyclage est actuellement rentable. Ce tri est effectué avec des

⁹ Entreprise de valorisation et d’élimination des déchets pour l’Arc jurassien

systèmes de plus en plus automatisés et très techniques, permettant un tri qualitatif, répondant à la demande du marché, et cela sans demander un apport important de main d'œuvre coûteuses. Le Directeur du groupe Von Arx, explique que pour cette raison, seul actuellement le recyclage est rentable, contrairement au upcycling, qui lui, demande beaucoup de main d'œuvre spécialisée et soigneuse lors de la démolition, puis souvent des déplacements de ces objets récupérés, dans des lieux de stockage intermédiaire, avant de pouvoir les revendre sur le marché.

Le upcycling, en Suisse est compliqué et peu rentable pour les matériaux standards. En effet, la main d'œuvre est très chère et les clients potentiels apprécient actuellement encore souvent les matériaux neufs, qui ne sont pas forcément plus cher que les matériaux revalorisés.

Cependant, lors des interviews que j'ai eus sur des chantiers de démolition particulières, telles que maisons historiques classées ou châteaux, le upcycling dans ces cas particuliers est cher mais très utile. La rentabilité n'est plus le seul élément essentiel, mais la préservation d'éléments architecturaux particuliers et qualitatifs du patrimoine bâti est bien plus importante. Décors particuliers, boiseries, menuiserie, parquet, sol en pierre ou en tomettes, pierres de tailles, cheminées, fontaines ou bassins, tuiles, radiateurs en fonte, lavabos ou voir même baignoires sont des éléments architecturaux qui ne sont plus construits actuellement et qui, si des répliques devaient être produites, coûteraient très chères et seraient sûrement de moins belles factures que les originaux.

Dans ce cas particulier, qui reste un marché de niche, il est rentable ou, dans tous les cas, important de payer cher une démolition, un stockage puis une réutilisation, demandant souvent des remises en état et des adaptations, pour pouvoir utiliser des anciens matériaux particuliers. Cette manière de travailler, qui semble souvent obsolète aujourd'hui, était, comme je l'ai mentionné dans mon historique, la manière usuelle de travailler et de reconstruire d'une manière efficace et moins onéreuse, à l'époque où la matière coûtait chère et la main d'œuvre était bon marché.

Il est intéressant de savoir que le Service des Monuments historique du canton de Berne a mis sur pied depuis de nombreuses années un système d'upcycling des anciens matériaux historiques de qualités. Ils ont un dépôt cantonal à Münchenbuchsee, qui permet de stocker des éléments architecturaux de qualités qui auraient dus être détruits et éliminés. Ces objets sont remis à disposition gratuitement des habitants du canton de Berne, qui souhaitent restaurer des anciennes demeures encore préservées.

b) Le tri chez DIVIZA, groupe Von Arx

Il y a de multiples matériaux qui sont livrés quotidiennement dans ce centre de tri. Chaque jour arrivent entre 70 et 80 pesées (camions), sans compter toutes les livraisons de matières minérales comme le béton ou la pierre.

La plupart de ces livraisons proviennent de démolitions, de déchets de chantier et même malheureusement souvent de surplus de matériaux livrés, mais qui ne peuvent pas être réutilisés tels quels.

Les matières livrées sont essentiellement, la ferraille, le bois, le cuivre, les encombrants et les électroménagers. Le volet concernant les électroménagers ne sera pas développé dans le cadre de mon travail, cette filière étant particulière et déjà très organisée. Pour rappel une taxe (TAR¹⁰) est prélevée à la vente du produit.

Une source importante de matière à trier chez DIVIZA sont d'une part les déchets de chantier et les bennes des décharges communales qui sont livrées avec les masses de déchets récupérés et d'autre part des personnes ou entreprises privées qui amènent eux-mêmes leurs déchets. Malheureusement, souvent ces derniers trient mal leurs déchets et cela peut avoir des conséquences graves sur la suite du processus de tri.

Par exemple pour les électroménagers, des privés jettent leurs cigarettes électroniques qui contiennent des petites batteries en lithium, qui peuvent déclencher des incendies au centre de tri.

Ce manque de rigueur de tri des privés demande souvent un deuxième tri, coûteux en énergie et en temps et cela pour permettre un recyclage efficace et une revente d'un produit de qualité.

Je désire me concentrer, en particulier sur le recyclage des matériaux de chantier livrés quotidiennement par bennes triés en masse et non sur le upcycling des objets particuliers, Diviza ne pratiquant pas ce type de démolitions et de récupération, qui actuellement comme je l'ai expliqué, reste un processus de niche, malheureusement encore peu rentable et donc difficile à développer à grande échelle.

