

Etude des caractéristiques du réemploi et du recyclage dans les projets paysagers

Auteur : Geeroms, Mégane

Promoteur(s) : Menzel, Christoph Gotthard; Vancutsem, Didier

Faculté : Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT)

Diplôme : Master architecte paysagiste, à finalité spécialisée

Année académique : 2019-2020

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/8714>

Avertissement à l'attention des usagers :

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

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

Etude des caractéristiques du réemploi et du recyclage dans les projets paysagers

**Cas des projets du Landschaftspark de Duisburg-Nord (Allemagne), du Nouveau Belval
(Luxembourg) et du C-Mine/Winterslag (Belgique)**

MEGANE GEEROMS

**TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE
MASTER D'ARCHITECTE PAYSAGISTE**

ANNÉE ACADÉMIQUE 2019-2020

(CO)-PROMOTEUR(S) : CHRISTOPH MENZEL, DIDIER VANCUTSEM

ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES DU RÉEMPLOI ET DU RECYCLAGE DANS LES PROJETS PAYSAGERS

Cas des projets du Landschaftspark de Duisburg-Nord (Allemagne), du Nouveau Belval (Luxembourg) et du C-Mine/Winterslag (Belgique)

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier mes deux co-promoteurs, Messieurs Christoph Menzel et Didier Vancutsem, pour avoir accepté de me soutenir et de m'accompagner tout au long de ce travail. Leurs conseils m'ont permis d'orienter ce mémoire et de l'achever, finalisant ainsi mes études de Master en architecture du paysage.

Je remercie également les personnes ayant répondu à mes questions concernant les projets étudiés. Je suis donc reconnaissante envers l'agence Hosper paysagistes (en la personne de Ronald Bron) ainsi que le bureau NU architectuuratelier (Elise Dupré) et enfin Peter Bongaerts (de la Faculté d'Architecture et des Arts de l'université de Hasselt), pour leurs informations relatives au projet de C-Mine/Winterslag en Belgique. Pour m'avoir prêté main-forte sur le projet du Nouveau Belval au Luxembourg, je remercie le bureau AREAL (et monsieur Christian Weier), Agora et le bureau Michel Desvignes. Enfin, pour m'avoir éclairée sur les différentes facettes du parc de Duisburg-Nord en Allemagne, je remercie la Station Biologique de Westliches Ruhrgebiet (en la personne de Tobias Rautenberg).

Finalement, un tout grand merci à ma famille, mes amis et collègues de travail, qui m'ont permis de persévérer dans ces études au cours de ces années à Gembloux.

RÉSUMÉ

Le monde est actuellement confronté à des problèmes environnementaux majeurs qui questionnent l'avenir des futures générations et des écosystèmes dont nous dépendons. La consommation intensive des ressources naturelles ainsi que la production incessante de déchets, faisant partie intégrante de ces problématiques, sont par conséquent devenues de véritables sujets de préoccupation pour les autorités européennes et mondiales. Un nouveau regard est alors porté sur le déchet, qui tend à envisager ce dernier en tant que ressource exploitable.

Plusieurs techniques de valorisation des déchets ont ainsi vu le jour, dont notamment la pratique du réemploi, oubliée au 19ème siècle lors de l'avènement du système de production linéaire, consommateur en ressources et générateurs de déchets. Cette technique particulière de valorisation des déchets est redécouverte au 21ème siècle au cœur de concepts architecturaux. Avec la nécessité émergente de la transformation du système linéaire en un système plus soucieux d'une gestion durable des ressources au sein d'un système circulaire, la mise en valeur des déchets deviendra sous peu un processus essentiel dans la mise en place de projets. Les flux de matériaux présents au sein de ces projets devront suivre cet exemple et idéalement *«boucler la boucle»*.

L'objectif global de cette étude sera d'approfondir les connaissances des démarches ainsi que des procédés de gestion et de valorisation des déchets appliqués aux projets de réhabilitation de sites post-industriels. Cette expérience acquise nous permettra de comparer les différentes façons d'élaborer un projet paysager par l'analyse de cas d'étude. Ils sont au nombre de trois : les deux projets du Landschaftspark à Duisburg-Nord (Allemagne) et du Nouveau Belval (Luxembourg) ainsi que le projet du C-Mine/Winterslag à Genk (Belgique).

En tentant de confronter ces deux approches internationales avec le projet belge, ce mémoire a pour ambition de tirer les enseignements du réemploi, de dégager les avantages mais aussi les contraintes qui entravent le développement de ces opérations. Il s'agira également de questionner le réemploi au travers de trois composantes clés des projets de reconversion étudiés : le sol, la végétation et les landmarks ainsi que d'en tirer une conclusion sur l'intérêt du réemploi et du recyclage.

Cette étude mettra en évidence les différentes caractéristiques ainsi que les démarches mises en œuvre afin de permettre aux projets usant le réemploi et le recyclage de voir le jour.

MOTS CLÉS

Réemploi, Recyclage,
Projets paysagers, Sites
post-industriels, Land-
marks, Sols, Végétations.

ABSTRACT

The world is currently facing major environmental problems that question the future of future generations and the ecosystems on which we depend. The intensive consumption of natural resources and the incessant production of waste, which are an integral part of these problems, have therefore become a real concern for European and global authorities. A new perspective is then given to waste, which tends to view it as a exploitable resource.

Several waste recovery techniques have thus emerged, including the practice of reuse, forgotten in the 19th century with the advent of the linear production system. This particular technique of waste recovery is rediscovered in the 21st century at the heart of architectural concepts. With the emerging need to transform the linear system into a more sustainable resource management system within a circular system, waste development will soon become an essential process in project implementation. The material flows in these projects should follow this example and ideally «close the loop».

The main objective of this study will be to deepen the knowledge of waste management approaches and processes applied to post-industrial site rehabilitation projects. This experience will allow us to compare the different ways of developing a landscape project through case study analysis. There are three of them: the two projects of the Landschaftspark in Duisburg-Nord (Germany) and the New Belval (Luxembourg) as well as the C-Mine/Winterslag project in Genk (Belgium).

By attempting to compare these two international approaches with the Belgian project, this thesis aims to draw lessons from reuse, to identify the advantages but also the constraints that hinder the development of these operations. It will also question reuse through three key components of the reconversion projects studied: soil, vegetation and landmarks, and draw a conclusion on the value of reuse and recycling.

This study will highlight the different characteristics and approaches implemented to enable projects that use reuse and recycling to emerge.

KEYWORDS

Reuse, Recycle, Landscape Projects, Post-industrial Sites, Landmarks, Soils, Vegetations.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	V
RÉSUMÉ	VI
ABSTRACT	VII
LISTE DES FIGURES	P.4
LISTE DES TABLEAUX	P.6
LISTE DES ABRÉVIATIONS	P.7

PARTIE 1 – AVANT-PROPOS	p.8
1.1 : DOUBLE CONSTAT SUR LA CONSOMMATION DE RESSOURCES ET SUR LA PRODUCTION DE DÉCHETS	p.8
1.1.1. Production et consommation des ressources matérielles : tendances mondiales et européennes	p.8
1.1.2. Production et gestion des déchets : tendances mondiales et européennes	p.10
1.2 : EXPLICATION DES OBJECTIFS DE RECHERCHE	p.11
1.2.1. Introduction à la méthodologie et aux cas étudiés	p.12
PARTIE 2 – ETAT DE L'ART	p.13
2.1 : DIFFÉRENTES FORMES DE VALORISATION : DÉFINITIONS	p.13
2.1.1. Introduction aux concepts de « RE »	p.13
2.1.2. Absence de définitions francophones unanimement reconnues	p.14
2.1.2.1. Définitions légales	p.14
2.1.2.2. Définitions non-légales	p.14
2.1.2.3. Justification des définitions employées	p.16
2.2 : HISTORIQUE DU RÉEMPLOI	p.16
2.2.1. La parenthèse de l'ère industrielle	p.16
2.2.1.1. Flux de matière dans le système linéaire	p.17
2.2.2. Redécouverte du réemploi au 20ème siècle	p.17
2.2.3. Vers un système circulaire	p.18
2.2.3.1. Politiques circulaires, villes circulaires et chantiers circulaires	p.18
2.2.3.2. Les flux de matières dans le système circulaire : Upcycling et Downcycling	p.21
2.2.3.3. Les flux de matériaux : présentation des méthodes d'évaluation	p.21
2.3 : RÉEMPLOI ET RECYCLAGE DANS LES PROJETS PAYSAGERS	p.22
2.3.1. Un contexte particulier : les projets post-industriels	p.24
2.3.2. Le réemploi et le recyclage de sites post-industriels	p.24
2.3.2.1. Aperçu des méthodes de gestion des sols	p.25
2.3.3. Les contraintes et les avantages connus du réemploi dans les processus de projet	p.26
RÉSUMÉ PARTIE 02: ETAT DE L'ART	p.28
PARTIE 3 – ÉTUDE DE CAS	p.29
3.1 : OBJECTIFS DE RECHERCHE	p.29
3.2 : METHODOLOGIE	p.29
3.2.1. Objectifs et stratégies	p.29
3.2.2. Choix des projets paysagers : présentation et justification	p.30
3.2.2.1. Présentation des situations temporelles globales	p.31
3.2.2.2. Le projet du Landschaftspark de Duisburg-Nord (Allemagne)	p.33
3.2.2.3. Le projet du nouveau Belval (Luxembourg)	p.34
3.2.2.4. Le projet de C-Mine/Winterslag (Belgique)	p.35
3.2.3. Choix des éléments investigués	p.36
3.2.3.1. Les sols : classification	p.36

3.2.3.2. La végétation : classification	p.37
3.2.3.3. Les landmarks : classification	p.38
3.2.4. Réponse au premier objectif : élaboration de la grille d'analyse	p.38
3.2.5. Réponse au second objectif : les bilans des flux	p.40
3.2.6. Réponse au dernier objectif : les bénéfices du réemploi et du recyclage	p.41
3.3 : RESULTATS	p.42
3.3.1. Résultats de l'analyse du projet du Landschaftspark de Duisburg-Nord (Allemagne)	p.42
3.3.1.1. Résultats Objectif 1	p.44
3.3.1.2. Résultats Objectif 2	p.49
3.3.1.2.1. Le bilan des sols	p.49
3.3.1.2.2. Le bilan de la végétation	p.49
3.3.1.2.3. Le bilan des landmarks	p.49
3.3.1.2.4. Le bilan global	p.50
3.3.1.3. Résultats Objectif 3	p.51
3.3.2. Résultats de l'analyse du projet du Nouveau Belval (Luxembourg)	p.52
3.3.2.1. Résultats Objectif 1	p.54
3.3.2.2. Résultats Objectif 2	p.59
3.3.2.2.1. Le bilan des sols	p.59
3.3.2.2.2. Le bilan de la végétation	p.59
3.3.2.2.3. Le bilan des landmarks	p.59
3.3.2.2.4. Le bilan global	p.60
3.3.2.3. Résultats Objectif 3	p.61
3.3.3. Résultats de l'analyse du projet de C-Mine/Winterslag (Belgique)	p.62
3.3.3.1. Résultats Objectif 1	p.64
3.3.3.2. Résultats Objectif 2	p.69
3.3.3.2.1. Le bilan des sols	p.69
3.3.3.2.2. Le bilan de la végétation	p.69
3.3.3.2.3. Le bilan des landmarks	p.69
3.3.3.2.4. Le bilan global	p.70
3.3.3.3. Résultats Objectif 3	p.71
3.4 : DISCUSSION	p.72
3.4.1. Comparaison des projets	p.72
3.4.1.1. Comparaison des des démarches de réemploi et de recyclage des sols, de la végétation et des landmarks grâce aux grilles d'analyse (Objectif 1)	p.72
3.4.1.2. Comparaison des bilans globaux (Objectif 2)	p.72
3.4.1.3. Comparaison des bénéfices (Objectif 3)	p.73
3.4.1.4. Paysages générés par les projets	p.74
3.4.2. Critique de la méthodologie	p.76
3.4.3. Difficultés rencontrées	p.76
PARTIE 4 – PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS.....	p.77
PARTIE 5 – RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	p.79
PARTIE 6 – ANNEXES	
01 – ANNEXE A : GLOSSAIRE DES TERMES EMPLOYÉS	VIII
02 – ANNEXE B : GRILLES D'ANALYSE COMPLÉTÉES	XI

Ce travail utilise un vocabulaire spécifique lié à la valorisation des déchets à travers différentes pratiques et trois cas d'études. Le glossaire recueille ces termes, par ordre alphabétique, et en propose une définition. Le renvoi au lexique est spécifié par un astérisque en fin de mot () au sein du texte. Si le mot est écrit en anglais dans le texte, il sera repris en anglais dans le glossaire, une traduction française l'accompagnant entre parenthèses.*

LISTE DES FIGURES

PARTIE 1 – AVANT-PROPOS

- Figure 1.1 :** Le développement de l'utilisation mondiale des matériaux de construction, des minerais et minéraux industriels, des vecteurs d'énergie fossile et de la biomasse (Source : Krausmann et al., 2009). La courbe exponentielle gravite en peu de temps les 70 billions de tonnes en 2009. p. 9
- Figure 1.2 :** Diagramme de la part imputable à chaque activité économique et aux ménages dans la quantité totale de déchets produits en 2014, en pourcentages (Source : Eurostat, 2017). Le diagramme met en évidence la grosse part des activités issues du secteur de la construction dans la production totale des déchets. p.10
- Figure 1.3 :** Organigramme synthétisant la méthodologie appliquée au mémoire à partir de la deuxième partie, à savoir l'état de l'art (Source : Réalisation par l'auteur). p.12

PARTIE 2 – ÉTAT DE L'ART

- Figure 2.1 :** Différenciation entre réemploi, réutilisation et recyclage selon Bellastock (Source : Bellastock, 2014). Ces terminologies se différencient par la frontière entre la notion de déchet et de produit. p.15
- Figure 2.2 :** Elaboration du système linéaire au sein du domaine de la construction (Source : Réalisation par l'auteur d'après Cifful, 2013). Les matières premières sont extraites, transformées, utilisées puis jetées et forment les déchets. p.17
- Figure 2.3 :** La pyramide de la gestion des déchets (Source : Réalisation de l'auteur d'après EEA, 2018). On considère le réemploi comme étant «*preparation for reuse*», qui est la première phase de gestion des déchets à envisager. p.19
- Figure 2.4 :** The Delft Ladder est une pyramide de gestion des déchets plus élaborée, établie par l'ICAT (Source : Réalisation personnelle d'après ICAT, 2016). Il s'agit d'une hiérarchisation des déchets généralement utilisée dans le cadre de projets architecturaux. p.20
- Figure 2.5 :** Hiérarchisation des actions pratiques à mettre en place sur les chantiers de projets paysagers ou urbanistiques (Source : Réalisation par l'auteur d'après Cifful, 2013). Dans cette figure, le terme de «réutilisation» se réfère au réemploi. p.20
- Figure 2.6 :** Liste des méthodes d'évaluation des projets (Source : Réalisation par l'auteur d'après Osmond, P. 2008). La méthode du «*Material Flow Analysis*» figure parmi les méthodes d'évaluation métaboliques des projets, aux côtés de la méthode du «*Life Cycle Assessment*». p.21
- Figure 2.7 :** Représentation de la méthode «*Material Flow Analysis*» (Source : Réalisation par l'auteur d'après EcoRes, ICEDD, BATir, 2015). Le réemploi et le recyclage sont considérés comme étant des flux internes au sein d'un territoire. p.22
- Figure 2.8 :** Récapitulatif des différentes techniques existantes de gestion des sols (Source : Réalisation par l'auteur d'après UVED, 2019). Trois catégories de gestion des sols in situ et une catégorie de gestion des sols ex situ seront analysées dans les projets dans la suite du document. p.25

PARTIE 3 – ÉTUDE DE CAS

- Figure 3.1 :** Cartographie de la localisation des projets européens de reconversion des sites sidérurgiques comprenant des Hauts-Fourneaux (Source : Réalisation par l'auteur d'après Google Earth, 2019 et Drouguet N., Bodeux P., 2017). p.30
- Figure 3.2 :** Ligne du temps de la dynamique générale de reconversion des trois sites étudiés : les projets du landschaftspark de Duisburg-Nord, du Nouveau Belval et du C-Mine/Winterslag (Source : Réalisation par l'auteur d'après l'analyse des projets). p.32
- Figure 3.3 :** Cartographie contextuelle du landschaftspark de Duisburg-Nord (Source : Réalisation par l'auteur d'après Google Earth, 2019) p.33
- Figure 3.4 :** Cartographie contextuelle du Nouveau Belval (Source : Réalisation par l'auteur d'après Google Earth, 2019). p.34
- Figure 3.5 :** Cartographie contextuelle du projet C-Mine/Winterslag (Source : Réalisation par l'auteur d'après Google Earth, 2019). p.35
- Figure 3.6 :** Les différents types de design de plantation (Source : Keil P., Fuchs R., Loos G.H., 2007). Les caractéristiques des cinq types de plantation sont issues de ce schéma. p.37
- Figure 3.7 :** Explication du fonctionnement des hauts-fourneaux (Source : Réalisation par l'auteur d'après Le fonds Belval, 2016). L'ensemble des installations forme ce que l'on appelle un haut-fourneau. p.38
- Figure 3.8 :** Grille d'analyse vierge créée d'après le «*Recommended template for waste management recommendations*» (Source : Réalisation par l'auteur). La grille d'analyse est différente selon les éléments investigués : les sols, la végétation et les landmarks. p.39
- Figure 3.9 :** Ensemble des grilles récapitulatives des quatre types de bilans étudiés (Source: Réalisation par l'auteur). Le travail permettra donc de dégager les flux internes (R1, R2 et RE) au sein des projets. p.40

<u>Figure 3.10 :</u>	Cartographie du périmètre et des parties du projet du landschaftspark de Duisburg-Nord (Source : Réalisation par l'auteur d'après Google Earth, 2019 et Latz P., 2016).	p.42
<u>Figure 3.11 :</u>	Cartographie du réemploi des sols au sein du landschaftspark de Duisburg-Nord (Source : Réalisation par l'auteur ; fond de plan d'après Openstreetmap, 2019).	p.44
<u>Figure 3.12 :</u>	Cartographie du réemploi de la végétation au sein du landschaftspark de Duisburg-Nord (Source : Réalisation par l'auteur ; fond de plan d'après Openstreetmap, 2019).	p.46
<u>Figure 3.13 :</u>	Cartographie du réemploi des landmarks au sein du landschaftspark de Duisburg-Nord (Source : Réalisation par l'auteur ; fond de plan d'après Openstreetmap, 2019).	p.48
<u>Figure 3.14 :</u>	Cartographie du bilan général du landschaftspark de Duisburg-Nord (Source : Réalisation par l'auteur d'après les données de QGIS).	p.50
<u>Figure 3.15 :</u>	Cartographie du périmètre et des parties du projet du Nouveau Belval (Source : Réalisation par l'auteur d'après Google Earth, 2019 et les Fonds Belval, 2012).	p.52
<u>Figure 3.16 :</u>	Cartographie du réemploi des sols au sein du projet du Nouveau Belval (Source : Réalisation par l'auteur ; fond de plan d'après Openstreetmap, 2019).	p.54
<u>Figure 3.17 :</u>	Carte du réemploi de la végétation au sein du projet du Nouveau Belval (Source : Réalisation par l'auteur ; fond de plan d'après Openstreetmap, 2019).	p.56
<u>Figure 3.18 :</u>	Carte du réemploi des landmarks au sein du projet du Nouveau Belval (Source : Réalisation par l'auteur ; fond de plan d'après Openstreetmap, 2019).	p.58
<u>Figure 3.19 :</u>	Cartographie du bilan général du projet du Nouveau Belval (Source : Réalisation par l'auteur, d'après les données de QGIS).	p.60
<u>Figure 3.20 :</u>	Cartographie du périmètre et des parties du projet C-Mine/Winterslag (Source : Réalisation par l'auteur d'après Google Earth, 2019).	p.62
<u>Figure 3.21 :</u>	Cartographie du réemploi des sols au sein du C-Mine/Winterslag (Source : Réalisation par l'auteur ; fond de plan d'après Openstreetmap, 2019).	p.64
<u>Figure 3.22 :</u>	Cartographie du réemploi de la végétation au sein du C-Mine/Winterslag (Source : Réalisation par l'auteur ; fond de plan d'après Openstreetmap, 2019).	p.66
<u>Figure 3.23 :</u>	Cartographie du réemploi des landmarks au sein du C-Mine/Winterslag (Source : Réalisation par l'auteur ; fond de plan d'après Openstreetmap, 2019).	p.68
<u>Figure 3.24 :</u>	Cartographie du bilan général du projet du C-Mine/Winterslag (Source : Réalisation par l'auteur d'après les données de QGIS).	p.70
<u>Figure 3.25 :</u>	Ensemble des bilans globaux des trois projets de paysage (Source: Réalisation par l'auteur). Reprise des trois tableaux réalisés dans la partie résultats.	p.73

LISTE DES TABLEAUX

PARTIE 1 – AVANT-PROPOS

- Tableau 1.1 :** Ensemble des déchets produits par les activités économiques et les ménages durant l'année 2014 (Source : Eurostat, 2017). On note la dominance du secteur de la construction dans les pays comme l'Allemagne, la Belgique ou encore le Luxembourg. p.11

PARTIE 2 – ÉTAT DE L'ART

- Tableau 2.1 :** Tableau récapitulatif des termes anglais (Source : Réalisation par l'auteur d'après les directives européennes et le collectif d'architectes étudiés dans le cadre de ce mémoire). p.13
- Tableau 2.2 :** Tableau récapitulatif des termes français (Source : Réalisation par l'auteur d'après les directives européennes, les législations françaises et les architectes étudiés dans le cadre de ce mémoire). p.15
- Tableau 2.3 :** Liste récapitulative des actions génériques possibles du réemploi et du recyclage pour tout projet paysager, quel que soit le contexte (Source : Réalisation par l'auteur d'après Watkins J., 2019). Cette liste n'est pas exhaustive et constitue un aperçu des diverses formes que pourraient prendre le réemploi et le recyclage dans des projets. p.23
- Tableau 2.4 :** Tableau présentant les différentes contraintes enregistrées dans le domaine des travaux publics (Source : Réalisation par l'auteur d'après l'Ademe, 2016). Il existe quatre catégories de contraintes ainsi que de nombreux leviers et pistes d'action, qui permettraient de mieux gérer le réemploi dans les travaux publics. p.27

PARTIE 3 – ÉTUDE DE CAS

- Tableau 3.1 :** Présentation des caractéristiques des sols du landschaftspark de Duisburg-Nord. Tableau de conclusion issu de la grille d'analyse disponible en annexe (Source : Réalisation par l'auteur) p.45
- Tableau 3.2 :** Présentation des caractéristiques de la végétation du landschaftspark de Duisburg-Nord. Tableau de conclusion issu de la grille d'analyse disponible en annexe (Source : Réalisation par l'auteur). p.47
- Tableau 3.3 :** Réemploi et recyclage des sols du landschaftspark de Duisburg-Nord, en hectares au sol et par rapport aux différents types de sol présents (Source : Réalisation par l'auteur). p.49
- Tableau 3.4 :** Réemploi et recyclage de la végétation du Landschaftspark de Duisburg-Nord, en hectares au sol et par rapport aux types de végétation présents (Source : Réalisation par l'auteur). p.49
- Tableau 3.5 :** Réemploi et recyclage des landmarks du Landschaftspark de Duisburg-Nord, en hectares au sol (Source : Réalisation par l'auteur). p.49
- Tableau 3.6 :** Le bilan du projet du landschaftspark de Duisburg-Nord. Calcul de la totalité des pourcentages des sols, de la végétation et des landmarks réemployés (Source : Réalisation par l'auteur). p.50
- Tableau 3.7 :** Présentation des caractéristiques des sols du Nouveau Belval. Tableau de conclusion issu de la grille d'analyse disponible en annexe (Source : Réalisation par l'auteur). p.55
- Tableau 3.8 :** Présentation des caractéristiques de la végétation du Nouveau Belval. Tableau de conclusion issu de la grille d'analyse disponible en annexe (Source : Réalisation par l'auteur). p.57
- Tableau 3.9 :** Réemploi et recyclage des sols du Nouveau Belval, en hectares au sol et par rapport aux différents types de sol présents (Source : Réalisation par l'auteur). p.59
- Tableau 3.10 :** Réemploi et recyclage de la végétation du Nouveau Belval, en hectares au sol et par rapport aux différents types de végétation présents (Source : Réalisation par l'auteur). p.59
- Tableau 3.11 :** Réemploi et recyclage des landmarks du Nouveau Belval, en hectares au sol (Source : Réalisation par l'auteur). p.59
- Tableau 3.12 :** Le bilan du projet du Nouveau Belval. Calcul de la totalité des pourcentages des sols, de la végétation, des landmarks réemployés ou recyclés (Source : Réalisation par l'auteur). p.60
- Tableau 3.13 :** Présentation des caractéristiques des sols du projet C-Mine/Winterslag. Tableau de conclusion issu de la grille d'analyse disponible en annexe (Source : Réalisation par l'auteur). p.65
- Tableau 3.14 :** Présentation des caractéristiques de la végétation du C-Mine/Winterslag. Tableau de conclusion issu de la grille d'analyse disponible en annexe (Source : Réalisation par l'auteur). p.67
- Tableau 3.15 :** Réemploi et recyclage des sols du C-Mine/Winterslag, en hectares au sol et par rapport aux différents types de sol présents (Source : Réalisation par l'auteur). p.69
- Tableau 3.16 :** Réemploi et recyclage de la végétation du C-Mine/Winterslag, en hectares au sol et par rapport aux différents types de végétation présents (Source : Réalisation par l'auteur). p.69
- Tableau 3.17 :** Réemploi et recyclage des landmarks du C-Mine/Winterslag, en hectares au sol (Source : Réalisation par l'auteur). p.69
- Tableau 3.18 :** Le bilan du projet C-Mine/Winterslag. Calcul de la totalité des pourcentages des sols, de la végétation, des landmarks réemployés ou recyclés (Source : Réalisation par l'auteur). p.70

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ADEME: Agence de l'environnement et de la maîtrise d'énergie

EEA: European Environment Agency

CDW : Secteur de la construction et de la déconstruction

CIFFUL : Centre Interdisciplinaire de Formation des Formateurs de l'Université de Liège

LCA : Life Cycle Assessment

IBA : International Building Exhibition

MFA : Material Flow Analysis

OECD : Organisation for Economic Co-operation and Development

OSM : OpenStreetMap

UE: Union Européenne

UVED : Université Virtuelle Environnement et Développement Durable

1.1. DOUBLE CONSTAT SUR LA CONSOMMATION DE RESSOURCES ET SUR LA PRODUCTION DE DÉCHETS

Le monde fait actuellement face à des problèmes environnementaux globaux sans précédents, aux origines ainsi qu'aux enjeux multiples et interdépendants, qui questionnent l'avenir des futures générations et des écosystèmes dont nous dépendons (ANR, 2013 et Longaretti P.Y., 2013). Ces changements environnementaux s'amplifient, notamment à cause de notre mode de vie, de notre consommation croissante des ressources et de notre production excessive de déchets et de pollutions diverses (Longaretti P.Y., 2013).

Une étude des États-Unis prévoit une augmentation démographique mondiale, qui passera des 7,2 milliards de personnes actuelles à 11 milliards d'ici la fin du 21^{ème} siècle (UN DESA, 2015). L'Agence Européenne pour l'Environnement (acronyme EEA) prévoit que cette augmentation de la population sera accompagnée d'une compétition mondiale plus intense pour les ressources et d'une pression plus importante sur les écosystèmes, alors que la planète doit déjà faire face aux problématiques liées aux ressources qu'elle peut offrir et à l'absorption des déchets que nous engendrons (EEA, 2016).

Cet essor démographique sera accompagné d'une tendance mondiale à l'urbanisation. En effet, alors que la population mondiale urbaine était d'environ 30% en 1950, elle a déjà atteint 50% de la population mondiale en 2007, soit environ 3,3 milliards d'individus (Véron J., 2007). Au sein des pays industrialisés, la population devrait augmenter de 20% au cours des dix prochaines années. Selon Angel et.al., cette augmentation devrait s'accompagner de l'ajout de 500 000km² d'espaces construits aux espaces urbains actuels. On estime en effet que chaque nouvel habitant modifie en moyenne 500m² de terres non urbaines en terres urbanisées (Angel et al., 2005). Cette problématique renforcera la pression déjà présente sur l'énergie, sur les ressources matérielles et sur l'environnement puisque, selon l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OECD), l'augmentation de la population aux revenus moyens plus élevés entraîne une demande croissante en nourriture, produits industriels, énergie, eau et ressources matérielles (OECD, 2017).

La demande mondiale des services étant l'élément déclencheur de la circulation des flux de matériaux et d'énergies, il a été constaté que la consommation de ressources ainsi que l'impact environnemental de ces dernières doivent être réduits (Magnusson S., 2016). De plus, cette augmentation mondiale sans précédent de la demande de matériaux bruts est exacerbée par une industrialisation rapide des pays émergents et de la consommation intensive des matériaux dans les pays développés (OECD, 2017).

A la suite de toutes ces pressions sur les milieux, la demande mondiale de ressources s'est donc considérablement amplifiée depuis le début du 20^{ème} siècle, entraînée par un nombre important de tendances liées les unes aux autres (Longaretti P.Y., 2013).

1.1.1. Production et consommation des ressources matérielles : tendances mondiales et européenne

Les ressources naturelles fournissent non seulement les intrants essentiels à la production, mais elles supportent aussi la production de services tels que la régulation climatique, les habitats naturels, la régulation des eaux et d'autres services culturels qui sont nécessaires au développement humain ainsi que des écosystèmes (OECD, 2018 et OECD, 2017). Les ressources dont les sociétés ont principalement besoin peuvent être classifiées en quatre catégories : la nourriture, l'eau, l'énergie et les matériaux (EEA, 2015b).

L'utilisation mondiale des matériaux est estimée avoir décuplé depuis 1900 ; on enregistre une augmentation annuelle de 1,3% entre 1900 et 1949, jusqu' à 2,6% entre 1950 et 1999, et environ 3,6% annuellement entre 2000 et 2009, comme illustré sur la figure ci-contre (Figure 1.1) (Krausmann et al., 2009).

En analysant la figure ci-contre (Figure 1.1), on constate que la courbe est exponentielle : elle gravit des sommets en 2009, atteignant presque 70milliards de tonnes de matériaux employés. De cette figure, on peut estimer que les «*Construction minerals*»* (trad. Matériaux de construction) ont augmenté depuis les années

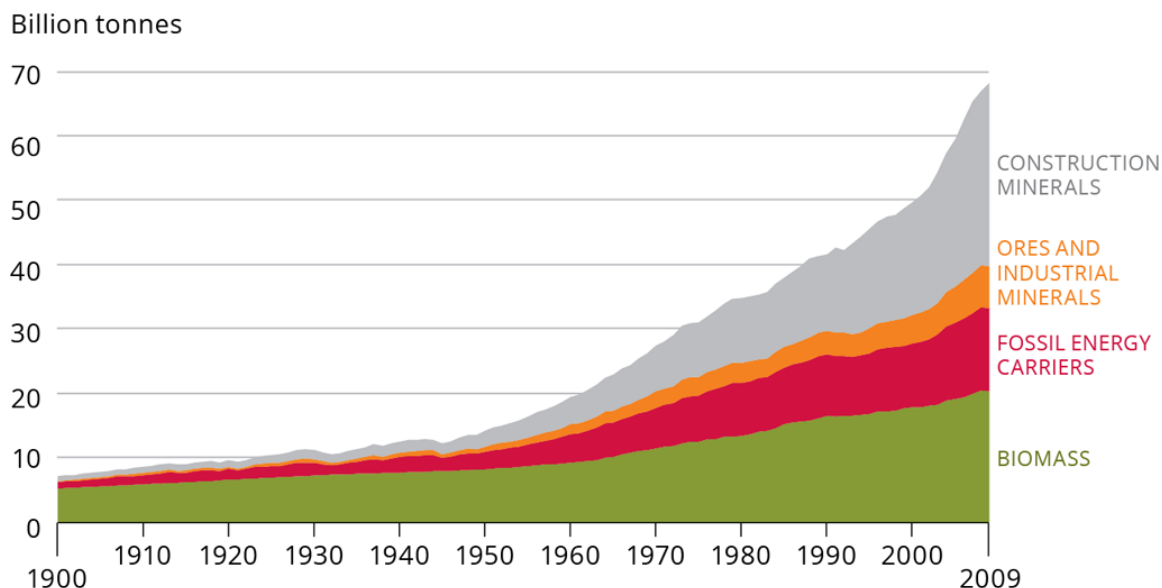


Figure 1.1: Le développement de l'utilisation mondiale des matériaux de construction, des minerais et minéraux industriels, des vecteurs d'énergie fossile et de la biomasse (Source : Krausmann et al., 2009). La courbe exponentielle gravit en peu de temps les 70 milliards de tonnes en 2009.

1940 et ces derniers font partie des quatre grandes ressources identifiées dans le monde. Il s'agit, pour les trois autres, des «*Ores and industrial minerals*»*, les «*Fossil energy carriers*» (trad. vecteurs d'énergie fossile) et la «*Biomass*»*, dont l'utilisation augmente pour chaque cas (Krausmann et al., 2009).

Par ailleurs, l'Organisation for Economic Co-operation and Development (acronyme OECD) a estimé que l'utilisation mondiale des matériaux tels que les matériaux non-métalliques, le sable ou encore le gravier, doublera d'ici 2060, et passera donc des 79Gt en 2011, à environ 167Gt en 2060 (OECD, 2017).

Chaque région développée est responsable d'une intensification de la proportion de l'utilisation mondiale des ressources. Par exemple, l'Europe est responsable de 19% de l'extraction totale des ressources dans le monde en 1980 (SERI, 2013). Au niveau international, l'Europe est un des continents dont la proportion à l'importation est la plus importante : elle équivaut à 31,1% de la consommation totale des ressources. On a dénombré, en 2014, 3 tonnes de matériaux par personne et sur l'année importés en Europe tandis que 11,5 tonnes de matériaux par personne ont été extraits en Europe, tous matériaux confondus (EEA, 2016).

« Europe is bound to the rest of the world through multiple systems that enable two-way flows of materials, financial resources, ideas and innovation. » (EEA, 2016)

L'Europe est donc touchée par ces problématiques dommageables pour la sécurité, l'accès et l'utilisation des ressources naturelles. Ces dernières ont été constatées et ciblées par les politiques européennes (EEA, 2016). L'économie européenne dépend fortement d'un flux ininterrompu en ressources naturelles et en matériaux, en ce compris l'eau, les cultures, le bois, le métal, les minéraux et l'énergie, qui dans une majorité des cas, sont issus de l'importation (EEA, 2015b). Cet approvisionnement introduit un coût économique grandissant et pourrait fragiliser l'Europe qui fait face à une période de pression croissante sur ces ressources, sans compter les effets environnementaux néfastes qui en résultent (EEA, 2015b).

L'utilisation de matériaux issus des ressources naturelles dans les processus de production et de consommation a de nombreuses conséquences environnementales, économiques ainsi que sociales (OECD, 2018). On peut identifier les pressions associées aux processus d'extraction, de transport, d'utilisation et d'évacuation des matériaux (par exemple, la pollution, la production de déchets) ainsi que leurs effets sur la qualité environnementale (l'air, l'eau, le sol, la biodiversité, etc.) et sur le bien-être humain (OECD, 2017).

Ensuite se posent des limites en termes de capacité extractive des ressources, notamment fossiles, de taille des gisements* et de leur accessibilité (Harpet C., 2014). Le recyclage des matières constitue un nouvel enjeu du fait de la raréfaction des matières premières, des pressions économiques autour des ressources et sur les milieux naturels (Harpet C., 2014). L'utilisation extensive des ressources du secteur de la construction devra à l'avenir se développer dans une direction plus durable (Magnusson S., 2016).

1.1.2. Production et gestion des déchets : tendances mondiales et européennes

Si d'une part, la consommation excessive des ressources pose problème, on fait d'autre part le constat d'une augmentation de la quantité de déchets. Ces derniers représentent une perte importante de ressources, sous forme de matières premières transformées ou d'énergie. Leur gestion et leur possible élimination, par mise en décharge, enfouissement* ou par incinération, engendrent parfois des soucis environnementaux majeurs (Eurostat, 2017). La production, tout comme la gestion de ces déchets, est donc devenue un enjeu essentiel de la société contemporaine (Bellastock, 2017).

Le déchet est défini par la directive 2008/98/CE comme étant «*toute substance ou tout objet dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire*» (EU, 2008). Il est devenu un point central dans la réflexion pour l'amélioration de l'efficacité des ressources et de la réduction de leurs incidences environnementales (Eurostat, 2017). La production de déchets des vingt-huit pays membres de l'UE a atteint les 2 503 millions de tonnes en 2014, ce qui est le plus haut volume de déchets (tous déchets confondus) enregistré au cours des années 2004-2014 au sein de l'Europe (Eurostat, 2017).

Les statistiques européennes ont mis en évidence la contribution majeure du secteur de la construction dans la production globale de déchets. Le diagramme ci-dessous (Figure 1.2) représente la «*part imputable à chaque activité économique et aux ménages dans la quantité totale de déchets produits en 2014*» (Eurostat, 2017). On constate que le secteur de la construction a contribué pour 34,7% à la quantité totale de déchets produits en 2014 (Eurostat, 2017).

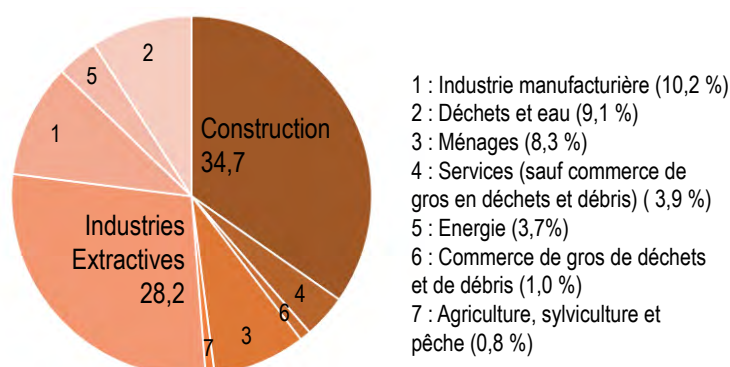


Figure 1.2 : Diagramme de la part imputable à chaque activité économique et aux ménages dans la quantité totale de déchets produits en 2014, en % (Source : Eurostat, 2017). Le diagramme met en évidence la grosse part des activités issues du secteur de la construction dans la production totale des déchets.

Si certains pays européens ont enregistré des parts élevées de déchets provenant du secteur des activités d'extraction, comme en Bulgarie, ce n'est pas le cas pour la plupart des pays fortement industrialisés, où le secteur de la construction a été le plus créateur de déchets en 2014, comme en Belgique (40,2%), en Allemagne (53,3%), ou encore au Luxembourg (84,4%) (Eurostat, 2017). Cet élément a été mis en évidence dans le tableau ci-dessous et ci-contre (Tableau 1.1).

En termes de masse, les activités issues de la construction et de la démolition sont par conséquent les sources les plus importantes de déchets en Europe, puisqu'elles comptent pour environ 25 à 30% de la totalité des déchets générés. Ces activités englobent de nombreux matériaux qui peuvent être employés autrement (en ce compris : le béton, les briques, le bois, les plastiques, les sols, etc.) (Grassner et al., 2018). Par ailleurs, ayant compris l'importance du secteur de la construction et de la démolition dans la production de déchets, l'UE a donc déterminé qu'une de ses priorités dans la gestion des déchets devait être attribuée à ce domaine d'activité (EU, 2013).

	Total		Industries extractives	Industrie manufacturière	Énergie	Construction et démolition
	(en million de tonnes)	(en kg par habitant)				(en %)
UE-28	2 502,9	4 931	28,1	10,2	3,7	34,7
Belgique	65,6	5 838	0,1	21,7	2,1	40,2
Bulgarie (*)	179,7	24 872	88,6	:	5,1	0,7

Rép. tchèque	23,4	2 223	1,0	18,8	4,3	40,2
Danemark	20,1	3 558	0,1	6,4	5,4	52,6
Allemagne	387,5	4 785	1,9	15,8	2,6	53,3
Estonie	21,8	16 587	36,3	20,2	32,6	3,1
Irlande (*)	15,2	3 285	17,8	:	2,1	12,4
Grèce	69,8	6 404	67,9	7,0	15,6	0,7
Espagne	110,5	2 378	16,9	13,4	4,8	18,5
France	324,5	4 913	0,7	6,7	0,5	70,2
Croatie (*)	3,7	879	0,1	:	3,2	16,6
Italie	159,1	2 617	0,6	16,7	2,0	32,5
Chypre (*)	2,1	2 406	:	:	:	31,0
Lettonie	2,6	1 315	0,2	9,4	27,8	17,3
Lituanie	6,2	2 114	0,4	42,1	1,6	7,0
Luxembourg	7,1	12 713	1,8	4,0	0,0	84,5

Tableau 1.1: Extrait du tableau représentant les déchets produits par les activités économiques et les ménages durant l'année 2014 (Source : Eurostat, 2017). On note la dominance du secteur de la construction dans les pays comme l'Allemagne, le Belgique ou encore le Luxembourg.

La conscientisation de ces perturbations environnementales entraîne les sociétés à repenser leurs choix de développement et modes de consommation dans l'optique de diminuer la production de déchets ainsi que l'utilisation des ressources limitées (Longaretti P.Y., 2013). D'après Longaretti, si ce changement n'est pas maîtrisé, un effondrement environnemental mondial est alors inévitable.

Pour contrer ces changements, l'Europe exige que, d'ici aux années 2050, les états membres puissent vivre dans les limites de la planète en privilégiant les innovations qui permettent de réduire l'impact environnemental lié au secteur de la construction (EU, 2013).