En tant qu'entreprise privée, le but du groupe est de rentabiliser au maximum le recyclage, pour permettre également un réinvestissement dans les nouvelles technologies de tri. Les investissements effectués par le groupe sont coûteux et planifiés à long-terme. Il est difficile de planifier leur rentabilité et leur amortissement, ces éléments étant liés au prix de revente des produits recyclés, qui peuvent fluctuer aussi bien à la hausse qu'à la baisse.

¹⁰ Taxe Anticipée de Recyclage

Le chef de DIVIZA m'a expliqué que le groupe Von Arx doit porter une attention très particulière sur ses investissements dans les machines qui séparent et trient, car l'évolution des lois et des normes appliquées par le SENE et la Confédération changent très rapidement.

- **Processus de séparation et de revalorisation des déchets issus de chantier**

Le processus utilisé chez Von Arx afin de récupérer au maximum les déchets engendrés sur les chantiers ou les démolitions, est actuellement très efficace et rentable.

Le groupe Von Arx loue au maître d'ouvrage des bennes sur les sites de constructions pour ensuite récupérer et trier les différents types de matériaux présents sur les chantiers. Une fois les bennes remplies de déchets, le groupe Von Arx achète à un prix qui varie selon le type de matériaux et leur poids, ces déchets au locataire de la benne.

Ces bennes sont ensuite récupérées et livrées au centre de tri de Coffrane où seront effectués les tris finaux. Ces derniers sont très importants et utiles afin de rendre le processus de recyclage plus efficace, rapide et donc rentable.

Une fois triés, les différents types de matériaux sont soit vendus directement tels quels, soit transformés pour ensuite être vendus sur des marchés particuliers.

En ce qui concerne le **métal**, Von Arx rachète au locataire de la benne le poids du métal, au prix du marché, comme l'illustre la figure n°27. DIVIZA ne s'occupe pas de la transformation du métal, mais le vend au prix de la matière première cotée en bourse, à des ferrailleurs qui eux ensuite fondent le métal.



Figure n°27, Benne à ferraille, source : Charles-Henri de Pourtalès

Chez DIVIZA, le **bois** représente le plus grand pourcentage de matériaux déposés au centre de tri.

Pour le bois, DIVIZA ne fait pas seulement du tri, mais le transforme et en tire profit de différentes manières, car celui-ci a trois qualités différentes :

- Le bois extérieur, qui est généralement du bois massif précédemment utilisé pour des charpentes ou pour des cabanons. Il est broyé puis vendu, soit à des particuliers afin de l'utiliser pour les chaudières à copaux, soit à des entreprises qui le transforment en panneaux agglomérés ou en pellets.



Figure n°28, Chaudière à copaux, source¹¹ : Conseils-thermiques.org

Figure n°29, Panneaux agglomérés, source¹² : Lanselle-decoupe.fr

- Le deuxième type de qualité du bois est appelé bois intérieur. Il provient d'anciens meubles ou de parquets, menuiserie intérieure etc. Ce type de bois représente tout ce qui a déjà été transformé et traité avec des produits chimiques. Ce bois intérieur est donc broyé et vendu à des géants de la production de meubles qui utilisent une matière première « bois » peu chère, ce qui permet une production massive et peu coûteuse de meuble d'entrée de gamme.

Le bois est donc broyé puis revendu de cette manière, comme nous pouvons le voir sur les figures n°30 et n°31, à des entreprises qui produisent des meubles. Grâce à cette technique, la coupe des arbres est ralentie, les producteurs de meubles payent moins cher leurs matières premières et bien évidemment la faune et la flore sont moins en danger.

¹¹ Source de l'image dans le chapitre « sources utilisées »

¹² Source de l'image dans le chapitre « sources utilisées »



Figure n°30 et n°31, Tas de bois, Coffrane, source : Charles-Henri de Pourtalès

- Le troisième type de bois est jugé comme très mauvais, c'est-à-dire transformé plusieurs fois et impossible à réutiliser. Ce bois-là est envoyé chez Vadec pour être ensuite incinéré afin d'en faire une revalorisation thermique.



Figure n°32, Centre Vadec, Neuchâtel, Source¹³ : Le Temps

Ces différents types de revalorisation représentent beaucoup d'avantages comme des bénéfices financiers et écologiques grâce à une réutilisation optimale des matériaux.

¹³ Source de l'image dans le chapitre « sources utilisées »

Les bénéfices énergétiques diffèrent selon le type de tris et de matière, car ceux-ci nécessitent un important apport d'énergie pour le broyage du bois ou la fonte du métal, mais dans tous les cas beaucoup moins que de couper des hectares de forêts en Suisse ou surtout ailleurs ou d'exploiter des mines et d'importer de l'acier de l'autre bout du monde.