Les enjeux cités ci-dessus incitent les pays à reconstituer leurs stocks de matériaux par prospection de nouveaux gisements, substitution de la matière, recyclage ou encore réemploi des déchets issus du secteur de la construction (Harpert C., 2014). Le réemploi, en parallèle avec le recyclage, est donc proposé comme une alternative à l'extraction de matières premières ainsi qu'à l'enfouissement de déchets. Cette technique provoque un changement sur ce que l'on considère comme un déchet, et tend à le considérer comme une ressource exploitable en soi (Bellastock, 2014).

1.2. EXPLICATION DES OBJECTIFS DE RECHERCHE

Cette étude s'intéresse prioritairement à une forme particulière de valorisation et de prévention des déchets dans les projets architecturaux ainsi que paysagers, à savoir le réemploi (Bellastock, 2017). Elle se soucie également des processus de recyclage et des éléments importés ou détruits dans les projets, par l'intermédiaire d'une analyse de projet par flux. Elle s'interroge sur la connaissance pratique de ces processus, sur la façon dont ils peuvent intervenir dans des projets paysagers européens d'envergure sur d'anciens sites industriels tels que le projet du Nouveau Belval au Luxembourg, le projet du landschaftspark* de Duisburg-Nord en Allemagne et enfin, le projet de C-Mine/Winterslag en Belgique. Ces trois anciens sites d'extraction et de transformation du charbon ont accueilli des projets paysagers* dans lesquels le réemploi et le recyclage opèrent.

Dans un premier temps, le travail se concentrera sur un tour d'horizon de nos connaissances actuelles de ces pratiques, de leurs définitions aux projets réalisés, en passant par les possibles contraintes engendrées. Par la suite, une analyse comparative sera formulée entre les trois projets afin de pouvoir dégager quelle valorisation de déchets a été privilégiée entre le recyclage et le réemploi. Finalement, l'étude conclura sur une estimation des bénéfices réalisés au moyen de l'utilisation de ces techniques.

L'objectif initial poursuivi était de mieux appréhender leur fonctionnement et les contraintes rencontrées lors des différentes phases de réalisation de ces projets, afin de dégager les freins qui entravent potentiellement le réemploi et le recyclage dans les projets paysagers.

Ce mémoire a trois objectifs de recherche : l'évaluation des différentes méthodes employées dans la gestion des déchets (la recherche se limite à l'étude des sols, de la végétation et des landmarks, dont le choix est justifié dans la partie Méthodologie de ce document), l'identification de la forme de valorisation la plus employée dans les trois projets paysagers étudiés et enfin, l'estimation des bénéfices écologiques.

1.2.1. Introduction à la méthodologie et aux cas étudiés

Cette introduction à la méthodologie marque la fin de la première partie du mémoire, consacrée à une introduction des problématiques liées aux déchets. La deuxième partie de ce document, à savoir l'Etat de L'Art, permettra de faire un tour d'horizon des caractéristiques, difficultés et opportunités provoquées par le réemploi ainsi que le recyclage. La troisième partie est consacrée à une étude de trois projets paysagers. La figure ci-dessous (Figure 1.3) résume les étapes investiguées dans les parties «Etat de l'Art» et «Etude de cas».

PHASE 1 – RECHERCHE ET DOCUMENTATION

OBJECTIF : Compréhension du réemploi et du recyclage MOYEN : Recherche bibliographique	
<u>Etude des caractéristiques du réemploi</u> 1. Etat des lieux des définitions existantes du réemploi et du recyclage 2. Etat des lieux des contraintes du réemploi et du recyclage dans les procédés de projets paysagers et urbanistiques	- <u>Recherche d'une méthodologie à appliquer</u> 1. Recensement des moyens possibles pour comparer différents projets paysagers 2. Application d'une analyse des flux internes des projets

PHASE 2 – APPLICATION AUX CAS ETUDIES

OBJECTIF : Comparaison des projets paysagers MOYEN : Grille d'analyse et bilan général du réemploi/recyclage	
1. Choix des projets - Recensement des projets européens de reconversion de sites post-industriels - Sélection de trois projets réalisés - Choix des entités investiguées : les sols / la végétation / les landmarks	
2. Visites de terrain - Reportage photographique et appréciation générale des trois projets paysagers	
3. Connaissance des Re-Concepts dans les projets : Récolte d'informations (quantitatives et qualitatives) - Rencontres et discussions avec les paysagistes/architectes et gestionnaires des projets - Analyse de la littérature existante	
4. Création d'une grille d'analyse - Mise en forme des données qualitatives des projets - Réalisation d'une grille d'analyse complétée par les acteurs des projets (éléments questionnés : type de valorisation, maintenance, entretien, phases requises pour la transformation, remarques)	
5. Création des cartes de bilan - Mise en forme des données quantitatives - Cartographies du % d'éléments recyclés/réemployés/introduits/détruits à l'aide de l'outil QGIS Zimbar 3.18, puis retravaillés au moyen du logiciel Illustrator (Suite Adobe)	
6. Comparaison des projets - Evaluation de leur bilan et des bénéfices écologiques - Calcul des bénéfices écologiques engendrés par le réemploi ainsi que le recyclage des sols, de la végétation et des landmarks au sein des trois projets	

Figure 1.3 : Organigramme synthétisant la méthodologie appliquée au mémoire à partir de la deuxième partie, à savoir l'état de l'Art (Source : Réalisation par l'auteur).

Après la phase de recherche et de documentation, une comparaison des projets paysagers sera conçue sur base d'un bilan général. Ce dernier permettra de caractériser les projets et de les comparer au vu de leurs états, des fonctions qui y sont admises et des infrastructures qui ont dû être mises en oeuvre pour gérer les techniques du réemploi ainsi que du recyclage. Cette partie de l'étude comprend les étapes suivantes : analyse des projets (générales et plus précises quant aux processus de réemploi et de recyclage), catégorisation des types de sol, de végétation et choix des landmarks* utilisés, création des cartes du réemploi à l'aide de l'outil Illustrator et enfin, calcul des surfaces au moyen l'outil QGIS.

Une étude quantitative complètera l'approche qualitative ; cette dernière permettra de dégager les différentes façons de mettre en pratique les trois projets étudiés, du démantèlement à la reconversion des déchets. L'objectif de la connaissance des processus de reconversion sera atteint grâce à la réalisation d'une grille d'analyse. Finalement, une comparaison des bénéfices engendrés par l'emploi de ces méthodes permettra de conclure ce document.

2.1. DIFFÉRENTES FORMES DE VALORISATION : DÉFINITIONS

2.1.1. Introduction aux concepts de « RE »

Trois concepts reviennent constamment dès que l'on s'intéresse aux possibles solutions liées au gaspillage, à la gestion et la valorisation des déchets ainsi qu'à l'utilisation de matériaux du secteur de la construction, qui sont généralement dénommés les «3R» (Bellastock, 2014). Ces «3R» ne s'appliquent pas uniquement au domaine de la construction, le préfixe re- pouvant se décliner en différentes stratégies, parfois qualifiées d'occasions opportunes de reconversion (D'Arienzo R., 2014 et Drapeau L., 2017). Egalement parfois repris sous les termes de «Re-concepts», les processus que ces «3R» désignent se réfèrent tous à un nouveau cycle court de la matière et à la réappropriation de l'existant (Huygen J-M., 2014 et A+T, 2008). Ces mécanismes ont été mis en évidence lors de l'exposition «Re-cycle» qui s'est tenue au Maxxi de Rome et qui a permis de définir les termes de «Reduce», «Reuse» et «Recycle» (A+T, 2008). Le terme «Reduce», ne semble pas acquis par tous les acteurs du domaine de la construction, puisqu'il est parfois remplacé par le concept de «Remediate» (A+T, 2008). Ces concepts ont parfois des définitions bien différentes : bien que les termes de «Reuse» et «Recycle» semblent généralement unanimes, d'autres termes peuvent parfois être rencontrés.

«Of all the set of Re-processes whose aim is to once again intervene on the real world: redistribute, recycle, rebuild, reform, refurbish, remake, reinvent, remediate, renovate, reorganise, repair, restore, reinstate, reuse...» (A + T, 2008)

Les formulations anglaises de «Reuse» et de «Recycle» possèdent des définitions clairement énoncées, issues des législations européennes et mondiales (Moinet M., 2018). Le terme «Reuse» a été défini en 2008 par la directive européenne Waste Framework Directive comme étant : *«any operation by which products or components that are not waste are used again for the purpose for which they were conceived»* (EEA, 2016). L'état même du produit devient donc le caractère définissant le réemploi, puisqu'il fait intervenir le terme de «déchet» qui, comme mentionné précédemment dans l'avant-propos, est défini comme étant *«toute substance ou tout objet dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire»* par la directive européenne 2008/98/CE (EU, 2008). Le recyclage y est, quant à lui, défini comme étant : *«any recovery operation by which waste materials are reprocessed into products, materials or substances whether for the original or other purposes. It includes the reprocessing of organic material but does not include energy recovery and the reprocessing into materials that are to be used as fuels or for backfilling operations»* (EU, 2008).

Le tableau ci-dessous (Tableau 2.1) reprend les particularités des définitions anglophones de la littérature consultée dans le cadre de ce mémoire : la directive établissant les principales définitions des termes de valorisation des déchets et les définitions proposées dans les publications de l'agence espagnole d'architectes nommée «A + T», l'unique source trouvée offrant un nouveau point de vue sur les définitions anglophones.

	REUSE (RE-USE)	RECYCLE	OTHER RE-CONCEPTS	CARACTERISTIQUES DES DEFINITIONS
Directives européennes (Directive 2008/98/CE)	-Products are <u>not waste</u> -Same <u>purposes</u>	-Products <u>are waste</u> -Same of <u>other purposes</u>	-Preparing for re-use	-State of the object (waste – not waste) -Basic and final purposes
A + T (architecture publishers)	-Applied on the “medium” scale: the <u>scale of a building</u> -Purpose : <u>energy and efficiency</u>	-Applied on the “small” scale : the <u>scale of a material</u> -Purpose : <u>economic</u>	<u>Remediate</u> -Applied at the <u>territory scale</u> -Purpose : <u>ecological regeneration</u>	-Scale of the product -Mainspring, purpose

Tableau 2.1 : Tableau récapitulatif des termes anglais (Source : Réalisation par l'auteur d'après les directives européennes et le collectif d'architectes étudiés dans le cadre de ce mémoire).

2.1.2. Absence de définitions francophones unanimement reconnues

En français, rien n'est aussi simple : la distinction entre «*Recyclage*», «*Réemploi*» et «*Réutilisation*» n'est pas forcément connue de tous. De ce fait, on retrouve chez le public non averti, un vrai abus de langage dans lequel ces trois concepts ne sont pas forcément différenciés et donc souvent confondus (CRIOC, 2005). De ce fait, une étude menée sur l'ensemble des filières du réemploi en Wallonie par le CRIOC en 2005 sur un échantillon de personnes a démontré que *«spontanément, 3 personnes sur 5 connaissent le terme réemploi, ou l'ont déjà vu, mais cela ne veut pas dire pour autant qu'elles savent ce que ce mot recouvre»* et que *«moins d'une personne sur cinq donne spontanément une définition correcte du réemploi»* (CRIOC, 2005). Plus récemment en 2014, les architectes de l'agence Encore Heureux ont soulevé la problématique de la définition et de la compréhension de ces termes. Ils évoquent le fait que les terminologies du réemploi et du recyclage sont confondues dans le langage courant, bien que tous les deux représentent des techniques spécifiques (Encore Heureux, 2014). La différence entre réemploi/réutilisation et recyclage est assez visible et reconnue des professionnels de cette filière, alors que la différence entre réemploi et réutilisation quant à elle dépend fortement des différentes sources (Moinet M., 2018).

Carl Enckell, avocat au barreau de Paris en droit de l'environnement, avait déjà fait le constat du manque de considération juridique vis-à-vis du réemploi dans son article «réemploi, un mot sans définition» (Encore Heureux, 2014). En effet, il semblerait que le réemploi, bien qu'ayant une définition officielle, ne soit pas reconnu de tous et cela a une incidence sur les différents freins juridiques rencontrés par les différents projets. Pour être rendu plus applicable, le réemploi *«manque de décrets, d'arrêtés et de circulaires d'applications»* (Amsing T., 2016).

2.1.2.1. Définitions légales

Le recyclage et le réemploi ont fait l'objet de définitions issues de directives européennes datant du 19 novembre 2008 (EU, 2008). Le recyclage y a été défini comme étant *«toute opération de valorisation par laquelle les déchets sont retraités en produits, matières ou substances aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins. Cela inclut le retraitement des matières organiques, mais n'inclut pas la valorisation énergétique, la conversion pour l'utilisation comme combustible ou pour des opérations de remblayage»* (EU, 2008). Ce même article définit également le réemploi comme étant *«toute opération par laquelle des produits ou des composants qui ne sont pas des déchets sont utilisés de nouveau pour un usage identique à celui pour lequel ils avaient été conçus»* (EU, 2008).

Au niveau du droit de l'environnement français, l'article L541-1-1 du code de l'environnement différencie quant à lui le réemploi de la réutilisation, qui est définie comme étant *«toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui sont devenus des déchets sont utilisés de nouveau»* (Legifrance, 2010). Il est à noter que le droit européen n'en fait pas mention (EU, 2008).

2.1.2.2. Définitions non-légales

Un certain nombre d'acteurs du domaine de la construction proposent des définitions différentes. Jean-Marc Huygen, architecte et ingénieur belge, dont l'ouvrage *«La poubelle et l'architecte»* est régulièrement cité en tant que référence en matière de réemploi (Amsing T. 2016 et Ragot A., 2018). Il fournit sa propre distinction entre réemploi, recyclage et réutilisation de la manière suivante : *«La réutilisation, qui consiste à se resservir de l'objet dans son usage premier ; le réemploi d'un objet ou de parties d'objet, pour un autre usage et le recyclage, qui réintroduit les matières de l'objet dans un nouveau cycle»*. Le réemploi selon lui fait intervenir la notion de redonner un nouvel usage à un objet, contrairement à la loi française et européenne, qui met en évidence le fait de garder l'utilisation initiale de l'objet. Enfin, aucune notion de *«déchet»* n'est mise en avant (Huygen J-M., 2014).

L'association d'architecture expérimentale Bellastock, œuvrant pour la valorisation des ressources et résolvant des problématiques liées aux cycles de la matière et au réemploi, est une des autres sources rencontrées qui propose une définition différente du domaine du réemploi (Bellastock, 2018 ; Amsing T., 2016 et Moinet M., 2018). De ce fait, l'association a ajouté une condition inextricable à la directive européenne : celle du site dont est issu le déchet. Le réemploi consiste alors en *«toute opération au sein de laquelle des substances, matières ou produits, qui ne sont pas des déchets, sont utilisés de nouveau pour des usages*

identiques à ceux auxquels ils ont été conçus, dans le même lieu, ou du moins, dans un emplacement identique» (Bellastock, 2014). L'association précise l'opération de réemploi en tant que transformation minimaliste, dont le but est de garder la forme du déchet initial et sa trace dans l'histoire (Bellastock, 2018).

Les «Re-Concepts» comprennent également l'opération de recyclage, dans laquelle la notion de déchet intervient dans le sens où les objets sont considérés comme des déchets et sont issus de la destruction d'un objet initial (Bellastock, 2014). Le terme de réutilisation y est utilisé comme étant une «préparation au réemploi». Il s'agit dans ce cas d'une action de traitement de déchets, durant laquelle un produit initial est collecté, dans une logique de détournement d'usage, comme indiqué dans la figure ci-dessous (Figure 2.1). Bellastock replace donc la notion de «déchet» au coeur de ses définitions (Bellastock, 2014).

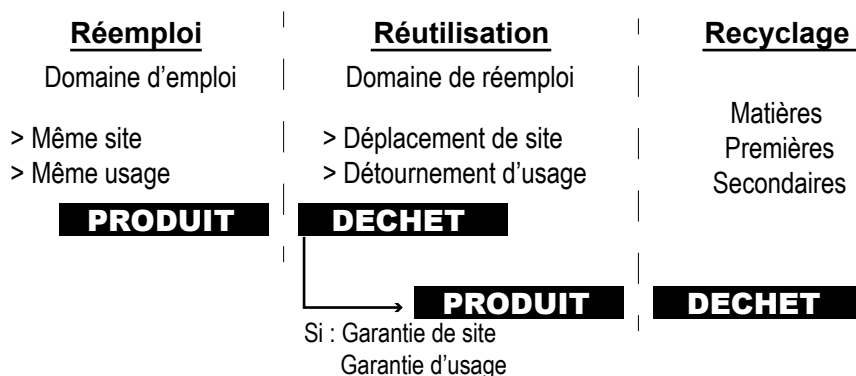


Figure 2.1 : Différenciation entre réemploi, réutilisation et recyclage selon Bellastock (Source : Réalisation par l'auteur d'après Bellastock, 2014). Ces terminologies se différencient par la frontière entre la notion de déchet et de produit.

D'autres concepts de valorisation des déchets sont généralement présentés, comme la «prévention» et la «rénovation». Le tableau ci-dessous (Tableau 2.2) reprend les caractéristiques principales des termes francophones reconnus sous l'appellation de «Re-Concepts» ou «3R», à savoir le réemploi, le recyclage ainsi que tous les cas excepté celui de la directive européenne, la réutilisation.

	CARACTERISTIQUES REEMPLOI	CARACTERISTIQUES RECYCLAGE	CARACTERISTIQUES REUTILISATION	AUTRES CONCEPTS ?
Directives européennes (Directive 2008/98/CE)	-Les produits ou les composants qui <u>ne sont pas des déchets</u> -Utilisation <u>identique</u> au produit initial	-Les déchets sont les objets initiaux, qui sont <u>retraités en produits</u> -Utilisation <u>identique ou différente</u> au produit initial	/	Préparation au réemploi Prévention
Directives françaises (article L541-1-1 du code de l'environnement)	-Les produits ou les composants qui <u>ne sont pas des déchets</u> -Utilisation identique au produit initial	-Les déchets sont les objets initiaux, qui sont <u>retraités en produits</u> -Utilisation identique ou différente au produit initial	- Produits, <u>devenus des déchets</u> , sont utilisés à nouveau	Préparation au réemploi Prévention
Jean-Marc Huygen (architecte)	-Utilisation <u>différente au produit initial (valeur ajoutée – nouvel usage)</u>	-Utilisation <u>identique au produit initial</u>	-Objet qui permet de réintroduire un <u>nouveau cycle d'usage</u>	/
Bellastock (association d'architectes)	-Processus de transformation du produit appliqué au <u>sein du même site</u> -Utilisation <u>identique</u> au produit initial	-Processus de transformation du produit appliqué au <u>sein d'un site différent</u> -Utilisation <u>différente</u> au produit initial	-Objet qui permet de réintroduire un <u>nouveau cycle d'usage</u>	/

Tableau 2.2 : Tableau récapitulatif des termes français (Source : Réalisation par l'auteur d'après les directives européennes, les législations françaises et les architectes étudiés dans le cadre de ce mémoire).

2.1.2.3. Justification du choix des définitions employées

Comme cité précédemment, les définitions francophones et anglophones possèdent des particularités et il est donc judicieux de préciser les termes utilisés dans la suite du mémoire, qui sont décrits ci-dessous. Sur base des définitions proposées par Bellastock, nous précisons la signification des termes construits d'après les directives européennes. Nous avons fait le choix de réunir les processus de réemploi et de réutilisation sous l'appellation «*réemploi*» afin de limiter les termes utilisés ainsi que les confusions possibles. De plus, les projets paysagers étudiés étant européens, une majeure partie de la littérature consultée dans le cadre de ce mémoire est anglophone et ne distingue donc pas de termes supplémentaires, comme la réutilisation.

- Réemploi : *«toute opération par laquelle des produits ou des composants ~~qui ne sont pas des déchets~~ sont utilisés de nouveau pour un usage identique -ou différent- à celui pour lequel ils avaient été conçus».*

- Recyclage : *«toute opération de valorisation par laquelle les déchets sont retraités en produits, matières ou substances ~~aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins~~. Cela inclut le retraitement des matières organiques, mais n'inclut pas la valorisation énergétique ou la conversion pour l'utilisation comme combustible ~~ou pour des opérations de remblayage~~».*

La définition retenue pour le mot «*recyclage*» a été simplifiée par rapport à la définition européenne, puisque nous permettons qu'elle inclue les opérations de remblayage*. Nous avons également supprimé le fait que l'objet pourrait avoir la même fonction que celle initiale, car le recyclage est souvent retenu comme étant du «*downcycling*» (trad. «*recyclage vers le bas*») dans lequel l'objet est transformé en un autre qui possède moins de valeur.

Bien que la notion de «*site d'origine*» soit une des conditions du réemploi dans la proposition de Bellastock, nous ne retenons pas cette caractéristique, même si cette dernière est explicitée et expliquée lors de la suite du document. En effet, nous distinguerons deux types de réemploi : le réemploi in situ et le réemploi ex situ.

Il est intéressant de noter que le réemploi peut s'opérer à trois échelles différentes, citées par Bellastock dans son REPAR 2 : celle du territoire, celle de l'ouvrage et finalement du produit de construction (du matériau au composant d'ouvrage). La complexité des actions et des synergies à mettre en place dans le cadre du réemploi augmente avec l'échelle spatiale et le contexte particulier dans lequel le projet se situe (Bellastock, 2014). L'échelle du territoire est généralement considérée lorsque l'on envisage la réhabilitation de l'ensemble d'un terrain d'une surface importante qui peut parfois être urbain (Braae E., 2015 ; EEA, 2015b et D'Arienzo R., 2014). Cette échelle territoriale est plus compliquée à analyser, bien que certaines méthodes le permettent comme la méthode MFA, expliquée dans le Chapitre «*2.2.3.3. Les flux de matériaux : présentation des méthodes d'évaluation*» de ce document. L'échelle de l'ouvrage est considérée comme étant une forme de réemploi de fournitures, d'objets finis qui sont présents dans les projets paysagers, tels que l'éclairage, le mobilier, etc. (A+T, 2008). Enfin, l'échelle du matériau représente une échelle liée aux caractéristiques inhérentes à chaque matériau quel qu'il soit (Bellastock, 2014).

2.2. HISTORIQUE DU RÉEMPLOI

2.2.1. La parenthèse de l'ère industrielle

Le réemploi a été pratiqué dans le domaine de la construction bien avant l'avènement de l'ère industrielle au 20ème siècle, cette dernière ayant contribué à formater notre mode de consommation actuel (Drapeau L., 2017). Le réemploi, bien que historiquement peu documenté, est issu d'une pratique historique ininterrompue, presque banale, principalement due à des besoins économiques et logistiques (D'Arienzo R., 2014). Cette pratique a donc été appliquée à toutes les époques, jusqu'à l'émergence des principes de protection du patrimoine, comme les églises ou encore les théâtres (Ragot A., 2018).

C'est à partir de la révolution industrielle et de sa production en masse de matériaux aux coûts dérisoires que l'on observe un renouvellement des structures très rapide, sans souci des économies de moyens. Une logique de production et de consommation ininterrompue devient le système majoritairement utilisé, faisant tomber dans l'oubli le réemploi et le recyclage au milieu du 20ème siècle (Amsing T., 2016).

On assiste alors à l'avènement du système linéaire, basé sur la supposition que les ressources naturelles sont disponibles, abondantes, faciles à extraire et peu chères. Il s'agit d'une économie énergivore sans souci de l'environnement, hautement consommatrice en ressources et qui consiste à produire toujours plus et à consommer de façon irréfléchie (Braungart M., McDonough W., 2011).

2.2.1.1. Flux de matières dans le système linéaire

Les matériaux du système linéaire suivent un cycle de vie signifiant un procédé de fabrication et d'utilisation à sens unique. Ce cycle non vertueux, connu sous le nom de «*Cradle to grave*» (trad. «*Du berceau au tombeau*») résume la vie ainsi que les étapes de production et de destruction d'un produit (EEA, 2015b et Braungart M., McDonough W., 2011).

Extraire les matières premières, produire (transformer et fabriquer), consommer (construction et utilisation), jeter (déconstruction*/démantèlement*, déchets) constituent les principales étapes des processus de chaque matériau généré lors du système linéaire, comme illustré dans la figure ci-dessous (Figure 2.2). Les ressources sont extraites pour généralement finir dans un incinérateur ou une décharge, évacuées dans une «*tombe*». Dans ce modèle, les déchets sont continuellement générés, du début de l'extraction jusqu'à la dernière étape du cycle de vie du produit (Braungart M., McDonough W., 2011).

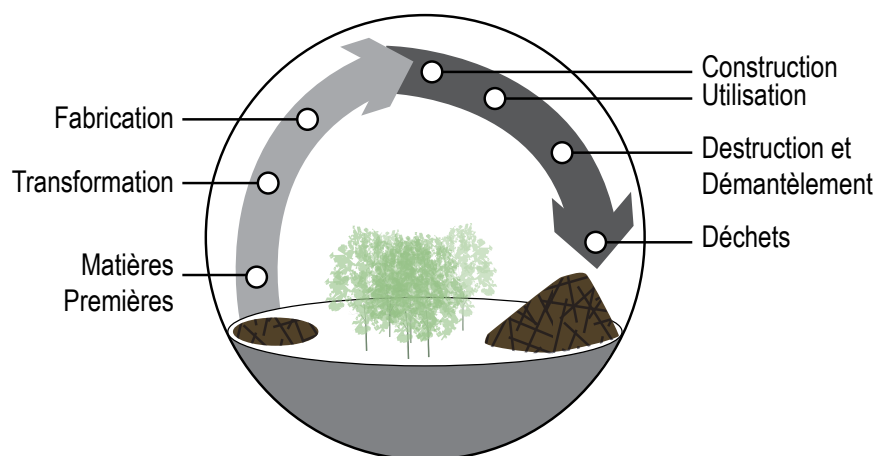


Figure 2.2 : Elaboration du système linéaire au sein du système de la construction (Source : Réalisation par l'auteur d'après Cifful, 2013). Les matières premières sont extraites, transformées, utilisées puis jetées et forment les déchets.

Le système industriel, dévoreur de ressources, a une implication sur les territoires, que ce soit lors de la production, l'enfouissement ou la destruction des produits (Braungart M., McDonough W., 2011). Le système linéaire implique deux conséquences négatives évidentes, à savoir : l'appauvrissement des ressources en début de chaîne de production, ainsi que l'augmentation des déchets à éliminer ou à stocker, entraînant parfois des risques de pollution (Cifful, 2013).

2.2.2. Redécouverte du réemploi au 20ème siècle

C'est aux Etats-Unis dans la fin des années 60 que se développe à nouveau une culture du réemploi grâce à des collectifs d'architectes américains qui choisissent intentionnellement de réaliser des projets de détournement de matériaux, en réponse aux considérations écologiques (Ragot A., 2018). Ces projets orientés vers le réemploi, le recyclage et l'expérimentation font partie d'un mouvement de contre-culture et allant à contre-courant de ce qui se faisait jusqu'alors (Amsing T., 2016).

La prise de conscience des limites des ressources naturelles dans les années 70, ponctuée par des événements majeurs tels que le choc pétrolier de 1971, ont contribué à la redécouverte du réemploi dont l'une des figures de proue est Michael Reynolds, par l'intermédiaire de ses projets architecturaux nommés «*Earthships*» (Amsing T., 2016). C'est après plus de 30 années d'expérimentations, dans les années 2000, que les «*Re-Concepts*» (ou les «*3R*») vont prendre de l'ampleur et gagner en popularité en tant que figure de la contre-culture de cette consommation excessive (Amsing T., 2016).

Le système linéaire devient une source de vulnérabilité pour l'Europe. En effet, pour satisfaire la demande d'approvisionnement en ressources, l'Europe se rend dépendante d'autres régions, comme expliqué dans l'introduction de ce document. C'est dans ce contexte que les systèmes européens de consommation et de production ont prévu d'être modifiés fondamentalement afin d'entrer dans la vision 2050 de l'Europe, dans laquelle elle s'acclimate aux limites de la planète par l'intermédiaire de systèmes circulaires (EEA, 2016 et EU, 2013). Comme les prix des matériaux bruts augmentent, le réemploi des déchets et le self-made sont devenus des opportunités commerciales, dans lesquelles les compagnies peuvent réemployer ou recycler leurs résidus (EEA, 2015b).

L'essoufflement des modalités de production et de consommation se fait peu à peu ressentir, ce qui préfigure une véritable opportunité de modifier ce système linéaire et d'en inventer un nouveau, plus soucieux de l'environnement (Harpet C., 2014).

2.2.3. Vers un système circulaire

Le concept de circularité, relativement nouveau en Europe, est perçu par les politiques européennes comme une solution possible et positive pour développer l'économie dans un contexte d'augmentation des contraintes environnementales (EEA, 2016). Cette nouvelle idéologie se dresse face au système linéaire, dans le but de restreindre le gaspillage et l'emploi excessif des ressources, tout en augmentant l'efficacité de la production des produits, à tous les stades (Ademe, 2019). L'économie circulaire faisant partie du concept plus général de système circulaire, s'est développée considérablement au cours de la dernière décennie, s'étendant dans de nombreux pays mondiaux. Ceux-ci se dotent désormais de stratégies territoriales en économie circulaire (Bruxelles Environnement, 2016).

L'économie circulaire peut être définie comme un *«système économique d'échange et de production qui, à tous les stades de vie des produits (biens ou services), vise à augmenter l'efficacité des ressources et à diminuer l'impact sur l'environnement tout en développant le bien-être des individus»* (Bruxelles Environnement, 2016). Ce nouveau système privilégie également les échelles locales, dont les chaînes de valeur sont peu délocalisables. L'économie circulaire est soutenue par sept piliers et trois domaines d'action, dont celui de la gestion des déchets. Ce domaine particulier comporte clairement les *«Re-Concepts»*, et plus précisément l'action du recyclage, qui constitue également l'un des sept piliers (Bruxelles Environnement, 2016).

Recyclage et réemploi y trouvent donc parfaitement leur place, par l'intermédiaire d'un cycle continu de la matière qui engendra de nombreux bénéfices, comme l'a souligné Bellastock (Bellastock, 2014).

2.2.3.1. Politiques circulaires, villes circulaires et chantiers circulaires

Des actions ont été proposées par l'Europe, qui contribuent à *«fermer la boucle»* de la vie d'un produit, et ce, quel que soit le domaine ou le secteur concerné. Avec pour objectif d'augmenter les actions de réemploi et de recyclage afin de contribuer à un bénéfice écologique et économique (EEA, 2016).

Deux législations seront abordées dans le cadre de ce mémoire. D'une part, la Directive 2008/98/CE qui définit les termes employés et oblige les Etats membres à reconsidérer la question de la gestion des déchets. D'autre part, le 7ème Programme d'Action pour l'Environnement, qui définit les objectifs environnementaux à atteindre d'ici 2050 et qui fait la part belle à une gestion optimale des sols et des déchets (EU, 2013).

La directive cadre révisée européenne datant du 18 novembre 2008 est pionnière de l'approche circulaire, dans laquelle sont non seulement définies les limites de la notion du «déchet» (comme le type de catégories de déchets qui peuvent être valorisés), mais également les normes des déchets et leur gestion. Les définitions de recyclage et de réemploi citées plus haut sont incluses dans ladite directive.

L'article 11 de cette même législation impose que les états membres prennent des mesures et des objectifs pour promouvoir le réemploi dans tous les domaines possibles (EU, 2008). De ce fait, la directive a très clairement stipulé que les membres de l'UE devaient se munir d'un plan d'action de gestion des déchets avant la fin de l'année 2013, même si ce dernier peut être flexible quant aux objectifs et aux programmes mis en œuvre (EEA, 2016). Cette directive précise entre autres que d'ici à 2020, les options de réemploi et de recyclage devront passer à minimum 70% du poids des terres utilisées dans les projets (EU, 2008).

Trente-six pays et régions possèdent donc un programme de gestion des déchets dans lequel le recyclage et le réemploi ont des rôles et des prédominances différentes en fonction de chaque pays. Les programmes de gestion des déchets sont donc uniques à chaque pays et parfois même, propres à chaque région. La Belgique, par exemple, dispose de trois plans correspondant aux trois régions. De plus, la Belgique et plus particulièrement la Flandre, s'est fixée cinq objectifs d'utilisation raisonnée des matériaux dans le secteur de la construction, dont un requiert spécifiquement le réemploi des matériaux (EEA, 2018).

Le Luxembourg et l'Allemagne ne font quant à eux pas référence au secteur de la construction dans leurs objectifs liés au domaine du réemploi et du recyclage, même s'ils possèdent des objectifs généraux de réemploi ou de recyclage (EEA, 2018). Le pays s'étant fixé le plus d'objectifs dans le secteur de la construction est l'Irlande du Nord, qui s'est dotée d'une politique de réemploi des sols de friche ainsi que de l'asphalte des routes (Eurostat, 2017).

L'article 4 de cette directive établit une hiérarchie de priorité pour la gestion des déchets que devront suivre les membres de l'Union européenne, dans le but d'améliorer la mise en œuvre de l'économie circulaire dans les pays. Il y a été conclu que la prévention était la meilleure option pour éviter l'accumulation et la gestion des déchets (EU, 2008 et EEA, 2018). La «*preparation for reuse*» (trad. «*préparation au réemploi*»), se trouve être la première action de valorisation à déployer prioritairement lorsque le produit concerné est légalement nommé «*déchet*». Cette catégorie n'est pas tout à fait identique au réemploi, puisqu'elle est définie comme étant : «*checking, cleaning or repairing recovery operations, by which products or components of products that have become waste are prepared so that they can be reused without any other pre-processing*» (EEA, 2018). La distinction entre réemploi et préparation au réemploi réside dans leurs domaines légaux d'interventions : alors que la «*preparation for reuse*» est comprise dans les règlements de prévention des déchets, le «*reuse*» (trad. réemploi) est une partie du règlement de gestion des déchets (EEA, 2018).

La figure ci-dessous (Figure 2.3) confirme la prévalence du réemploi face au recyclage, qui est moins avantageux puisque cette dernière action implique la transformation du matériau d'origine et nécessite donc un apport d'énergie (Bellastock, 2014). Enfin, toute autre forme de valorisation pouvant aller jusqu'à l'élimination du déchet par sa mise en décharge peut être envisagée (Eurostat, 2017).

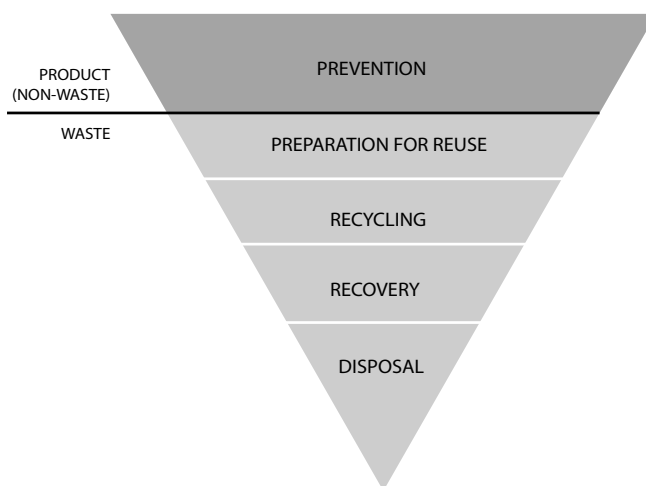


Figure 2.3 : La pyramide de la gestion des déchets (Source : Réalisation par l'auteure, d'après EEA Report No 4/2018). On considère le réemploi comme étant «*preparation for reuse*», qui est la première phase de gestion des déchets à envisager.

La figure à la page ci-contre (Figure 2.4) est celle de la «*Delft Ladder*». Basée sur la figure 2.3, la Delft Ladder est un exemple d'actions prioritaires précises à mener dans le cadre d'un projet architectural dans lequel cinq transformations de l'objet d'origine sont possibles avant son élimination, action qui est elle aussi hiérarchisée (Van Battum E., 2016).

Dans ce que nous avons nommé «*réemploi*» (voir partie définitions), on retrouve : «*element reuse, material reuse (recycling), useful application, immobilisation with useful application and immobilisation without useful application*». L'ordre de priorité au sein des actions est ici énoncé comme étant :

1. Le réemploi de l'objet dans son entièreté
2. Le réemploi des matériaux qui le composent
3. Application utile, que ce soit par l'immobilisation de l'objet ou non et enfin,

4. Immobilisation inutile de l'objet au sein du projet.

Il existe donc différentes possibilités de pratiquer le réemploi et un ordre de préférence des actions (Van Battum E., 2016). Les différentes formes de destruction sont également précisées et nous pouvons noter que l'option «landfill» (trad. «enfouissement») est la dernière à envisager.

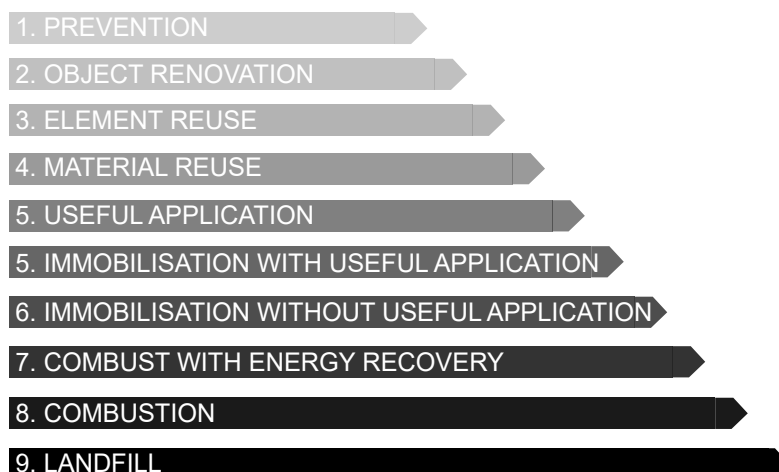


Figure 2.4 : The Delft Ladder, la pyramide de gestion des déchets plus élaborée (Source : Réalisation par l'auteur d'après Van Battum E., 2016). La hiérarchisation des déchets au sein des projets architecturaux.

Nous définissons donc, au regard des hiérarchies reprises ci-dessus, un ordre de prévalence en matière de gestion et de prévention des déchets : le réemploi («toute opération par laquelle des produits ou des composants sont utilisés de nouveau pour un usage identique -ou différent- à celui pour lequel ils avaient été conçus»), suivi par le recyclage («toute opération de valorisation par laquelle les déchets sont retraités en produits, matières ou substances à d'autres fins»). Nous établissons par ailleurs une préséance des actions in situ (c'est à dire, au sein du projet sur l'emplacement même de l'objet) sur celles ex situ.

En se basant sur les hiérarchies citées ci-dessus, le Centre Interdisciplinaire de Formation des Formateurs de l'Université de Liège (Acronyme CIFFUL) a conçu un guide permettant de réaliser des chantiers circulaires afin de sauvegarder un maximum de ressources matérielles et de diminuer les possibles conséquences néfastes sur l'environnement (Cifful, 2013). Le terme de «réutilisation» y est employé et confirme la disparité de l'utilisation des terminologies des Re-Concepts, évoquée précédemment (voir Chapitre «2.1.2.Absence de définitions francophones unanimement reconnues»).

L'organisme énumère une liste d'actions envisageables lorsque débute un chantier, illustrée dans la figure ci-dessous (Figure 2.5). Les trois premières actions se déroulent sur le site d'origine et sont considérées comme préférables aux actions quatre et cinq, dans lesquelles les matériaux sont évacués et valorisés dans d'autres projets (Cifful, 2013). Il confirme ainsi la préséance des actions de réemploi sur celles de recyclage.

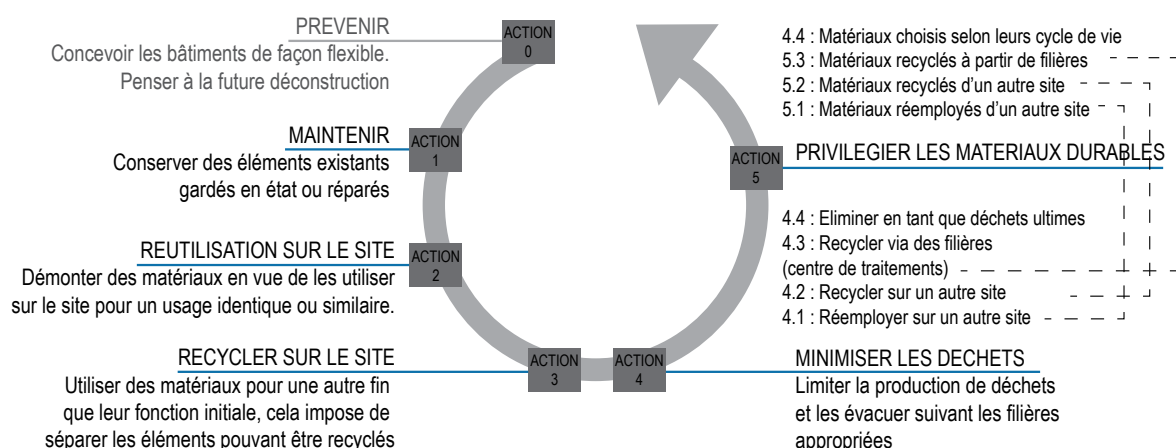


Figure 2.5 : Hiérarchisation des actions pratiques à mettre en place sur les chantiers de projets paysagers ou urbanistiques (Source : Réalisation par l'auteur d'après Cifful, 2013). Dans cette figure, le terme de «réutilisation» se réfère au réemploi.

2.2.3.2. Flux de matière dans le système circulaire : Upcycling et Downcycling

En rompant avec le système jusqu'alors traditionnel de production linéaire, le système circulaire instaure une logique de boucle, dans laquelle la valeur d'un produit sera optimisée à chaque étape de sa transformation, de sa production à son évacuation finale, parfois inexorable (Cifful, 2013 et Bellastock, 2014). Il s'agit donc de réintégrer la matière dans un nouveau cycle, ou tout au moins, d'en prolonger la durée de vie (EEA, 2016).

S'opposant au «*cradle to grave*», le «*cradle to cradle*» a été instauré par le chimiste allemand Braungart et l'architecte américain McDonough pour la première fois en 2001. Ce concept est dès lors devenu une notion connue de valorisation des déchets, développée autour d'un nouveau cycle de vie d'un produit (qui n'est pas uniquement restreint au domaine de la construction et de la démolition) par l'intermédiaire de deux types de valorisation : l'upcycling ou le downcycling, selon la qualité du produit final (Braungart M., McDonough W., 2011).

De ce fait, l'upcycling est un processus où on recycle «*vers le haut*» (càd avec une amélioration de la qualité de l'objet) tandis que le downcycling (parfois repris sous le terme de «*sous-cycler*») signifie quant à lui «*recycler vers le bas*», puisque l'état final de l'objet a moins de valeur que l'objet de départ (la qualité de l'objet ayant été détériorée). Cette dernière forme de recyclage est la plus utilisée (EEA, 2015b et Braungart M., McDonough W., 2011).

Nous établissons donc (comme introduit dans le Chapitre «2.1.2.3. Justification du choix des définitions employées») que le recyclage est un processus de valorisation de déchets dont l'objet final possède moins de valeur que l'objet initial. Il s'agit donc d'un procédé de destruction partielle.

2.2.3.3. Les flux de matériaux : présentation des méthodes d'évaluation

L'évaluation des actions de valorisation et de gestion des déchets n'est pas explicitée dans les directives européennes et autres réglementations. De ce fait, il n'existe que très peu de renseignements fournis (sous la forme de data) concernant les flux de matériaux qui pourraient permettre une évaluation de la circularité d'un système (EEA, 2015c). Deux méthodes sont citées et utilisées dans les études de quantification et de qualification des flux dans certains projets. Ces procédés permettent d'identifier les moyens à mettre en œuvre pour obtenir une gestion plus efficace des ressources au sein d'un espace (EEA, 2015c et EcoRes, ICEDD, BATir, 2015). Il s'agit du «*Material Flow Analysis*» (acronyme MFA) et du «*Life Cycle Assessment*» (acronyme LCA), repris en encadré dans la figure ci-dessous (Figure 2.6).

La figure présente les différentes méthodes d'évaluation d'un projet, à savoir les méthodes MFA et LCA (Osmond P., 2008). Regroupés sous la catégorie d'évaluation métabolique (METABOLIC), désignant un espace en transformation, nous retrouvons, dans cette catégorie, l'analyse des projets sous l'angle des matériaux utilisés (MATERIAL). Enfin, nous nous intéresserons aux flux de matériaux présents (FLUXIONAL) dans lesquels sont comprises les méthodes MFA et LCA (Osmond P., 2008). L'intérêt des deux méthodes est qu'elles permettent dégager les flux internes d'un système, à savoir les «3R». L'objectif général de ces techniques est d'obtenir un bilan global des matériaux réemployés ou recyclés (EEA, 2015c et Osmond P., 2008).

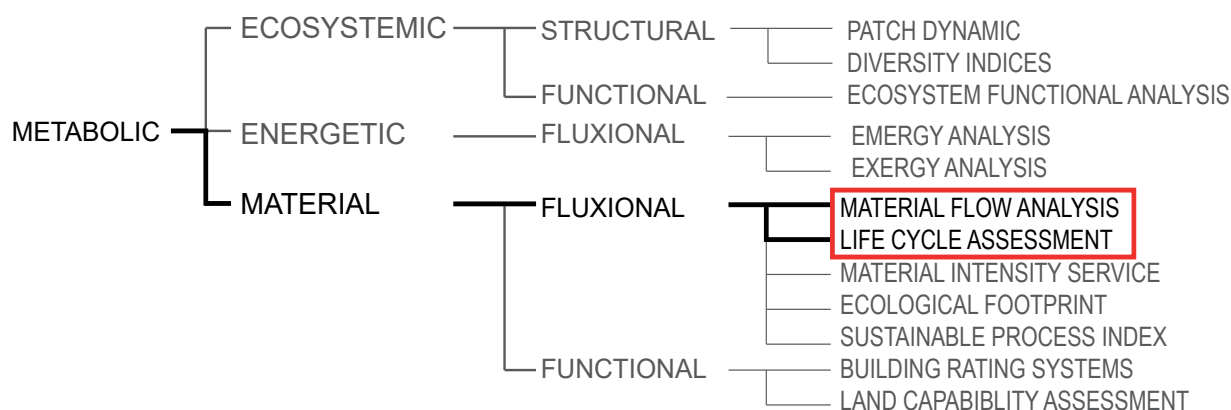


Figure 2.6 : Liste des méthodes d'évaluation des projets (Source : Réalisation par l'auteur d'après Osmond, P. 2008). La méthode du «*Material Flow Analysis*» figure parmi les méthodes d'évaluation métaboliques des projets, aux côtés de la méthode du «*Life Cycle Assessment*».

MFA est issue d'une méthode Eurostat de comptabilité des flux de matières premières intrants et sortants d'un système dont les limites géographiques sont bien définies et dans un système temporaire également défini par l'auteur de l'étude (Osmond P., 2008). Les stocks de matériaux et les flux sont exprimés de façon explicite et sont calculés en tonne de matériaux. Il est donc considéré comme un outil performant de mesure des tendances d'utilisation des matériaux ainsi que de gestion des déchets (Osmond P., 2008 ; EEA, 2015c et EcoRes, ICEDD, BATir, 2015). Les flux internes au système liés à la valorisation des déchets sont représentés par la flèche en rouge dans la figure ci-dessous (Figure 2.7).

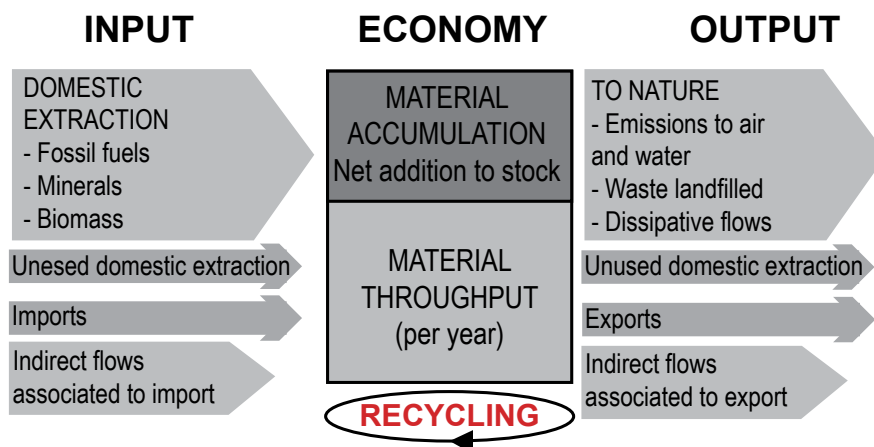


Figure 2.7 : La méthode «Material Flow Analysis» complète (Source: Réalisation par l'auteur, d'après EcoRes, ICEDD, BATir, 2015). Les flux internes sont représentés par la flèche «Recycling».

La méthode du LCA est définie par les normes ISO 14040 permettant d'évaluer l'impact environnemental d'un produit (ou d'un déchet) lors de toutes ses étapes de production et de transformation, jusqu'à son évacuation, comprenant ainsi les possibles étapes de valorisation des déchets (Osmond P., 2008).

Dans la suite de ce travail, la méthodologie appliquée aux cas d'études n'intègre pas à l'identique les deux méthodes présentées (MFA et LCA). Néanmoins, elle s'inspire du principe de l'MFA, c'est-à-dire l'étude d'un territoire par l'analyse de ses flux en considérant le périmètre en tant que stock alimenté par des «inputs» et produisant des «outputs».

2.3. RÉEMPLOI ET RECYCLAGE DANS LES PROJETS PAYSAGERS

Le réemploi, quel que soit le projet concerné, implique une reconsidération de l'ensemble du système du projet, une vision différente des lieux et une logistique de flux de matière qu'il convient de repenser afin de «faire avec», généralement dans le souhait de limiter les destructions (Amsing T., 2016 et D'Arienzo R., 2014). Pourtant, le fait de détruire des constructions puis de les reconstruire semble aux premiers abords plus facile aux aménageurs et aux autorités, que de les rénover. Il n'en demeure pas moins que cette pratique n'est plus une solution acceptable, que ce soit socialement ou durablement (D'Arienzo, 2014). De ce fait, la démolition est souvent impopulaire et est devenue une méthode de projet moins bien acceptée et reçue par le public (D'Arienzo R., 2014 et EEA, 2016).

Le principe du réemploi au sein du projet est de «changer quelque chose en quelque chose d'autre», comme l'indique Braae E. dans son ouvrage «Beauty Redeemed». Le fait de pouvoir créer à partir de déchets (en anglais : «designing with waste materials») est un concept apparu récemment qui, dans la construction de paysages, implique le réemploi de matériaux issus de structures démolies mais également de projets paysagers (Watkins J., 2019). Par ailleurs, le guide «Designing out waste», conceptualisé par le Landscape Institute en Angleterre, a fourni une liste de questions génériques qui permettent de mieux cerner les possibilités de valorisation de déchets dans les projets paysagers telles que : «Can materials from demolition of the buildings be recovered and reused in the landscape design? Can materials from the clearing of existing landscapes be recovered and reused in the landscape design? Where materials from the existing landscape are reused, can they be reused at their highest value, for example timber for walkways instead of shredding?» (Watkins J., 2019).

D'une façon générale, les projets se doivent par conséquent d'être plus attentifs aux conditions spécifiques des milieux dans le but d'activer de nouveaux cycles vertueux (D'Arienzo R., 2014). Le point de départ d'un projet de transformation, de réemploi ou de recyclage possède par ailleurs des particularités, qui seront présentées dans la suite de ce chapitre. Des généralités dans les démarches à suivre dans la réalisation d'un projet impliquant le réemploi ont déjà été décrites par le CIFFUL dans son guide du réemploi et de la réutilisation des matériaux (Cifful, 2013).

Il y est indiqué l'importance de la réalisation d'un audit préalable* ainsi que d'un «*waste audit*»* dont le but est d'estimer le potentiel du site et des équipements présents ainsi que de relever les risques d'une possible contamination et pollution* (Cifful, 2013 et Watkins J., 2019). Il est par la suite recommandé au maître d'œuvre* de «*définir les critères de sélection de l'auteur de projet*», auprès duquel il imposera l'intégration du réemploi ou du recyclage dès le début du projet. Il convient ensuite à l'auteur de projet de dresser un inventaire directeur de l'existant, dans le but d'intégrer le réemploi et le recyclage dans toutes les étapes du projet (Cifful, 2013).

Durant les phases de chantier, les auteurs de projets et entrepreneurs devront se munir d'un plan de gestion des déchets afin de maîtriser les flux de matières internes entre les différentes destinations ainsi que de gérer l'organisation supplémentaire qu'implique le réemploi (Cifful, 2013). De ce fait, il a été conclu par l'Agence pour l'Environnement Européenne (acronyme EEA) que la complexité de l'application du réemploi et du recyclage réside dans les différentes synergies à trouver dans un temps et un lieu précis afin de créer une circularité des objets au sein d'un même territoire (EEA, 2015b). Des collaborations doivent être préalablement mises en oeuvre entre différents acteurs (EEA, 2015a).

L'institut du paysage d'Angleterre dresse une liste d'opportunités applicables aux projets paysagers résumées dans le tableau ci-dessous (Tableau 2.3). Ainsi, plusieurs actions de réemploi et de recyclage sont proposées à chaque étape d'un projet paysager, qui peut débuter par la déconstruction* ou par la démolition sélective* des bâtiments existants (Watkins J., 2019). L'institut a identifié deux opportunités relatives au réemploi des sols, que ce soit par la transformation des roches en couches de drainage ou par le réemploi des sols en tant que terres de compost. D'une manière générale, une partie des actions doivent être réalisées avant le début des chantiers au moyen d'audits* et d'études préalables (Watkins J., 2019).

Opportunités – étapes de réalisation du projet	Descriptions
Réemploi / Recyclage de matériaux issus de la démolition de bâtiments existants	<ul style="list-style-type: none"> -Utilisation de matériaux en tant que base de drainage, de remblai ou de la formation d'une nouvelle topographie (buttes, etc...). -Réemploi de briques, en tant que morceaux de murs, de colonnes de structures paysagères. -Réemploi d'ardoises en tant que paillage ou bardages de structures. -Réemploi des tuiles des toits en tant que bardages de structures. -Réemploi du béton pour les bases des remblais.
Réemploi / Recyclage de l'existant avant-projet (réemploi du site en lui-même)	<ul style="list-style-type: none"> -Entreprendre un audit des sols et des audits de pré-démolition au début du projet dans le but d'identifier les types de sols, les normes, leurs qualités et le potentiel pour le réemploi in situ, ex situ ou encore le recyclage de ces éléments. -Utiliser la topographie existante lorsque c'est possible, afin de minimiser les intrants et les actions d'excavations.
Réemploi / Recyclage de l'existant - Etape de démolition et de préparation du site	<ul style="list-style-type: none"> -Mettre de côté les matériaux (dits « durs » càd pavés, béton, dalles, etc...) de grande valeur et de qualité pour les réemployer sur site ou les revendre.
Réemploi / Recyclage des Matériaux issus du déblaiement des sites étudiés	<ul style="list-style-type: none"> -Réemployer le goudron et l'asphalte pour d'autres projets, tout comme les matériaux dits « durs » (des pavés, dalles, du béton, etc...). -Amasser les surfaces des sols pour les réemployer et pour produire du compost issu de la végétation existante.
Réemploi / Recyclage des éléments ponctuels existants (fourniture, mobilier, éclairage,...)	<ul style="list-style-type: none"> -Réemployer les fournitures lorsqu'elles sont appropriées au nouveau projet. -Garder les fournitures lors du projet afin de les proposer à la revendre ou de les réemployer dans d'autres projets.
Réemploi / Recyclage des sols (excavation et remédiation de sols)	<ul style="list-style-type: none"> -Réemploi des roches excavées en tant que couches de drainage, de remblai, ou encore en tant que surface dans les aires de jeux. -Conservation des surfaces et traitement au sein même du site, en tant que compost ou en utilisant une méthode de remédiation s'il s'agit d'un sol pollué.

Tableau 2.3 : Liste récapitulative des actions génériques possibles du réemploi et du recyclage pour tout projet paysager, quel que soit le contexte (Source : Réalisation par l'auteur d'après Watkins J., 2019). Cette liste n'est pas exhaustive et constitue un aperçu des diverses formes que pourraient prendre le réemploi et le recyclage dans des projets.

2.3.1. Un contexte particulier : les projets post-industriels

Les types de projet paysager* étudiés dans le cadre de ce mémoire sont ceux des reconversions de sites post-industriels*, situés sur d'anciens sites sidérurgiques laissés à l'abandon, convertis en projets paysagers.

Ces paysages industriels regroupaient des activités économiques (activité de production, de transformation de la matière ou d'exploitation des ressources) mais, au milieu des années 1970, survint la grande crise de l'énergie, provoquant une récession dans le secteur de la sidérurgie en général (Les Fonds Belval, 2012).

Ces paysages abandonnés possèdent des caractéristiques très marquées comme : des sols supposément extrêmement pollués, que ce soit par des métaux lourds ou par d'autres contaminants (Dunne J., et al, 2014 et Tironi G., 2016). Ces sites recouvrent une surface généralement importante sur laquelle une usine s'implante, tout comme d'autres éléments nécessaires à la production et à la transformation du minerai*, comme par exemple des hauts-fourneaux*, chevalements*, gazomètres* ou encore des espaces de stockage. Dans le cas de l'industrie minière, ces zones prennent parfois la forme de terrils* (Fauvaux H., 2017).

Ces paysages interpellent, chaque auteur ayant son propre avis sur ces paysages (Braae E, 2015 ; Rosenberg E., 2009 ; Fauvaux H., 2017 ; Tironi G., 2016, Drouguet N., Bodeux P., 2017). Certains vont même jusqu'à les qualifier de sublimes en déambulant dans ces paysages post-industriels en ruine (Braae E, 2015 ; Tironi G., 2016 et Rosenberg E., 2009).

Une autre caractéristique de ces paysages laissés à l'abandon durant une période importante, est l'implémentation d'une nature sauvage, généralement composée d'essences pionnières. Cette flore particulière envahit parfois le site et se développe sur des sols potentiellement très pollués, comme ce fut le cas de l'un des trois projets étudiés, à savoir le projet du landschaftspark de Duisburg-Nord (Keil P., Fuchs R., Loos G.H., 2007). Le concept «*d'Industrienatuur*» (trad. «*nature industrielle*») a d'ailleurs été mis en lumière lors du projet allemand et constitue actuellement la préoccupation de l'un des pôles de recherche de la Station Biologique de Westliches Ruhrgebiet (Keil P., Fuchs R., Loos G.H., 2007 et Rosenberg E., 2009).

2.3.2. Le réemploi et le recyclage de sites post-industriels

La réhabilitation d'anciens sites sidérurgiques abandonnés en projets paysagers comporte habituellement deux étapes. La première étape débute avec l'achat de la ruine, qui permettra de remettre en état le site après avoir prodigué les études techniques et les traitements appropriés. La deuxième étape consiste à définir les affectations possibles pour le site et à les mettre en œuvre (Fauvaux H., 2017). Lorsque ces sites sont repris et réinvestis, deux types de projet de réhabilitation sont possibles, selon Fauvaux : la reconversion intégrale, dans un but principalement pédagogique et dont la conservation des caractéristiques du patrimoine est essentielle, ou la reconversion dite indirecte. Ce deuxième type de réhabilitation peut supporter des fonctions différentes aux fonctions initiales de production ou de transformation du minerai, comme des fonctions commerciales, culturelles ou encore sportives. L'ensemble des structures ne sont pas maintenues et entièrement préservées. Par conséquent, la conservation est partielle (Fauvaux H., 2017).

Dans les cas de projets de transformation de sites post-industriels, le réemploi et le recyclage peuvent adopter diverses formes. Nous pouvons toutefois constater la récurrence du réemploi de certaines structures caractéristiques de ce type de projets. Il s'agit des hauts-fourneaux ou des éléments bâtis d'une ampleur équivalente, qui deviennent les symboles de reconversion des sites. Ils sont en majorité réaffectés et forment le centre du projet (Drouguet N., Bodeux P., 2017 ; Latz P., 2016 et Tironi G., 2016).

Certains matériaux issus de sites post-industriels peuvent être réemployés in situ alors que d'autres seront traités puis réemployés hors des limites définies du projet architectural ou paysager et par conséquent, ex situ. Il est à noter que lorsque l'on définit un flux in situ ou ex situ, la question de la limite du système considéré intervient (EcoRes, ICEDD, BATir, 2015). Dans le cas de ce mémoire, nous estimons que les limites sont fixées aux situations des objets initiaux.

Le choix a été fait de ne se concentrer uniquement sur le réemploi et le recyclage des sols, de la végétation ainsi que des landmarks présents sur les sites initiaux des projets paysagers. La gestion des sols nécessitant des actions spécifiques, vous trouverez ci-dessous un aperçu des méthodes de gestion et de traitement possibles.

2.3.2.1. Aperçu des méthodes de gestion des sols

La gestion des sols est dans certains documents (UVED, 2019 ; Parlement wallon, 2018 et Ministère de la transition écologique et solidaire, 2017) mise en évidence par le biais de la pollution. Une pollution peut être avérée grâce aux études historiques et aux diagnostics environnementaux préexistants. La forme de valorisation dépend de la pollution en elle-même ainsi que de la future affectation du site (Drouguet N. et Bodeux P., 2017).

Les pollutions des sols* sont déterminées en fonction de seuils d'éléments à ne pas franchir (composés organiques persistants et substances organiques telles que les métaux lourds, hydrocarbures ou huiles minérales, pesticides, cyanures, substances tensioactives, carbone, azote, benzène) (UVED, 2019). Un polluant est défini comme étant : «*un altéragène biologique, physique ou chimique, qui au-delà d'un certain seuil, et parfois dans certaines conditions, développe des impacts négatifs sur tout ou une partie d'un écosystème ou de l'Environnement en général*» (UVED, 2019). Les terres polluées possèdent un statut de déchet selon la Décision No 2008/98/CE (Commission européenne, 2018). La liste de déchets, également reprise sous le terme de «*hazardous waste*»* (trad. «*déchets dangereux*»), figure à l'Annexe II, Chapitre 17, Section 17 05 de la directive européenne 2008/98/CE. Cette section comprend deux types de sol : d'une part les «*sols et cailloux contenant des substances dangereuses (code Eural : 17 05 03)*» et d'autre part les «*sols et cailloux autres que mentionnés dans 17 05 03 (code Eural : 17 05 04)*».

Traitement et réemploi in situ : les techniques de gestion in situ des sols pollués seront, dans le cadre de ce mémoire, réduites à trois grandes méthodes : l'atténuation naturelle, les traitements physico-chimiques et biologiques (en ce compris, la phytoremédiation) ainsi que l'immobilisation et le confinement, toutes illustrées dans la figure ci-dessous (Figure 2.8) (UVED, 2019).

L'atténuation naturelle est marquée par la stabilisation des contaminants, dont le but est de diminuer la mobilisation des polluants (Ministère de la transition écologique et solidaire, 2017 et UVED, 2019).

Les méthodes physiques ont deux visées distinctes : le piégeage ou l'évacuation de la pollution. Les méthodes chimiques consistent généralement à injecter dans les sols non excavés un oxydant, qui est censé détruire totalement ou partiellement la pollution. Les méthodes biologiques consistent en la bioremédiation (l'utilisation des micro-organismes) et en la phytoremédiation (utilisation des végétaux et leurs facultés à se développer dans des milieux pollués). Ces végétaux possèdent la capacité de stabiliser et bloquer (photoséquestration), dégrader (rhizodégradation), extraire (phytoextraction), détruire (phytovolatilisation) et parfois accumuler les polluants, grâce aux espèces dites hyperaccumulatrices (UVED, 2019).

Enfin, l'immobilisation et le confinement de la pollution consistent à éviter que les eaux s'écoulent et s'éloignent du lieu contaminé. En pratique, il s'agira de confiner la pollution en mettant en oeuvre une isolation de surface imperméable ou semi-perméable, suivie par la mise en place d'une barrière entre la source de pollution et les êtres vivants, ce qui permettra finalement de créer une barrière au-dessus de la source de pollution en végétalisant, dans le but d'éviter l'érosion (UVED, 2019).

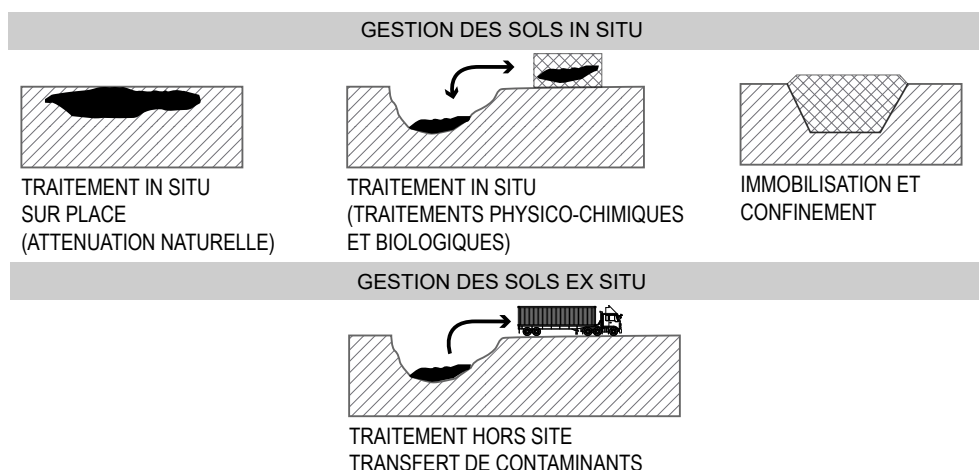


Figure 2.8 : Récapitulatif des différentes techniques existantes de gestion des sols (Source : Réalisation par l'auteur d'après UVED, 2019). Les catégories de gestion des sols in situ et une grande catégorie de gestion des sols ex situ seront analysées dans la suite du document.

Traitement, recyclage et réemploi dans d'autres projets : Un guide de valorisation des terres excavées issues de sites potentiellement pollués dans d'autres projets d'aménagement a été rédigé en 2017. Les terres excavées* extraites d'un site vers un autre, qu'elles soient polluées ou non, bénéficient toujours d'un statut de déchet, ce qui impacte leurs modalités de traçabilité et de responsabilité (Ministère de la transition écologique et solidaire, 2017). Les opérations ex situ impliquent une nouvelle dynamique de gestion et de mobilisation de la matière. Soit le site receveur* est déjà identifié, soit les terres passent par des installations de transit, de tri ou de traitement et enfin, en dernier recours, par des installations de stockage de déchets (Ministère de la transition écologique et solidaire, 2017). Le recyclage, quant à lui, peut être traité hors site ou au sein du site, pour ensuite y être réintégré, même si ce procédé reste moins bénéfique pour l'environnement principalement à cause du transport de matériaux (Magnusson S., 2016).

Certaines contraintes justifient le choix d'une technique de traitement des sols dans les projets. Une liste non exhaustive de contraintes a été dressée par l'Université Virtuelle Environnement et Développement Durable (acronyme UVED) afin de choisir les techniques optimales. Il s'agit du type de pollution, comme indiqué précédemment, du volume et de la surface à traiter (qui impacte fortement le coût), de l'accessibilité au site (pour les machines), du type de sol (perméabilité, nature, etc.), de la présence d'une activité humaine ou encore des délais de traitement et du niveau de dépollution à atteindre (UVED, 2019).

Une évaluation des coûts a été proposée par l'Ademe en 2011, même s'ils varient fortement selon le procédé et le type de pollution retrouvée ; les traitements biologiques sont les solutions les moins coûteuses et à l'inverse, l'incinération correspond à l'action la plus coûteuse. Les coûts varient si le traitement est in situ (entre 10 et 40euros/tonne) en moyenne en 2010 ou ex situ (entre 45 et 135euros/tonne) (UVED, 2019).

Dans la suite de ce document, nous nous focaliserons sur quatre grandes catégories de traitement présentées : l'atténuation naturelle, les traitements physico-chimiques et biologiques, l'immobilisation et enfin, le transfert de contaminants (ex situ).

2.3.4. Les contraintes et les avantages connus du réemploi dans les processus de projet

Les nombreuses contraintes liées au réemploi et au recyclage ont été identifiées par les acteurs du secteur de la construction (Bellastock, 2014 et Ademe, 2016). L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (acronyme Ademe) a, par ailleurs, établi les différents freins qui entravent le réemploi des produits et des matériaux de construction au sein des domaines prioritairement de l'architecture et des travaux publics. L'Ademe est par ailleurs reconnue en tant qu'experte et conseillère dans les domaines de la gestion des déchets, de la préservation des sols, etc. (Ademe, 2016). L'agence a analysé de nombreux projets français et a ainsi établi les freins et les leviers possibles au réemploi et au recyclage. Cette étude s'est limitée à l'échelle du produit, du matériau ; elle concernait principalement les surplus de chantier, comme les restes de peintures, les chutes de pose etc. (Ademe, 2016).

Les contraintes juridiques sont généralement perçues sous l'angle de la terminologie du mot «déchet» et des normes liées à sa valorisation, sa gestion et son évacuation. Même si la directive 2008/98/CE introduit des normes minimales à respecter pour les activités de traitement et de transformation de la matière (Article 27 de la directive 2008/98/CE), celle-ci ne reprend pas l'ensemble des actions à mettre en œuvre et demeure floue (Moinet M., 2018).

Les contraintes économiques, logistiques et environnementales dépendent quant à elles fortement du contexte géographique dans lequel le réemploi ou le recyclage opèrent. Le résultat final et les différentes étapes de la transformation sont typiques de chaque projet et constituent également des facteurs décisifs dans l'étude des contraintes engendrées. L'Ademe souligne en outre les contraintes logistiques bien trop souvent rencontrées, comme l'entreposage ou encore la méfiance des acteurs vis-à-vis des produits proposés issus des filières du réemploi.

Des synergies doivent par conséquent être mises en place afin de maîtriser et de contrôler les flux de ces matériaux au sein des différents projets. Dans un environnement aussi complexe que l'échelle du territoire, le défi est donc d'organiser des actions et de coordonner tous les acteurs, qui possèdent des intérêts parfois bien différents (EEA, 2015a).

Bien qu'il ne soit pas aisé de tirer des conclusions sur le réemploi, l'Ademe et Bellastock ont soulevé certaines problématiques récurrentes visibles ainsi que les leviers permettant de les résoudre, retranscrites dans le tableau ci-dessous (Tableau 2.4). Les grandes catégories sont : juridiques, économiques, environnementales et logistiques.

Catégories de freins	Description des freins	Leviers possibles
Juridique	<ul style="list-style-type: none"> -Evolutions réglementaires et statut de déchet -Responsabilité civile professionnelle 	-Le Maître d'Ouvrage doit définir son programme et ses objectifs environnementaux de réemploi et de réutilisation, qui doivent ensuite être traduits par le Maître d'œuvre dans les documents de consultation des entreprises pour leur permettre de proposer des solutions intégrant le réemploi ou le recyclage.
Economique	<ul style="list-style-type: none"> -Compétitivité des matériaux de réemploi 	-Le modèle économique à mettre en place pour permettre le réemploi doit être traité au cas par cas et adapté aux conditions spécifiques des chantiers, notamment en ce qui concerne les distances de transfert (entre les chantiers et les plateformes d'entreposage, l'idéal prescrit par l'Ademe est le cas constaté lors des échanges entre chantiers de Soldating, à moins de 30km).
Environnemental	<ul style="list-style-type: none"> -Définition des conditions d'acceptabilité environnementale des terres -Risque de présence d'amiante dans les enrobés 	-Mise en place d'une traçabilité robuste et de tests de compatibilité des matériaux entre le chantier émetteur et le chantier receveur
Acteurs / Logistique	<ul style="list-style-type: none"> -Organisation de la commande publique et privée -Entreposage sur site / hors site -Défiance des acteurs vis-à-vis des produits de réemploi 	<ul style="list-style-type: none"> -Mise en place d'une traçabilité robuste et de tests de compatibilité des matériaux entre le chantier émetteur et le chantier receveur -Inscription des pratiques de réemploi et de recyclage directement dans les prescriptions des cahiers des charges

Tableau 2.4 : Les contraintes enregistrées dans le domaine des travaux publics (Source : réalisation par l'auteur, d'après l'Ademe, 2016). Quatre grandes catégories soulignent l'importance des contraintes engendrées par le réemploi. Les leviers sont des pistes d'action qui permettraient de mieux gérer le réemploi dans les travaux publics.

En ce qui concerne les bénéfices écologiques, quels que soient les domaines considérés, il a été estimé que la gestion des déchets par l'intermédiaire des processus de recyclage et de réemploi a permis d'épargner entre 6% et 12% du volume total de matériaux utilisés en Europe (EEA, 2015c).

Des calculs génériques ont permis de mettre en évidence que le réemploi de 30 000m³ de sols excavés peut réduire les émissions de CO² d'environ 100tonnes. Néanmoins, ces calculs sont purement théoriques, puisque le réemploi peut être ex situ et acheminé à d'autres sites de construction (EEA, 2015c).

Les possibles bénéfices économiques dépendent à nouveau du contexte du projet et de la finalité du matériau initial considéré. De ce fait, les bénéfices économiques générés par le recyclage ne sont pas entièrement avérés, étant donné que le recyclage peut parfois être plus cher que l'achat de nouveaux matériaux (Moinet M., 2018).

L'économie des moyens est avérée dans le cas du réemploi in situ. Il n'en va pas de même pour le réemploi ex situ qui soulève le problème de la disponibilité des matériaux et de leurs prix «neufs», qui peuvent varier d'une région à l'autre (Ademe, 2016). Néanmoins, le fait que le prix d'achat ne doit pas être le seul indicateur, les bénéfices devant être évalués tout au long de leur cycle de vie, a déjà été mis en évidence par l'EEA (EEA, 2015c).

RÉSUMÉ PARTIE 02 – ETAT DE L'ART

Le réemploi et le recyclage sont devenus des pratiques encouragées par les institutions européennes, quel que soit le secteur considéré. Dans le secteur de la construction, les états membres de l'UE devront, à l'horizon 2050, y accorder plus d'importance et augmenter le nombre d'actions favorisant le réemploi et le recyclage au sein de leurs projets. De nombreux plans, directives et programmes confirment l'engagement pris par l'UE destiné à réduire la production de déchets ainsi qu'à limiter l'utilisation intensive des ressources en substituant le système actuel à un système plus soucieux des enjeux environnementaux, autrement dit un système circulaire.

Ces nouvelles législations, ayant émergé au cours de ces dix dernières années, font la part belle aux «3R» et ont par ailleurs défini les termes employés dans la gestion des déchets ainsi qu'un ordre de priorité dans les actions à mener.

Nous définissons le réemploi comme étant *«toute opération par laquelle des produits ou des composants sont utilisés de nouveau pour un usage identique ou différent à celui pour lequel ils avaient été conçus»*. Le recyclage signifie quant à lui *«toute opération de valorisation par laquelle les déchets sont retraités en produits, matières ou substances à d'autres fins. Cela inclut le retraitement des matières organiques, mais n'inclut pas la valorisation énergétique, la conversion pour l'utilisation comme combustible»*. Au niveau de l'ordre de priorité, la hiérarchie de gestion des déchets confirme la préséance du réemploi in situ sur le réemploi ex situ et enfin, du recyclage ; ce dernier impliquant une détérioration partielle du déchet initial. L'enfouissement, la mise en décharge ainsi que l'élimination sont à éviter dans la mesure du possible et se situent à la fin de la hiérarchie de gestion des déchets.

Les démarches permettant de réaliser un projet paysager comprenant le réemploi ou le recyclage concernent toutes les étapes, de la conception à la réalisation. Les objectifs du réemploi et du recyclage dans les projets consistent à limiter les destructions et les intrants, en augmentant les flux de matériaux internes. La prise en compte de l'existant dans les projets nécessite une bonne visualisation des déchets qui jonchent le site et des études préalables sur leurs qualités ainsi que les probables traitements à effectuer. Bien que certaines actions de réemploi et de recyclage aient été mises en évidence pour chaque déchet grâce à certains organismes (comme l'Ademe, Bellastock ou encore le Cifful) il est indispensable d'analyser les caractéristiques spécifiques aux projets et l'environnement dans lequel ils se situent.

Dans le cas des projets paysagers prenant place sur des sites post-industriels abandonnés, plusieurs caractéristiques sont bien souvent rencontrées dans la littérature, tels que des sols très généralement pollués, une nature pionnière ainsi que des structures bâties imposantes, parfois regroupées sous le nom de landmarks. Si deux de ces caractéristiques, les landmarks et la végétation, sont en majorité réemployées et préservées dans les projets paysagers contemporains, les sols, quant à eux, nécessitent généralement des traitements particuliers selon leur état de pollution, avant de pouvoir être réintégrés dans un projet. La gestion des sols peut être in situ (atténuation naturelle, traitements physico-chimiques et biologique, immobilisation et encapsulement) ou ex situ.

Les contraintes engendrées par les pratiques du réemploi ou du recyclage dans les projets paysagers sont nombreuses et d'ordre juridique, économique, environnemental et logistique. Toutefois, les pratiques du réemploi et du recyclage ne sont que très peu documentées et les avantages ainsi que les inconvénients qui peuvent être liés à ces pratiques dépendent également des conditions de chaque projet.

3.1. OBJECTIFS DE RECHERCHE

Les deux premières parties de ce travail ont permis de soulever l'importance des enjeux de la valorisation et de la gestion des déchets et leurs possibles applications au sein de projets paysagers. La suite de ce document se concentrera sur une analyse des méthodes du réemploi décliné autour de trois cas d'études prenant place sur des sites post-industriels.

Le mémoire répond à trois objectifs de recherche :

1. Identifier les différentes méthodes employées dans la gestion des déchets (les déchets considérés sont ceux des sols, de la végétation et des landmarks), et plus spécifiquement les méthodes du réemploi et du recyclage.
2. Déterminer la forme de valorisation la plus employée dans les trois projets paysagers étudiés
3. Estimer les bénéfices engendrés par l'emploi de ces méthodes

3.2. MÉTHODOLOGIE

3.2.1. Objectifs et stratégies

A chaque objectif de recherche énoncé ci-dessus sont reliés des moyens différents, mais dont le but final est la démonstration de la pertinence de l'utilisation des concepts de réemploi et de recyclage et de la comparaison des techniques employées. Comme souligné précédemment, l'étude comparera trois projets paysagers en proposant d'une part, une analyse qualitative des processus et méthodes mises en place pour générer le réemploi et le recyclage des sols, de la végétation et des landmarks (Objectif 1) et d'autre part, une analyse quantitative de l'utilisation du recyclage et du réemploi (Objectifs 2 et 3).

Le premier objectif de recherche pourra être atteint grâce à l'élaboration d'une grille d'analyse des projets qui mettra en évidence les différents moyens mis en œuvre et toutes les formes de valorisation des déchets au sein des trois projets. La grille d'analyse (qui sera présentée au Chapitre «3.2.4. Réponse au premier objectif: élaboration de la grille d'analyse») est basée sur un «*waste audit*»*, c'est-à-dire un document prenant la forme d'un audit des déchets sur un site. Il permet généralement de mettre en évidence les déchets avant leur valorisation et constitue donc une base pour ce travail (Commission européenne, 2018).

Le «*waste audit*» est généralement accompagné d'un ensemble d'informations, qui se retrouvent dans ce document dans les analyses des projets. Il comprend donc : une description générale du projet, les informations concernant les propriétaires et les propriétés, la localisation du site et de ses alentours, un historique des rénovations et des utilisations du site (voir Chapitre «3.2.2.1. Présentation des situations géographiques et temporelles globales»). Dans le cadre de la gestion des déchets, les informations importantes à avoir sont: la quantité totale de déchets engendrés (exprimé en tonnes, mètres cubes ou autres unités), un résumé des déchets dangereux et polluants identifiés, une description de la méthodologie prévue et des techniques employées (Commission européenne, 2018).

Afin de répondre au deuxième objectif, l'étude se concentrera sur l'exploration de trois éléments : les sols, la végétation et les «*landmarks*» et formulera une analyse quantitative. Un inventaire des actions menées sur ces trois déchets sera réalisé, suivi par un bilan global de l'utilisation de ces éléments exprimé en pourcentages de surfaces réemployées et recyclées sur l'ensemble de la surface des projets.

Enfin, l'analyse des bénéfices écologiques (Objectif 3) permettra de définir l'importance et l'intérêt de l'utilisation du réemploi et du recyclage. Elle prendra la forme d'une analyse des actions évitées par l'utilisation de ces méthodes et sera agrémentée de quelques chiffres.

3.2.2. Choix des projets paysagers : présentation et justification

De nombreux projets sur d'anciens sites sidérurgiques ont vu le jour en Europe depuis l'effondrement du secteur industriel européen (Drouguet N., Bodeux P., 2017). La carte ci-dessous (Figure 3.1) reprend les sites comprenant des hauts-fourneaux sur lesquels des projets de réhabilitation avaient déjà vu le jour en 2017. Aucun projet en Belgique n'a été répertorié, vu qu'aucun projet comprenant des hauts-fourneaux n'a été réalisé. Plusieurs sites en Allemagne sont cités par Noémie Drouguet et Philippe Bodeux. Il s'agit des projets du Landschaftspark de Duisburg-Nord (un projet de parc paysager à Duisburg), du Parc d'activités de Phoenix-West (un projet de parc d'activités à Dortmund), du projet de la région de Hattingen (un projet en cours de transformation des hauts-fourneaux en musée), du projet de Saarland (projet de centre commercial situé à Neunkirchen) et enfin, du projet de Volklingen (projet à Sarrebruck, devenu site mondial Unesco). Ces projets sont compris dans les bassins industriels* de la Rhur et de la Sarre, qui pourtant gardent encore des sites sidérurgiques en activité dans leurs territoires. Au Luxembourg, un seul projet de ce type existe : le projet du Nouveau Belval à Esch-sur-Alzette (un projet d'université accompagné d'autres fonctions) et enfin, en France, seul le projet de Uckange (dont le haut-fourneau 4 a été préservé par un ancien groupe de sidérurgistes) a été identifié par Noémie Drouguet et Philippe Bodeux.

FIGURE 3.1.

CARTOGRAPHIE DE LA LOCALISATION DES PROJETS EUROPÉENS DE RECONVERSION DES SITES SIDÉRURGIQUES COMPRENANT DES HAUTS-FOURNEAUX

Source : Réalisation par l'auteur d'après Google Earth (2019) et Drouguet N., Bodeux P., 2017.