Le groupe Von Arx a aussi une filiale appelée DACSA qui ramasse les déchets des routes avec des machines qui nettoient les rues. Après la récupération de ces déchets, ils sont envoyés au centre de tri à Coffrane, où ils sont déposés dans une immense machine qui les sépare. Grâce à la performance efficace de cette machine de tri, l'eau obtenue sera envoyée en STEP, le sable retiré est utilisé pour la production de béton et les métaux lourds sont incinérés pour une revalorisation thermique. En effet les ordures ramassées sur la voirie, sont très polluées, dû à l'environnement polluants des routes, lié à l'usure des pneus, les pertes d'huile ou de carburants, la limaille de fer ou d'autres matériaux et le gaz carbonique rejeté dans l'air.

- Processus de tri et de recyclage du béton

En ce qui concerne le béton qui provient des démolitions, le procédé est un peu différent que pour les autres tris. DIVIZA vend le béton concassé en morceau à l'entreprise de production de béton voisine, Béton Frais SA. Cette dernière va payer une entreprise bernoise de broyage qui vient avec une machine qui sépare et qui broie le béton. Le métal se trouvant dans le béton armé va être rendu à DIVIZA, pour qu'elle puisse ensuite revendre ce métal. Béton Frais SA récupère le reste du béton pour en faire de la revalorisation. Le béton est broyé en différentes tailles afin d'être utilisé de manières complémentaires. Il y a du 0,46 cm de diamètre qui est utilisé pour le remblai et du sable revalorisé comme agrégats de ciment.

Ces matériaux recyclés sont utilisés en sable, grave ou en agrégats pour refaire du ciment. Malheureusement dans le Canton de Neuchâtel, seul 25% des agrégats peuvent provenir de produits recyclés, contrairement à Vaud ou Berne où 50% de matériaux recyclés peuvent être réutilisés.

Cette situation particulière du Canton de Neuchâtel est vraiment très dommageable pour le marché circulaire, car d'une façon absurde, alors qu'on produit massivement du recyclé à Coffrane, les 75% manquant pour produire du béton chez Béton Frais SA, sont livrés par camions depuis la France. Dans la mesure où 50% de produits recyclés peuvent être utilisés dans les cantons voisins, il me semble vraiment absurde que le canton de Neuchâtel, pour des

raisons de qualité du béton, n'accepte que 25% de produit recyclé dans les bétons produits dans notre canton.

Cette revalorisation engendre des bénéfices financiers et écologiques, car cela évite les transports et la prise des matériaux, comme la grave ou l'agrégat nécessaire à la fabrication de béton et de ciment dans de nouvelles carrières. Malheureusement, le recyclage des matières minérales nécessite encore trop d'énergie, cela étant le seul point négatif de la revalorisation.



Figure n°33, n°34, n°35 et n°36, Tas de béton concassé, Coffrane, source : Charles-Henri de Pourtalès

- Déchets non-recyclable

Certains déchets, qui doivent être incinérés, sont transférés avec des taxes, car ils libèrent de la pollution lors de leur incinération. Ces déchets sont le bois traité et les encombrants.

Il n'y a pas de taxe spécifique sur la revente des matériaux triés, mais une taxe est perçue lors de l'arrivée en décharge.

Les produits polluants non recyclables de type terreux sont transportés dans des décharges spécialisées de différents types. Il y a le type A qui contient des matériaux d'excavation, terreux et pierreux non pollués, qui est le principal type de terre évacuée sur les chantiers, car celle-ci ne nuit pas à l'environnement. Cependant l'État impose des taxes sur ces volumes transportés en décharge, afin d'éviter trop de mouvement de ces masses de terre dans le canton de Neuchâtel.

Il y a ensuite la terre de type B, qui est constituée de matériaux inertes, comme le béton, la brique, le verre et la tuile, des matériaux d'excavation, terreux et pierreux un peu pollué. Finalement, il existe la terre de type E, qui est très polluée car elle contient de l'amiante ou d'autres produits très polluants. Les déchets type E doivent être traités très soigneusement et demande une surveillance afin de répondre aux normes anti-pollution. Ces terres polluées sont envoyées à Berne, dans une décharge située à côté de l'autoroute chez Deponie Teuftal.



Figure n°37, Décharge de la terre de type E, Berne, source¹⁴ : Berner Zeitung

Les terres de type A et B sont déversées dans des trous à côté du centre de tri de DIVIZA à Coffrane. Il s'agit de fosses de plusieurs kilomètres de longueur et plusieurs dizaines de mètres de profondeur remplies au fil des ans.

¹⁴ Source de l'image dans le chapitre « sources utilisées »

Le groupe Von Arx va investir dans une machine qui pourra mieux traiter la terre de type B, pour pouvoir séparer tout ce qui rend la terre polluée, tel que les tuiles, le béton, la brique et le verre. Cet investissement sera économiquement onéreux et très important d'un point de vue écologique, sachant que le béton et le verre seront recyclés.

4. Analyse des système existant d'upcycling

a) Étude des possibilités offertes aujourd'hui dans le Canton de Neuchâtel et en Suisse par La Ressourcerie pour l'upcycling avant une démolition

Un élément très intéressant que j'ai également étudié, est la rénovation du collège latin à Neuchâtel, dans lequel j'ai suivi plusieurs cours ces deux dernières années.