Echelle : 0m 25km 50km



LÉGENDE

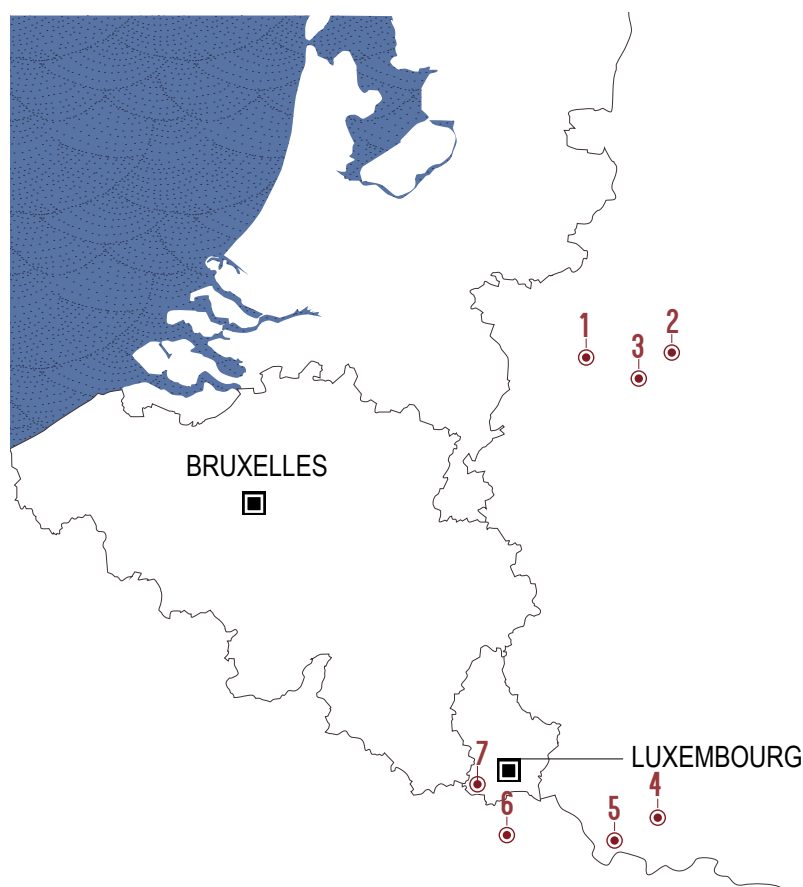
PROJETS

- 1 Landschaftspark de Duisburg-Nord (GE)
- 2 Parc d'activités de Phoenix-West (GE)
- 3 Hattingen (GE)
- 4 Neunkirchen (GE)
- 5 Volklingen (GE)
- 6 Uckange (FR)
- 7 Projet du Nouveau Belval (LUX)

LIMITES ADMINISTRATIVES

— Limites nationales

■ Capitales



Le choix de deux des trois projets s'est fait suivant une liste de critères, à savoir :

- Emploi des Re-concepts (critère 1) : Le but de ce mémoire étant de mettre en évidence l'application des principes de recyclage et de réemploi, il est évident que les projets sélectionnés ont eu recours à ces principes d'une façon ou d'une autre.
- Surface allouée au projet (critère 2) : Afin de comparer les méthodes de réemploi et de recyclage sur des projets différents, la superficie de ces derniers devait être importante, pour permettre des bénéfices non négligeables.
- Documentation présente (critère 3) : La documentation a été un critère décisif dans le choix des projets étudiés (certains ne sont pas documentés et le réemploi et le recyclage ne sont pas identifiés et reportés).
- (Re)connaissance du projet (critère 4) : Certains projets ont une visibilité et une reconnaissance plus importante que d'autres, que ce soit par le grand public ou par les experts.

Les projets du Landschaftspark de Duisburg-Nord et du Nouveau Belval ont été une évidence, puisqu'ils répondent au mieux aux critères définis. Un troisième projet a été choisi, afin de permettre une comparaison avec un projet belge : il s'agit du projet de C-Mine/Winterslag de Genk (en région flamande).

Justification du choix du projet du Landschaftspark de Duisburg-Nord (Allemagne)

Le projet du Landschaftspark de Duisburg-Nord en Allemagne est considéré par de nombreuses sources comme étant l'un des projets de référence de reconversion de paysages post-industriels, grâce à l'approche innovante de Peter Latz, l'architecte paysagiste en charge du projet (A + T, 2008 ; Braae E., 2015 ; Drouguet N., Bodeux P., 2017 ; Dunne et al., 2014 ; Fauveaux H., 2017 ; Krinke R., 2001 ; Rosenberg E., 2009 ; Tironi G., 2016). Il s'agit encore aujourd'hui d'un des nombreux projets contemporains de référence dans le réaménagement de paysages post-industriels et qui répond parfaitement au critère 4. Le projet a reçu des récompenses pour le travail de Latz : en 2000, il a reçu le prix «*First European Prize for Landscape Architecture Rosa Barba*» et en 2009, le «*Green Good Design Award*», pour n'en citer que deux (Latz P., 2016). Le projet répond parfaitement aux quatre critères énoncés ci-contre. De ce fait, l'emploi des Re-Concepts se trouve partout dans le parc. Le critère 1 est bien rempli. La surface allouée au projet est assez importante (environ 180ha sur l'ensemble du site). Enfin, la documentation est très présente (critère 3) : on retrouve des documents de toutes les phases de reconversion du site écrites par Latz lui-même, son agence et d'autres auteurs.

Justification du choix du projet du Nouveau Belval à Esch-sur-Alzette (Luxembourg)

Le projet du Nouveau Belval au Luxembourg est connu par de nombreuses sources, bien que moins nombreuses que dans le cas du Landschaftspark de Duisburg-Nord (Drouguet N., Bodeux P., 2017 ; Les Fonds Belval, 2012 ; Tironi G., 2016). Le projet a également reçu un certain nombre de récompenses et de reconnaissances, dont la certification «gold» au titre des constructions nouvelles de quartiers mixtes par la société allemande pour la construction durable (DGNB). Le projet est toujours en cours de réalisation et la superficie allouée au projet est comparable à celle du projet de Duisburg-Nord, puisqu'il sera censé recouvrir environ 120 ha. Le critère 1, essentiel pour ce travail, est bien présent puisqu'une partie des structures bâties sont réemployées et recyclées (hauts-fourneaux, etc.). La documentation prend ici la forme de périodiques et magazines, qui sont libres d'accès et rendus publics. Ils paraissent quatre fois par an, depuis 2003 et mettent en évidence les actions menées sur le chantier.

Justification du choix du projet C-Mine/Winterslag à Genk (Belgique)

Le projet de C-Mine/Winterslag de reconversion de l'ancienne friche minière du Winterslag à Genk n'apparaît pas sur la figure ci-contre (Figure 3.1), étant donné que ce projet ne comporte pas de haut-fourneau. Seuls des chevalements soulignent le paysage. Néanmoins, il a été choisi car il répond aux quatre critères et permet une comparaison avec un projet belge. Certains auteurs et principalement des magazines y font référence (A+ Architecture in Belgium, 2019 ; The architectural Review, 2019 ; Landzine, 2012). Le projet C-Mine a surtout reçu des récompenses, dont en 2013, le «*Flemish Heritage Award (Vlaamse monumentenprijs)*». Les limites de la surface allouée au projet ont été choisies par l'auteur du mémoire et les raisons seront expliquées dans l'analyse du projet. La surface représente environ 150 ha et se rapproche donc de la surface des deux autres projets. La documentation est moins importante, mais reste intéressante et un nombre des auteurs du projet sont belges (51N4E, NU Architectuuratelier, etc.), ce qui facilite les communications (critère 3). Enfin, le critère 1 est, comme dans le cas de Belval, surtout présent dans la reconversion du bâti.

3.2.2.1. Présentation des situations temporelles globales

D'une manière générale, on distingue trois grandes vagues d'industrialisation, du début de l'implantation de l'industrie en Europe à la fin du 18ème siècle, jusqu'à environ les années 1970. Cette époque correspond à la date présumée de la troisième vague industrielle, marquant le déclin de l'industrie dans nos régions (Braae E., 2015). Les trois sites d'exploitation étudiés se sont implantés durant ces vagues, bien qu'émergeant à des dates différentes. Les trois projets ont des temporalités différentes : le projet de Duisburg-Nord a débuté et a été finalisé début des années 2000, alors que les projets du Nouveau Belval et de C-Mine/Winterslag ne sont pas encore terminés à ce jour.

La figure ci-dessous (Figure 3.2) est une ligne du temps qui regroupe les temporalités des trois projets après la fermeture et l'abandon des sites d'exploitation, d'après les ouvrages lus pour ce mémoire. L'histoire des sites avant le projet est résumée dans les paragraphes ci-dessous.

Exploitation du site de Duisburg-Nord (Site 1) : Le Landschaftspark de Duisburg-Nord est situé dans le bassin industriel de la Ruhr en Allemagne. Le développement de ce bassin engendre une croissance économique et démographique importante : la population passe de 400 000 habitants en 1850 à 6,2 millions en 1955 (Latz P., 2016). L'exploitation du terrain concerné (celui qui accueillera le projet du Landschaftspark) débute en 1903 et la production d'acier dura jusqu'en 1985. Lors de l'arrêt des hauts-fourneaux cette année-là, l'ancien propriétaire Thyssen entendait démolir l'intégralité du site, mais ce projet a été abandonné entre autres, grâce à un groupe de citoyens, l'IG Nordpark qui (Latz P., 2001). Un concours IBA a donc vu le jour dès 1989 pour la conversion du projet (Dunne J., et al, 2014).

Exploitation du site de Belval (Site 2) : La construction de l'usine de Belval, qui s'est finalisé en 1912, a constitué un facteur décisif dans l'évolution de l'agglomération d'Esch-Sur-Alzette. La population n'a cessé de croître avec le développement de cette activité industrielle, dont l'apogée remonte au début de la moitié du 20ème siècle (Les Fonds Belval, 2012). L'usine a été abandonnée en 1997. En 2001, un masterplan est élaboré pour la reconversion de l'ensemble du centre de Belval et de l'usine. La première campagne de démantèlement de l'usine de Belval a été entreprise par la société Arcelor en 2001 et les travaux ont commencé en 2002 (Les Fonds Belval, 2012). Le projet n'est absolument pas finalisé, certaines parcelles n'étant pas encore en construction ni même planifiées, bien qu'elles figurent sur le masterplan d'Agora (Belval.Lu, 2019).

Exploitation du site C-Mine/Winterslag (Site 3) : Le bassin industriel de Genk est marqué par trois sites d'exploitation et d'extraction de la houille* et la mine de Winterslag en possédait la surface la plus importante (BUUR, 2015). Les exploitations minières débutent en 1917 à la mine de Winterslag. A son apogée, la mine employait environ 6 350 personnes. La fermeture est estimée à 1988, date à laquelle ferme la dernière mine au Limbourg (Landzine, 2012). L'idée d'un projet de reconversion du site par le biais d'une plateforme dédiée à la créativité naît en 2000 et le projet débute en 2006. Ce dernier n'est à ce jour pas finalisé dans son intégralité, puisqu'une partie située à l'ouest de la place centrale est encore en chantier. Malgré tout, la place centrale contenant les chevalements et la grande majorité du bâti de l'époque a été rénovée (C-Mine, 2016).

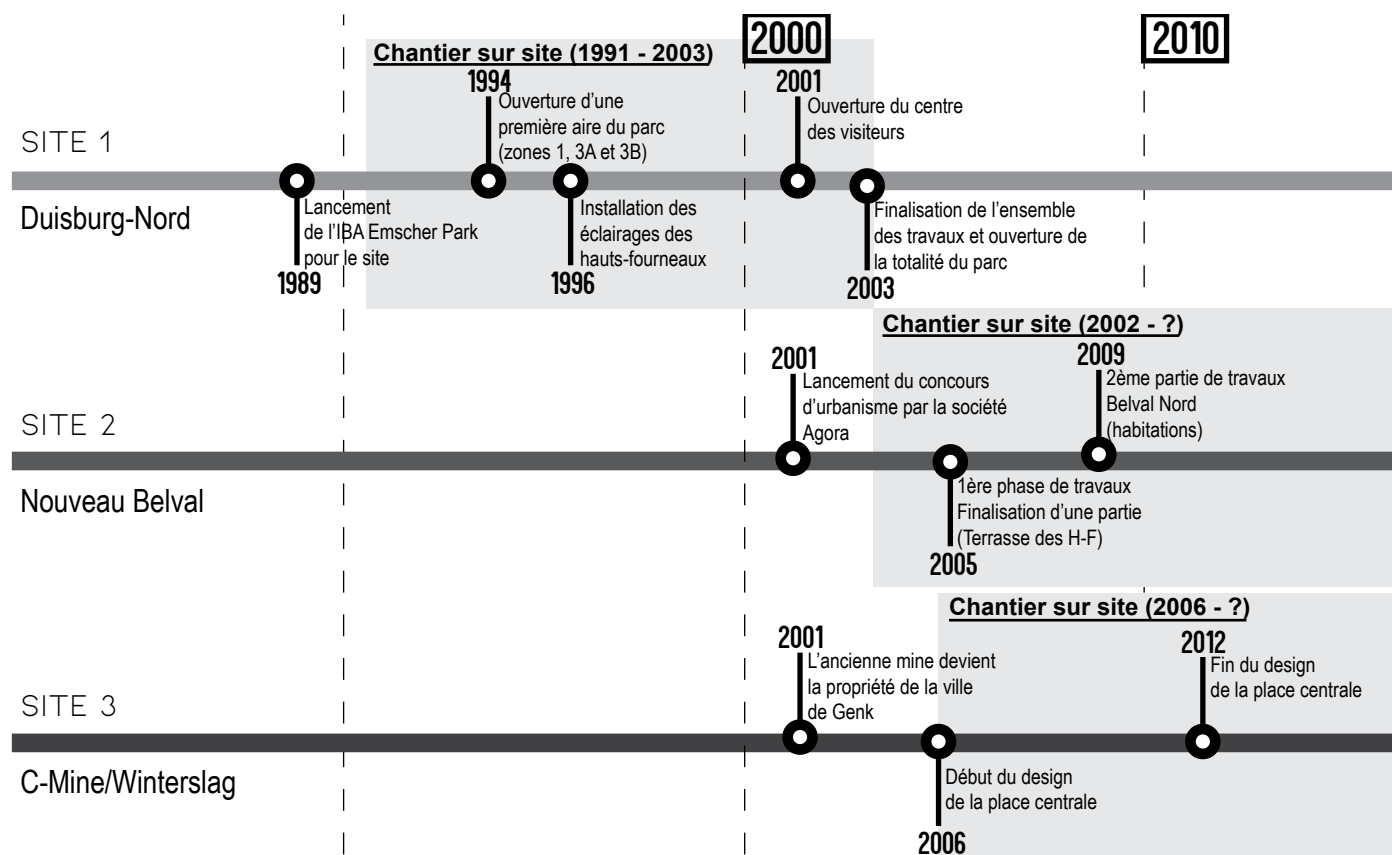


Figure 3.2 : Ligne du temps de la dynamique générale de reconversion des trois projets étudiés : les projets du Landschaftspark de Duisburg-Nord, du C-Mine/Winterslag et du Nouveau Belval (Source : Réalisation par l'auteur d'après l'analyse des projets).

3.2.2.2. Le projet du landschaftspark de Duisburg-Nord (Allemagne)

Informations générales

Dates : 1991 - 2003

Aire totale : 147 hectares

Auteurs du projet (Competition team) : Anneliese et Peter Latz, Christine Rupp, Karl-Heinz Danielzik, Rita Altrock, Ulrike hausmann, Gabriele Horl, Alexander Kuhn, Marianne Reisig, Gunther Lipkowsky, Haase and Sohmisch (Latz P., 2016)

Commanditaires / Clients / Maîtres d'ouvrage : IBA projects - Landesentwicklungsgesellschaft Nordrhein-Westfalen, LEG NRW et la ville de Duisburg (Latz P., 2016)

Objectifs du projet : Objectif écologique (restauration de la rivière Emscher et dépollution des sols).

Fonctions : Parc paysager

Situation géographique particulière

Le projet est situé dans la Rhénanie-du-Nord Westphalie (dans la région de la métropole de la Ruhr) et plus précisément au sein du district d'Emscher, dans la commune de Meiderich (Latz P., 2016). Le projet, qui a débuté avec l'IBA, avait pour but d'être intégré dans un plan plus large de restauration des paysages de l'ensemble de la vallée de la Ruhr comprenant presque une centaine de projets (Latz P., 2001 et Krinke R., 2001). Cette vallée est depuis 2012 reprise sous un périmètre législatif de zone environnementale, incluant le landschaftspark (Braae E., 2015).

Le projet de Duisburg-Nord est situé à environ 5km du centre-ville de Duisburg, comprenant environ 488 000 habitants (Dunne et al., 2014). Le nouveau parc est directement encerclé par des espaces résidentiels et est divisé par une voirie importante (les autoroutes 59 et 42), comme illustré dans la figure ci-dessous (Figure 3.3). Le contexte dans lequel il s'insère est donc très urbanisé. Le Landschaftspark est ouvert au public et sert également aux habitants de la commune.

FIGURE 3.3

CARTOGRAPHIE CONTEXTUELLE DU LANDSCHAFTSPARK DE DUISBURG-NORD

Source : Réalisation par l'auteur. Carte (fond de plan et informations) réalisée d'après le géoportail allemand (geoportal.nrw) et Google Earth (2019).



Echelle : 1/50 000ème

0m 500m 1000m

LÉGENDE

- Périmètre du projet
- Nouveaux projets

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limites communales
- Limites nationales



3.2.2.3. Le projet du Nouveau Belval (Grand-Duché du Luxembourg)

Informations générales

Dates : 2002 - ? (projet non finalisé à ce jour)

Aire totale : 113ha

Auteurs du projet (paysagistes travaillant sur le projet) : Agence Desvignes, Agence Ter, Agence Area

Commanditaires / Clients / Maîtres d'ouvrage: Société de développement Agora (propriétaire)

Objectifs du projet : Ecologique (restructuration de la friche), éducatif (création de l'Université du Luxembourg) et économique (création d'espaces dédiés aux entreprises)

Fonctions : Fonctions mixtes

Situation géographique particulière

Esch-sur-Alzette, deuxième ville du Luxembourg par son importance, est située au sud-ouest du pays, à moins d'une vingtaine de kilomètres de la capitale. Proche de la frontière française et à cheval entre les communes Sanem et Esch-sur-Alzette, les alentours du projet comptaient en 2012 environ 30 600 habitants. La moitié d'entre eux étaient d'origine étrangère, issus des migrations successives générées au siècle dernier. Dès la fin des années 90, le Grand-Duché du Luxembourg engage un programme ambitieux de reconversion des friches industrielles, dont le projet du Nouveau Belval fait partie (Cité des Sciences, 2012 et Le fonds Belval, 2004).

Des zones d'habitat sont présentes aux alentours, que ce soit la commune de Samen ou celle d'Esch-sur-Alzette, comme illustré sur la figure ci-dessous (Figure 3.4). Le centre-ville de la commune d'Esch-sur-Alzette se situe à environ 3km. A l'est du projet, on retrouve d'une centaine d'hectares d'industries toujours en activité et qui bordent directement le périmètre du Nouveau Belval. A l'inverse, on retrouve des terres agricoles et des prairies à l'ouest, principalement en raison d'une différence en matière de gestion de l'aménagement communal.

FIGURE 3.4

CARTOGRAPHIE CONTEXTUELLE DU NOUVEAU BELVAL

Source : Réalisation par l'auteur. Carte (fond de plan et informations) réalisée d'après le géoportail luxembourgeois (map.geoportail.lu) et Google Earth (2019).



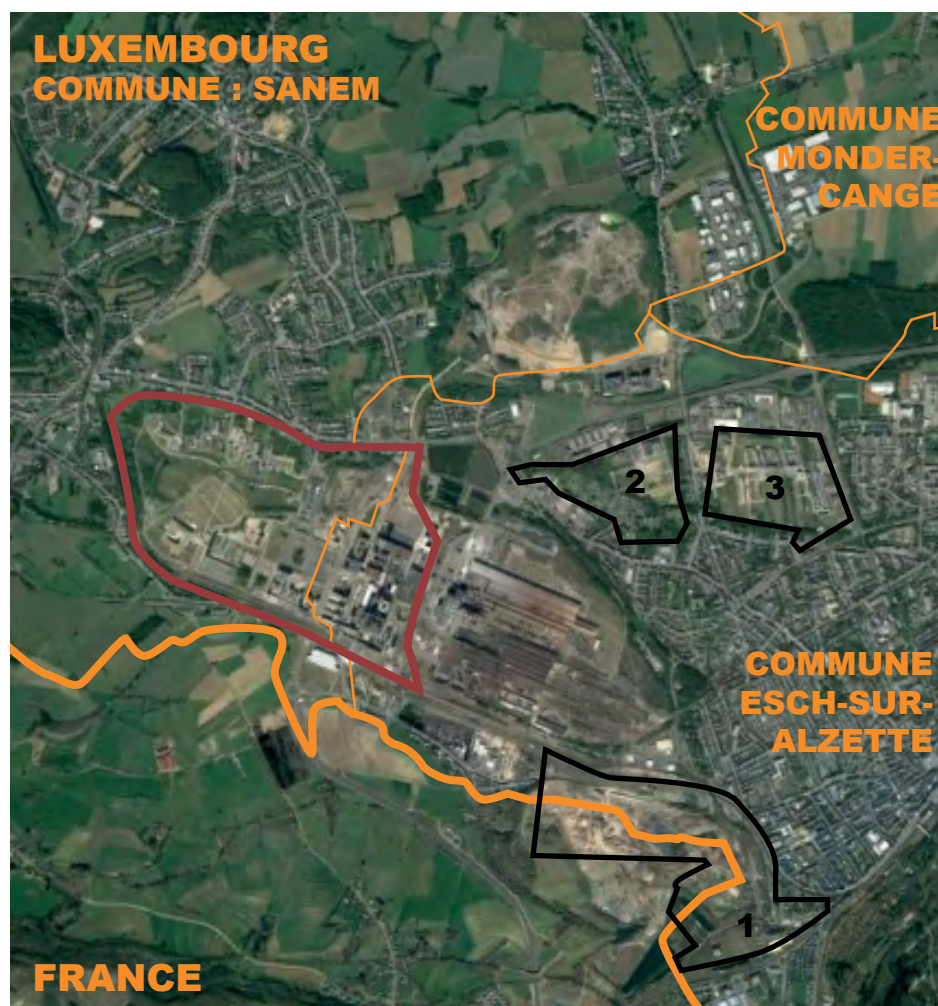
Echelle : 1/50 000ème
0m 500m 1000m

LÉGENDE

- Périmètre du projet
- Nouveaux projets
- 1. Terres Rouges
- 2. Sommet-Klepven
- 3. Nonnewisen

LIMITES ADMINISTRATIVES

- - Limites communales
- - Limites nationales



3.2.2.4. Le projet de C-Mine/Winterslag à Genk (Belgique)

Informations générales

Dates : 2006 - ? (projet non finalisé à ce jour)

Aire totale : 155ha

Auteurs principaux (architectes et paysagistes) : Bureau néerlandais HOSPER paysagistes ; Carmela Bogman industrial design, ARA Atelier Ruimtelijk Advies, Painting with Light, NU architectuurstudio, 51N4E

Commanditaires / Maîtres d'ouvrage : La ville de Genk

Objectifs du projet : Objectif écologique (restauration de la friche), éducatif (intégration de bâtiments éducatifs) et économique (création d'espaces dédiés aux entreprises)

Fonctions : Fonctions mixtes

Situation géographique particulière

La ville de Genk compte environ 65 000 habitants et est située au centre de la province du Limbourg, qui s'est dotée d'une stratégie de développement circulaire (T.OP Centraal Limbourg) sur tout son territoire, en ce compris les anciens espaces miniers. La commune constitue le centre de développement le plus important de la province. Les projets de reconversion des friches industrielles font de Genk un pôle de développement important. De ce fait, plusieurs projets de reconversion ont vu le jour dans la commune, à proximité du centre de la ville de Genk : le projet C-Mine (sur l'ancien site du Winterslag) est le plus grand, mais il y a également le Thorpark (sur le site du Waterschei) et le projet de la Biomista (sur le terrain du Zwartberg) (BUUR, 2015).

Comme illustré dans la figure ci-dessous (Figure 3.5), les alentours du projet de Genk comprennent majoritairement des zones résidentielles. Plusieurs parcs urbains entourent le projet et le centre ville, dont la gare est située au sud du projet à environ 2km. Le périmètre du projet C-Mine/Winterslag est directement bordé au sud par l'ancienne cité jardin de Winterslag encore occupée et à l'ouest par les voies de chemin de fer nationaux.

FIGURE 3.5

CARTOGRAPHIE CONTEXTUELLE DU PROJET C-MINE/WINTERSLAG

Source : Réalisation par l'auteur. Carte (Fond de plan et informations) réalisée d'après le géoportail flamand (geopunt.be) et Google Earth (2019).



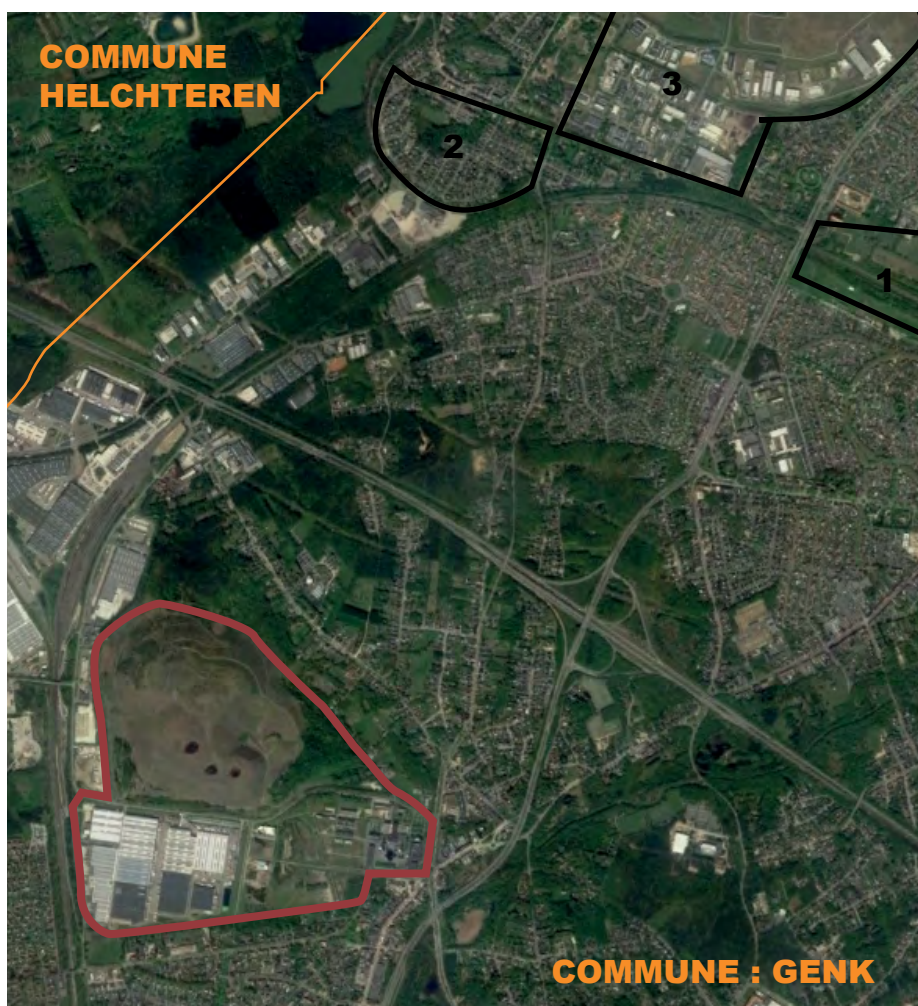
Echelle : 1/50 000ème
0m 500m 1000m

LÉGENDE

- Périmètre du projet
- Nouveaux projets
- 1. Thorpark (Waterschei)
- 2. Biomista (Zwartberg)
- 3. Genk-Noord

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limites communales
- Limites nationales



3.2.3. Choix des éléments investigués

Le reste du document se focalisera sur trois éléments caractéristiques des sites post-industriels, afin de comparer les méthodes mises en place pour gérer ces éléments lors des projets de reconversion. Trois «items» ont été désignés, étant donné que le travail ne pouvait pas comprendre l'ensemble des éléments bâtis et non bâtis des projets. Les sols, la végétation et ce que nous appellerons «landmarks» ont donc été choisis pour chacun des trois projets.

Justification du choix de la végétation : La végétation est apparue comme étant un choix évident pour une future paysagiste. Dans le cadre de projets post-industriels, une analyse de la végétation est un choix intéressant, bien que peu détaillé dans la littérature. De ce fait, si certains auteurs (Rosenberg E., 2009 et Latz P., 2016) développent l'idée d'une nature industrielle - ou Industrienatuur- dans le projet du Landschaftspark de Duisburg-Nord, il reste difficile de trouver les informations concernant la végétation des autres projets.

Justification du choix des sols : L'Europe garantit dans son 7ème PAE que d'ici à 2020, la terre sera gérée de manière durable et que la dépollution sera bien mise en œuvre dans les sites aux sols pollués (Commission européenne, 2016). La commission européenne a déjà perçu l'intérêt de réinvestir dans des zones dégradées par l'industrialisation. L'utilisation de nouvelles techniques d'assainissement* des sols est aussi devenue un possible investissement (Commission européenne, 2016). Il s'agissait également d'un choix évident étant donné que le sol et la flore forment généralement un complexe dont les deux éléments dépendent l'un de l'autre. De plus, certains traitements du sol peuvent être réalisés par de la végétation, comme indiqué dans le Chapitre «2.3.2.1. Aperçu des méthodes de gestion des sols de ce document».

Justification du choix des landmarks : Les landmarks sont des éléments bâtis gigantesques qui sont visibles de loin et qui forment des points de repère, selon la définition du Larousse (Larousse, 2019). Dans ce mémoire, les landmarks sont considérés comme des «mega-signs», des éléments bâtis ponctuels qui peuvent être perçus de loin. Typiquement, dans le cas des sites post-industriels, il s'agit d'infrastructures qui ont servi dans la transformation du minerai, comme les hauts-fourneaux, les chevalements, les gazomètres*, etc. (Drouguet N. et Bodeux P., 2017). Le terme de «landmark» a été choisi par rapport à son utilisation par Latz dans la description de ses travaux effectués sur les hauts-fourneaux. Nous comprendrons cet élément dans l'analyse, puisqu'il s'agit d'un objet régulièrement mentionné et décrit par la littérature. De plus, les landmarks deviennent généralement l'élément symbolique du site et sont très régulièrement réemployés ou recyclés.

3.2.3.1. Les sols : classification et méthodologie

L'emploi, le réemploi ou le recyclage des sols dans les projets paysagers peuvent être gérés par bien des techniques différentes, qui sont citées dans l'introduction de ce document (Chapitre «2.3.2.1. Aperçu des méthodes de gestion des sols»). Les sols sont définis dans ce document comme étant une «couche superficielle de la croûte terrestre, y compris les eaux souterraines au sens du Livre II du Code de l'Environnement, et les autres éléments et organismes qui y sont présents» (Parlement wallon, 2018).

Nous ne travaillerons pas en termes de volume, étant donné que pratiquement aucune donnée en mètres cubes n'a été trouvée. Néanmoins, l'information en mètres cubes a été récoltée dans certains cas lors d'entretiens avec les auteurs du projet ; les valeurs seront alors indiquées en tant qu'informations supplémentaires. Les unités de l'analyse des sols seront donc des hectares et les calculs seront des calculs de surface.

Dans le cadre de ce mémoire, l'analyse des sols des projets a été menée selon la méthode suivante :

1. Récolte des informations sur les sols

2. Classification des sols selon les normes européennes de gestion des déchets. Pour ce faire, nous nous sommes référés aux codes EURAL définis par la Commission européenne. Il s'agit d'une liste de déchets tous confondus, proposée aux états membres de l'UE dans le but d'uniformiser les classes de déchet. Le chapitre 17 de cette liste regroupe les «Construction and demolition wastes (including excavated soil from contaminated sites)», autrement dits, les déchets issus du secteur de la construction et de la démolition, en ce compris les sols excavés des sites contaminés. Deux sous-classes de déchets concernant les sols y sont répertoriés : les «Terres et cailloux contenant des substances dangereuses»

(code EURAL : 17 05 03) et les «*Terres et cailloux autres que mentionnés dans 17 05 03*» (code EURAL : 17 05 04) (Commission européenne, 2018). La récolte d'informations quant à l'état de pollution (une matière dangereuse peut se définir en termes de pollution) dans chaque projet a permis de classer les sols dans chacune de ces deux catégories.

3. Analyse du réemploi et du recyclage. Les sols, après avoir été classés dans les deux catégories, ont été placés sur une carte nommée «*cartographie du réemploi des sols*» pour les trois projets. A partir de cette carte, des surfaces ont été calculées grâce à l'outil QGIS (dont les manipulations seront expliquées au Chapitre «3.2.5.1. *Elaboration des cartes des bilans de ce document*»).

3.2.3.2. La végétation : classification et méthodologie

Comme dans le cas des sols, les calculs de la végétation seront effectués en hectares au sol. Dans le cadre de la grille d'analyse, certaines données sont issues de l'observation de terrain. Il s'agit principalement des informations relatives à l'entretien. La végétation est définie comme étant «*l'assemblage des espèces végétales en un lieu donné qui partagent les mêmes conditions de vie*» (Larousse, 2019).

Dans le cadre de ce mémoire, la méthodologie proposée pour l'analyse de la végétation se déroulera comme telle :

1. Récolte des informations sur la végétation

2. Classification de la végétation suivant le «type de plantation». Cinq types de plantation ont été choisies, basées sur les observations des plantations mises en place par Peter Latz dans son projet de landschaftspark. Il s'agit des «*végétation sans intervention*», des «*végétation avec différentes phases de succession*» (en ce compris, les successions de végétation comprenant certaines phases et les successions entièrement maîtrisées), des «*végétation ornementale*» (végétation complètement maîtrisée, avec des essences choisies et implantées, non-indigènes et aux caractères symboliques), des «*végétation aquatique*» (végétation issue de milieux aquatiques) et enfin, des «*végétation agricole*» (issue des milieux productifs). Les classifications sont basées sur l'état final du type de plantation, prévu dans le projet, et non sur l'état initial des plantations avant le projet.

3. Analyse du réemploi et du recyclage. La végétation, après avoir été classée dans les cinq catégories, a été placée sur une carte nommée «*cartographie du réemploi de la végétation*» pour les trois projets. A partir de cette carte, des surfaces ont été calculées grâce à l'outil QGIS (dont les manipulations seront expliquées au Chapitre «3.2.5.1. *Elaboration des cartes des bilans de ce document*»).

La figure ci-dessous (Figure 3.6) est un aperçu des différents types de végétation analysés par la station biologique de Westliche Ruhrgebiet sur la vallée de la Rhur. Le mémoire s'inspire directement des travaux de Latz et de Peter Keil pour distinguer les catégories de plantation et les appliquer aux trois projets (Keil P., Fuchs R., Loos G.H., 2007).

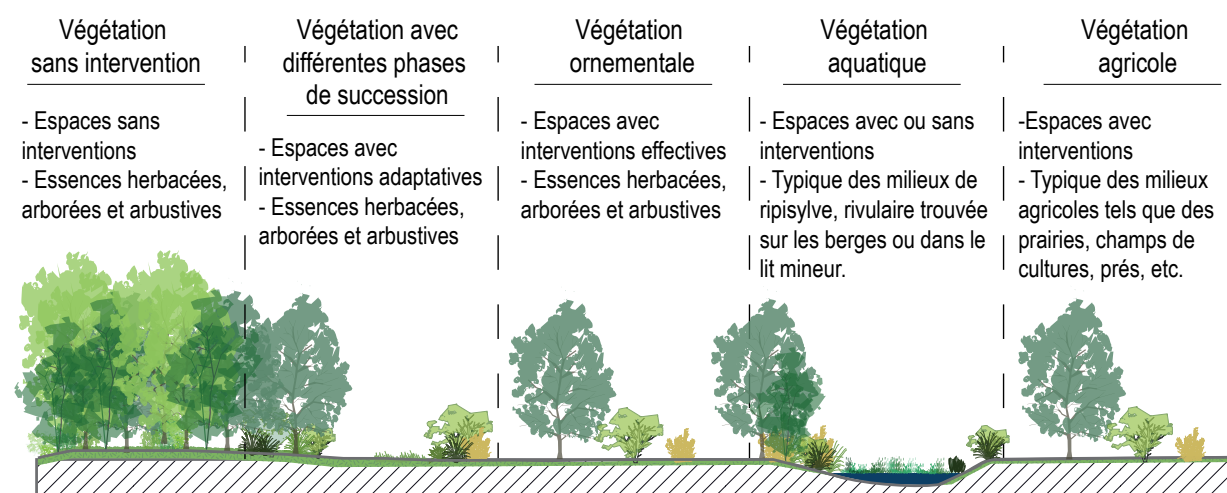


Figure 3.6 : Les différentes formes de design de plantation (Source : Réalisation par l'auteur, d'après Keil P., Fuchs R., Loos G.H., 2007). Les caractéristiques des cinq types de plantation sont issues de ce schéma.

3.2.3.3. Les landmarks : classification et méthodologie

Dans le cadre de ce mémoire, le choix d'un des éléments à analyser s'est porté sur ce qui a été nommé «landmarks». Comme dans le cas de l'étude des sols et de la végétation, les calculs relatifs aux landmarks seront effectués en hectares au sol.

Dans le cadre de ce mémoire, la méthodologie sera appliquée comme telle :

1. Récolte des informations sur les landmarks.

2. Classification et choix des landmarks. Deux types de landmark seront analysés : les chevalements* (dans le cas du projet C-Mine/Winterslag) et les hauts-fourneaux*, présents dans le cadre des projets allemand et luxembourgeois. Le choix des hauts-fourneaux a été évident puisqu'ils sont, par de nombreuses sources (Braae E., 2015 ; Drouguet N., Bodeux P., 2017 ; Latz P., 2001 ; Tironi G., 2016) considérés comme de véritables symboles de l'épopée sidérurgique et du patrimoine industriel. De plus, dans le cas des projets du Landschaftspark de Duisburg-Nord et du Nouveau Belval, les hauts-fourneaux sont devenus les symboles du renouveau et figurent sur les logos des projets (Latz P., 2016). Les chevalements présents sur le site à Genk sont les éléments bâtis qui se rapprochent le plus des hauts-fourneaux et qui sont, comme eux, devenus des symboles. Il s'agit d'imposantes structures qui ont été également réemployées et qui étaient utilisées pour extraire le minerai de fer*.

3. Analyse du réemploi et du recyclage. Les landmarks, comme l'ensemble du bâti compris dans les projets, ont été représentés sur les cartes nommées «*Cartographie du réemploi des landmarks*».

La figure ci-dessous (Figure 3.7) présente la structure des hauts-fourneaux (ensemble des éléments bâtis liés à la transformation et la fonte du minerai). Ce que l'on nomme haut-fourneau est parfois limité au gueulard (Drouguet N., Bodeux P., 2017). Ce ne sera pas le cas dans ce document, puisque l'on prend également en compte l'ensemble des structures attenantes.

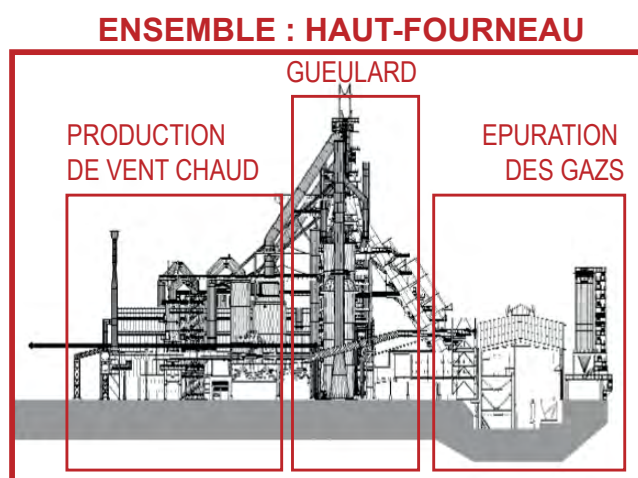


Figure 3.7: Explication du fonctionnement des hauts-fourneaux (Sources : Réalisation par l'auteur, d'après Le fonds Belval, 2016). L'ensemble forme ce que l'on appelle le haut-fourneau.

3.2.4. Réponse au premier objectif : élaboration de la grille d'analyse

Le premier objectif étant la connaissance approfondie des projets et du réemploi ou du recyclage, la création d'une grille de lecture par projet était essentielle. Ci-contre se trouvent quatre grilles d'analyse (Figure 3.8).

La première (grille n°1) est une grille d'analyse typique à compléter avant tout projet par le détenteur des déchets. Cette grille est applicable dans tout projet dans lequel est envisagée la gestion des déchets. Il s'agit du «*Recommended template for waste management recommendations*» élaboré par la Commission européenne dans son document «*Guidelines for the waste audits before demolition and renovation works of buildings, EU Construction and Demolition Waste Management May 2018*» publié en mai 2018 (Commission européenne, 2018). Cette grille ne concerne pas spécifiquement les sols ou la végétation, mais elle a servi de base pour l'élaboration des grilles d'analyse utilisées dans ce document (grilles 2, 3 et 4).

A partir de ce tableau, trois grilles d'analyse différentes sont donc proposées : l'une concerne les sols (grille n°2), une deuxième se concentre sur la végétation (grille n°3) et la dernière porte sur les landmarks (grille n°4). Chacune des grilles possède ses propres spécificités, mais les lignes représentent les éléments tels que décrits dans les Chapitres «3.2.4.1. Les sols : classification», «3.2.4.2. La végétation : classification» et «3.2.4.3. Les landmarks : classification». Les colonnes quant à elles reprennent différents éléments, à savoir le type de valorisation des objets, leurs localisations sur les cartes, l'entretien, les différentes phases requises pour la transformation, la transformation en elle-même (type de valorisation des déchets) et enfin, différentes remarques.

Les grilles d'analyse entièrement complétées sont disponibles dans l'annexe B «Grilles d'analyse complétées». Chacune des trois grilles (Sols - Végétation - Landmarks) pour les trois projets a été complétée et neufs grilles sont donc reprises en annexe.

Grille de recommandation de la commission européenne

CONSTRUCTION UNIT (GRILLE N°1)							
TYPE OF MATERIAL	WASTE CODE (EWC / EURL)	LOCATION	POSSIBLE OUTLETS*	RECOMMENDED OUTLETS**	PRECAUTIONS TO TAKE DURING THE DECONSTRUCTION PHASE***	HANDLING PRECAUTIONS	LEGAL STORAGE, TRANSPORT AND TREATMENT CONDITIONS

* Reuse; recycle; backfill; energy recovery; elimination

** The recommended outlet must be identified taking into account the hierarchy of waste treatment and the potential possibilities in the proximity of the jobsite

***Ex: do not leave the frame on the plasterboards; be careful to remove the power plugs, etc.

Grilles d'analyses utilisées pour ce mémoire

GRILLE D'ANALYSE DES SOLS (GRILLE N°2)							
TYPE DE SOL	WASTE CODE (EURL)	LOCALISATION	POLLUTION EXISTANTE	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION	ENTRETIEN	REMARQUES
Terres et cailloux contenant des substances dangereuses	17 05 03						
Terres et cailloux autres	17 05 04						

GRILLE D'ANALYSE DE LA VEGETATION (GRILLE N°3)						
TYPE DE DESIGN	LOCALISATION	ESPECES	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION	ENTRETIEN	REMARQUES
Végétation sans intervention						
Végétation avec différentes phases de succession						
Végétation ornementale						
Végétation aquatique						
Végétation agricole						

GRILLE D'ANALYSE DES LANDMARKS (GRILLE N°4)					
TYPE DE LANDMARK (HAUT-FOURNEAU/ CHEVALEMENT)	LOCALISATION	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION	ENTRETIEN	REMARQUES
Haut-Fourneau (1/2/3,...)					
Chevalement (1/2/3,...)					

Figure 3.8 : Grille d'analyse vierge imaginée d'après le «Recommended template for waste management recommendations» - grille n°1 (Source : Réalisation par l'auteur). La grille d'analyse est différente selon les éléments investigués : les sols (grille n°2), la végétation (grille n°3) et les landmarks (grille n°4).

3.2.5. Réponse au second objectif : les bilans des flux

Le second objectif, à savoir l'identification de la forme de valorisation la plus employée dans les trois projets paysagers, pourra être réalisé grâce à l'analyse des projets effectuée précédemment (voir le Chapitre «3.2.4: Réponse au premier objectif : élaboration de la grille d'analyse») et grâce à un bilan des éléments réemployés in situ ou ex situ ainsi que recyclés.

Les unités pour les bilans seront des hectares, puisque les informations concernant les volumes n'ont pas pu toutes être récoltées. Les surfaces seront par la suite recalculées en pourcentages par rapport à la surface totale de chaque projet, afin de permettre une comparaison entre les trois projets étudiés.

Les quatre bilans calculés pour chaque projet sont repris dans le tableau ci-dessous (Tableau 3.1). On y retrouve le bilan global (en rouge sur le tableau), un bilan des sols (encadré en bleu), un bilan des différents types de végétation (encadré en vert) et enfin, le bilan des landmarks.

BILAN GLOBAL					
TYPE D'ELEMENT	R1(%)	R2(%)	RE(%)	TOTAL RE-CONCEPTS(%)	SURFACE TOTALE(%)
Sols					
Végétation					
Landmarks					

BILAN DES SOLS					
TYPE D'ELEMENT	R1(ha)	R2(ha)	RE(ha)	TOTAL RE-CONCEPTS(ha)	SURFACE TOTALE (ha)
Terres et cailloux contenant des substances dangereuses					
Autres					

BILAN DE LA VEGETATION					
TYPE D'ELEMENT	R1(ha)	R2(ha)	RE(ha)	TOTAL RE-CONCEPTS(ha)	SURFACE TOTALE (ha)
Végé. sans intervention					
Végé. avec des successions					
Végé. ornementale					
Végé. aquatique					
Végé. agricole					

BILAN DES LANDMARKS					
TYPE D'ELEMENT	R1(ha)	R2(ha)	RE(ha)	TOTAL RE-CONCEPTS(ha)	SURFACE TOTALE (ha)
Hauts-Fourneaux					
Chevalements					

Figure 3.9 : Ensemble des quatre types de bilans étudiés (Source: Réalisation par l'auteur). Le travail permettra donc de dégager les flux internes (R1, R2 et RE) au sein des projets.

Différents flux ont été choisis dans le but de mettre en évidence les actions de réemploi et de recyclage dans les projets (basé sur les principes de la méthode MFA). On a distingué trois actions permettant de mettre en évidence les Re-concepts : le réemploi in situ (R1), le réemploi ex-situ (R2) et le recyclage (RE). .

Le réemploi in situ (R1) représente les éléments réemployés qui sont restés sur place, sans aucun déplacement. Le réemploi ex situ (R2) est défini comme étant l'emploi d'un élément hors des limites d'un système qui sont dans ce mémoire, fixées aux limites des objets. Lorsque nous parlerons de réemploi ex situ, nous désignons donc un objet réemployé hors de sa situation initiale, que ce soit dans le périmètre du projet ou en dehors. Le recyclage (RE) quant à lui consiste en la démolition de l'objet/déchet dans un but de downcycling.

Outre la colonne qui se réfère au type d'éléments (sols, végétation et landmarks), cinq autres colonnes composent les grilles de bilan. Les trois premières (R1, R2 et RE) se réfèrent aux trois actions citées plus hauts, la quatrième colonne (TOTAL RE-CONCEPT) représente l'addition des actions de réemploi (in situ ou ex situ) et de recyclage calculées par type d'éléments et enfin, la dernière colonne reprend la totalité du périmètre du projet (SURFACE TOTALE).

Trois bilans (sols, végétation, landmarks) seront cartographiés pour chaque projet, grâce aux outils combinés d'Illustrator et de QGIS Zanzibar 3.8. Le quatrième bilan (le bilan global) reprendra l'ensemble des actions de réemploi et de recyclage sur une carte accompagnée d'une cartographie de la situation avant le début des travaux. Vous trouverez ci-dessous un résumé des manipulations faites dans le logiciel QGIS Zanzibar 3.8 dans le but de calculer les surfaces réemployées (R1 et R2) et recyclées (RE).

1. Récupération des données OSM : Extraction des données d'Openstreetmap (acronyme : OSM) compatibles avec le logiciel QGIS via le site de la géofabrik (lien URL : <http://download.geofabrik.de/>).

2. Ouverture des shapefiles dans QGIS

3. Reprojection des shapefiles : Reprojection des couches en projection européenne 3035.

4. Retraçage des polygones : Création de polygones puis transformation de ces derniers grâce à l'utilisation de la barre d'outil «*Numérisation avancée*».

Chemin suivi : (Couche) - (Créer une couche) - (Nouvelle couche shapefile) - (type d'objet polygone) - (Ouvrir) - (Couche) - (Basculer en mode édition) - (Outil créer un polygone) - Traçage du polygone - (encodage de la valeur des polygones)

5. Calcul de l'aire des polygones : Utilisation de la calculatrice des champs pour calculer la surface des polygones retracés.

Chemin suivi : (Vecteur) - (Outils de géométries) - (Exporter/Ajouter des colonnes de géométries)

Ces cartographies ont par la suite été retransformées grâce au logiciel Illustrator sous fond de plan OSM. Les zones encore en chantier dans les projets du Nouveau Belval et du C-Mine/Winterslag ne seront pas comprises dans les calculs ainsi que dans les grilles d'évaluation.

3.2.6. Réponse au dernier objectif : les bénéfices du réemploi et du recyclage

Le dernier objectif de cette étude est l'estimation des bénéfices engendrés au moyen de l'utilisation du réemploi et du recyclage. Les deux types de calculs (LCA et MFA) présentés dans l'Etat de l'Art (Chapitre «2.2.3.2. *Les flux de matériaux : présentation des méthodes d'évaluation*») permettent de calculer des bénéfices écologiques mais ces méthodes dépassent le cadre de ce mémoire. Les bénéfices sont définis dans le cadre de ce mémoire comme étant : «*Tout avantage produit par quelque chose (état ou action)*» (Larousse, 2019).

Les bénéfices du réemploi et du recyclage seront donc estimés par rapport aux actions et aux coûts évités grâce à l'usage du réemploi et du recyclage. Les actions évitées sont établies à l'aide d'un document rédigé par le Cifful en 2012 intitulé «*Guide pour la gestion de chantier*», qui relate les différentes étapes à suivre dans la réalisation d'un chantier au sein de l'espace public. Des actions liées à la logistique de gestion des matériaux et des déchets avant tout projet paysager y sont détaillés, en accord avec les réglementations actuelles ainsi que les prescriptions du cahier des charges (Cifful, 2012).

Les actions permettant la gestion des déchets dans les projets seront analysés par rapport aux différentes démarches décrites dans ce guide, de la commande des travaux jusqu'à la fin du chantier et aux obligations supplémentaires liées à l'entretien du projet (Cifful, 2012).

La première phase (la commande des travaux), comporte différentes démarches obligatoires comme l'état des lieux, qui nécessite généralement des documents à fournir.

La seconde phase se déroulant lors du chantier (chantier- fin de chantier et obligations supplémentaires) génère des procédures et des documents à réaliser. Nous nous concentrerons sur les démarches liées à la planification générale (actions : installation du chantier et logistiques de gestion des matériaux ainsi que des déchets), ainsi qu'à leur impact sur l'environnement (gestion des déchets et centres de traitements).

L'analyse des projets réalisée pour la grille d'analyse (colonne «*phases de transformations*» et «*entretien*») combiné à des bénéfices chiffrés issus de la littérature permettront de déterminer les différentes actions évitées grâce à l'emploi des «*Re-Concepts*». Cette analyse permettra également de mettre en évidence les actions, liées à la gestion des sols, de la végétation et des landmarks, qui ont dû être mises en œuvre dans la réalisation des projets.

3.3. RESULTATS

3.3.1. Résultats de l'analyse du Landschaftspark de Duisburg-Nord

Les grilles d'analyse relatives au projet de Landschaftspark de Duisburg-Nord sont répertoriées dans leur intégralité en annexe et les documents qui suivent (à savoir, l'analyse du projet et les différents bilans) ont été réalisés grâce aux informations récoltées par les entretiens et la littérature analysée (Braae E., 2015 ; Drouguet N. et Bodeux P., 2017 ; Krinke R., 2001 ; Latz P., 2016 ; Latz P., 2001 ; Tironi G., 2016 ; Rosenberg E., 2009). Les personnes ayant répondu au questionnaire du projet de Landschaftspark de Duisburg-Nord sont : Anneliese Latz de l'agence Latz and Partners (échange de mails datant du 20 juillet 2019) et Tobias Rautenberg de la station Biologique de Westliches Ruhrgebiet (échanges de mails datant du 10 juillet 2019).

En 1991, Peter Latz gagne le concours pour le réaménagement du site dans lequel il intègre une éthique de préservation des paysages et des structures industrielles (Latz P., 2016). La même année que celle du début de la création du projet, un comité d'experts examine les structures d'acier qui jonchaient la friche et concluent que l'option de la démolition aurait été bien plus chère. Ils se rangent donc derrière la proposition de Latz, qui était de garder et de transformer les éléments existants. Cette dernière proposition n'était pas initialement approuvée par tous, et si le projet a pu voir le jour, c'est principalement grâce aux actions de protection menées par le groupe de citoyens IG Nordpark dès l'abandon du site (Latz P., 2016).

Périmètre et description du projet

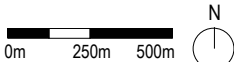
Les deux objectifs principaux du projet étaient la dépollution des sols et du cours d'eau qui traverse et divise le site en deux : l'Old Emscher. Ce dernier relie le parc paysager aux autres projets de reconversion de sites post-industriels mis en œuvre par l'IBA dans la vallée de la Ruhr. La dépollution du cours d'eau était l'un des plus grands défis de ce projet et cet aspect du projet ne sera pas abordé, bien que l'aménagement et la dépollution aient requis les investissements les plus importants sur l'ensemble du parc (Latz P., 2001).

Le site a été divisé en six zones de développement, visibles sur la figure ci-dessous (Figure 3.10). Il s'agit de l'Ingenhammshof, l'Iron Pig Foundry, le Sinter Plant, le Blast Furnace Plant, le Thyssen Foundries, l'Ems-termannshof et la Mine and Cokery. Cette partitionnement a été définie par Peter Latz et ses équipes et les parties du Sinter Plant et des Blast Furnace Plant sont les deux parties les plus connues (Latz P., 2001 et Latz P., 2016). C'est également dans ces deux zones (3.A et 3.B) que se situent les infrastructures propices à l'accueil des visiteurs. La zone 3.B est considérée comme étant le centre du projet et occupe par ailleurs la place centrale du projet (Cowper Place) et les trois hauts-fourneaux. Les autres parties du projet sont moins connues, mais comportent tout de même des éléments recyclés et réemployés (Latz P., 2016).

FIGURE 3.10.

CARTOGRAPHIE DU PÉRIMÈTRE ET DES PARTIES DU PROJET DU LANDSCHAFTSPARK DE DUISBURG-NORD

Source : Réalisation par l'auteur d'après Google Earth (2019) et Latz P., 2016.

Echelle : 

LÉGENDE

- Périmètre du projet
- Partitionnement des projets
- 1. Ingenhammshof
- 2. Pig Iron Foundry
- 3A. Sinter Plant
- 3B. Blast Furnace Plant
- 4. Thyssen Foundries
- 5. Emsternannshof
- 6. Mine and Cokery

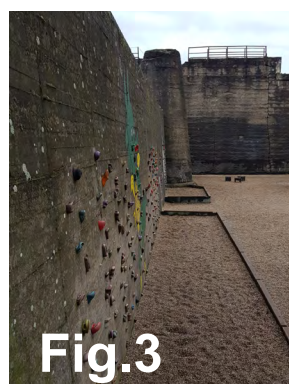


D'un point de vue général, Latz and Partners ont choisi de laisser une grande partie du site inchangée et préservée (Rosenberg E., 2009). De ce fait, la plupart des machines laissées à l'industrie sont restées intactes de même qu'une partie importante de la végétation, les sols et le bâti (Latz P., 2001 et Rosenberg E., 2009).

Re-concepts au sien du site

Les Re-concepts se retrouvent un peu partout au sein du parc, étant donné que l'acceptation de la situation existante est l'un des leitmotivs du parc (Braae E., 2015). Comme cité précédemment, on les retrouve principalement dans la partie 3.A et 3.B (Figure 3.10), grâce à la préservation des hauts-fourneaux qui deviennent les symboles du nouveau parc (Latz P., 2016).

Cette partie énonce un certain nombre d'actions menées par Latz dans le parc, différentes de celles impliquant les sols, la végétation et les landmarks. Il s'agit des actions de réemploi et de recyclage les plus mentionnées par la littérature consultée. Les détournements des objets présents lors de la récupération du site présentent plusieurs formes : on retrouve par exemple la Piazza Metallica (située dans la partie 3.B, proche des hauts-fourneaux) ainsi que les gradins, les murs d'escalade et les «jardins de mémoire», tous présents dans la partie du Sinter Plant (marqué 3.A sur la Figure 3.10).



La Piazza Metallica (Fig.1) doit son nom aux quarante-neuf plaques métalliques retrouvées dans une ancienne halle. Ces dernières ont été récupérées par l'agence de Peter Latz lors du nettoyage des bâtiments et ont été rachetées. Elles ont ensuite été taillées et retravaillées en plaques de deux mètres sur deux, pesant chacune environ huit tonnes dans le but de former l'une des places du projet (Latz P., 2016 ; Latz P., 2001 ; Tironi G., 2016). La place devient rapidement un symbole, une icône de la transformation du parc sur lequel se déroulent des activités festives.

Le périmètre du Sinter Plant reprend l'une des actions les plus documentées, à savoir la conversion des murs bétonnés en murs d'escalade (Fig.3). Cette forme ludique de réemploi a permis de créer une activité permanente sur le site, pour les habitants et les visiteurs (Latz P., 2016). Le recyclage est également présent et prend la forme des gradins (Fig.2), qui ont été construits grâce au recyclage de 425m³ de déchets (Latz P., 2016). Enfin, les «jardins de la mémoire» (Fig.4) sont issus du recyclage de certaines parties des anciens bâtiments et constituent de nouveaux sols sur lesquels des plantations ont été installées (Krinke R., 2001).

Maintenance / Coûts

Le projet offre de nouvelles fonctions et une accessibilité limitée au parc, surtout en hiver où les services de déneigement ne sont pas constants. De ce fait, lorsque les conditions météorologiques ne le permettent pas, le haut-fourneau 5 et certains bunkers sont fermés aux visiteurs (Latz P., 2016).

- Coûts totaux du projet : La transformation de l'intégralité du site aura coûté environ 50 millions d'euros (Drouguet N. et Bodeux P., 2017). D'autres sources (Latz P., 2001) font part de 30 millions d'euros (sans compter les bâtiments et la dépollution).

- Coûts de la gestion sur l'ensemble du site : Drouguet N. et Bodeux P. indiquent une moyenne de 5 millions d'euros par an, qui est en partie alimentée par la commune et les recettes du parc.

- Bénéfice économique : Le parc gère environ 230 événements par an (Drouguet N. et Bodeux P., 2017).

- Personnel engagé pour la maintenance du parc : En 2017, Claudia Kalinowski dirigeait une équipe de 20 personnes réparties sur l'ensemble du parc pour gérer ce dernier (Drouguet N. et Bodeux P., 2017).

3.3.1.1. Résultats Objectif 1

Le premier objectif est la connaissance des différentes méthodes employées dans la gestion des sols, de la végétation et des landmarks. Afin de répondre à cet objectif de recherche, des grilles d'analyse et des cartographies ont été réalisées et complétées pour les trois éléments investigués.

Réemploi et recyclage des sols dans le projet du landschaftspark de Duisburg-Nord : Dans le cas de l'analyse des sols, la cartographie ci-dessous (Figure 3.11) reprend les différents actes de réemploi in situ (l'atténuation naturelle, l'encapsulation et le confinement ainsi que les traitements physico-chimiques et biologiques), ex situ et de recyclage au sein du projet du landschaftspark de Duisburg-Nord.

Peter Latz a indiqué que l'intégralité de l'ancien site d'extraction était polluée par divers contaminants lors de son abandon. Les polluants sont décrits dans l'Annexe II (« Grilles d'analyses complétées / 01.1: le projet de Duisburg-Nord : les sols »). La grande majorité des traitements réalisés sont des traitements in situ (encapsulation) et sont présents dans le centre du projet, à savoir les zones 3.A (« Sinter Plant ») et 3.B (« Blast Furnace Fundries »), bien que des actions de réemploi et de recyclage soient présentes sur l'ensemble du périmètre. L'atténuation naturelle ainsi que les traitements physico-chimiques et biologiques ont été mis en œuvre dans les zones les plus éloignées du centre du parc (zones 1, 2, 5). L'intégralité de la figure ci-dessous (Figure 3.11) est disponible dans l'Annexe II de ce document, aux côtés de la grille d'analyse.

FIGURE 3.11

CARTOGRAPHIE DU RÉEMPLOI DES SOLS AU SEIN DU LANDSCHAFT-PARK DE DUISBURG-NORD

Source : Réalisation par l'auteur, Fond de plan d'après Openstreetmaps (2019).

ECHELLE
0M 5000M



LÉGENDE

- PÉRIMÈTRE DU PROJET
- PARTIMENTATION

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| 1. Ingenhamshof | 3b. Blast Furnace Plant |
| 2. Pig Iron Foundry | 4. Thyssen Foundries |
| 3a. Sinter Plant | 5. Emsternannshof |
| | 6. Mine and Cokery |

TYPES DE SOLS

- Terres et cailloux contenant des substances dangereuses (Code EURAL:17 05 03)
- Terres et cailloux autres (Code EURAL:17 05 04)
- Espace sans informations

RÉEMPLOI ET RECYCLAGE

- Réemploi :
- Réemploi ex situ (site initial - site final)
- Réemploi in situ :
 - Atténuation naturelle
 - Encapsulation et confinement
 - Traitement physico-chimiques et biologiques
- Recyclage

SITUATION EXISTANTE EN DEHORS DU PROJET

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| ● Cours d'eau | ■ Bâtiments |
| ■ Espaces boisés | ● Végétation |
| ■ Prairies | — Parcelles |
| ■ Espaces agricoles | — Voies de chemin de fer |
| ■ Espaces industriels en activité | — Voirie |
| ■ Espace résidentiel | |

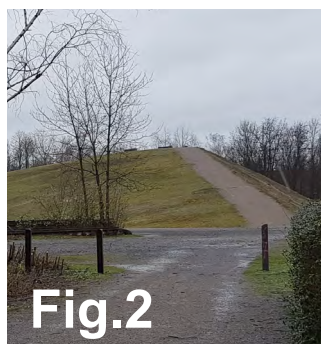


Le but principal de la restauration des sols n'était pas d'obtenir un sol équivalent à celui avant l'industrialisation (Krinke R., 2001). L'approche développée par Peter Latz était d'exploiter chaque matériau, en ce compris les sols et donc diverses méthodes de traitement ont été mises en œuvre sur une grande partie du projet (Rosenberg E., 2009). L'une des conséquences du choix de réemployer une partie des sols est la fermeture de certaines portions du parc, comme les anciens bunkers transformés en jardins intimes qui sont uniquement visibles et ne sont pas accessibles. Malgré tout, la totalité des sols nocifs pour la santé humaine (ceux qui contiennent de l'arsenic et du cyanure) ont dû être déplacés et détruits hors des limites du chantier (Krinke R., 2001).

Le tableau ci-dessous (Tableau 3.1) est le résultat de l'analyse des descriptions du projet réalisées par les auteurs eux-mêmes (Latz P., 2001 ; Latz P., 2016) et par d'autres auteurs (Rosenberg E., 2009 ; Dunne J., et al, 2014 et Krinke R., 2001). Ainsi, nous constatons la nette prédominance des démarches de réemploi in situ dans ce projet, qui sont presque toujours précédés d'une phase d'analyse.

TYPE DE SOLS	Code Waste (EURAL)	LOCALISATION	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION
TERRES ET CAILLOUX CONTENANT DES SUBSTANCES DANGEREUSES	17 05 03	Ingenhamshof (Zone 1)	REEMPLOI IN SITU (Traitement physico-chimique)	<u>Réemploi</u> : Analyse, traitement des pollutions diffuses et réemploi des sols.
		Iron Pig Foundry (Zone 2)	REEMPLOI IN SITU ET REEMPLOI EX SITU (Atténuation naturelle (1) et Encapsulation (2))	<u>Réemploi (1)</u> : Immobilisation de la terre par ajout de couche de sol et de matériaux et création des parkings temporaires. <u>Réemploi (2)</u> : Analyse, excavation des terres puis réemploi ex situ (Création d'une butte).
		Sinter Plant (Zone 3.A)	REEMPLOI IN SITU ET RECYCLAGE (Encapsulation)	<u>Réemploi</u> : Analyse, immobilisation et encapsulment des terres puis création de jardins intimes sur les sols. <u>Recyclage</u> : Récolte de débris sur le site et création de substrats.
		Blast Furnace Plant (Zone 3.B)	REEMPLOI IN SITU ET DESTRUCTION (Encapsulation)	<u>Réemploi</u> : Immobilisation de la terre par ajout de couche de sol et de matériaux. <u>Destruction</u> : Destruction des terres polluées à l'arsenic et au cyanure.
		Thyssen Foundries (Zone 4)	DESTRUCTION	<u>Destruction</u> : Evacuation des terres puis destruction.
		Emsternannshof (Zone 5)	REEMPLOI IN SITU (Encapsulation, atténuation naturelle)	<u>Réemploi</u> : Analyse, excavation des points isolés de contamination, puis réemploi in situ.
TERRES ET CAILLOUX AUTRES	17 05 04	-	-	-
ESPACE SANS INFORMATION	-	-	-	-

Tableau 3.1 : Présentation des caractéristiques des sols du Landschaftspark de Duisburg-Nord, Tableau de conclusion issus de la grille d'analyse répertoriée en annexe (Source : Réalisation par l'auteur).



Certains sols ont été traités au moyen de l'atténuation naturelle sur les parties les plus éloignées du centre du projet, comme c'est le cas dans la zone 2 («Pig Iron Foundry») (Fig.1), dont l'accessibilité est restreinte et sur laquelle pousse une végétation pionnière nécessitant aucun entretien. Dans cette même zone, la topographie a été modifiée, puisque les sols pollués issus de l'ancien cours d'eau ont été réemployés pour former des «mini-terrills», comme illustré ci-dessous (Fig.2). D'autres sols ont été réemployés et forment des parkings (Fig.3). Enfin, l'unique action de recyclage a eu lieu au sein du «jardin de la mémoire» (Fig.4).

Réemploi et recyclage de la végétation dans le projet du landschaftspark de Duisburg-Nord : Dans le cas de l'analyse de la végétation, la cartographie ci-dessous (Figure 3.12) reprend les différents actes de réemploi in situ, ex situ et de recyclage de la végétation au sein du projet allemand. Cette figure est disponible dans son intégralité au sein de l'Annexe II (« Grilles d'analyses complétées / 01.2: le projet de Duisburg-Nord : la végétation ») qui reprend également les différentes essences utilisées dans ce projet.

Le paysagiste Peter Latz a pris le parti de préserver la végétation sur une grande majorité du parc paysager et y a distingué les différents types de végétation utilisés dans ce mémoire : la végétation sans intervention, la végétation avec différentes phases de succession, la végétation ornementale, la végétation agricole et enfin, la végétation aquatique. Tous ces types de végétation sont visibles dans le parc à des endroits précis, repris dans la figure ci-dessous (Figure 3.12). Malgré tout, la végétation ne recouvre pas l'ensemble du parc et ne tente pas de reformer des paysages dits « naturels » (Latz P., 2001).

Au niveau de la végétation, les « Re-Concepts » présents sont des actions de réemploi in situ, principalement visibles dans les zones éloignées du centre du projet (parties 3.A et 3.B). Une seule démarche de recyclage a été répertoriée et prend une fois encore place au sein du « jardin de la mémoire », dans la zone du « Sinter Plant » (3.A). Des démarches de réemploi in situ sont présentes dans le cas de la végétation aquatique au sein de la zone « Pig Iron Foundry » (zone 2).

FIGURE 3.12

CARTOGRAPHIE DU RÉEMPLOI DE LA VÉGÉTATION AU SEIN DU LANDSCHAFTPARK

Source : Réalisation par l'auteur, Fond de plan d'après Openstreetmaps (2019).

ECHELLE

0M 5000M



LÉGENDE

— PÉRIMÈTRE DU PROJET

— PARTIMENTATION

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| 1. Ingenhamshof | 3b. Blast Furnace Plant |
| 2. Pig Iron Foundry | 4. Thyssen Foundries |
| 3a. Sinter Plant | 5. Emsternannshof |
| | 6. Mine and Cokery |

TYPES DE VEGETATION

- Végétation sans intervention
- Végétation avec phases de succession
- Végétation ornementale
- Végétation agricole
- Végétation aquatique
- Espace sans informations

RÉEMPLOI ET RECYCLAGE

- Réemploi :
- Réemploi ex situ (site initial - site final)
- Réemploi in situ
- Recyclage

SITUATION EXISTANTE EN DEHORS DU PROJET

- | | |
|--|--|
| Cours d'eau | Bâtiments |
| Espaces boisés | Parcelles |
| Prairies | Voies de chemin de fer |
| Espaces agricoles | Voirie |
| Espaces industriels en activité | |
| Espace résidentiel | |



Les informations concernant les types de végétation ont été présentées par les auteurs du projet (Latz P., 2001 ; Latz P., 2016) ainsi que par d'autres (Rosenberg E., 2009) et des organismes de gestion de la végétation, comme la station Biologique de Westliches Ruhrgebiet, en charge de la gestion d'une partie de la végétation. D'une façon générale, l'entretien des espaces poursuit deux objectifs : la préservation de la convivialité des lieux et la préservation de la biodiversité (Latz P., 2016).

Le tableau ci-dessous (Tableau 3.2) met en évidence la prédominance des actions de réemploi in situ au sein de la végétation sans intervention ainsi que dans la végétation aux différentes phases de succession. La végétation aquatique fait également l'objet d'une action de réemploi, tout comme certaines parties du projet inaccessibles (zones 4 «*Thyssen Foundries*» et 6 «*Mine and Cockery*»).

TYPE DE VEGETATION	LOCALISATION	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION
VEGETATION SANS INTERVENTION	Iron Pig Foundry (Zone 2)	REEMPLOI IN SITU (Préservation)	<u>Réemploi</u> : Analyse (Identification - classification) puis chantier et réemploi in situ dans la zone inaccessible au public.
	Sinter Plant (Zone 3.A)	REEMPLOI IN SITU ET RECYCLAGE (Préservation et recyclage)	<u>Réemploi</u> : Analyse (Identification - classification) puis chantier et réemploi in situ. <u>Recyclage</u> : Récupération des débris de la végétation inutilisable et disposition dans un jardin dédié à la mémoire.
VEGETATION AVEC DIFFERENTES PHASES DE SUCCESSION	Thyssen Foundries (Zone 4)	REEMPLOI IN SITU (Préservation)	<u>Réemploi</u> : Analyse (Identification - classification) puis chantier et réemploi in situ.
	Emsternannshof (Zone 5)	REEMPLOI IN SITU (Préservation)	<u>Réemploi</u> : Analyse (Identification - classification) puis chantier et réemploi in situ.
	Mine and Cockery (Zone 6)	REEMPLOI IN SITU (Préservation)	<u>Réemploi</u> : Analyse (Identification - classification) puis chantier et réemploi in situ.
VEGETATION ORNEMENTALE	Sinter Plant (Zone 3.A)	AUCUNE VALORISATION (Intégration de nouvelles essences)	Intégration de nouvelles essences pour créer des jardins très entretenus et qui supportent un PH élevé ainsi que de la pollution.
	Blast Furnace Plant (Zone 3.B)	AUCUNE VALORISATION (Intégration de nouvelles essences)	Intégration de nouvelles essences, choisissant des espèces principalement aborées afin de mettre en valeur le haut-fourneau. Entretien important et essences supportant la pollution.
VEGETATION AQUATIQUE	Iron Pig Foundry (Zone 2)	REEMPLOI IN SITU (Préservation)	<u>Réemploi</u> : Analyse (Identification - classification) puis chantier (préservation de la végétation pionnière lors des travaux des sols pollués) et réemploi in situ.
	Blast Furnace Plant (Zone 3.B)	AUCUNE VALORISATION (Intégration de nouvelles essences)	Intégration de nouvelles essences (grâce à la création de bassins).
	Thyssen Foundries (Zone 4)	AUCUNE VALORISATION (Intégration de nouvelles essences)	Intégration de nouvelles essences permettant entre autre de dépolluer les eaux.
VEGETATION AGRICOLE	Ingenhamshof (Zone 1)	AUCUNE VALORISATION (Intégration de nouvelles essences)	Intégration de nouvelles essences.
ESPACE SANS INFORMATION	-	-	-

Tableau 3.2 : Présentation des caractéristiques de la végétation du landschaftspark de Duisburg-Nord. Tableau de conclusion issu de la grille d'analyse répertoriée en annexe (Source : Réalisation par l'auteur).

La première étape dans la transformation de ces espaces était l'identification ainsi que la classification des essences présentes lors de la reprise du site par Latz. Jorg Demettar a donc passé quelques années à classer et à reconnaître certaines essences qui poussaient sur les terres polluées. Certaines d'entre elles ont par ailleurs été identifiées comme faisant partie de la Liste Rouge des espèces menacées de la Ruhr.

Au niveau de l'entretien, les espaces nécessitant le plus de maintenance sont ceux comprenant des haies et des arbres fleuris généralement situés au centre du parc dans le «*Sinter Plant*» et le «*Blast Furnace Plant*» (Krinke R., 2001). Néanmoins, des formations spécifiques ont dû être prodiguées aux personnes responsables de l'entretien des parties comprenant la végétation sans intervention et celle comportant différentes phases de succession. De ce fait, la pollution des sols avait impacté certaines essences qui avaient vu leurs caractéristiques modifiées (coloration, etc.) (Krinke R., 2001)..

Réemploi et recyclage des landmarks dans le projet du landschaftspark de Duisburg-Nord : Dans le cas de l'analyse des landmarks, la cartographie ci-dessous (Figure 3.13) reprend les différents actes de réemploi in situ, ex situ et de recyclage au sein du projet du landschaftspark de Duisburg-Nord. Cette figure est disponible dans son intégralité au sein de l'Annexe II («Grilles d'analyses complétées / 01.3 : le projet de Duisburg-Nord : les landmarks»).

Les trois hauts-fourneaux (A, B et C) présents sur le site dès l'abandon de ce dernier ont tous été préservés, restaurés et réemployés dans le but de rappeler le passé industriel du site tout en y intégrant de nouvelles fonctions (Rosenberg E., 2009). Ils ont donc été conservés en tant qu'objets mémoriels et mis en scène par des jeux de lumières installés bien après la fin des travaux réalisés par l'équipe de Latz (Rosenberg E., 2009 et Krinke R., 2001).

La première fonction des hauts-fourneaux A, B et C était la production ainsi que la transformation du minerai de fer grâce aux différentes installations attenantes au gueulard. Certaines parties des hauts-fourneaux ont été réemployées alors que d'autres ont été détruites, ce qui est visible au sein du H-F A qui a été partiellement rénové. De ce fait, certaines parties ont été retransformées en cinéma. Le deuxième haut-fourneau (B) a été convertit en club alpin et enfin, le haut-fourneau C a été préservé dans sa quasi-intégralité et constitue aujourd'hui un point de vue panoramique, un auditorium ainsi que d'un musée ouvert à tout public (Latz P., 2016). Après une première phase de désencombrement et de nettoyage des hauts-fourneaux, ces derniers ont donc été mis en scènes par des jeux d'illuminations (Drouguet N. et Bodeux P., 2017).

FIGURE 3.13

CARTOGRAPHIE DU RÉEMPLOI DES LANDMARKS AU SEIN DU LANDSCHAFTSPARK

Source : Réalisation par l'auteur, Fond de plan d'après Openstreetmaps (2019).

ECHELLE

0M 5000M



LÉGENDE

— PÉRIMÈTRE DU PROJET

— PARTIMENTATION

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| 1. Ingenhamshof | 3b. Blast Furnace Plant |
| 2. Pig Iron Foundry | 4. Thyssen Foundries |
| 3a. Sinter Plant | 5. Emsternannshof |
| | 6. Mine and Cokery |

TYPES DE LANDMARKS

HAUT-FOURNEAU A

HAUT-FOURNEAU B

HAUT-FOURNEAU C

RÉEMPLOI ET RECYCLAGE

Réemploi :

→ Réemploi ex situ (site initial - site final)

□ Réemploi in situ

■ Recyclage

SITUATION EXISTANTE EN DEHORS DU PROJET

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| □ Cours d'eau | ■ Bâtiments |
| ■ Espaces boisés | — Parcelles |
| ■ Prairies | — Voies de chemin de fer |
| ■ Espaces agricoles | □ Voirie |
| ■ Espaces industriels en activité | |
| ■ Espace résidentiel | |



3.3.1.2. Résultats Objectif 2

Le deuxième objectif de ce mémoire est la détermination de la forme de valorisation la plus employée dans les trois projets paysagers étudiés (entre réemploi in situ, réemploi ex situ et recyclage). Pour ce faire, des calculs de surface (en hectares) ont été réalisés pour chaque élément investigué.

3.3.1.2.1. Le bilan des sols

Le tableau ci-dessous (Tableau 3.3) énumère les surfaces des sols réemployés (in situ et ex situ) et recyclés en prenant en considération la surface totale du projet qui est de 146,89 hectares. Ce sont les terres et cailloux contenant des substances dangereuses (Code EURAL : 17 05 03) qui ont été les plus réemployées. Toutes les formes de valorisation des déchets (R1, R2 et RE) sont présentes dans des proportions bien différentes mais qui, au final, comptabilise presque 10 pourcent de la totalité de la surface.

Le réemploi in situ est la forme de valorisation la plus rencontrée puisqu'elle représente 13,92 hectares alors que le réemploi ex situ ne concerne que 0,64 ha et que le recyclage ne représente que 0,20 hectares. Le réemploi in situ des sols pollués représente donc presque 10% de la surface totale du projet.

TYPE DE SOL	R1(ha)	R2(ha)	RE(ha)	TOTAL RE-CONCEPT(ha)	SURFACE TOTAL(ha)
TERRES ET CAILLOUX CONTENANT DES SUBSTANCES DANGEREUSES	13,92	0,64	0,20	14,76	146,89
TERRES ET CAILLOUX AUTRES	-	-	-	-	
ESPACE SANS INFORMATIONS	-	-	-	-	

Tableau 3.3 : Les RE-Concepts au sein du Landschaftspark de Duisburg-Nord, en hectares et par rapport aux types de sols présents (Source : Réalisation par l'auteur d'après QGIS).

3.3.1.2.2. Le bilan de la végétation

Le tableau ci-dessous (Tableau 3.4) met en évidence le type de valorisation des déchets (de la végétation) recouvrant le plus de surface dans le projet : il s'agit du réemploi in situ au sein de la végétation avec différentes phases de successions, qui couvre au total 13,89 hectares. La végétation ornementale ainsi que la végétation agricole ne sont absolument pas réemployés ou recyclés (0 hectares). La végétation aquatique réemployée in situ recouvre 1,12 hectare. L'ensemble des surfaces allouées aux «Re-Concepts» recouvre 25,40 hectares sur la surface totale de 146, 89 hectares.

TYPE DE VEGETATION	R1(ha)	R2(ha)	RE(ha)	TOTAL RE-CONCEPT(ha)	SURFACE TOTAL(ha)
VEGETATION SANS INTERVENTION	10,19	0,00	0,20	10,39	146,89
VEGETATION AVEC DIFFERENTES PHASES DE SUCCESSION	13,89	0,00	0,00	13,89	
VEGETATION ORNEMENTALE	-	-	-	-	
VEGETATION AQUATIQUE	1,12	0,00	0,00	1,12	
VEGETATION AGRICOLE	-	-	-	-	

Tableau 3.4 : Les RE-Concepts au sein du Landschaftspark de Duisburg-Nord, en hectares et par rapport aux types de végétation présents (Source : Réalisation par l'auteur d'après QGIS).

3.3.1.2.3. Le bilan des landmarks

Le tableau ci-dessous (Tableau 3.5) correspond aux hectares (calculés au sol) des hauts-fourneaux recyclés, réemployés in situ ou ex situ. Aucune donnée concernant le recyclage n'est rencontrée, les trois hauts-fourneaux A, B et C ont tous été réemployés in situ sur des surfaces de 0,29 hectares.

LANDMARKS	R1(ha)	R2(ha)	RE(ha)	TOTAL RE-CONCEPT(ha)	SURFACE TOTAL(ha)
HAUT-FOURNEAU A	0,29	0,00	0,00	0,29	146,89
HAUT-FOURNEAU B	0,29	0,00	0,00	0,29	
HAUT-FOURNEAU C	0,29	0,00	0,00	0,29	

Tableau 3.5 : Les RE-Concepts au sein du Landschaftspark de Duisburg-Nord, en hectares et par rapport aux landmarks présents (Source : Réalisation par l'auteur d'après QGIS).

3.3.1.2.4. Le bilan global

La figure ci-dessous (Figure 3.14) cartographie les surfaces allouées aux différentes formes de «Re-Concepts» et le tableau ci-dessous (Tableau 3.2) inventorie quant à lui les pourcentages de ces surfaces.

Cette figure met cote à cote deux photographies aériennes ; celle prise avant les travaux réalisés par Latz et celle de la situation après les travaux. L'ancienne cartographie a été prise en 1988 et met en évidence le site peu après son abandon datant de 1985 et avant le début des travaux de transformation en parc paysager, qui datent de 1989.

Cette comparaison permet de mieux distinguer les actions réalisées par Latz lors de la reconversion de l'ancien site sidérurgique. Les zones encadrées en rouge mettent en évidence le réemploi et le recyclage des sols, alors que les «Re-Concepts» liés à la végétation sont mis en évidence en vert. Enfin, les landmarks sont encadrés en noir.

FIGURE 3.14

CARTOGRAPHIE DU BILAN GÉNÉRAL
DU PROJET DU LANDSCHAFTSPARK
DE DUISBURG-NORD

Source : Réalisation par l'auteur d'après
les données QGIS. Fond de plan issu de
Google Earth, 2019 et du géoportail
allemand, 2019.

Echelle :
0m 250m 500m



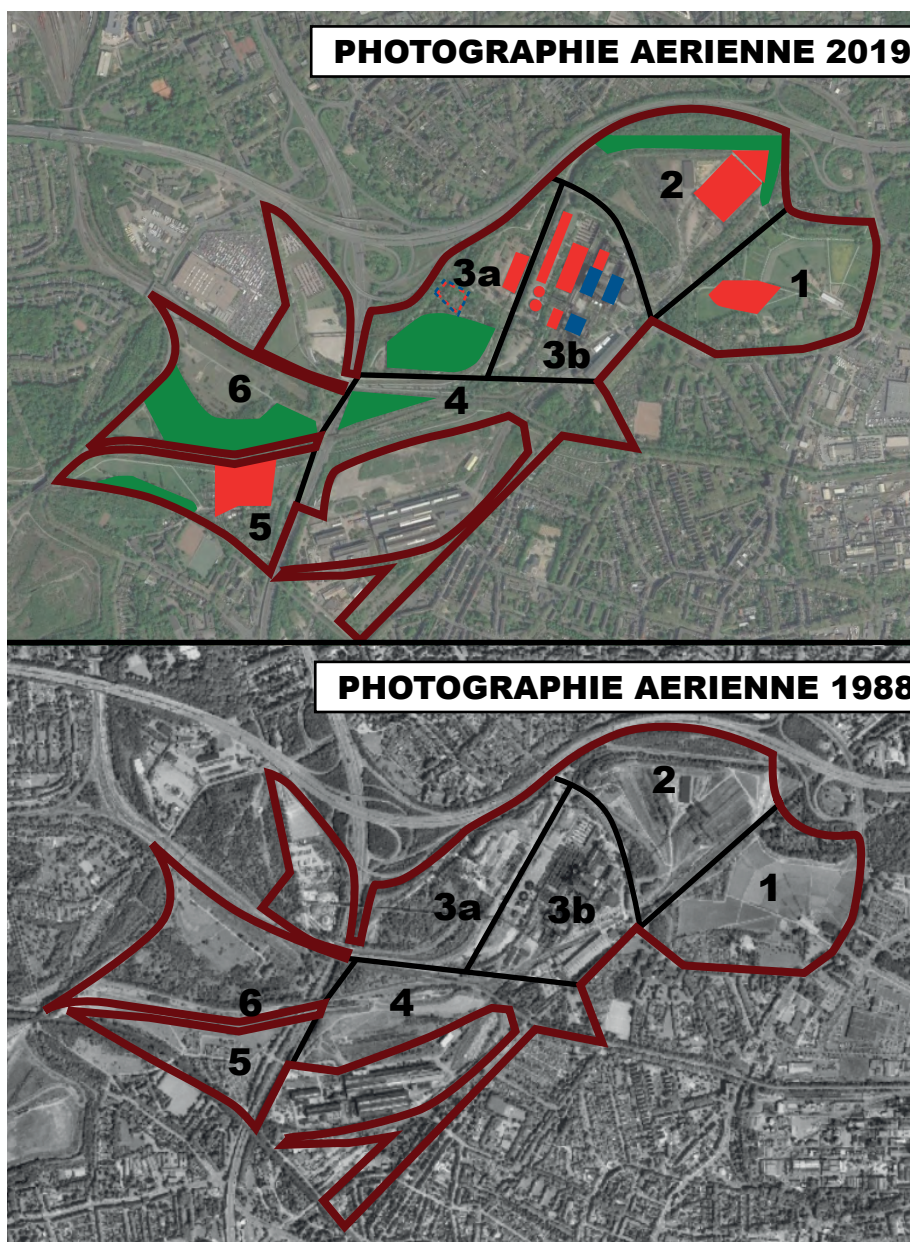
LÉGENDE

— PÉRIMÈTRE DU PROJET
— PARTIMENTATION DES PROJETS

1. Ingenhammshof
2. Pig Iron Foundry
- 3A. Sinter Plant
- 3B. Blast Furnace Plant
4. Thyssen Foundries
5. Emsternmannshof
6. Mine and Cokery

BILAN GÉNÉRAL

- Réemploi des sols
- ▤ Recyclage des sols
- Réemploi de la végétation
- ▤ Recyclage de la végétation
- Réemploi des landmarks
- ▤ Recyclage des landmarks



BILAN GLOBAL DU LANDSCHAFTSPARK DE DUISBURG-NORD					
ELEMENTS INVESTIGUES	R1(%)	R2(%)	RE(%)	TOTAL RE-CONCEPT(%)	SURFACE TOTALE(%)
SOLS	9,48	0,44	0,14	10,05	100,00
VEGETATION	17,16	0,00	0,14	17,29	100,00
LANDMARKS	0,59	0,00	0,00	0,59	100,00

Tableau 3.6 : Le bilan du projet du Landschaftspark de Duisburg-Nord. Etablissement de la totalité des pourcentages des sols, de la végétation, des landmarks (Source : Réalisation par l'auteur d'après les données de QGIS).