Après avoir appris que le Numa-Droz sera rénové par l'architecte, maquettiste, militant Valerio Sartori, je lui ai soumis mon questionnaire concernant le recyclage et les questions liées aux stratégies actuelles et futures du canton.

Cet architecte militant du climat est le co-fondateur de la Ressourcerie, qui a pour but de récupérer des objets uniques avant une démolition ou une rénovation et de revendre ces éléments spécifiques pour éviter une production polluante et inutile de nouveaux objets.

La Ressourcerie fait office d'organisation d'un système d'upcycling, c'est-à-dire d'une récupération directe de matériaux ou d'objets qui ne nécessitent aucune transformation. Ce système de récupération, étant le moins polluant dans le domaine de la construction.

La Ressourcerie valorise les matériaux de trois façons, soit elle vend directement sur place aux particuliers ou entreprises, soit elle stocke les objets dans son entrepôt à Fribourg, soit elle les réutilise elle-même dans le cadre de projets développés par la Ressourcerie.

Cette démarche travaille avec le même système utilisé autrefois au 18^{ème} siècle, comme décrit précédemment dans mon historique.

Actuellement pour les travaux du collège Numa-Droz, à partir du 1^{er} septembre 2025, les personnes intéressées peuvent réserver différents objets présents dans le bâtiment, afin de les racheter à bas prix et sans impact environnemental.

Il existe sur le site de La Ressourcerie la liste des différents objets disponibles, tels que, des lavabos, des portes, des faux plafonds, des boiseries, des casiers et bien d'autres objets.

Nous trouvons environ 80 objets qui proviennent du collège latin de Neuchâtel en vente à des prix très abordables, sachant que de nos jours, la demande pour ces types d'articles est, comme dit précédemment, malheureusement encore peu importante.



Figure n°38, Lavabos du collège latin, source¹⁵ : La Ressourcerie



Figure n°39, Chaise d'amphithéâtre du collège latin, source¹⁶ : La Ressourcerie

¹⁵ Source de l'image dans le chapitre « sources utilisées »

¹⁶ Source de l'image dans le chapitre « sources utilisées »

Grâce à ce système de revalorisation, les petits artisans locaux sont embauchés pour le démontage de matériaux qui nécessite un travail soigneux et non pas un travail qui se fait à grande échelle et rapidement comme le système économique actuel le préfère. Ce dernier système garantissant une plus grande rentabilité et donc des bénéfices immédiats aux détriments du développement durable.

5. Évolution possible du système actuel

a) Est-ce que les déchets peuvent devenir une réelle matière première prisée par les entreprises spécialisées ?

Pour certains types de déchets, tels que le bois, le fer, le verre, le pét et d'autres métaux à haute valeur ajoutée comme le cuivre, le recyclage devient bientôt aussi rentable que l'achat de nouveaux matériaux. Les matériaux inertes, comme le gravier est déjà compétitif et est même recherché sur le marché, car il ne nécessite aucune transformation et la courbe de la demande reste constante.

Cependant, le système de revalorisation du béton va devoir se développer afin d'éviter les grandes pertes énergétiques qui ont un impact très négatif sur l'environnement. La solution pourrait être la construction d'une machine de broyage électrique alimentée par une énergie renouvelable thermique utilisant les déchets peu recyclables de la décharge.

Il faut, à mon sens pouvoir certifier les matières recyclées à leur sortie du cycle, afin de pouvoir rassurer les autorités et les potentiels clients sur la qualité des produits revendus.

Cela sera possible grâce à un développement des techniques et de la recherche et un investissement dans des machines de tri de plus en plus performantes, permettant de garantir une qualité des produits finaux qui en ressortent.

Mais, j'ai pu constater qu'aujourd'hui, malgré des investissements importants, le coût du recyclage est encore trop élevé par rapport à la matière première importée. Je pense que cela n'est pas normal, et que si nous voulons réussir le pari de l'économie circulaire, l'Etat doit encourager cela, par exemple en détaxant les produits recyclés et taxer les matières premières importées. Ce n'est qu'avec ces efforts conjoints que **« les déchets des uns deviennent la matière première des autres »**.

b) Le recyclage peut-il devenir une source de revenu durable ?

Après avoir parlé avec le chef du groupe Von Arx et avoir reçu les diverses réponses à mon questionnaire, que j'ai envoyé à des entreprises de construction, j'ai pu constater que la récupération des déchets de chantier est plus rentable que leurs mises en décharge non triées avec taxes.

Sachant aussi que les matières premières se font rares et nécessitent des transports et des transformations importantes, les entreprises commencent à comprendre que le recyclage apporte beaucoup de bénéfices non seulement pour l'environnement, mais également pour leurs finances.

De plus les matériaux recyclés deviennent de meilleures qualités, ce qui peut inciter d'autres entreprises à se lancer dans ce marché qui devrait devenir à terme plus lucratif.

Le recyclage des matériaux de chantier remplit les trois piliers du développement durable. Parmi ces trois piliers, il y a la société, qui permet une augmentation d'emplois dans les centres de tris, il y a l'environnement, qui limite les transports et le travail en carrières ou dans les mines pour le fer par exemple, et l'économie avec le recyclage qui devient même plus rentable que la production utilisant de nouvelles matières.

L'upcycling remplit également les trois piliers du développement durable, car il permet de faire travailler de petits artisans locaux pour retirer soigneusement des éléments qui pourront être ensuite revendus.

Pour l'environnement, l'upcycling évite la production de nouveaux objets et également la perte et la destruction d'objets construits, encore utilisables et de qualité, qui seraient tout simplement détruits en décharge.

D'un point de vue économique, la réutilisation directe d'éléments techniques est très rentable sachant que les matériaux sont récupérés gratuitement et ensuite vendus avec bénéfice. Il n'y a pas d'achat, mais un démontage soigneux et coûteux, et uniquement un profit sur la revente, avec un gain qui doit couvrir les frais de démontage, les frais courants de l'entreprise de upcycling et un petit bénéfice pour permettre le développement du système.

Cette solution semble être sur le papier un modèle économique efficace, mais dans la réalité, le coût de la main d'œuvre et d'une remise en état ou aux normes du produit est bien plus onéreux que l'achat d'un produit similaire neuf.

Ce marché reste encore malheureusement un marché de niche pour amateur de matériaux et d'objets anciens, qui ne sont plus disponibles actuellement sur le marché.

c) Les entreprises de recyclage de la région peuvent-elles être un facteur économique du futur ?

Les entreprises de construction tentent de plus en plus de recycler les déchets émis par les chantiers, car il existe dans la revalorisation un potentiel financier important à moyen terme.

Je pense qu'une piste intéressante serait de mettre en compétition des entreprises de recyclage qui achèteraient les droits sur tous les déchets d'un chantier et les revaloriseraient au mieux pour en obtenir la meilleure rentabilité possible. Cela serait intéressant pour les maîtres d'ouvrage, les entreprises et surtout, si cela fonctionne, pour l'économie circulaire.

d) Quels sont les moyens pour que les entrepreneurs valorisent leurs déchets ?

Encore maintenant, pour la fabrication de béton, la grave qui provient de France est moins chère que le recyclage d'anciens matériaux locaux. Ce système est beaucoup plus polluant pour l'environnement, car ils extraient cette grave de carrières, la transforment et ensuite la transportent en Suisse, ce qui nécessite beaucoup d'énergie.

Il faudrait pour éviter cela, augmenter la taxe d'importation de la grave venant de France et diminuer ou annuler la TVA sur les produits suisses recyclés, ce afin de les rendre plus attractifs que les produits non recyclés.

Il serait intéressant également de consentir à des abattements fiscaux pour les entreprises ne traitant ou n'utilisant que des produits recyclés.

En ce qui concerne la fabrication de béton provenant de matériaux recyclés, il faut supprimer la règle des 25% de matériaux recyclés, qui peuvent être utilisés pour fabriquer du nouveau béton dans le canton de Neuchâtel, et faire comme dans les cantons de Berne ou Vaud, dans lesquels le 50% de matériaux recyclés sont permis.

Un autre aspect qui pourrait inciter les entreprises de construction à revaloriser leurs déchets elles-mêmes serait d'augmenter la taxe de la mise en décharge. Cela les obligerait à mieux réfléchir aux quantités commandées et à trouver des solutions pour réutiliser les restes.

Je pense que l'évolution technologique des machines de tri et la recherche scientifique sur la qualité des matériaux permettra par exemple de produire à terme du béton uniquement avec des produits recyclés. Dans cette situation, soudainement, les déchets vendus auront réellement une valeur ajoutée.

6. Conclusion

Pertinence des systèmes existants et réflexions sur un modèle futur du recyclage qui permettrait pour tous, que les déchets deviennent une matière première économiquement rentable et source de gains. Seul gage de succès d'un recyclage généralisé dans notre économie capitaliste.

Après ces nombreux mois d'études, de visites sur les sites et d'entretiens avec des chefs d'entreprises dans le domaine de la construction et également dans le secteur du recyclage, je constate que des bases existent, mais qu'il faut encore développer toute la chaîne et son système économique pour que toutes et tous soient vraiment motivés à long terme à faire partie de ce système d'économie circulaire, qui devrait devenir plus rentable et plus efficace pour s'installer durablement dans notre économie.

Le système existant est intéressant et fonctionne, mais n'est pas assez incitatif ou vraiment motivant pour que tous y adhèrent volontairement et positivement.

J'ai pu constater au cours des entretiens, que le tri est considéré comme trop administratif, ennuyeux, pesant en temps et coûteux, alors que cela devrait être, motivant et garant de nouvelles sources de gains.