Les hauts-fourneaux qui se dressaient autrefois sur le site laissent des traces sur le paysage et sont visiblement réemployés. La photographie aérienne de 1988 met en évidence que la zone 6 («*Mine and Cokery*») a été déblayée, alors que cette partie était autrefois emplie de déchets et constituait une zone de dépôt.

Les sols sont plus volontairement réemployés dans pratiquement toutes les parties du parc («*Iron Pig Foundry*», «*Sinter Plant*», «*Blast Furnace Plant*» «*Emsternannshof*» et «*Ingenhamshof*»). Le réemploi de la végétation est plus généralement situé dans les zones les plus éloignées du centre du projet alors que l'on constate que l'intégralité des landmarks réemployés est située dans la zone 3.B («*Blast Furnace Plant*»), qui constitue le centre du parc paysager.

Les calculs des pourcentages des surfaces réemployées et recyclées sont répertoriés dans le tableau ci-contre (Tableau 3.6). Les surfaces réemployées in situ (R1) et ex situ (R2), recyclées (RE) dans le projet y ont été indiquées, tout comme l'addition de toutes ces démarches (TOTALE RE-CONCEPT) ainsi que la surface totale du projet (SURFACE TOTALE), correspondant à 146,99 hectares.

Les surfaces calculées ont été reconverties en pourcentage, par rapport à la surface de chaque élément afin de mettre en évidence le type de valorisation de déchet le plus utilisé (Objectif 2). Dans le cas du projet de landschaftspark de Duisburg-Nord, c'est donc la végétation qui a une surface réemployée plus importante, puisqu'elle correspond à 17,29% de la surface totale. Latz a également eu recours au réemploi dans sa gestion des sols, puisque ces derniers ont été réemployés in situ à 9,48% de la surface totale.

Il s'agit donc du réemploi in situ (R1) qui a été le plus employé et cela vaut pour tous les éléments investis, qu'il s'agisse des sols (9,48%), de la végétation (17,16%) ou encore des landmarks (0,59%).

3.3.1.3. Résultats Objectif 3

Les actions permettant la gestion des déchets dans les projets ont été analysés par rapport aux différentes démarches décrites dans le guide réalisé par Cifful en 2012, de la commande des travaux jusqu'à la fin du chantier et aux obligations supplémentaires liées à l'entretien du projet.

La première phase décrite dans guide concerne la commande des travaux et comporte différentes démarches obligatoires comme l'état des lieux. Dans le cas du projet de landschaftspark, cela concerne la réalisation d'études préalables qui concernent principalement l'identification et la classification de la flore.

La seconde phase se déroulant lors du chantier et à la fin de ce dernier, lors de l'entretien génère des démarches liées à la planification générale ainsi qu'à leur impact sur l'environnement.

Au niveau de l'impact sur l'environnement, en réemployant in situ les sols, Latz a fait bénéficier les habitants des quartiers avoisinants d'un minimum de poussières toxiques potentielles durant le chantier en diminuant l'évacuation et le transport des sols pollués (Latz P., 2001).

Il semble au premier abord évident que la préservation et le réemploi de la végétation au sein du projet a permis d'économiser de nombreuses actions dans la création du parc paysager. Une part importante (25,40 hectares représentant 17,29% de la surface totale) a été réemployée et donc une grosse partie de la végétation n'a pas dû être importée. Au niveau des actions évitées durant les phases de chantier, on retrouve les charges dues aux stockages des matériaux et aux transports de ceux-ci.

Enfin, les bénéfices liés au réemploi des hauts-fourneaux sont principalement sociétaux : les habitants de la communauté de l'IG Nordpark qui avaient une demande spécifique de préservation des structures bâties, ce qui a été effectué. Concernant les actions préservées, les actions à mener sur le chantier sont plus importantes que la construction d'un élément neuf. De ce fait, de nombreuses étapes de transformations ont été mises en œuvre : démantèlement, analyse, etc.

3.3.2. Résultats de l'analyse du Nouveau Belval

Les grilles d'analyse relatives au projet du Nouveau Belval au Luxembourg sont répertoriées dans leur intégralité en annexe. L'analyse du projet et les différents bilans ont été réalisés grâce aux informations récoltées par les entretiens menés et la littérature analysée (Drouguet N. et Bodeux P., 2017 ; Le fonds Belval, 2016 ; Le fonds Belval, 2012 ; Le fonds Belval, 2010 et Le fonds Belval, 2004). Les personnes ayant répondu aux questionnements sur le site du projet sont : Christian Weier, du bureau AREAL (échange de mails et appels datant du 17 juin 2019) et Beate Heigel, du bureau Agora (échange de mails datant du 26 août 2019).

L'intérêt manifeste des autorités luxembourgeoises pour le site abandonné a suscité des projets qui permettraient de relancer l'économie de la ville d'Esch-Sur-Alzette ainsi que de l'ensemble de la région transfrontalière ouest du Luxembourg. Le projet est considéré en tant qu'opportunité unique de redéveloppement par l'intermédiaire de la création de la première université du Luxembourg. Pour mener à bien le projet, le Gouvernement luxembourgeois a créé la société de droit privé Agora, chargée de développer les friches industrielles et les Fonds Belval, afin d'assurer la maîtrise d'ouvrage de la réalisation de ses équipements publics (Cité des Sciences, 2012). Conscients de devoir développer une architecture ambitieuse, les Fonds Belval ont misé sur des concours d'architecture (Cité des Sciences 2012).

Périmètre et description du projet

Sur l'entièreté des 250 hectares possédés par l'usine lors de son fonctionnement, environ 120 hectares sont abandonnés en 1997. Le terrain est repris en 2003 et est divisé en zones par la société Agora et correspond aux différentes fonctions souhaitées, comme illustré dans la figure ci-dessous (Figure 3.17). Il s'agit des cinq zones nommées : «*Parc Belval Nord*, *Parc Belval Sud*, *le Wassertreppe*, *le Square Miles* et *la Terrasse des Hauts-Fourneaux*». L'implémentation de l'université a été définie en 2005 par le gouvernement comme étant le moteur global du projet du Nouveau Belval. Cet élément est situé sur la partie la plus connue ainsi que la plus documentée de l'ensemble du projet, à savoir la «*Terrasse des Hauts-Fourneaux*» (zone 5).

Cette partie recouvre une surface de 24 ha et sert à l'implantation de la Cité des sciences, un espace d'enseignement et de recherche comprenant l'université. La Terrasse est conçue comme un large espace piéton, ponctuée de squares, de plans d'eau et de vestiges de l'ancienne usine. On y retrouve des cafés, restaurants, salles de concerts qui ont servi dès le début du chantier d'incubateur pour faire venir le public, au même titre que l'université (Drouguet N. et Bodeux P., 2017 et Le fonds Belval, 2004). Le «*Parc Belval Sud*» (zone 2) comprend quant à lui le projet d'école secondaire et d'un parc attenant conçu par l'Agence Ter. Le «*Parc Belval Nord*» (zone 1) et le «*Wassertreppe*» (zone 3) forment des parties bien à part des trois autres. Ils se développent autour de projets immobiliers et de la réhabilitation du cours d'eau qui traverse la zone du «*Wassertreppe*» et sont donc constitués d'habitations et d'un parc (Drouguet N. et Bodeux P., 2017).

FIGURE 3.15

CARTOGRAPHIE DU PÉRIMÈTRE ET DES PARTIES DU PROJET DU NOUVEAU BELVAL

Source : Réalisation par l'auteur d'après Google Earth, 2019 et le fond Belval, 2012.

Echelle : 0m 250m 500m



LÉGENDE

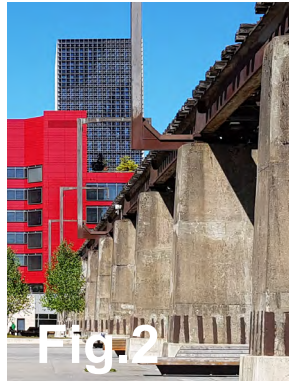
- Périmètre du projet
- Partimentation des projets

1. Parc Belval Nord
2. Parc Belval Sud
3. Wassertreppe
4. Square Miles
5. Terrasse des Hauts-Fourneaux



Re-concepts au sien du site

Les processus de «*Re-Concepts*» (réemploi et recyclage) ont principalement pris place au sein de la «*Terrasse des Hauts-Fourneaux*» qui forme le centre du projet. Le réemploi des hauts-fourneaux qui existaient auparavant sur le site abandonné est devenu le cœur du projet, bien que d'autres éléments bâtis aient été préservés et transformés au cours du projet (Le fonds Belval, 2016 ; Le fonds Belval, 2012 ; Le fonds Belval, 2010 et Le fonds Belval, 2004). Des actions de réemploi et de recyclage se sont insérées dès les phases du chantier, par exemple lors du démantèlement des structures bâties, où une grande partie des matériaux ont été réemployés, recyclés ou encore éliminés dans les conditions requises en fonction de leur nature (Les Fonds Belval, 2012).



Le projet, bien qu'il ne soit pas encore finalisé, comporte des actions de recyclage et de réemploi, principalement réparties sur la «*Terrasse des Hauts-Fourneaux*». De ce fait, cette partie du projet comporte encore de nombreux vestiges industriels, qui, pour certains, sont intégrés au nouveau projet et sont devenus les symboles du renouveau. C'est bien entendu le cas des deux hauts-fourneaux (Fig.1), mais également des restes des landmarks qui permettaient de transporter le minerai (Fig.2). Ces derniers éléments ponctuels ont été simplement préservés et accentuent la place publique centrale au projet. D'autres bâtiments présents sur la «*Terrasse des Hauts-Fourneaux*» ont été réemployés, comme la Massenoire, visible sur l'une des quatre photographies prises en juin 2019 (Fig.3). Ce dernier accueille une partie des informations concernant le projet, les sites industriels au Luxembourg et une exposition permanente de François Schuiten (Le fonds Belval, 2012 ; Le fonds Belval, 2010 et Le fonds Belval, 2004).

D'autres actions de réemploi sont visibles dans le reste du site, bien que moins nombreuses. Par exemple, dans la parcellisation du projet nommée «*Square Miles*» (zone 4), certaines parties des cheminées et deux bassins de décantation ont été préservés et font ainsi partie du nouveau projet (Fig.4) (Belval.lu, 2019).

Maintenance / Coûts

Les bénéfices engendrés par le réemploi et le recyclage ont été révélés par les magazines de Fonds Belval. Ils mettent en évidence un avantage financier grâce à la revente de matériaux comme le cuivre. Par exemple, la vente des mitrilles des hauts-fourneaux a rapporté plus de 2 200 000 euros. De plus, lors de la fin du projet, plus de 7000 logements ainsi que plusieurs établissements publics et entreprises verront le jour, permettant un bénéfice économique non négligeable (Le fonds Belval, 2016 et Belval.lu, 2019).

- Coûts totaux du projet : Un bilan effectué en 2015 dévoile un total de 683 millions d'euros pour le montant des projets en cours. Les travaux réalisés sur les hauts-fourneaux auraient été évalués à 47 millions d'euros (Drouguet N. et Bodeux P., 2017).
- Coûts de la gestion sur l'ensemble du site : Les coûts de gestion des deux hauts-fourneaux s'élèvent à 1 million d'euros par an, en ce non compris les coûts relatifs au vernis remis à neuf tous les sept ans (Drouguet N. et Bodeux P., 2017).
- Bénéfice économique (approximatif) : Le projet renforce l'appel aux frontaliers et accentue la pression foncière dans la vallée de l'Alzette en France (Drouguet N. et Bodeux P., 2017). La reconversion de l'un des hauts-fourneaux rameute environ 12 000 visiteurs par an et les activités développées sur l'ensemble du site emploient près de 25 000 travailleurs et près de 7000 étudiants (Belval.lu, 2019).
- Personnel engagé pour la maintenance du projet : Inconnu

3.3.2.1. Résultats Objectif 1

Le premier objectif est la connaissance des différentes méthodes employées dans la gestion des sols, de la végétation et des landmarks. Afin de répondre à cet objectif de recherche, des grilles d'analyse et des cartographies ont été réalisées et complétées pour les trois éléments investigués cités précédemment.

Réemploi et recyclage des sols dans le projet du Nouveau Belval : Dans le cas de l'analyse des sols, la cartographie ci-dessous (Figure 3.16) reprend les différents actes de réemploi in situ (atténuation naturelle), ex situ au sein du projet du Nouveau Belval. Cette figure est disponible intégralement dans l'Annexe II (« Grilles d'analyses complétées / 02.1: le projet du Nouveau Belval : les sols »).

Un entretien avec le paysagiste Weiver Christoph (de l'agence AREAL qui a collaboré avec l'agence de Michael Desvignes sur le projet) a permis d'éclaircir et de compléter certaines parties de ce bilan ainsi que de dévoiler l'unique quantification en terme de volume de ce mémoire. Malgré tout, les caractéristiques des sols ainsi que les différents polluants n'ont pas pu être clairement identifiés. Les deux méthodes de traitement des sols sont le réemploi ex situ (pour la gestion des terres polluées) et le réemploi in situ (pour les terres dites saines). Une partie des « Terres et cailloux autres » (Code EURAL : 17 05 04) sont donc réemployés in situ, d'après l'un des magazines des fonds Belval (Le fonds Belval, 2004).

FIGURE 3.16

CARTOGRAPHIE DU RÉEMPLOI DES SOLS AU SEIN DU NOUVEAU BELVAL

Source : Réalisation par l'auteur, Fond de plan d'après Openstreetmaps (2019).

ECHELLE
0M 5000M



LÉGENDE

— PÉRIMÈTRE DU PROJET

— PARTIMENTATION

- | | |
|---------------------|-----------------|
| 1. Parc Belval Nord | 4. Square Miles |
| 2. Parc Belval Sud | 5. Terrasse des |
| 3. Wassertrepp | Hauts-Fourneaux |

TYPES DE SOLS

- Terres et cailloux contenant des substances dangereuses (Code EURAL:17 05 03)
- Terres et cailloux autres (Code EURAL:17 05 04)
- Espace sans informations

RÉEMPLOI ET RECYCLAGE

■ Réemploi :

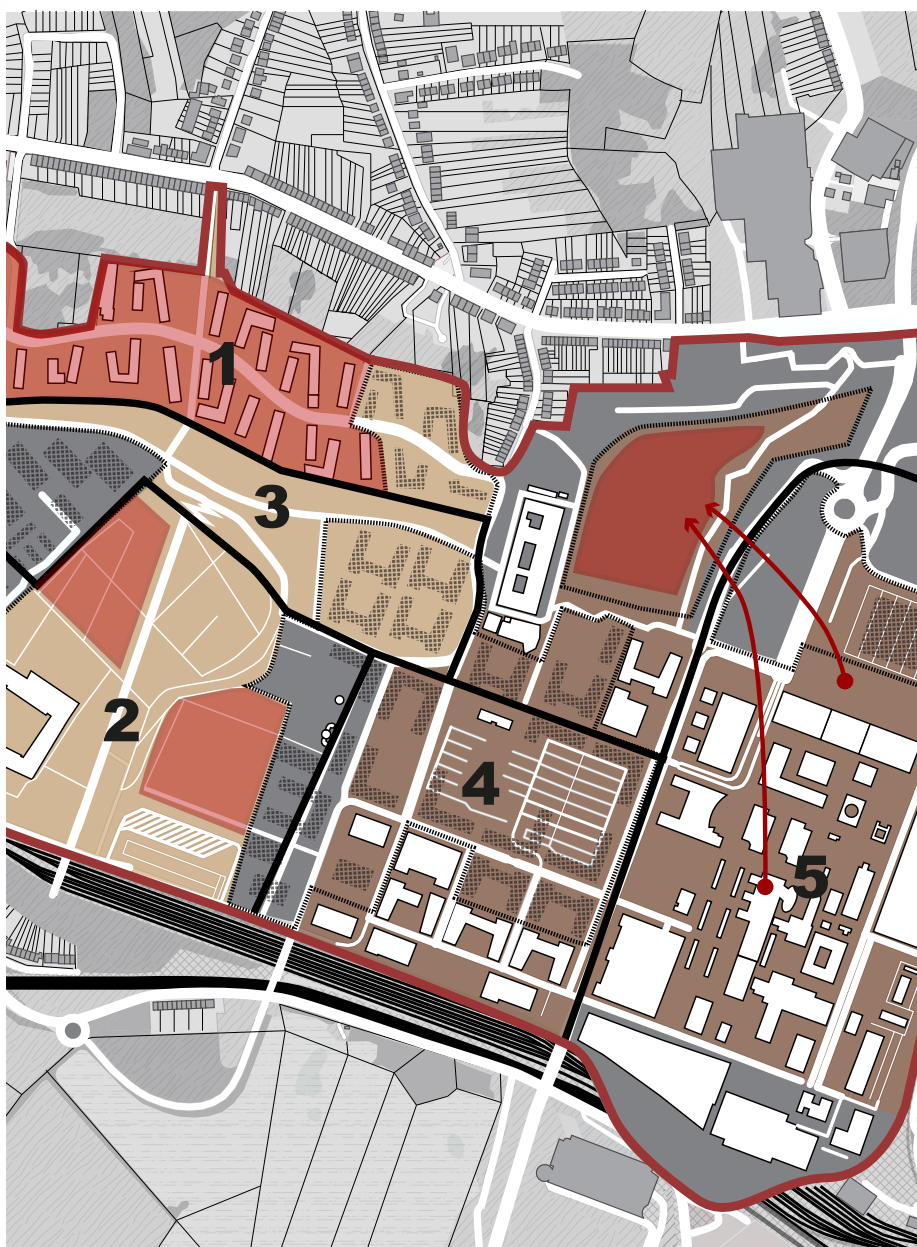
→ Réemploi ex situ (site initial - site final)

■ Réemploi in situ :

- Atténuation naturelle
- Encapsulation et confinement
- Traitement physico-chimiques et biologiques
- Recyclage

SITUATION EXISTANTE EN DEHORS DU PROJET

- | | |
|--|--------------------------|
| ■ Cours d'eau | ■ Bâtiments |
| ■ Espaces boisés | ■ Parcelles |
| ■ Prairies | ■ Voies de chemin de fer |
| ■ Espaces agricoles | ■ Voirie |
| ■ Espaces industriels en activité | |
| ■ Espace résidentiel | |
| ■ Espace en chantier (état 2019) | |
| ■ Futurs bâtiments (masterplan à la fin des chantiers) | |



Le but principal de la restauration des sols était la dépollution totale du site, en fonction des affectations prévues dans les différents périmètres (Le fonds Belval, 2004). De ce fait, une partie des terres polluées ont dû être excavées sur 1,50 mètre de profondeur au sein de la zone 5 («*Terrasse des Hauts-Fourneaux*») et ont été détruits par incinération hors des limites du projet (d'après l'entretien avec Weiver Christoph). Néanmoins, une grande partie du sol a dû être déplacée hors de son lieu d'origine et disposé sur le plateau St-Esprit, à quelques mètres de la zone 5 («*Terrasse des Hauts-Fourneaux*»). Ce plateau n'est pas encore accessible en 2019, bien qu'il semblerait qu'il puisse le devenir à la fin du chantier (Le fonds Belval, 2004).

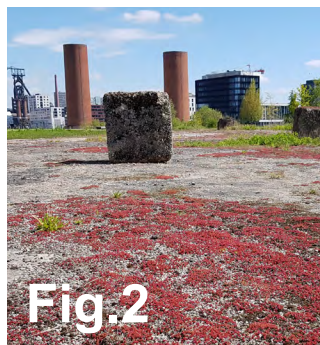
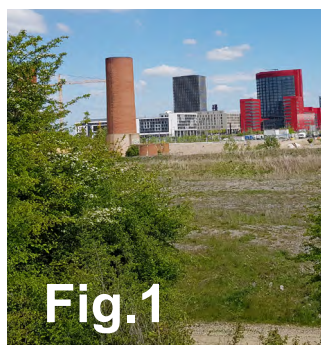
La zone 4 («*Square Miles*») est polluée mais les traitements et le possible réemploi des sols ne sont pas documentés. Néanmoins, les activités potentielles ont été réduites et la fonction d'habitat a été proscrite. Les trois dernières zones («*Parc Belval Nord, parc Belval Sud*» et enfin, le «*Wassertreppe*») sont décrites comme étant saines (excepté pour certains points isolés de contamination, qui ont dû être excavés et détruits), et certaines terres ont été réemployées in situ.

Le tableau ci-dessous (Tableau 3.9) est le résultat de l'accumulation des informations provenant des descriptions du projet réalisées par la société Agora (Belval.lu, 2019) et les descriptions de l'état des sols réalisés par les Fonds Belval dans leurs magazines (Le fonds Belval, 2004). Le périmètre de la «*Terrasse des Hauts-Fourneaux*» est la zone la plus documentée, bien que les informations concernant les terres et la pollution ne soient pas très fournies.

Au niveau des phases de transformation, des audits préalables ont dû être réalisés.

TYPE DE SOLS	Code Waste (EURAL)	LOCALISATION	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION
TERRES ET CAILLOUX CONTENANT DES SUBSTANCES DANGEREUSES	17 05 03	Square Miles (Zone 4)	Donnée indisponible	Donnée indisponible
		Terrasse des hauts-fourneaux (Zone 5)	REEMPLOI EX SITU (Encapsulation)	<u>Réemploi ex situ</u> : Les déchets contaminés sont déposés sur le Plateau St-Esprit et sont recouverts d'une couche de matériaux imperméable pour éviter tout contact avec des milieux de transferts comme l'air ou l'eau.
TERRES ET CAILLOUX AUTRES	17 05 04	Parc Belval Nord (Zone 1)	REEMPLOI IN SITU (Préservation)	<u>Réemploi in situ</u> : Analyse, excavation des points isolés de contamination, puis réemploi in situ.
		Parc Belval Sud (Zone 2)	REEMPLOI IN SITU (Préservation)	<u>Réemploi in situ</u> : Analyse, excavation des points isolés de contamination, puis réemploi in situ.
ESPACE SANS INFORMATION	/	Wassertreppe (Zone 3)	Donnée indisponible	Donnée indisponible

Tableau 3.7 : Présentation des caractéristiques des sols présents au sein du projet du Nouveau Belval, Tableau de conclusion issu de la grille d'analyse (Source : Réalisation par l'auteur).



Les photographies, prises en mars 2019, illustrent les différents types de gestion des sols dans le projet et les deux premières photographies (Fig.1 et Fig.2) illustrent les terres saines réemployées dans la zone 2 («*Parc Belval Sud*»). Les deux sols ont utilisé la méthode de l'atténuation naturelle, laissant la végétation pionnière se développer sur certains vestiges des sols en béton.

La dernière photographie (Fig.3) représente le Plateau St-Esprit en chantier, sur lequel les terres polluées ont été accumulées et qui deviendra, à la fin des travaux, un espace vert accessible aux visiteurs.

Réemploi et recyclage de la végétation dans le projet du Nouveau Belval : Dans le cas de l'analyse de la végétation, la cartographie ci-dessous (Figure 3.17) reprend les différents actes de réemploi in situ, ex situ et de recyclage au sein du projet du Nouveau Belval. Cette figure est disponible intégralement dans l'Annexe II (« Grilles d'analyses complétées / 02.2 : le projet du Nouveau Belval : la végétation »).

Les informations concernant les types de plantation ont été présentées par les auteurs du projet et les gestionnaires dans la zone de la « Terrasse des Hauts-Fourneaux » et donc par l'agence de Micheal Desvignes, assistée par l'Agence AREAL et par la société Agora (Le fonds Belval, 2010). Le reste du projet n'est pas aussi bien documenté puisque les différents projets (Zones 2 et 3) ont été réalisés par d'autres agences de paysagistes (Agence Ter, etc.) qui n'ont pas proposé de descriptions de leur travail.

L'entretien de ces espaces poursuit un objectif bien identifié : la préservation de la convivialité des lieux (Le fonds Belval, 2010).

Une partie de la végétation réemployée in situ se situe dans les zones éloignées du centre du projet (zone 5, la « Terrasse des Hauts-Fourneaux »). De la végétation préservée se situe donc dans les parties 2 (« Parc Belval Sud ») et 3 (« Wassertreppe »). Une très faible portion de la végétation qui avait poussé au sein de la « Terrasse des Hauts-Fourneaux » a été réemployée, il s'agit uniquement de points ponctuels, comme illustré sur la figure ci-dessous (Figure 3.17).

FIGURE 3.17

CARTOGRAPHIE DU RÉEMPLOI DE LA VÉGÉTATION AU SEIN DU NOUVEAU BELVAL

Source : Réalisation par l'auteur, Fond de plan d'après Openstreetmaps (2019).

ÉCHELLE
0M 5000M



LÉGENDE

- PÉRIMÈTRE DU PROJET
- PARTIMENTATION
- 1. Parc Belval Nord
- 2. Parc Belval Sud
- 3. Wassertreppe
- 4. Square Miles
- 5. Terrasse des Hauts-Fourneaux

TYPES DE VEGETATION

- Végétation sans intervention
- Végétation avec phases de succession
- Végétation ornementale
- Végétation agricole
- Végétation aquatique
- Espace sans informations

RÉEMPLOI ET RECYCLAGE

- Réemploi :
- Réemploi ex situ (site initial - site final)
- Réemploi in situ
- Recyclage

SITUATION EXISTANTE EN DEHORS DU PROJET

- Cours d'eau
- Espaces boisés
- Prairies
- Espaces agricoles
- Espaces industriels en activité
- Espace résidentiel
- ||||| Espace en chantier (état 2019)
- Futurs bâtiments (masterplan à la fin des chantiers)
- Bâtiments
- Parcelles
- Voies de chemin de fer
- Voirie



La végétation avec différentes phases de succession est présente et réemployée dans la partie du «*Parc Belval Sud*» (zone 2), qui a par ailleurs fait l'objet d'un projet réalisé par l'Agence Ter et dont le but était de se référer aux végétations typiques des milieux industriels et pionniers.

Le tableau ci-dessous (Tableau 3.8) est le résultat de l'analyse du projet documentée par les auteurs eux-mêmes (Le fonds Belval, 2016 ; Le fonds Belval, 2012 ; Le fonds Belval, 2010 et Le fonds Belval, 2004).

Au niveau de l'entretien, aucune donnée n'a pu être récoltée, mais les phases de transformations mettent en évidence la présence d'une phase d'identification avant toute action sur le chantier sur une partie du site.

La végétation aquatique a été importée et possède un rôle uniquement esthétique. En effet, plusieurs bassins ont été réalisés aux pieds des hauts-fourneaux sur la zone 5, dans l'idée de créer des reflets sur les hauts-fourneaux. La végétation agricole n'est pas présente sur le site.

TYPE DE VEGETATION	LOCALISATION	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION
VEGETATION SANS INTERVENTION	Parc Belval Sud (Zone 2)	REEMPLOI IN SITU (Préservation)	Réemploi in situ : Analyse (Identification-classification) puis chantier et réemploi in situ.
VEGETATION AVEC DIFFERENTES PHASES DE SUCCESSION	Parc Belval Nord (Zone 1)	AUCUNE VALORISATION (Intégration de nouvelles essences)	Intégration de nouvelles essences.
	Wassertreppe, (Zone 3)	REEMPLOI IN SITU (Préservation)	Chantier et réemploi in situ.
VEGETATION ORNEMENTALE	Terrasse des hauts-fourneaux (Zone 5)	REEMPLOI IN SITU (Préservation)	Réemploi in situ : Analyse (Identification-classification) puis chantier et réemploi in situ (Création de "sous-bois" et d'un couvre-sol forestier).
VEGETATION AQUATIQUE	Terrasse des hauts-fourneaux (Zone 5)	AUCUNE VALORISATION (Intégration de nouvelles essences)	Intégration de nouvelles essences lors de la création de trois bassins aux alentours des hauts-fourneaux.
	Wassertreppe, (Zone 3)	AUCUNE VALORISATION (Intégration de nouvelles essences)	Intégration de nouvelles essences.
VEGETATION AGRICOLE	-	-	-
ESPACE SANS INFORMATION	-	-	-

Tableau 3.8 : Présentation des caractéristiques de la végétation trouvée au sein projet du Nouveau Belval. Tableau de conclusion issu de la grille d'analyse (Source : Réalisation par l'auteur).

En conclusion, végétation au sein du projet du nouveau Belval est généralement peu réemployée. Après un entretien avec les paysagistes de l'agence AREAL, on apprend que la végétation n'a pas pu être réemployée sur certaines parties de l'ancienne usine sidérurgique, puisque le projet a pris place sur le site juste après sa fermeture et la végétation au centre de la «*Terrasse des Hauts-Fourneaux*» n'a pas eu le temps de se développer. Seuls certains arbres, comme des platanes subsistent encore aujourd'hui près de la «*Terrasse des Hauts-Fourneaux*» (Les Fonds Belval, 2012).

Réemploi et recyclage des landmarks dans le projet du Nouveau Belval : Dans le cas de l'analyse de la végétation, la cartographie située sur la page suivante (Figure 3.18) reprend les différents actes de réemploi in situ, ex situ et de recyclage au sein du projet du Nouveau Belval. La figure ainsi que le tableau attendant sont disponibles intégralement dans l'Annexe II («*Grilles d'analyses complétées / 02.3 : le projet du Nouveau Belval : les landmarks*»).

Trois hauts-fourneaux étaient présents dans le centre du site (à savoir, la zone 5 «*Terrasse des Hauts-Fourneaux*») lors de son abandon. Les trois landmarks ont tous été réemployés in situ et ex situ ainsi que recyclés. En effet, les hauts-fourneaux A et B ont fait l'objet de plusieurs scénarios de reconversion créés par Agora, permettant de déterminer quelle était la meilleure option de restauration. Ces deux hauts-fourneaux ont été inscrits le 18 juillet 2000 sur l'Inventaire Supplémentaire des Sites et Monuments Nationaux (Fonds Belval 2016) et donc ne pouvaient être purement détruits.

Le haut-fourneau A, visible sur la figure ci-dessous (Figure 3.18), fonctionnait jusqu'en 1989 et était le haut-fourneau le moins imposant (il avait un diamètre de huit mètres). Après qu'un incendie détruisit une partie du haut-fourneau, ce dernier a été rénové et est donc retrouvé dans un parfait état de conservation lors de la reprise du site par Agora (Le fonds Belval, 2016 et Le fonds Belval, 2012). Après une phase de démantèlement et de déconstruction* des vestiges du haut-fourneau, ce dernier est transformé en lieu d'accueil du Centre National de la Culture Industrielle (CNCI) et est ouvert au public.

Le haut-fourneau B a été mis en service en 1970 et ferma définitivement en 1997. Au niveau des dimensions, ce landmarks est le plus imposant puisqu'il s'élève jusqu'à nonante mètres de haut et neuf mètres de diamètre. Après une phase de déconstruction* des vestiges du haut-fourneau, seule la silhouette de ce dernier est préservée et est inaccessible au public (Le fonds Belval, 2016 et Le fonds Belval, 2012). Enfin, le haut-fourneau C a été réemployé ex situ et recyclé. Lors de son abandon, ce haut-fourneau était recouvert de 20 000 tonnes d'acier et d'autres matériaux, qui ont été recyclés : les aciers sont fondus dans les fours électriques, les bétons sont concassés et réutilisés comme fonds de coffres et matériaux de remblaiement (Le fonds Belval, 2016). Une autre partie du haut-fourneau C a été réemployé ex situ, puisqu'une partie du haut-fourneau a été exportée en Chine et y est toujours en activité (Le fonds Belval, 2012).

Des travaux de déblaiement ont donc dû être effectués dans le cadre de la reconversion des hauts-fourneaux A et B. La première opération fut de retirer tous les dépôts qui s'étaient accumulés sur les structures, les planchers et les toitures ainsi que d'effectuer les travaux de stabilisation (Le fonds Belval, 2016). Ensuite, une opération de déconstruction a eu lieu : les éléments essentiels du haut-fourneau A sont préservés alors que seules les grandes structures du haut-fourneau B ont été conservées afin de préserver la silhouette. La troisième étape du réemploi des hauts-fourneaux A et B était la mise en place de bardages de protection au sein de la Halle des coulées et des bunkers. Des travaux de traitements de surfaces ont été réalisés en 2011, dans lesquels la charpente métallique a été sablée et traitée à l'aide d'un vernis renouvelé tous les quatre ans. Enfin, les deux hauts-fourneaux sont mis en scènes par des jeux de lumières (Le fonds Belval, 2016 et Le fonds Belval, 2012).

FIGURE 3.18

CARTOGRAPHIE DU RÉEMPLOI DES LANDMARKS AU SEIN DU NOUVEAU BELVAL

Source : Réalisation par l'auteur, Fond de plan d'après Openstreetmaps (2019).

ECHELLE
0M 5000M



LÉGENDE

— PÉRIMÈTRE DU PROJET

— PARTIMENTATION

- | | |
|---------------------|-----------------|
| 1. Parc Belval Nord | 4. Square Miles |
| 2. Parc Belval Sud | 5. Terrasse des |
| 3. Wassertrepp | Hauts-Fourneaux |

TYPES DE LANDMARKS

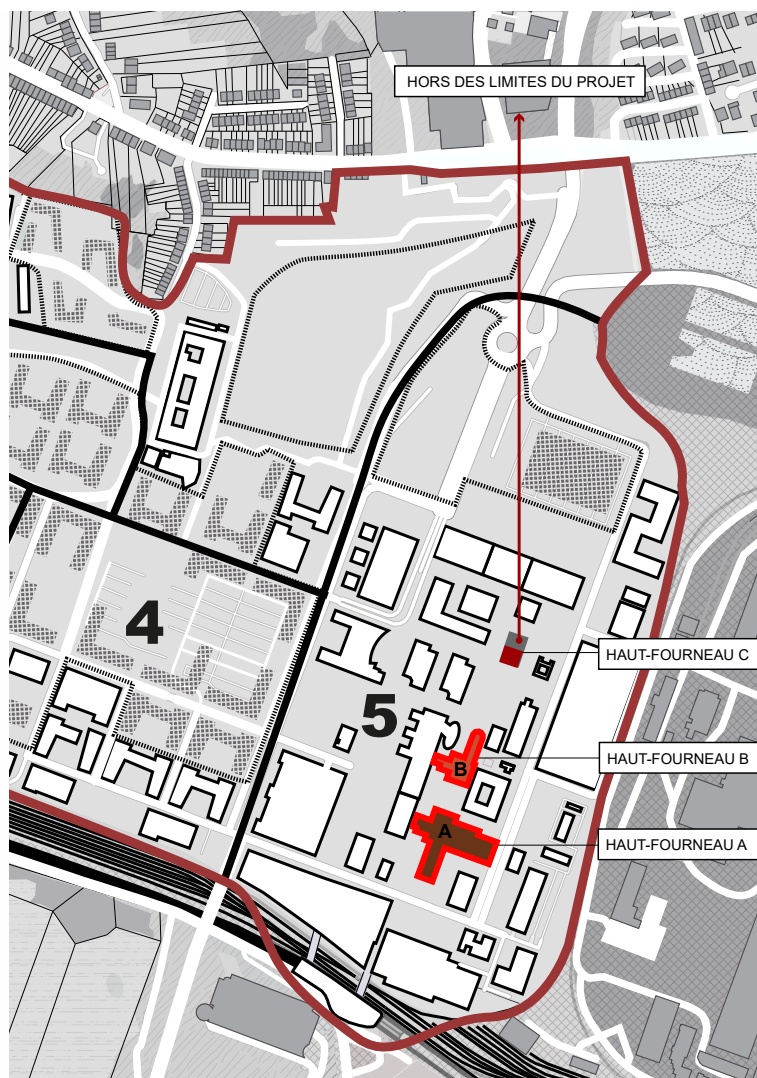
- | | |
|-----------------|-----------------|
| HAUT-FOURNEAU A | HAUT-FOURNEAU C |
| HAUT-FOURNEAU B | |

RÉEMPLOI ET RECYCLAGE

- | | |
|---|-------------|
| □ Réemploi in situ | ■ Recyclage |
| → Réemploi ex situ
(site initial - site final) | |

SITUATION EXISTANTE EN DEHORS DU PROJET

- | | |
|--|--------------------------|
| □ Cours d'eau | ■ Bâtiments |
| ▨ Espaces boisés | ▨ Parcelles |
| ▨ Prairies | ▨ Voies de chemin de fer |
| ▨ Espaces agricoles | ▨ Voirie |
| ▨ Espaces industriels en activité | |
| ▨ Espace résidentiel | |
| ▨ Espace en chantier (état 2019) | |
| ▨ Futurs bâtiments (masterplan à la fin des chantiers) | |



3.3.2.2. Résultats Objectif 2

Le deuxième objectif de ce mémoire est la détermination de la forme de valorisation la plus employée dans les trois projets paysagers étudiés, entre réemploi in situ, réemploi ex situ et recyclage. Pour ce faire, plusieurs calculs de surface ont été réalisés.

3.3.2.2.1. Le bilan des sols

Le tableau ci-dessous (Tableau 3.9) énumère les quantifications des sols réemployés, recyclés en prenant en parallèle avec la surface totale (113,51 hectares). Ce sont donc les «*Terres et cailloux autres*» (Code EURAL : 17 05 04) traités par réemploi in situ qui sont les traitements les plus rencontrés (11,64 hectares). Aucune forme de recyclage n'est présente (0 hectares) alors que le réemploi ex situ est visible dans le paysage et correspond à 4,48 hectares.

TYPE DE SOL	R1(ha)	R2(ha)	RE(ha)	TOTAL RE-CONCEPT(ha)	SURFACE TOTAL(ha)
TERRES ET CAILLOUX CONTENANT DES SUBSTANCES DANGEREUSES	0,00	4,28	0,00	4,28	113,51
TERRES ET CAILLOUX AUTRES	11,64	0,00	0,00	11,64	
ESPACE SANS INFORMATIONS	-	-	-	-	

Tableau 3.9 : Les RE-Concepts au sein du projet du nouveau Belval, en hectares et par rapport aux types de sols présents (Source : Réalisation par l'auteur d'après QGIS).

3.3.2.2.2. Le bilan de la végétation

Vous retrouverez ci-dessous le tableau récapitulatif des types de végétation réemployées et recyclées par rapport à la surface totale du projet (113,51 hectares). Les plantations agricoles et aquatiques réemployées ou recyclées sont inexistantes. La partie de la végétation sans intervention a été en partie réemployée dans la zone 2 du projet («*Parc Belval Sud*»), recouvre une surface de 0,80 hectares et représente donc le type de végétation le plus réemployé. La végétation comprenant des phases de succession peut être trouvée au sein de la zone 3 («*Wasserstreppe*») et correspond à 0,48 hectares. Enfin, on peut noter la présence du réemploi d'une partie de la végétation ornementale dans la zone 5 («*Terrasse des Hauts-Fourneaux*»), qui est de 0,35 hectares. Aucune indication d'une forme de recyclage ou réemploi ex situ n'a pu être récoltée.

TYPE DE VEGETATION	R1(ha)	R2(ha)	RE(ha)	TOTAL RE-CONCEPT(ha)	SURFACE TOTAL(ha)
VEGETATION SANS INTERVENTION	0,80	0,00	0,00	0,80	113,51
VEGETATION AVEC DIFFERENTES PHASES DE SUCCESSION	0,48	0,00	0,00	0,48	
VEGETATION ORNEMENTALE	0,38	0,00	0,00	0,38	
VEGETATION AQUATIQUE	-	-	-	-	
VEGETATION AGRICOLE	-	-	-	-	

Tableau 3.10 : Les RE-Concepts au sein du projet du Nouveau Belval, en hectares et par rapport aux types de végétation présents (Source : Réalisation par l'auteur).

3.3.2.2.3. Le bilan des landmarks

Le tableau ci-dessous (Tableau 3.11) reprend les surfaces des hauts-fourneaux recyclés, réemployés in situ ou ex situ. Le haut-fourneau A est celui qui a été le plus préservé puisqu'environ 0,51 hectares a été réemployé in situ et transformé afin d'accueillir de nouvelles fonctions. Le haut-fourneau B possède une surface réemployée moins importante, puisque seule la silhouette a été gardée. Enfin, le haut-fourneau C a été en partie réemployé ex situ (0,14 hectares) et l'autre partie a été recyclée (0,14 hectares), comme expliqué précédemment.