En effet, dans un pays comme la Suisse sans ressources naturelles, le recyclage de matières premières devrait nous garantir un approvisionnement sûr, sans devoir compter sur des importations étrangères, coûteuses, risquées (non contrôlables), polluantes et énergivores à la production et lors des transports.

Il faut arriver à un système où les matières recyclées en Suisse seraient compétitives par rapport aux produits importés, qui sont encore trop bon marché par rapport aux produits recyclés.

Il est essentiel que ces produits recyclés atteignent une qualité équivalentes aux matières premières importées. En effet, si la qualité est là et que l'objectif écologique est atteint, il ne reste plus qu'à rendre son prix plus attractif que celui des matières importées.

Cependant, pour que ce système économique circulaire fonctionne, il faut également investir dans de nouvelles technologies et s'équiper de machines performantes et adaptées qui sont coûteuses et souvent encore des prototypes. Cela permettrait de récupérer les différentes matières de manière rapide, efficace et précise et de recréer de véritables nouvelles matières premières de qualité en parfaite compétition avec celles importées qui sont beaucoup moins écologiques.

Pour cela je proposerais un système incitatif qui diminuerait par exemple la TVA sur les produits recyclés et pourquoi pas une réduction d'impôts pour les entreprises qui utilisent plus d'un certain pourcentage de matière recyclée dans leurs activités.

En parallèle, afin d'éviter une concurrence des matières premières importées et compenser la baisse de la TVA sur les produits recyclés, il faudrait taxer les nouveaux matériaux à leur arrivée sur le territoire suisse.

Ces quelques éléments permettraient d'arriver à un marché intérieur des produits recyclés, qui deviendrait lucratif et permettrait aux entreprises d'être labellisées « économie écologique ».

Grâce à ces diverses mesures, mon objectif serait d'arriver à développer une entreprise qui puisse acheter un droit ou bien se faire mandater pour la récupération de tous les déchets d'un chantier, afin de pouvoir les recyclés, les triés ou les transformés puis les revendre sur le marché Suisse avec un bénéfice non seulement économique mais également écologique.

Ce système économique rentable permettra un développement du secteur de la revalorisation des déchets qui assurera la pérennité de l'économie circulaire.

A mon sens, seule une adhésion au marché circulaire conjointe et motivée, de la population, de l'État et des entreprises, permettra qu'un jour « **les déchets des uns deviennent la matière première des autres** ».

7. Remerciements

Je remercie vivement tous ceux qui m'ont aidé dans mon travail de maturité :

Monsieur Gaëtan Ruprecht du SENE

Monsieur Livio Proserpi du Groupe Von Arx

Monsieur Sébastien Cometti, le chef de la section DIVIZA

Monsieur Mauro Zuttion, Zuttion SA

Monsieur Renaud Pfenniger de Duckert SA

Monsieur Valerio Sartori, co-fondateur de La Ressourcerie

Mon mentor, Monsieur Vincent Pierlot

Monsieur Thierry de Pourtalès, architecte EPFL

8. Sources utilisées

Introduction :

- https://www.ne.ch/autorites/DDTE/SENE/Documents/Elimination_dechets.pdf
- <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/dechets/en-bref.html>
- [https://www.planetoscope.com/dechets/363-production-de-dechets-dans-le-monde.html#:~:text=Difficile%20à%20estimer%2C%20ce%20chiffre,...\)%20est%20important.](https://www.planetoscope.com/dechets/363-production-de-dechets-dans-le-monde.html#:~:text=Difficile%20à%20estimer%2C%20ce%20chiffre,...)%20est%20important.)
- <https://www.dashdoc.com/fr/blog/dechets-chantier-btp>
- <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/dechets/guide-des-dechets-a-z/mineralische-rueckbaumaterialien.html#:~:text=Appréciation%20écologique,moins%20de%20substances%20nocives%20possible.>
- <https://idverde.fr/blog/les-consequences-de-la-production-de-dechets-sur-lecosysteme/>
- <https://www.banquemondiale.org/fr/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management#:~:text=«%20La%20mauvaise%20gestion%20des%20déchets,en%20nuisant%20par%20exemple%20au>
- <https://www.collecte-eco.fr/les-dangers-des-dechets/#:~:text=Les%20produits%20chimiques%20issus%20des,chroniques%20chez%20les%20populations%20exposées.>
- <https://www.bvd.be.ch/fr/start/themen/abfall/bauabfaelle-und-recyclingbaustoffe.html>
- <https://www.vertuoza.com/fr-be/blog/gestion-dechets-chantier#:~:text=Les%20sanctions%20en%20cas%20de,pour%20éviter%20de%20teller%20conséquences.>
- https://www.rifiuti.ch/pages/info/pdf/Guide_dechets_chantiers.pdf
- <https://www.ne.ch/autorites/DDTE/SENE/dechets/Pages/Chantiers.aspx#:~:text=Principe%20E2%80%8B%20du%20tri&text=le%20tri%20des%20déchets%20de,de%20son%20lieu%20de%20situation>

Historique :

- <https://romainmotier.ch/wp-content/uploads/2021/05/210518-Passé-recomposé.pdf>
- <https://magazine.articonnex.com/1021-le-reemploi-une-histoire-de-siecles.html>

- <https://visitercapri.it/villa-san-michele/#:~:text=La%20villa%20est%20située%20à,%2C%20ce%20vœu%20se%20réalisera>
- <https://architecturecommerciale.com/des-faits-caches-sur-les-pyramides-de-gizeh/#:~:text=Ces%20façades%20éblouissantes%20ont%20longtemps,sommet%20de%20la%20pyramide%20centrale.>
-

Analyse du système existant d'upcycling :

- <https://www.rts.ch/info/regions/val-de-aoste/2024/article/lausanne-creer-une-ressourcerie-pour-les-matériaux-de-construction-28677337.html>
- <https://www.la-ressourcerie.ch/l-association>

Images :

- Figure n°2 : <https://share.google/images/fU8yuGo50vfunUXtH>
- Figure n°3 : <https://share.google/images/OAJBt8HRVnOYKWDjM>
- Figure n°4 : <https://share.google/images/0DPHHgV0FxQcwJAi8>
- Figure n°23 : <https://share.google/images/96XaJSvEFfZTMrS3J>
- Figure n°24 : <https://share.google/images/CwjLxK0ddHBgTXsrh>
- Figure n°28 : <https://share.google/images/TfnQFsWHFhMiPEdqe>
- Figure n°29 : <https://share.google/images/QvWu6OTNuoSge8uOU>
- Figure n°32 : <https://share.google/images/Wcpr3w6RK29GfmfrH>
- Figure n°37 : <https://share.google/images/zOWtViQppBSu8Winy>
- Figure n°38 et n°39 : <https://www.la-ressourcerie.ch/l-association>

Annexe 1
Questionnaire – SENE

1) Est-ce que les Maîtres d'ouvrage cherchent à valoriser au maximum les déchets de chantiers ?
Cela dépend du type de déchets mais les maîtres d'ouvrage sont contraints de valoriser selon l'état de la technique par l'art. 12 de l'OLED.

2) Est-ce que les entreprises cherchent à valoriser au maximum les déchets de chantiers ?
Idem que pour la question numéro 1, l'art. 12 de l'OLED est contraignant en ce sens.

3) Est-ce que les entreprises cherchent à étudier ou développer leur propre système de revalorisation ? Nous ne pouvons pas répondre à cette question.

4) Existe-t-il un plan Cantonal pour mieux revaloriser les déchets de chantier ? Oui vous le trouverez ici : https://www.ne.ch/medias/Pages/20210916_Plancantonaldechets.aspx

5) S'il existe, est-ce un plan organisé par les autorités ou par des entreprises privées ?
Il est organisé par les autorités.

6) Le système de recyclage des déchets de chantier engendre-t-il un bénéfice :
- financier ? Nous ne pouvons pas répondre à cette question.
- écologique (CO2, matières premières) ? Oui, voir par exemple le cas du béton recyclé.
- énergétique ? Oui
- ou une perte :
- économique ? (pour le Maître d'ouvrage, coût du recyclage plus important que de ne rien entreprendre) Nous ne pouvons pas répondre à cette question.
- énergétique (plus d'énergie utilisée pour séparer et retransformer plutôt que de créer du neuf)
Non

7) Pourquoi est-ce qu'il n'y a pas plus d'entreprises prêtes à faire du recyclage ? Il s'agit d'un marché, comme tout marché il est régi par l'offre et la demande.

8) Pourquoi n'existe-il pas plus de concurrence pour répondre à ce défi ?
Il s'agit d'un marché, comme tout marché il est régi par l'offre et la demande.

9) Est-ce que les autorités deviendront plus contraignantes s'il existe un manque de motivation pour la revalorisation efficace des déchets de chantier durant ces prochaines années ? **L'état de la technique évolue et l'art. 12 de l'OLED est contraignant en ce sens.**

10) Est-ce que la revalorisation des déchets de chantier remplit les trois piliers du DD (Développement Durable) (piliers : société, environnement et économie) : **oui**

11) Aujourd'hui, est-ce plus intéressant financièrement de jeter les déchets ou de les réutiliser ? **Nous ne pouvons pas répondre à cette question car la question n'est pas suffisamment précise (il faut préciser la nature du déchet).**

12) Si cette réponse est de les jeter, qu'elle serait la solution pour rendre ce processus rentable pour les différents acteurs de la filière (Maître d'ouvrage, entreprises construisant sur le chantier et entreprises de recyclage) ? **Nous ne pouvons pas répondre à cette question car la question n'est pas suffisamment précise (il faut préciser la nature du déchet).**

13) Est-ce qu'à votre avis, la seule motivation environnementale et d'image peut suffire pour rendre les chantiers propres et motiver les acteurs de la filière à recycler ? **Nous ne pouvons pas répondre à cette question.**

14) Si cette réponse est négative, qu'elle serait la solution pour rendre ce processus motivant pour les différents acteurs de la filière (Maître d'ouvrage, entreprises construisant sur le chantier et entreprises de recyclage) ? **Nous ne pouvons pas répondre à cette question**

15) Est-ce que le système proposé aujourd'hui vous semble efficace ?