LANDMARKS	R1(ha)	R2(ha)	RE(ha)	TOTAL RE-CONCEPT(ha)	SURFACE TOTAL(ha)
HAUT-FOURNEAU A	0,51	0,00	0,00	0,51	146,89
HAUT-FOURNEAU B	0,13	0,00	0,00	0,13	
HAUT-FOURNEAU C	0,00	0,14	0,14	0,28	

Tableau 3.11 : Les RE-Concepts au sein du projet du Nouveau Belval, en hectares et par rapport aux landmarks présents (Source : Réalisation par l'auteur d'après les données QGIS).

3.3.2.2.3. Le bilan global

L'analyse du projet du Nouveau Belval a permis de mettre en évidence un bilan détaillé des surfaces allouées aux différentes formes de «*Re-Concepts*», regroupées sur la figure ci-dessous (Figure 3.19). Le tableau annexé (Tableau 3.12) inventorie les pourcentages de ces surfaces.

Cette figure met côte à côte deux photographies aériennes ; celle prise avant les travaux gérés par la société Agora datant de 2001 et celle de la situation après les travaux, issue de Google Earth en 2019. L'ancien orthophotoplan met en évidence le site peu après son abandon (1997).

Cette comparaison permet de mieux distinguer la reconversion de l'ancien site sidérurgique. Les zones encadrées en rouge mettent en évidence le réemploi et le recyclage des sols, alors que les «*Re-Concepts*» liés à la végétation sont mis en évidence en vert. Enfin, les landmarks sont encadrés en noir.

FIGURE 3.19

CARTOGRAPHIE DU BILAN GÉNÉRAL
DU PROJET DU NOUVEAU BELVAL
AU LUXEMBOURG

Source : Réalisation par l'auteur d'après
les données QGIS. Fond de plan issu de
Google Earth, 2019 et du géoportail
Luxembourgeois, 2019.

Echelle :
0m 250m 500m



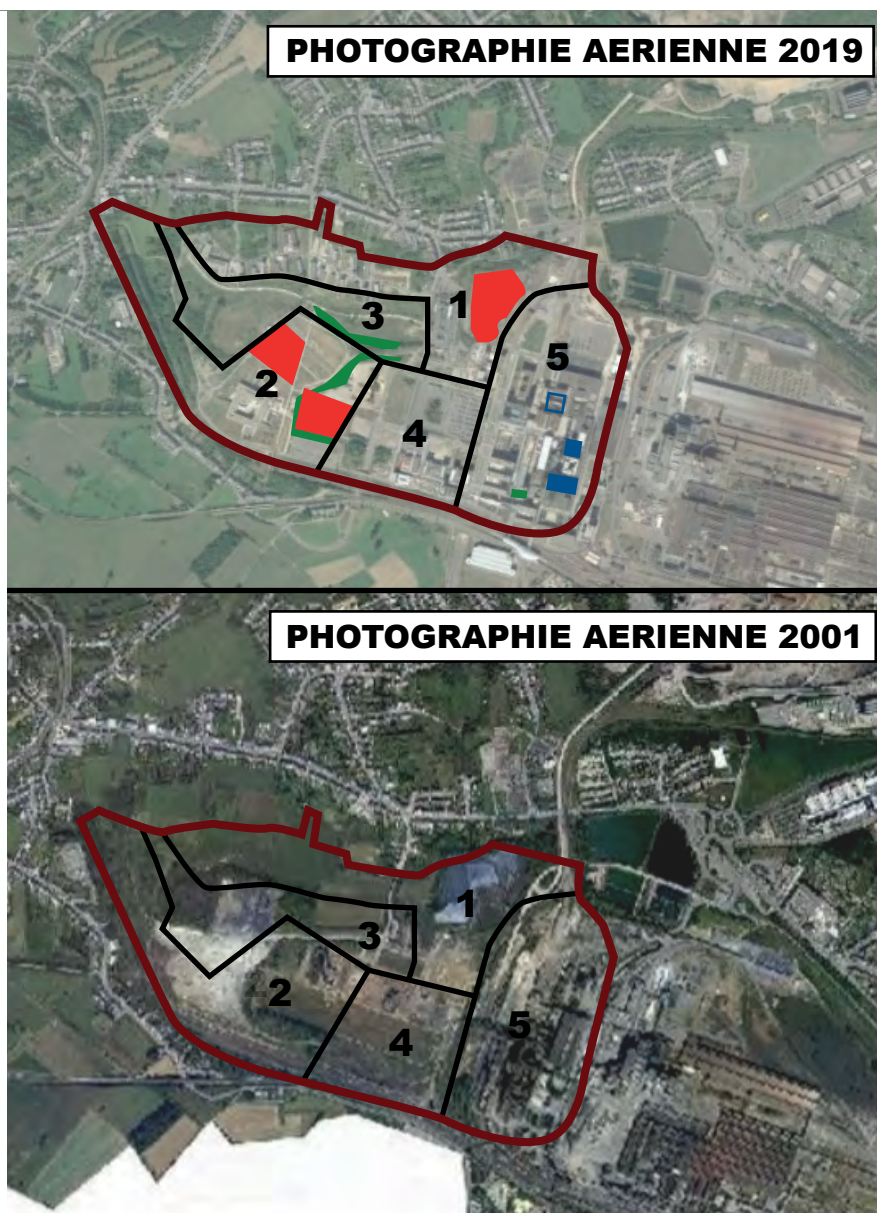
LÉGENDE

— PÉRIMÈTRE DU PROJET
— PARTIMENTATION DES PROJETS

1. Parc Belval Nord
2. Parc Belval Sud
3. Wassertreppe
4. Square Miles
5. Terrasse des Hauts-Fourneaux

BILAN GÉNÉRAL

- Réemploi des sols
- Recyclage des sols
- Réemploi de la végétation
- Recyclage de la végétation
- Réemploi des landmarks
- Recyclage des landmarks



BILAN GLOBAL DU NOUVEAU BELVAL					
ELEMENTS INVESTIGUES	R1(%)	R2(%)	RE(%)	TOTAL RE-CONCEPT(%)	SURFACE TOTALE(%)
SOLS	10,25	3,77	0,00	14,03	100,00
VEGETATION	1,46	0,00	0,00	1,46	100,00
LANDMARKS	0,03	0,00	0,00	0,03	100,00

Tableau 3.12 : Le bilan du projet du Nouveau Belval. Etablissement de la totalité des pourcentages des sols, de la végétation, des Landmarks (Source : Réalisation par l'auteur d'après les données de QGIS).

Les sols ont été plus réemployés in situ et ex situ dans le projet. Le réemploi de la végétation est très peu présente et plus généralement situé dans les parties éloignées du centre du projet, à savoir les zones 1 et 3 («*Parc Belval Nord*» et le «*Wasserstreppe*»).

Une partie des surfaces bâties ont été reconverties. De l'ancienne exploitation, il ne reste à la fermeture de l'usine plus que quelques installations visibles dans le paysage. Des six Hauts-Fourneaux existants en 1920, ne subsistait plus que trois lors de l'abandon du site en 1997 (Les fonds Belval, 2012).

Les calculs des pourcentages des aires des surfaces réemployées et recyclées, réalisés au moyen de l'outil QGIS, sont répertoriés dans le tableau ci-contre (Tableau 3.12). Les surfaces réemployées in situ (R1) et ex situ (R2), recyclées (RE) dans le projet y ont été indiquées, tout comme l'addition de toutes ces démarches (TOTALE RE-CONCEPT) ainsi que la surface totale du projet (SURFACE TOTALE), correspondant à 113,51 hectares.

Les surfaces calculées ont été reconverties en pourcentage, par rapport à la surface de chaque élément afin de mettre en évidence le type de valorisation de déchet le plus utilisé (Objectif 2). Dans le cas du projet du Nouveau Belval, se sont donc les sols qui correspondent à la surface la plus réemployée in situ (10,25% de la totalité de la surface). Les deux autres éléments (la végétation et les landmarks) présentent des surfaces moins importantes puisqu'elles recouvrent respectivement 1,45% et 0,03%.

Il s'agit donc du réemploi in situ (R1) qui a été le plus employé (11,74%) et cela vaut pour tous les éléments investigués, qu'il s'agisse des sols (10,25%), de la végétation (1,46%) ou encore des landmarks (0,03%).

3.3.2.3. Résultats Objectif 3

Les actions permettant la gestion des déchets dans les projets ont été analysés par rapport aux différentes démarches décrites dans le guide réalisé par Cifful en 2012, de la commande des travaux jusqu'à la fin du chantier et aux obligations supplémentaires liées à l'entretien du projet.

La première phase décrite dans guide concerne la commande des travaux et comporte différentes démarches obligatoires comme l'état des lieux. Dans le cas du projet du Nouveau Belval, cela concerne la réalisation d'études préalables principalement au niveau de la gestion des sols.

La seconde phase se déroulant lors du chantier et à la fin de ce dernier, lors de l'entretien génère des démarches liées à la planification générale ainsi qu'à leur impact sur l'environnement.

Au niveau des sols, une partie des sols ayant été réemployés ex situ, des actions ont été mises en œuvre dans le but de transporter les sols pollués (4,28 hectares) sur le Plateau St-Esprit, ce qui n'est pas écologiquement parlant avantageux. Les moyens relèvent donc plus du transport des déchets et au niveau des actions évitées, elles concernent le stockage des matériaux et l'achat de terres saines.

Il semble au premier abord évident que la préservation et le réemploi de la végétation au sein du projet a permis d'économiser de nombreuses actions dans la création du parc paysager. Au niveau des actions évitées durant les phases de chantier, on retrouve les charges dues aux stockages des matériaux et au transport de ces derniers.

Concernant les actions évitées par le réemploi des landmarks, elles sont moins importantes que la construction d'un élément neuf. De ce fait, de nombreuses étapes de transformations ont été mises en œuvre : démantèlement, analyse, déblaiements, etc. Le réemploi in situ des deux hauts-fourneaux ainsi que le réemploi ex situ et le recyclage du troisième est très documenté et permet de mettre en évidence les bénéfices économiques liés à ces actions (environ 2 000 000 euros). Néanmoins, certains actes d'embellissement des deux hauts-fourneaux (tels que la pose de vernis) nuancent ce bénéfice économique. De ce fait, les traitements et entretiens des hauts-fourneaux réemployés in situ dans le projet de Belval ont un objectif principalement esthétique et ne sont pas écologiquement intéressants puisqu'ils augmentent le nombre d'actions mises en œuvre pour la valorisation de cet élément.

3.3.3. Résultats de l'analyse du C-Mine/Winterslag

Bien que la dernière mine au Limbourg ait été fermée il y a seulement trente ans, une ambiance d'abandon règne sur l'ensemble du bassin minier dans cette province de Flandre (BUUR, 2015). Le Limbourg tente donc de se renouveler au travers de la reconversion de ses anciens sites sidérurgiques et des sites d'exploitations qui étaient autrefois présents sur toute sa surface et plus particulièrement aux abords de la ville de Genk (BUUR, 2015 et Landzine, 2012).

C'est dans ce contexte que de nombreux projets voient actuellement le jour, tels que les projets «*B-Mine*», le «*Thorpark*» (sur l'ancien site du Waterschei), le projet de la «*Biomista*» (sur le terrain du Zwartberg) ou encore le projet «*C-Mine*» (situé sur l'ancien site du Winterslag) au sein de la commune de Genk (BUUR, 2015).

Le projet de C-Mine/Winterslag utilise la créativité et l'innovation comme leviers pour générer une nouvelle dynamique au cœur du bassin industriel. Par conséquent, le projet proposé par la ville de Genk sur ce territoire combine plusieurs fonctions particulièrement liées à l'éducation, à la création et enfin, à la présentation artistique (51N4E, 2019).

Périmètre et description du projet

Les limites du projet C-Mine correspondent généralement aux limites de la zone 2, que nous avons nommée «*Centre C-Mine*». Néanmoins, dans le cadre de ce mémoire, la surface étudiée est plus étendue et comprend différents projets aux abords de la place centrale (zone 2 «*Centre C-Mine*») dont certains sont toujours en cours de réalisation en 2019. Les noms donnés aux différentes zones résultent donc d'un choix personnel de l'auteur.

Le périmètre considéré comprend les projets «*Hermès*» (situé sur les zones 3 et 4 nommés «*Quartier*» et «*Infrastructures*») ainsi que le projet de végétalisation et de reconversion de l'ancien terril en espace vert (repris sous le nom de «*Terril*» et couvrant la zone 1). Le périmètre du projet de reconversion du terril a été déterminé au moyen de l'étude d'un document législatif : le BPA «*Zone minière d'hiver, zone de transport et parc vert, 1ère modification*» réalisé en 2002.

Il s'agit d'un périmètre conçu par l'auteur, dans le but de se rapprocher au maximum des surfaces des deux autres projets. La partitionnement a été réalisée grâce aux différents projets et à leurs plans d'actions ainsi que grâce aux diverses législations présentes. Différentes affectations ont par ailleurs été réservées au sein de l'ensemble du périmètre te permettra de choisir les noms des partitionnements (il s'agit des zones d'habitation, d'espace vert, logistique, etc.). Quatre espaces ont ainsi été découpés il s'agit de la zone 1 (le «*Terril*»), de la zone 2 (le «*Centre C-Mine*»), de la zone 3 (Le «*Quartier*») et enfin, la zone 4 («*Infrastructures*»).

FIGURE 3.20

CARTOGRAPHIE DU PÉRIMÈTRE
ET DES PARTIES DU PROJET
C-MINE/WINTERSLAG

Source : Réalisation par l'auteur,
d'après Google Earth (2019).

Echelle : 0m 250m 500m



LÉGENDE

- Périmètre du projet
- Partitionnement des projets
- 1. Terril
- 2. Centre C-Mine
- 3. Quartier
- 4. Infrastructures

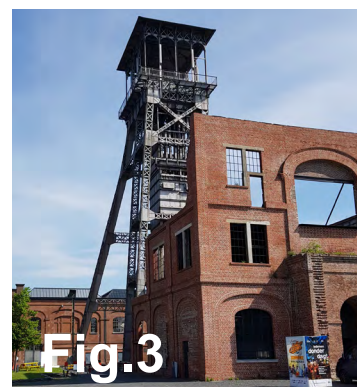


L'espace correspondant à la zone 2 (le «*Centre de C-Mine*») comporte de nombreuses entreprises, écoles ainsi que d'autres espaces d'éducation et entrepreneuriaux. Cette surface abrite les anciens bâtiments de style néo-renaissance flamand réemployés et reconvertis en espaces accueillant des bureaux et des administrations. D'autres formes de bâtis ont été réemployées et transformées, comme les anciens entrepôts convertis en cinéma ainsi que le bâtiment principal accueillant un musée (C-Mine, 2016; BUUR, 2015).

L'espace public au centre du projet (au sein de la zone 2) est la partie la plus connue de l'ensemble du projet considéré et celui abritant les deux chevalements. En 2019, un labyrinthe occupe une partie de la place et a été réalisé en acier corten servant à rappeler le passé industriel du site, aux dires du FlandersArchitectuur (The architectural Review, 2019).

Re-concepts au sien du site

Le réemploi est très visible dans ce projet, grâce aux nombreux bâtiments et landmarks préservés depuis l'abandon du site d'extraction du Winterslag. Néanmoins les actions de recyclage ne sont pas évidentes à distinguer sur le site.



En 2012, les travaux occupant le bâtiment central prennent fin. Une «*expédition*» occupe le bâtiment central et relate l'histoire du site et de nombreuses machines y ont été préservées dans une salle ouverte au public et visible dans la photographie ci-dessus (Fig.1).

Un circuit est proposé au visiteur qui aboutit à la visite de l'un des chevalements et a été réalisé par le bureau belge NuArchitectuur (Fig.2) (C-Mine, 2016; BUUR, 2015). L'autre chevalement est en partie inaccessible, puisqu'il est compris dans un bâtiment dont les auteurs de projet ont préservés la silhouette (Fig.3) (BUUR, 2015 et Landzine, 2012).

Les actions de réemploi et de recyclage ne sont pas spécifiquement mentionnées dans ce projet, bien que l'on retrouve des démarches de «*Re-Concepts*» dans certaines zones étudiées.

Maintenance / Coûts

La surface bâtie recouvre 15.000 mètres carrés au sein de la zone 2 (Centre C-Mine) et les coûts permettant la reconversion de ces éléments construits correspondent à environ 30.000.000 euros. Aucune information relative à la maintenance et à l'entretien n'a pu être récoltée.

- Coûts totaux du projet : La construction de la place C-Mine et des bâtiments voisins auront coûté au total 30 000 000 euros (51N4E, 2019)
- Coûts de la gestion sur l'ensemble du site : Inconnu
- Bénéfice économique (approximatif) : Le centre de C-Mine a contribué à la création d'environ 330 emplois dispersés entre les 42 entreprises qui se sont installées sur le site. Une grosse majorité de ces entreprises (33 pour être précis) se sont diversifiées dans le secteur de la créativité (C-Mine, 2016).
- Personnel engagés pour la maintenance du parc (approximatif) : Inconnu

3.3.3.1. Résultats Objectif 1

Le premier objectif est l'identification des différentes méthodes employées dans la gestion des sols, de la végétation et des landmarks. Afin de répondre à cet objectif de recherche, des grilles d'analyse et des cartographies ont été réalisées et complétées pour les trois éléments investigués cités précédemment.

Réemploi et recyclage des sols dans le projet C-Mine/Winterslag : Dans le cas de l'analyse des sols, la cartographie ci-dessous (Figure 3.21) reprend les différents actes de réemploi in situ (atténuation naturelle, encapsulnement et confinement, traitement physico-chimique et biologique), ex situ et de recyclage au sein du projet C-Mine/Winterslag. Cette figure est disponible intégralement dans l'Annexe II (« Grilles d'analyses complétées / 03.1: le projet C-Mine/Winterslag : les sols »).

Aucune information concernant les types de sols ou leurs méthodes de traitement n'ont pu être récoltées, bien que nous sachions que le site a été en partie pollué, à proximité de la zone 3 (« Quartier »). Une pollution est probablement présente puisque cette zone a été occupée en 2013 par un système innovant de dépollution des sols nommé le « Farming Pollution System », fonctionnant par phytoremédiation. Ce projet a été présenté lors de la triennale du design en Flandre dans le centre de C-Mine et a été testé près des habitations entre le 15 décembre et le 9 mars 2014 (Farming pollution, 2019). Néanmoins, les résultats n'ont pas été communiqués.

FIGURE 3.21

CARTOGRAPHIE DU RÉEMPLOI
DES SOLS AU SEIN DU C-MINE/
WINTERSLAG

Source : Réalisation par l'auteur, Fond de
plan d'après Openstreetmaps (2019).

ECHELLE
0M 5000M



LÉGENDE

— PÉRIMÈTRE DU PROJET

— PARTIMENTATION

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1. Terril | 3. Quartier |
| 2. Centre C-Mine | 4. Infrastructures |

TYPES DE SOLS

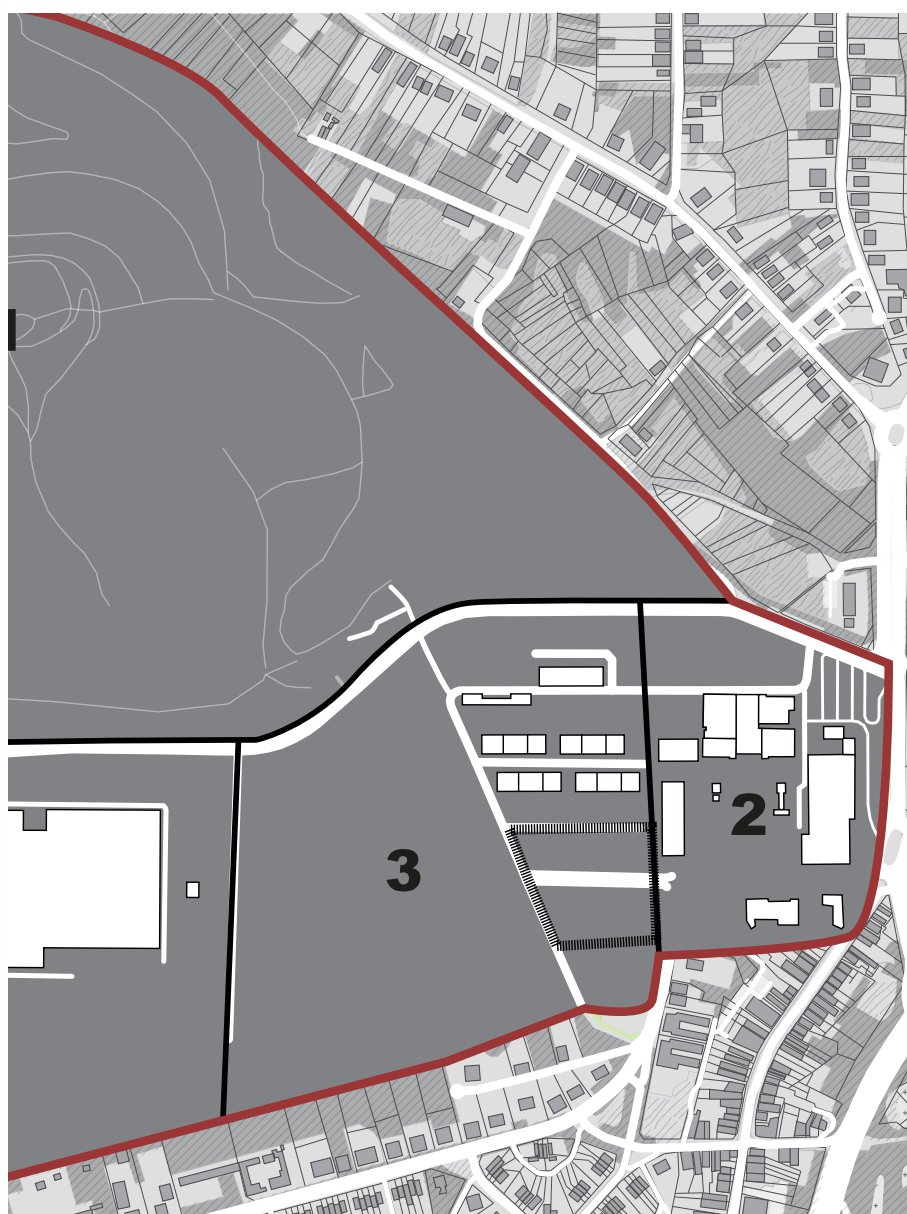
- Terres et cailloux contenant des substances dangereuses (Code EURL:17 05 03)
- Terres et cailloux autres (Code EURL:17 05 04)
- Espace sans informations

RÉEMPLOI ET RECYCLAGE

- Réemploi :
- Réemploi ex situ (site initial - site final)
- Réemploi in situ :
 - Atténuation naturelle
 - Encapsulnement et confinement
 - Traitement physico-chimiques et biologiques
- Recyclage

SITUATION EXISTANTE EN DEHORS DU PROJET

- | | |
|--|------------------------|
| Cours d'eau | Bâtiments |
| Espaces boisés | Parcelles |
| Prairies | Voies de chemin de fer |
| Espaces agricoles | Voirie |
| Espaces industriels en activité | |
| Espace résidentiel | |
| Espace en chantier (état 2019) | |
| Futurs bâtiments (masterplan à la fin des chantiers) | |



Après des entretiens menés auprès de l'agence de paysagistes Hosper (responsable du projet de l'espace public entourant les chevalements) et de l'agence d'architectes NUArchitectuur (en charge de la réhabilitation des espaces bâtis), il apparaît que les traitements des sols ont été réalisés par une société n'ayant aucun lien avec le projet actuel.

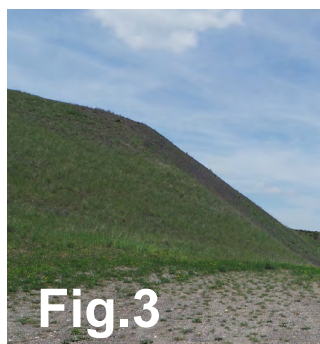
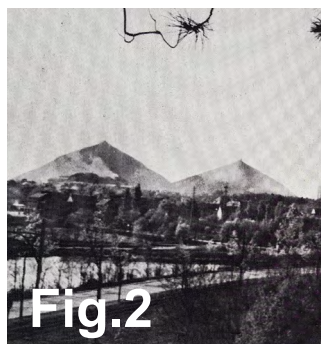
Malgré tout, les matériaux employés dans le projet de réhabilitation de la place centrale de C Mine/Winterslag, (partie 2 «*Centre C Mine*») réalisé par la société Hosper, ont été choisis afin de rappeler les déchets et les minerais typiques des sites miniers.

Il est également intéressant de noter qu'autrefois, deux terrils se démarquaient dans le paysage du Winterslag, qui, lors du projet, ont été rassemblés en un seul. La raison de ce choix n'est pas connue.

Le tableau ci-dessous (Tableau 3.13) est incomplet et ne permet donc pas de tirer des conclusions sur les traitements et les méthodes de gestion des sols dans le projet flamand.

TYPE DE SOLS	Code Waste (EURAL)	LOCALISATION	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION
TERRES ET CAILLOUX CONTENANT DES SUBSTANCES DANGEREUSES	17 05 03	Quartier (Zone 3)	Donnée indisponible	Donnée indisponible
TERRES ET CAILLOUX AUTRES	17 05 04	Donnée indisponible	Donnée indisponible	Donnée indisponible
ESPACE SANS INFORMATION	/	Terril (Zone 1)	Donnée indisponible	Donnée indisponible
		Centre C-Mine (Zone 2)	Donnée indisponible	Donnée indisponible
		Quartier (Zone 3)	Donnée indisponible	Donnée indisponible
		Infrastructure (Zone 4)	Donnée indisponible	Donnée indisponible

Tableau 3.13 : Présentation des caractéristiques des sols présents au sein du projet C-Mine/Winterslag, Tableau de conclusion issus de la grille d'analyse (Source : Réalisation par l'auteur).



Les photographies présentes ci-dessus ont été prises en mai 2019 (excepté la Fig.2, qui a été récoltée sur l'un des panneaux sur le site).

La Fig.1 représente les habitations présentes dans la zone 3 («*Quartier*»). Il s'agit de l'endroit où s'est mise en pratique la méthode innovatrice de traitement des sols pollués (le «*Farming Pollution System*»).

Les deux autres photographies illustrent le terril lors de l'occupation du site par la société d'exploitation (Fig.2) et le terril actuel (Fig.3). La Fig.2 a été prise depuis un point en hauteur au sien de la cité jardin du Winterslag attenante au projet (au sud de ce dernier) alors que la Fig.3 a été prise au pied du terril.

Enfin, la Fig.4 illustre le type de matériau choisi par la société HOSPER lors de la rénovation de la place centrale (au sein de la zone 2 «*Centre C-Mine*»). Les dolomites concassées permettent de rappeler les déchets et le minerai laissé à l'abandon.

Réemploi et recyclage de la végétation dans le projet de C-Mine/Winterslag : Dans le cas de l'analyse de la végétation, la cartographie ci-dessous (Figure 3.22) reprend les différents actes de réemploi in situ, ex situ et de recyclage au sein du projet C-Mine/Winterslag en Belgique. Cette figure est disponible intégralement dans l'Annexe II (« Grilles d'analyses complétées / 03.2 : le projet C-Mine/Winterslag : la végétation »).

Les informations concernant les types de plantation ont été présentées par les paysagistes de la société HOSPER qui ont travaillé sur la zone 2 du projet (« Centre C-Mine ») lors d'un entretien avec l'un des paysagistes. D'autres informations résultent de l'analyse du site et des cartes anciennes du projet.

Les projets relatifs à la végétation poursuivent deux objectifs : d'une part, la préservation et l'augmentation de la biodiversité (grâce à l'import d'une nouvelle végétation) et d'autre part, la préservation d'une partie de la végétation symbolique, particulièrement présente au centre du projet (partie 2 « Centre C Mine »).

Une partie de la végétation réemployée in situ se situe dans les parties éloignées du centre du projet (zone 1, à savoir le « Terril »). De la végétation préservée se situe donc aux abords du terril existant. Néanmoins, une très faible partie de la végétation qui avait poussé au coeur du projet dans la zone 2 (« Centre C-Mine »), a été réemployée in situ, comme illustré sur la figure ci-dessous (Figure 3.17).

FIGURE 3.22

CARTOGRAPHIE DU RÉEMPLOI DE LA VÉGÉTATION AU SEIN DU C-MINE/WINTERSLAG

Source : Réalisation par l'auteur, Fond de plan d'après Openstreetmaps (2019).

ECHELLE
0M 5000M



LÉGENDE

- PÉRIMÈTRE DU PROJET
- PARTIMENTATION
- 1. Terril 3. Quartier
- 2. Centre C-Mine 4. Infrastructures

TYPES DE VEGETATION

- Végétation sans intervention
- Végétation avec phases de succession
- Végétation ornementale
- Végétation agricole
- Végétation aquatique
- Espace sans informations

RÉEMPLOI ET RECYCLAGE

- Réemploi :
- Réemploi ex situ (site initial - site final)
- Réemploi in situ
- Recyclage

SITUATION EXISTANTE EN DEHORS DU PROJET

- Cours d'eau
- Espaces boisés
- Prairies
- Espaces agricoles
- Espaces industriels en activité
- Espace résidentiel
- Espace en chantier (état 2019)
- Futurs bâtiments (masterplan à la fin des chantiers)
- Bâtiments
- Parcelles
- Voies de chemin de fer
- Voirie



Les informations concernant les types de plantation ont pu être récoltées au moyen d'entretiens avec différents organismes responsables du projet : l'Agence de paysagistes HOSPER, l'Agence d'architectes NUArchitectuur et Peter Bogaert ainsi que grâce aux observations menées sur le terrain. Ces données ont été résumées dans le tableau ci-dessous (Tableau 3.14).

Au niveau de l'entretien, aucune donnée n'a pu être récoltée, mais les phases de transformations mettent en évidence la présence d'une phase d'identification et de classification de la végétation présente au centre du projet, réalisé par les paysagistes de la société HOSPER.

Au sein du reste du projet, il est à noter la large prédominance de l'importation de nouvelles essences, qui prennent la forme de prairies fleuries (notamment dans la zone 3, le «*Quartier*»). Aucune végétation de type aquatique ou agricole n'est présente au sein de ce projet.

TYPE DE VEGETATION	LOCALISATION	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION
VEGETATION SANS INTERVENTION	Terril (Zone 1)	REEMPLOI IN SITU (Préservation)	Réemploi in situ : Analyse puis chantier et réemploi in situ.
	Infrastructures (Zone 4)	AUCUNE VALORISATION (Intégration de nouvelles essences)	Intégration de nouvelles essences sous la forme de prairies fleuries.
VEGETATION AVEC DIFFERENTES PHASES DE SUCCESSION	Quartier (Zone 3)	AUCUNE VALORISATION (Intégration de nouvelles essences)	Intégration de nouvelles essences sous la forme de prairies fleuries.
VEGETATION ORNEMENTALE	Centre C-Mine (Zone 2)	REEMPLOI IN SITU (Préservation)	Réemploi in situ : Analyse de la situation existante puis préservation des espèces principalement arborées afin de mettre en valeur les chevalements.
VEGETATION AQUATIQUE	-	-	-
VEGETATION AGRICOLE	-	-	-

Tableau 3.14 : Présentation des caractéristiques de la végétation trouvée au sein projet C-Mine/Winterslag, Tableau de conclusion issu de la grille d'analyse (Source : Réalisation par l'auteur).

Réemploi et recyclage des landmarks dans le projet de C-Mine/Winterslag : Dans le cas de l'analyse des landmarks, la cartographie présente sur la page suivante (Figure 3.23) reprend les différents actes de réemploi in situ, ex situ et de recyclage au sein du projet C-Mine/Winterslag. La figure ainsi que le tableau attendant sont disponibles intégralement dans l'Annexe II («*Grilles d'analyses complétées / 03.3 : le projet C-Mine/Winterslag : les landmarks*»).

Le haut-fourneau est ici été remplacé par le chevalement (qui sont définis comme étant une «*Charpente métallique ou en béton, installée au-dessus d'un puit pour supporter les molettes sur lesquelles passe le câble d'extraction*» par le dictionnaire Larousse).

Deux chevalements sont présents dans le projet C-Mine/Winterslag. Ces derniers possèdent une structure différente des hauts-fourneaux étudiés dans les deux autres projets et ne pourraient donc pas supporter l'implantation de nouvelles fonctions. De ce fait, leur silhouette est plus élancée et la surface au sol est moins importante que celles des hauts-fourneaux.

Les deux chevalements présents lors de l'abandon du site ont été réemployés in situ, comme illustré sur la figure suivante (Figure 3.23), et font à présent partie d'un parcours didactique proposé aux visiteurs.

Le chevalement A était la tour d'extraction la plus récente ainsi que la plus haute. Lors des travaux de rénovation de ce landmark, le bureau belge d'architectes NuArchitectuur a pris la décision de transformer et de relier cet élément ponctuel avec le bâtiment le plus proche. Les quartiers administratifs de l'ancienne mine ont donc été réemployés et accueillent un musée relatant l'ancienne vie des miniers et le fonctionnement des machines, elles aussi préservées. Le projet de réemploi du chevalement A est considéré comme étant l'aménagement clé de l'ensemble du projet. Ce landmark est accessible au public et permet de mettre en évidence un panorama.

Le deuxième chevalement (chevalement B) est la plus vieille ainsi que la plus petite des deux structures bâties et n'est pas accessible mais a été malgré tout réemployé in situ. Il est entouré des vestiges de l'ancienne bâtisse attenante.

Aucune information relative à l'entretien n'a pu être récupérée. Les deux chevalements sont mis en scène par l'intermédiaire d'installations lumineuses.

FIGURE 3.23

CARTOGRAPHIE DU RÉEMPLOI DES LANDMARKS AU SEIN DU C-MINE/WINTERSLAG

Source : Réalisation par l'auteur, Fond de plan d'après Openstreetmaps (2019).

ECHELLE
0M 5000M



LÉGENDE

— PÉRIMÈTRE DU PROJET

— PARTIMENTATION

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1. Terril | 3. Quartier |
| 2. Centre C-Mine | 4. Infrastructures |

TYPES DE LANDMARKS

CHEVALEMENT A

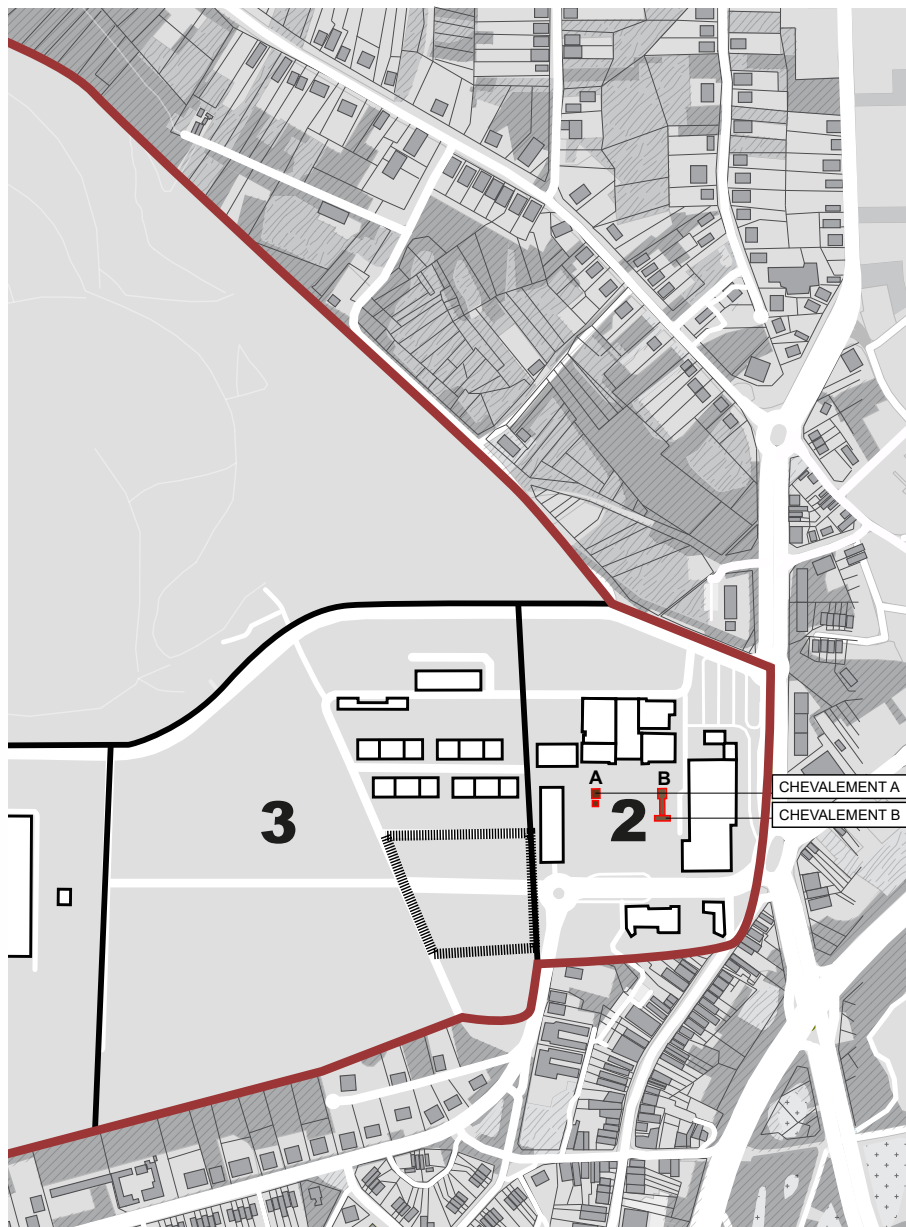
CHEVALEMENT B

RÉEMPLOI ET RECYCLAGE

- Réemploi :
- Réemploi ex situ (site initial - site final)
- Réemploi in situ
- Recyclage

SITUATION EXISTANTE EN DEHORS DU PROJET

- | | |
|--|--------------------------|
| □ Cours d'eau | ■ Bâtiments |
| ▨ Espaces boisés | ▨ Parcelles |
| ▨ Prairies | ▨ Voies de chemin de fer |
| ▨ Espaces agricoles | ▨ Voirie |
| ▨ Espaces industriels en activité | |
| ▨ Espace résidentiel | |
| ▨ Espace en chantier (état 2019) | |
| ▨ Futurs bâtiments (masterplan à la fin des chantiers) | |



3.3.3.2. Résultats Objectif 2

Le deuxième objectif de ce mémoire est l'identification de la forme de valorisation la plus employée dans les trois projets paysagers étudiés, entre réemploi in situ, réemploi ex situ et recyclage. Pour ce faire, plusieurs calculs de surface ont été réalisés.

3.3.3.2.1. Le bilan des sols

Le tableau ci-dessous (Tableau 3.15) énumère les quantifications des sols réemployés in situ, ex situ et recyclés, en prenant en considération la surface totale du projet, qui est de 155,10 hectares. Malheureusement, aucune information n'ayant pu être récoltée, le tableau ci-dessous est incomplet et ne permet donc pas de tirer la moindre conclusion.

TYPE DE SOL	R1(ha)	R2(ha)	RE(ha)	TOTAL RE-CONCEPT(ha)	SURFACE TOTAL(ha)
TERRES ET CAILLOUX CONTENANT DES SUBSTANCES DANGEREUSES	-	-	-	-	155,10
TERRES ET CAILLOUX AUTRES	-	-	-	-	
ESPACE SANS INFORMATIONS	-	-	-	-	

Tableau 3.15 : Les RE-Concepts au sein du projet C-Mine/Winterslag, en hectares et par rapport aux types de sols présents (Source : Réalisation par l'auteur d'après QGIS).

3.3.3.2.2. Le bilan de la végétation

Vous retrouverez ci-dessous le tableau récapitulatif (Tableau 3.16) des types de végétation réemployées et recyclées par rapport à la surface totale du projet (155,10 hectares). Les plantations agricoles et aquatiques réemployées ou recyclées sont inexistantes alors que les types de végétation comportant des phases de succession sont présentes dans le projet mais aucune essence n'a été réemployée ou recyclée.

Les deux seuls types de végétation qui ont réemployé in situ leurs essences sont les types : végétation ornementale ainsi que la végétation sans intervention. Les surfaces réemployées sont dérisoires dans le cas de la végétation ornementale, puisqu'il s'agit de 0,27 hectares, disposés sur la zone 2 («Centre C-Mine»). Le réemploi in situ est également présent dans le type de végétation sans intervention, qui recouvre la plus grande surface (11,85 hectares).

TYPE DE VEGETATION	R1(ha)	R2(ha)	RE(ha)	TOTAL RE-CONCEPT(ha)	SURFACE TOTAL(ha)
VEGETATION SANS INTERVENTION	11,85	0,00	0,00	11,85	155,10
VEGETATION AVEC DIFFERENTES PHASES DE SUCCESSION	-	-	-	-	
VEGETATION ORNEMENTALE	0,27	0,00	0,00	0,27	
VEGETATION AQUATIQUE	-	-	-	-	
VEGETATION AGRICOLE	-	-	-	-	

Tableau 3.16 : Les RE-Concepts au sein du projet C-Mine/Winterslag, en hectares et par rapport aux types de végétation présents (Source : Réalisation par l'auteur d'après les données QGIS).

3.3.3.2.3. Le bilan des landmarks

Le tableau ci-dessous (Tableau 3.17) présente les surfaces réemployées in situ ou ex situ ainsi que recyclées, calculées au sol des landmarks. Comme expliqué précédemment, les landmarks étudiés pour ce projet sont les chevalements et l'analyse du projet a mis en évidence que les deux structures bâties ont été réemployées in situ (R1). Les deux surfaces sont identiques pour les deux chevalements et couvrent une surface de 0,02 hectares.

LANDMARKS	R1(ha)	R2(ha)	RE(ha)	TOTAL RE-CONCEPT(ha)	SURFACE TOTAL(ha)
CHEVALEMENT 1	0,02	0,00	0,00	0,02	155,10
CHEVALEMENT 2	0,02	0,00	0,00	0,02	

Tableau 3.17 : Les RE-Concepts au sein du projet C-Mine/Winterslag, en hectares et par rapport aux Landmarks présents (Source : Réalisation par l'auteur d'après les données QGIS).