Nous ne pouvons pas répondre à cette question en tant qu'autorité.

16) Quelles seraient les améliorations à amener à inciter tous les acteurs des chantiers à être très motivés à recycler et à utiliser des matériaux recyclés ? **Nous ne pouvons pas répondre à cette question.**

Annexe 2
Questionnaire – Zuittion SA



**Quand les déchets des uns est la matière
première des autres**

Charles-Henri de Pourtalès, classe 2m3, 2025

Géographie – Nos déchets, une richesse à valoriser

Mentor : Pierlot Vincent

Fait, le 26.05.2025 à Cortaillod



Questionnaire :

Est-ce que les Maîtres d'ouvrage cherchent à valoriser au maximum les déchets de chantiers ?

Oui et non, l'aspect économique reste prédominant

Est-ce que les entreprises cherchent à valoriser au maximum les déchets de chantiers ?

Oui, cela permet de limiter les dépenses liées aux décharges (tiers)

Est-ce que les entreprises cherchent à étudier ou développer leur propre système de revalorisation ?

Oui, dans la mesure du possible.

Existe-t-il un plan Cantonal pour mieux revaloriser les déchets de chantier ?

Le service d'énergie et de l'environnement définit les filières d'évacuation et le cadre légal.

S'il existe, est-ce un plan organisé par les autorités ou par des entreprises privées ?

Le SENE définit justement les filières habilitées à recevoir des déchets par type. Un arrêté du conseil d'Etat définit le tri des déchets de chantier.

① Le système de recyclage des déchets de chantier engendre-t-il un bénéfice :

- financier ?
- écologique (CO₂, matières premières) ?
- énergétique ?

① ou une perte :

- économique ? (pour le Maître d'ouvrage, coût du recyclage plus important que de ne rien entreprendre)
- énergétique (plus d'énergie utilisée pour séparer et retransformer plutôt que de créer du neuf)

① = Dépend fortement de la matière à recycler. Cependant les directives deviennent très restrictives et il devient toujours plus coûteux de recycler. Pourquoi est-ce qu'il n'y a pas plus d'entreprises prêtes à faire du recyclage ? Les investissements sont très coûteux et il devient difficile de trouver un lieu où les nuisances éventuelles ne posent pas problème. Pourquoi n'existe-il pas plus de concurrence pour répondre à ce défi ?

Voir question précédente

↳ ouvrir des filières d'évacuations de déchets et un travail très long avec les autorités compétentes...

Est-ce que les autorités deviendront plus contraignantes s'il existe un manque de motivation pour la revalorisation efficace des déchets de chantier durant ces prochaines années ?

La motivation est là !

Si les contraintes augmentent, les prix aussi et revalorisé ne sera plus supportable par les investisseurs.

Est-ce que la revalorisation des déchets de chantier remplit les trois piliers du DD (Développement Durable) (piliers : société, environnement et économie)

L'aspect économique ne devrait pas faire partie de l'équation si nous souhaitons "sauver" la planète. Vision idéaliste !

Aujourd'hui, est-ce plus intéressant financièrement de jeter les déchets ou de les réutiliser ?

Cela dépend fortement de la nature des déchets, mais la revalorisation est souvent coûteuse.

Si cette réponse est de les jeter, qu'elle serait la solution pour rendre ce processus rentable pour les différents acteurs de la filière (Maître d'ouvrage, entreprises construisant sur le chantier et entreprises de recyclage) ?

Est-ce qu'à votre avis, la seule motivation environnementale et d'image peut suffire pour rendre les chantiers propres et motiver les acteurs de la filière à recycler ?

La transition est en cours et les chantiers en suisse sont déjà bien organisés dans ce sens. Cependant la rentabilité d'une transition écologique

Si cette réponse est négative, qu'elle serait la solution pour rendre ce processus motivant pour les différents acteurs de la filière (Maître d'ouvrage, entreprises construisant sur le chantier et entreprises de recyclage) ?

Est-ce que le système proposé aujourd'hui vous semble efficace ?

Oui, le cas échéant il le deviendra lorsque le choix ne sera plus une option...

Quelles seraient les améliorations à amener à inciter tous les acteurs des chantiers à être très motivés à recycler et à utiliser des matériaux recyclés ?