3.3.3.2.4. Le bilan global

L'analyse du projet C-Mine/Winterslag a permis de mettre en évidence un bilan détaillé les surfaces allouées aux différentes formes de «Re-Concepts», regroupées sur la figure ci-dessous (Figure 3.24). Le tableau attendant (Tableau 3.18) inventorie les pourcentages de ces surfaces.

Cette figure met cote à cote deux photographies aériennes : celle prise avant les travaux de la place centrale (zone 2 «Centre C-Mine») datant de 2006 et celle de la situation après les travaux, issue de Google Earth en 2019. L'ancien orthophotoplan met en évidence le site peu avant le début des chantiers des projets (2005).

Cette comparaison permet de mieux distinguer la reconversion de l'ancien site sidérurgique. Les zones encadrées en vert mettent en évidence le réemploi et le recyclage de la végétation et les landmarks sont encadrés en noir.

FIGURE 3.24

CARTOGRAPHIE DU BILAN GÉNÉRAL
DU PROJET DU
C-MINE/WINTERSLAG

Source : Réalisation par l'auteur d'après
les données QGIS. Fond de plan issu de
Google Earth, 2019 et du géoportail
flamand, 2019.

Echelle :
0m 250m 500m



LÉGENDE

— PÉRIMÈTRE DU PROJET
— PARTIMENTATION DES PROJETS

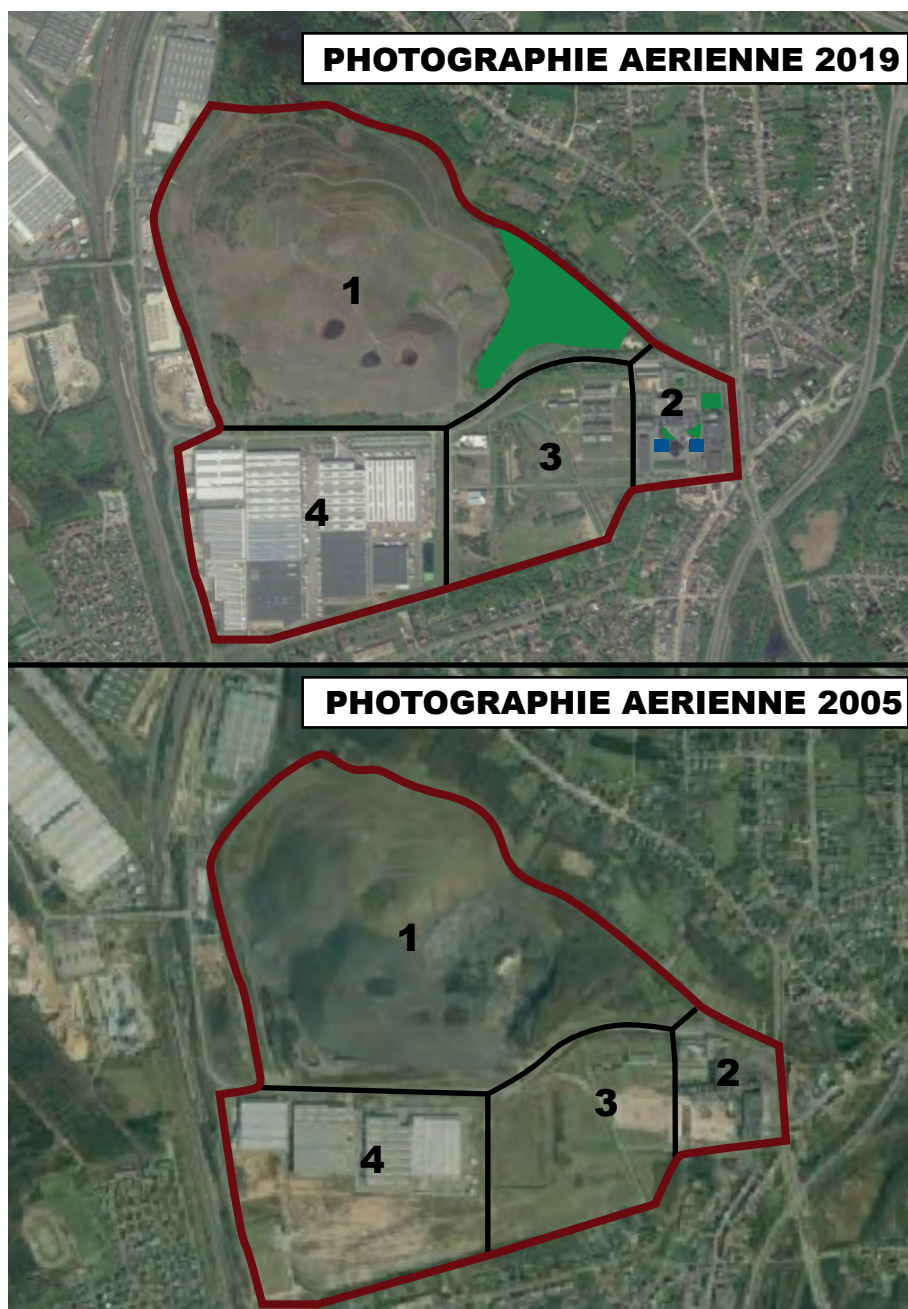
1. Terril
2. Centre C-Mine
3. Quartier
4. Infrastructures

BILAN GÉNÉRAL

■ Réemploi des sols
■ Recyclage des sols

■ Réemploi de la végétation
■ Recyclage de la végétation

■ Réemploi des landmarks
■ Recyclage des landmarks



BILAN GLOBAL C-MINE/WINTERSLAG					
ELEMENTS INVESTIGUES	R1(%)	R2(%)	RE(%)	TOTAL RE-CONCEPT(%)	SURFACE TOTALE(%)
SOLS	-	-	-	-	-
VEGETATION	7,81	0,00	0,00	7,81	100,00
LANDMARKS	0,03	0,00	0,00	0,03	100,00

Tableau 3.18: Le bilan du projet C-Mine/Winterslag. Etablissement de la totalité des pourcentages des sols, de la végétation, des landmarks (Source : Réalisation par l'auteur d'après les données QGIS).

Aucune information relative aux sols n'a pu être récoltée, néanmoins on peut apercevoir sur la figure ci-contre (Figure 3.24) que le terroir préexistant avait déjà été fortement modifié en 2005. Le réemploi de la végétation est très peu présente et plus généralement situé dans la partie centrale du projet (zone 2 «*Centre C-Mine*»), (bien que cela ne soit pas visible sur cette figure) ainsi que sur la zone au nord du projet (zone 1 «*Terril*»). Enfin, une partie des surfaces bâties a été préservée dans la zone 4 («*Infrastructures*»).

Les calculs des pourcentages des surfaces réemployées et recyclées, réalisés au moyen de l'outil QGIS, sont répertoriés dans le tableau ci-contre (Tableau 3.18). Les surfaces réemployées in situ (R1) et ex situ (R2), recyclées (RE) dans le projet y ont été indiquées, tout comme l'addition de toutes ces démarches (TOTALE RE-CONCEPT) ainsi que la surface totale du projet (SURFACE TOTALE) correspondant à 155,10 hectares.

Les surfaces calculées ont été reconverties en pourcentage, par rapport à la surface de chaque élément afin de mettre en évidence le type de valorisation de déchet le plus utilisé (Objectif 2). Dans le cas du projet C-Mine/Winterslag, il s'agit donc de la végétation qui a été le plus réemployée de manière in situ (7,81% de la surface totale considérée). Les landmarks quant à eux ne correspondent qu'à 0,03% de la surface totale du projet (100%). Aucune forme de réemploi ex situ ou de recyclage n'a été répertoriée.

Il s'agit donc du réemploi in situ (R1) qui a été le plus employé et cela vaut pour tous les éléments investigués, qu'il s'agisse de la végétation (7,81%) ou encore des landmarks (0,03%).

3.3.3.3. Résultats Objectif 3

Les actions permettant la gestion des déchets dans les projets ont été analysés par rapport aux différentes démarches décrites dans le guide réalisé par Cifful en 2012, de la commande des travaux jusqu'à la fin du chantier et aux obligations supplémentaires liées à l'entretien du projet.

La première phase décrite dans guide concerne la commande des travaux et comporte différentes démarches obligatoires comme l'état des lieux. Dans le cas du projet C-Mine/Winterslag, cela concerne la réalisation d'études préalables liées à l'identification et à la classification de la végétation.

La seconde phase se déroulant lors du chantier (chantier- fin de chantier et obligations supplémentaires) génère des procédures et des documents à réaliser. Nous nous concentrerons sur les démarches liées à la planification générale (actions : installation du chantier et logistiques de gestion des matériaux ainsi que des déchets), ainsi qu'à leur impact sur l'environnement (gestion des déchets et centres de traitements).

Aucune information relative à la gestion des sols n'a pu être récupérée pour ce projet. Les bénéfices ne pourront donc pas être analysés.

Le réemploi et le recyclage de la végétation est assez conséquente : de ce fait, il y a 7,81% (représentant 12,12 hectares) de la végétation qui a été valorisée (réemploi in situ, ex situ ou recyclage confondu). Les actions évitées au moyen du réemploi et du recyclage ne sont donc pas négligeables sur une partie du site (partie 1 «*le Terril*») et le réemploi in situ est plutôt symbolique dans ce projet (les arbres conservés dans la partie 2 «*Centre C-Mine*» ont été mis en valeur par l'agence de paysagistes hollandaise HOSPER). Les bénéfices liés à leur préservation sont de l'ordre du : stockage des matériaux et de l'achat de nouvelles essences.

3.4. DISCUSSION

3.4.1. Comparaison des projets

3.4.1.1. Comparaison des démarches de réemploi et de recyclage des sols, de la végétation et des landmarks grâce aux grilles d'analyse (Objectif 1)

Le premier objectif, à savoir l'identification et la connaissance des méthodes employées dans le cadre du réemploi et du recyclage dans les trois projets, a été répondu au moyen des grilles d'analyse répertoriées en intégralité en annexe.

Les tableaux 3.1 (Présentation des caractéristiques des sols du Landschaftspark de Duisburg-Nord), 3.7 (Présentation des caractéristiques des sols du Nouveau Belval) et 3.13 (Présentation des caractéristiques des sols du C-Mine/Winterslag) ont permis de mettre en évidence certaines démarches nécessaires dans la mise en œuvre du réemploi et du recyclage des sols. On note une diversité des techniques de réemploi in situ dans le cadre du projet allemand par rapport aux deux autres. Cela a impliqué des audits et des études préalables ainsi qu'une gestion de l'accessibilité du site. Une partie du projet du Nouveau Belval voit son accessibilité également restreinte (Plateau st-Esprit). Une gestion des sols in situ peut être mise en évidence dans les deux projets cités, qui permet de modifier fortement la topographie des sites. Aucune comparaison avec le projet de C-Mine/Winterslag ne peut être effectuée, aucune donnée n'ayant pu être récoltée.

Les tableaux 3.2 (Présentation des caractéristiques de la végétation du Landschaftspark de Duisburg-Nord), 3.8 (Présentation des caractéristiques de la végétation du Nouveau Belval) et 3.14 (Présentation des caractéristiques de la végétation trouvée au sein du projet C-Mine/Winterslag) permettent quant à eux de marquer les démarches et les méthodes utilisées dans la préservation de la végétation. Une fois encore, l'étude démontre l'importance d'une analyse de la flore existante avant les travaux. Le projet de parc paysager a nécessité des années d'études préalables afin de distinguer les essences présentes et permettre la préservation de certaines qui sont en danger, ce qui n'a pas pu être réalisé pour le projet luxembourgeois et, dans une moindre mesure, pour le projet belge. Dans le projet du landschaftspak, au niveau de l'entretien, des formations ont dû être octroyées aux membres du personnel afin de gérer les biotopes particuliers résultants, ce qui n'est pas le cas des deux autres projets.

Enfin, au niveau des landmarks, l'analyse des phases de transformation a permis de mettre en évidence que ces éléments bâtis sont majoritairement réemployés (in situ ou ex situ) et que la démolition sélective ainsi que la préservation des éléments significatifs ont été indispensables. Dans certains cas (Nouveau Belval), le déblaiement des structures (obligatoire au vu de l'état initial) a pu engendrer du recyclage et a permis la revente de certains matériaux. Par conséquent, Agora s'est octroyé un bénéfice important.

3.4.1.2. Comparaison des bilans globaux (Objectif 2)

Le second objectif (l'identification de la forme de valorisation la plus employée dans les trois projets paysagers) a été réalisé au moyen d'un bilan des éléments réemployés et recyclés. La hiérarchie des déchets, décrite dans l'Etat de l'Art nous a permis de considérer un ordre de prévalence en matière de gestion des déchets : le réemploi in situ (R1) suivi du réemploi ex situ (R2), du recyclage (RE).

La figure ci-contre (Figure 3.25) reprend les trois tableaux des pourcentages disponibles (dans les parties «bilan global» des résultats). Les colonnes «TOTAL RE-CONCEPT» et «SURFACE TOTALE» correspondent respectivement à l'addition des actions de «Re-Concepts» pour chaque élément (sols-végétation-landmaks) ainsi que la surface totale du projet (qui équivalent à 100%). Les pourcentages sont donc à remettre en relation avec les surfaces totales : 100 % dans le projet allemand représente 146,89 hectares ; 113,51 hectares dans le cas du projet du Nouveau Belval et fin, 155,10 hectares dans le cas du projet C-Mine/Winterslag.

D'une façon générale, il s'agit donc du projet de landschaftspark de Duisburg-Nord qui accumule le plus de pourcentages de surfaces réemployée et recyclée (27,93%) alors que le projet du Nouveau Belval n'en compte que 15,52% et que le projet C-Mine/Winterslag ne compte que 7,84%.

BILAN GLOBAL DU LANDSCHAFTSPARK DE DUISBURG-NORD					
ELEMENTS INVESTIGUES	R1(%)	R2(%)	RE(%)	TOTAL RE-CONCEPT(%)	SURFACE TOTALE(%)
SOLS	9,48	0,44	0,14	10,05	100,00
VEGETATION	17,16	0,00	0,14	17,29	100,00
LANDMARKS	0,59	0,00	0,00	0,59	100,00

BILAN GLOBAL DU NOUVEAU BELVAL					
ELEMENTS INVESTIGUES	R1(%)	R2(%)	RE(%)	TOTAL RE-CONCEPT(%)	SURFACE TOTALE(%)
SOLS	10,25	3,77	0,00	14,03	100,00
VEGETATION	1,46	0,00	0,00	1,46	100,00
LANDMARKS	0,03	0,00	0,00	0,03	100,00

BILAN GLOBAL C-MINE/WINTERSLAG					
ELEMENTS INVESTIGUES	R1(%)	R2(%)	RE(%)	TOTAL RE-CONCEPT(%)	SURFACE TOTALE(%)
SOLS	-	-	-	-	-
VEGETATION	7,81	0,00	0,00	7,81	100,00
LANDMARKS	0,03	0,00	0,00	0,03	100,00

Figure 3.25 : Ensemble des bilans globaux des trois projets de paysage (Source: Réalisation par l'auteur). Reprise des trois tableaux réalisés dans la partie résultats.

En comparant les différents bilans, nous pouvons constater que c'est le projet du Nouveau Belval qui a le plus réemployé les sols, que ce soit in situ (10,25%) ou ex situ (3,77%), alors que le projet allemand réemploie bien moins les sols in situ (9,48%) ou encore ex situ (0,44%). Néanmoins, nous pouvons remarquer que le projet de Peter Latz recycle tout de même une partie de ses sols (0,14%).

La végétation a été préservée de façon plus importante dans le cas du projet du landschaftspark de Duisburg-Nord (17,16%), alors que les deux autres projets l'ont fait dans une mesure moins importante (1,46% dans le cas du Nouveau Belval et 7,81% dans le cas du projet C-Mine/Winterslag). Néanmoins, dans tous les projets, des essences ont été introduites afin de mettre en évidence le patrimoine industriel présent (Blossom event à Duisburg-Nord, bassins comportant des essences aquatiques dans le projet du Nouveau Belval).

Tous les landmarks étudiés ont fait l'objet d'une valorisation par l'intermédiaire du réemploi in situ (R1), ex situ (R2) ou encore du recyclage (RE). Si les projets de Duisburg-Nord et de C-Mine/Winterslag limitent fortement les démolitions et préservent dans leur intégralité les hauts-fourneaux et les chevalements, le projet du Nouveau Belval privilégie une valorisation diversifiée. Au vu des hiérarchies décrites, ces actions menées sur les hauts-fourneaux semblent moins intéressantes que celles employées sur les projets belge et allemand.

il s'agit donc du réemploi in situ (R1) qui est la forme de valorisation des déchets la plus rencontrée, quel que soit le projet étudié.

3.4.1.3. Comparaison des bénéfices (Objectif 3)

Le réemploi des sols, de la végétation et des landmarks au sein du projet du landschaftspark de Duisburg-Nord, du Nouveau Belval et du projet C-Mine/Winterslag ont permis de dégager des avantages et des bénéfices exprimés en actions évitées durant, avant et après le chantier.

D'une façon générale, le réemploi in situ et ex situ ainsi que le recyclage des sols ont imposé la réalisation d'études préalables concernant les types de sols et les pollutions existantes. Dans le cadre du projet de Belval, ces études sont plus nombreuses (bien que non disponibles) et cela peut se justifier par l'affectation finale du projet (entre autres, zones d'habitats) et des normes de pollutions plus exigeantes.

Le réemploi de la végétation a nécessité des études préalables qui ont dû être accompagnées par de nombreux autres acteurs dans le cas du projet allemand, ce qui n'est pas le cas dans les deux autres projets.

Le recyclage et le réemploi ex situ des landmarks ont nécessité l'implémentation de synergies (entre les institutions luxembourgeoises et chinoises) dans le cas du projet du Nouveau Belval. Il ne s'agit pas spécifiquement d'un bénéfice écologique, puisque le transport des matériaux a dû être organisé ; ni d'un bénéfice logistique, puisque des actions de coordination ont dû être mises en œuvre. Néanmoins, d'un point de vue économique, Agora réalise tout de même un bénéfice non négligeable ce qui n'est pas mis en évidence dans les deux autres projets. Malgré tout, certaines actions concernant l'entretien des landmarks sont évitées dans le cas des projets belges et allemands, ce qui n'est pas le cas dans le projet luxembourgeois.

3.4.1.4. Appréciation des paysages générés par les projets

Cette partie du mémoire constitue un aparté, prouvant que l'utilisation du réemploi et du recyclage a un impact sur le paysage et qu'il ne s'agit pas uniquement d'une simple quantification d'actions.

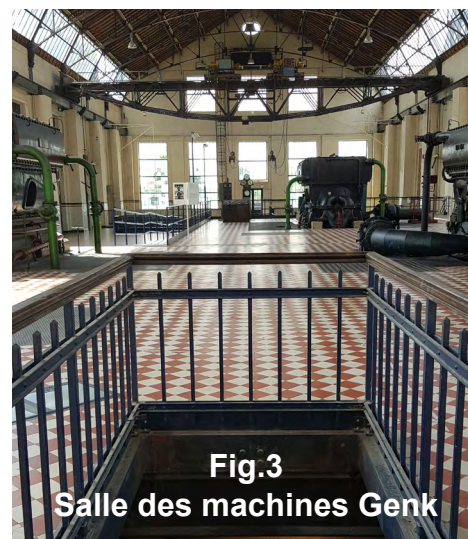
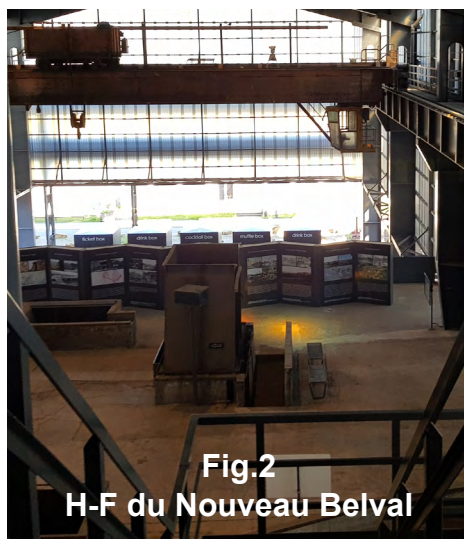
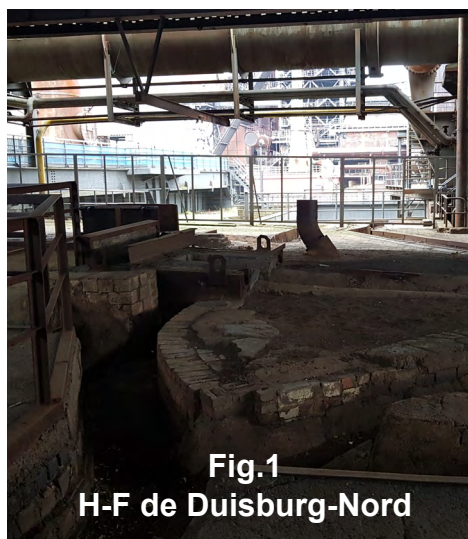
«Mais y a-t-il différentes mémoires ou s'agirait-il uniquement d'une mémoire «quantitative» d'objets ou de traces accumulées, habilement recyclées ou mises en scène ?» (Tironi G., 2016).

Le réemploi ou le recyclage des sols, de la végétation et des landmarks ont des conséquences, non seulement sur les façons d'élaborer des projets de paysage, mais également sur le paysage en lui-même. Deux valeurs du réemploi interviennent selon Tironi : celui pris lors de l'aménagement d'un chantier (en réemployant et recyclant des matériaux) mais également celui pris lors de la préservation de certains éléments caractéristiques du site engendrant des «paysages de mémoire».

Les trois projets analysés dans cette recherche reconstruisent les paysages au moyen des démarches du réemploi et du recyclage, qui ne représentent pas qu'une question de quantification de flux internes (R1, R2 ou RE). De ce fait, ils permettent de préserver la mémoire des lieux en intégrant le «*déjà là*» dans le projet (Tironi G., 2016).

En 1995 déjà, Pierre Donadieu, en accord avec certains de ses contemporains (Latz, Braae, etc.) mettait en évidence l'importance d'actions permettant la conservation «*inventive*» de la mémoire dans les paysages, non pas à l'identique, à travers des projets de paysage intégrant des valeurs passées (Donadieu P., 1995).

Certains hauts-fourneaux et chevalements des trois sites (Landschaftspark, Nouveau Belval, C-Mine/Winterslag) ont été réemployés dans le but de préserver la mémoire, en les transformant en musées relatant l'ancienne vie des lieux. Il s'agit du haut-fourneau C dans le cas du projet allemand illustré sur la photographie ci-dessous (Fig.1). Le projet luxembourgeois a également réemployé l'un de ses hauts-fourneaux en musée (Fig.2). Enfin, le projet C-Mine/Winterslag a modifié ses espaces bâtis pour créer des musées ainsi que des circuits qui informent le visiteur sur les anciennes pratiques sidérurgiques, dans l'objectif de préserver la mémoire (Fig.3).

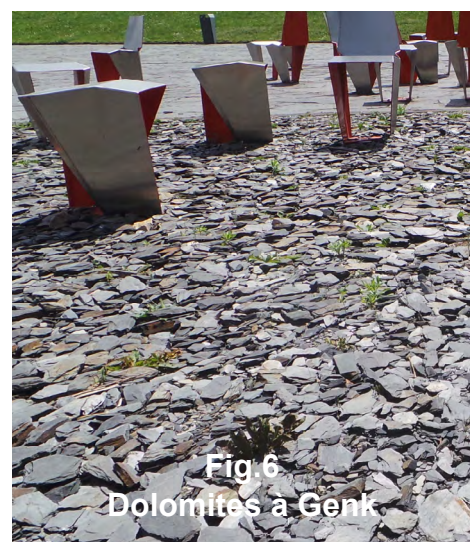
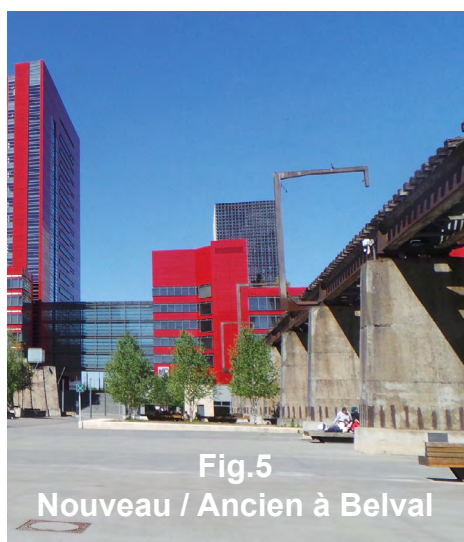
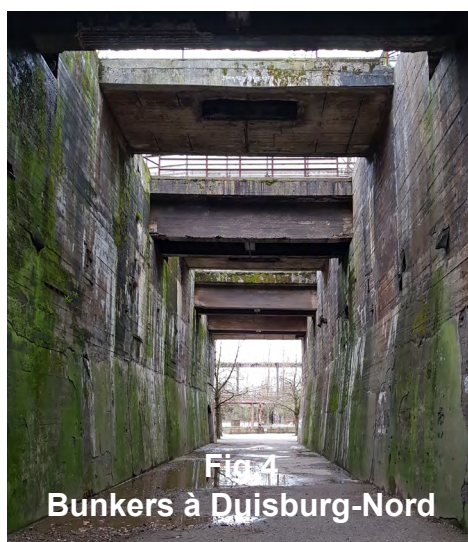


Néanmoins, il ne s'agit pas uniquement d'en faire des espaces muséaux, mais également de les intégrer et de les faire participer à un autre temps. Dans son ouvrage «*Paysage, lieu du temps*», Tironi introduit deux notions qui font sens, qui soutiennent les pratiques du réemploi et du recyclage des vestiges dans leurs réaffectations et dans l'intégration de nouvelles fonctions. Il y analyse la forme que prend la mémoire dans le paysage et les mouvements de matières engendrées en prenant exemple sur le landschaftspark de Latz. Il joint au réemploi, la notion de «*genius loci*» et du «*déjà là, en quête de sens*» (Tironi G., 2016).

Les projets que j'ai arpentés durant les périodes du 11-12-13 mars 2019 (projet du landschaftspark de Duisburg-Nord), du 15-16-17 mai 2019 (projet du Nouveau Belval) et du 18-19 juin 2019 (projet C-Mine/Winterslag) m'ont permis d'élaborer une appréciation générale des paysages transformés par les trois projets. J'aborderai cette partie par l'intermédiaire des deux concepts de Tironi.

Genius loci (esprit/mémoire du lieu) : La mémoire dans les paysages implique une compréhension du passé, façonnée par les expériences de chacun ayant contribué à la création et à la vie du site. L'importance d'intégrer le passé du site dans un projet contemporain est primordiale. La préservation d'un caractère essentiel d'un site peut être également un moyen de dé-uniformiser les paysages. La mémoire des lieux, dans les projets de paysages, peut présenter de nombreux niveaux d'interpellation ou de mise de valeur (Tironi G., 2016). De ce fait, certains aspects du passé du site sont encore visibles après le projet et prennent la forme de vestiges ou celle d'allusions au passé industriel (Tironi G., 2016).

Des traces, des vestiges jalonnent les sites, particulièrement au sein du landschaftspark de Duisburg-Nord. Nous pouvons y observer des débris de ferraille, de béton et de métal, recouverts d'une végétation colonisatrice, comme illustré sur la photographie ci-dessous (Fig.4). Le projet du Nouveau Belval a également préféré préserver des vestiges du site, qui sont juxtaposés aux nouveaux espaces bâtis, sans véritable cohérence (Fig.5). Des allusions se référant aux productions et à l'histoire du site sont visibles dans le projet C-Mine/ Winterslag. Il s'agit des matériaux choisis dans la réhabilitation de la place centrale, illustrés dans la photographie ci-dessous (Fig.6). En effet, le sol a été recouvert d'une couche de morceaux de dolomite, qui, aux dires de l'agence d'architectes paysagistes Hosper, permet de rappeler au public les débris qui jonchaient le site. La mémoire des lieux est particulièrement présente dans le projet allemand, dans lequel Latz a réduit au maximum les modifications sur les sites et préservé une part majeure des structures.



Le déjà là, en quête de sens : Le réemploi, quel que soit le projet concerné, implique une reconsidération de l'ensemble du système du projet, une vision différente des lieux et une logistique de flux de matière qu'il convient de repenser afin de «faire avec», généralement dans le souhait de limiter les destructions (Amsing T., 2016 et D'Arienzo R., 2014). Cela ne signifie pas pour autant que tout doit être conservé, recyclé ou réemployé. Les pratiques du réemploi et du recyclage se doivent de donner un sens au projet, et au futur paysage qui en résultera (Tironi G., 2016).

Bien que le projet du landschaftspark de Duisburg-Nord en Allemagne dénombre plus de surfaces de réemploi et de recyclage, tous éléments confondus (Xm^2 sur une totalité de Xm^2), cela ne signifie pas pour autant que le projet a une valeur plus importante que les deux autres analysés, ou encore qu'il est plus apprécié par le grand public. En effet, si le district de la Ruhr (dans lequel se situe le projet allemand) était, il y a encore quelques décennies, une force économique majeure en Allemagne en étant la première région industrielle d'Europe, le projet paysager de Latz ne permet pas de remettre l'économie allemande sur les rails et ne fait pas bénéficier les habitants (Braae E., 2015).

De plus, le projet du landschaftspark de Duisburg-Nord pourrait être impossible dans un projet fondamentalement privé, où le retour sur investissement est calculé à chaque étape du projet, comme dans le cas du Nouveau Belval et dans une moindre mesure, de C-Mine/Winterslag (Latz P., 2001 et Les Fonds Belval, 2012).

«Tuer la mémoire, c'est tuer l'homme. Lorsque nous confondons le passé avec ses désastres et ses faillites, sa poussière et ses ruines, nous perdons accès à ce qui se dissimule derrière - à l'abri des regards : le trésor inépuisable, le patrimoine fertile. Car bon gré mal gré, nous vivons sur l'acquis multimillénaire de ceux qui nous ont précédés» (Tironi G., 2016).

3.4.2. Critique de la méthodologie

Concernant le choix des projets étudiés, les projets du Nouveau Belval et du Landschaftspark de Duisburg-Nord ont été évidents dès le début de la réflexion, contrairement au projet C-Mine/ Winterslag à Genk. De ce fait, ce dernier projet ne comporte pas des structures identiques aux deux autres et les hauts-fourneaux ont donc dû être remplacés par des chevalements. De plus, les trois projets abritent des fonctions différentes ; le projet allemand est un parc paysager alors que les projets luxembourgeois et belge ont des fonctions mixtes. Les pratiques de réemploi des sols potentiellement pollués ne sont donc pas identiques, puisque les affectations liées aux fonctions d'habitat nécessitent des normes plus strictes que celles d'un projet paysager. Enfin, les projets du Nouveau Belval et du C-Mine/Winterslag n'étant pas finalisés, le document ne prend en compte que les parties déjà réalisées et un certain recul est donc nécessaire dans la comparaison des trois projets.

Au niveau du choix des éléments investigués (à savoir les sols, la végétation et les landmarks) ainsi qu'au niveau de leur classification, plusieurs critiques peuvent être émises. La classification reprise pour la végétation a été réalisée par Peter Latz lors de la description de son projet, mais elle met côte à côte deux types différents de végétation : les types de design (végétation sans intervention, avec différentes phases de succession et ornementale) et les types de milieux dans lesquels la végétation se développe (végétation agricole et aquatique). De plus, comme énoncé précédemment, les hauts-fourneaux ont été remplacés par des chevalements au sein du projet belge, bien que cette structure bâtie soit moins imposante et ne permette pas d'accueillir les mêmes fonctions. Les deux éléments initiaux (Hauts-fourneaux et chevalements) ne sont donc pas identiques et les étapes de transformation ainsi que l'affectation finale du déchet ne sont donc pas semblables.

Enfin, l'intégralité des bénéfices analysés offre un aperçu des actions évitées qui n'est pas infaillible. Basé sur un document belge (et non européen), il définit les démarches légales qui permettent de réaliser un projet comprenant le réemploi. Ces démarches, procédures et documents décrits dans le guide pratique de gestion d'un chantier ne sont pas exhaustifs.

3.4.3. Difficultés rencontrées

Le mémoire s'est heurté à un manque d'informations relatives au réemploi ainsi qu'aux sols et à la végétation dans les projets. Comme indiqué précédemment, le réemploi et le recyclage sont liés au contexte et les documents généraux applicables à chaque situation sont très rares.

La documentation concernant les processus des «*Re-concepts*» dans les trois projets est peu abondante et celle liée aux sols, souvent inexistante. De ce fait, l'information relative aux sols pollués fut extrêmement difficile à récupérer au sein des projets du Nouveau Belval et de C-Mine/Winterslag, ce qui démontre bien que cet aspect de la réhabilitation des sites post-industriels reste très sensible. Les données liées à la composition du sol et au type exact de pollution présente (teneur, composition, etc.) n'ont pas pu être récoltées. L'information relative à la végétation était plus accessible, bien que la composition et l'entretien ne figurent pas dans tous les documents retrouvés. Ces données ont dû être récoltées au moyen des entretiens et appels menés mais demeurent encore incomplètes.

L'absence totale d'informations mesurées en mètres cubes a imposé de travailler en termes de surface au sol, et non pas en volume, bien qu'il s'agisse de l'unité utilisée pour l'analyse MFA et les autres techniques de calcul liées au réemploi et au recyclage.

Enfin, l'évaluation des bénéfices écologiques proposée n'est pas sans failles et reste superficielle. Il a été assez compliqué de fournir cette partie au travail à cause de la diversité des actions menées sur le terrain qui touchent le réemploi et du manque de données génériques sur les bénéfices liés à ces actions.

PARTIE 4 – PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

Le monde est confronté à des changements environnementaux qui questionnent l'avenir des futures générations et des écosystèmes dont nous dépendons (ANR, 2013 ; Vargas F., 2019 et Longaretti P.Y., 2013). L'accumulation des déchets que nous engendrons ainsi que notre mode de consommation actuel sont autant de causes qui mettront l'humanité en péril dans les prochaines années à venir (Vargas F., 2019). Dans son ouvrage, Fred Vargas étudie différentes actions qui permettraient de rectifier ainsi que de contrôler les futurs changements environnementaux en abordant les sujets liés à la gestion des ressources. Elle y indique l'importance du réemploi et du recyclage, permettant à la fois une diminution de l'accumulation des déchets et de l'utilisation des ressources, dont l'enjeu devient primordial (Vargas F., 2019).

Réemploi et recyclage sont par conséquent devenus des pratiques encouragées par les institutions européennes dans le secteur de la construction. De ce fait, les états membres de l'UE devront, à l'horizon 2050, accorder plus d'importance et augmenter le nombre d'actions favorisant le réemploi et le recyclage au sein de leurs projets architecturaux ou paysagers. De nombreux plans, directives et programmes confirment l'engagement pris par l'UE de réduire la production de déchets et de limiter l'utilisation intensive des ressources en substituant le système actuel à un système circulaire (EEA, 2018). Les «*Re-concepts*» sont proposées en tant que solution et en tant que nouveau moyen de construire l'espace.

Le rôle des architectes paysagistes (paysagistes ou paysagistes concepteurs) est d'accompagner les évolutions des paysages en proposant des interventions innovantes afin de répondre aux problématiques environnementales. Le paysagiste est devenu un acteur clé dans la transformation et dans la gestion des paysages (Donadieu P., 1995). Il agit dans le but de façonner le paysage et de redonner un sens aux décisions qui modifient ce dernier à l'aide d'actions d'aménagement de l'espace (Donadieu P., 1995). La Fédération Française du Paysage a, par ailleurs, décrit certaines attributions dédiées à l'architecte paysagiste dont, entre autres, *l'analyse, la planification, l'aménagement et la réhabilitation* des paysages (Fédération Française du Paysage, 2019).

Les architectes paysagistes, définis par Pierre Donadieu, ont la possibilité de contribuer à corriger les problématiques liées aux déchets et aux ressources, en ayant recours à d'autres méthodes de construire, aménager et réhabiliter les paysages existants. Deux moyens peuvent être mis en œuvre par l'architecte paysagiste. D'une part, le réemploi ou le recyclage des matériaux sur et durant le chantier et d'autre part, le réemploi du site dans une idéologie de préservation de la mémoire du lieu (Harpet C., 2014 et Tironi G., 2016). La préservation de la mémoire a, par ailleurs, émergé comme étant l'un des aspects essentiels du projet de paysage et plus particulièrement lorsque ce dernier possède initialement une symbolique reconnue, comme ce qui a été le cas des sites post-industriels (Tironi G., 2016).

La manière dont les paysagistes construisent les paysages à travers les projets, doit être reconsidérée ; que ce soit les façons de faire le chantier ou l'élaboration d'un projet en lui-même. Le projet de réemploi génère de nouveaux paysages, dans lesquels subsistent des vestiges des anciens lieux investis tout en leur conférant une nouvelle identité (Tironi G., 2016). Le recyclage et le réemploi de certaines structures présentes sur le site contribuent à la préservation de la mémoire de ce dernier en limitant les destructions ainsi qu'à contrer l'uniformisation des paysages (D'Arienzo R., 2014 et EEA, 2016).

Le réemploi implique donc une reconsidération de l'ensemble du système du projet, en observant une autre manière d'analyser les lieux afin de «*faire avec*» (Amsing T., 2016 et D'Arienzo R., 2014). De ce fait, les recherches réalisées dans l'Etat de l'art mettent en évidence l'importance d'une analyse des déchets, des vestiges abandonnés sur le site, préalable à toute action (Commission européenne, 2018).

Dans ce document, les déchets analysés sont ceux des sols, de la végétation et des landmarks. Le réemploi et recyclage des sols pollués sont des sujets actuels, étant donné que la gestion et l'économie du sol sont un des enjeux encore peu développés par les autorités compétentes (Bruxelles environnement, 2019). Le réemploi, au moyen de la phytoremédiation et de l'atténuation naturelle, comme ce qui a été réalisé par Latz lors de son projet, constitue l'une des interventions considérées comme «*durables*» par de nombreux auteurs (Latz P., 2001 ; Krinke R., 2001 et Braae E., 2015).

La recherche réalisée lors de l'Etat de l'Art ainsi que l'analyse des trois projets ont permis d'émettre quelques recommandations dans l'objectif d'augmenter le nombre d'actions de recyclage et de réemploi dans les projets de paysage. Trois recommandations sont donc proposées ci-dessous :

Uniformiser les définitions du réemploi et du recyclage : Le manque de considération légale vis à vis du réemploi et du recyclage ainsi que leurs diverses définitions ne facilitent pas la compréhension des processus. Un consensus devrait donc être mis en œuvre dans le but de proposer des définitions approuvées par tous les acteurs de proposer des outils légaux européens qui pourraient appuyer l'emploi de ces pratiques et résoudre certaines contraintes énoncées lors de l'Etat de l'Art.

Ne pas tenir compte des à priori : Le fait de réaliser un projet avec ce qui existe sur place ou les déchets n'est pas encore un acte totalement approuvé. Un constat évident dans le cas du projet de Duisburg-Nord. Alors qu'il était selon certains auteurs, illusoire de planter et de préserver de la végétation dans ces sols pollués, Latz a fait fi des protestations et a réalisé son projet (Tironi G., 2016). De nombreux végétaux y ont poussé, même si certains avaient parfois des aspects étonnants (des feuilles changeaient de couleurs, etc.) et des expériences ont donc dû être menées durant une dizaine d'années par les équipes de Latz, qui ont fait fi des avis d'autres auteurs et paysagistes (Tironi G., 2016). Il est donc nécessaire d'expérimenter d'utilisation des déchets dans les projets, par des «hommes du possible», selon les termes employés par Tironi en 2016.

Superviser l'ensemble des processus du projet : Si les données du projet de Duisburg et de Belval sont plus ou moins complètes, c'est grâce aux équipes travaillant sur le terrain qui se sont coordonnées sous l'autorité d'un seul gestionnaire ou auteur de projet. L'ensemble du site a été, dans les deux cas, supervisé par un organisme du début à la fin de la reconversion, ce qui a permis de gérer les déchets dès la reprise du site. Dans le cas du projet du landschaftspark de Duisburg-Nord, la personne ayant supervisé l'ensemble du projet était Latz + Partners, ce qui a permis de créer des synergies entre les différentes parties du projet. Dans le cas du projet du Nouveau Belval, il s'agit de l'organisme Agora. Le projet C-Mine/Winterslag constitue l'exemple contraire qui démontre bien l'importance de la présence d'un organisme supervisant l'ensemble du projet et de la coordination entre les équipes afin de mettre en place des synergies au sein même du projet.

PARTIE 5 – RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

OUVRAGES / OUVRAGES COLLECTIFS

- A + T, 2008. *Reclaim: Remediate, Reuse, Recycle*. Espagne : A+T architecture publishers.
- Braae E., 2015. *Beauty Redeemed. Recycling Post-industrial landscapes*. Denmark: Ikaros Press.
- BUUR, 2015. *Rasterstad Genk, Naar een visie voor de Rasterstad Genk*. Belgique : PublicSpace.
- Braungart M., McDonough W., 2011. *Cradle to cradle : Créer et recycler à l'infini*. France : Manifesto editions.
- D'Arienzo R., 2014. Liminalité : des restes urbains inévitables, ambigus, précieux. In : D'Arienzo et Younès, eds. *Pour une écologie des milieux habités : Recycler l'urbain*. Genève : Métis Presses, pp.53-63.
- Donadieu P., 1995, Pour une conservation inventive des paysages, dans Roger A. (sous la dir. de). *La théorie du paysage en France (1974 – 1994)*. Seyssel, éd. Champ Vallon, p. 400-422.
- Drouguet N. et Bodeux P., 2017. *Vive les Hauts-Fourneaux ! Vers la reconnaissance du patrimoine sidérurgique de Wallonie*. Liège : Urbagora ASBL éditeurs.
- Harpet C., 2014. Vestiges, matériaux et polluants : une relecture des grands cycles urbains. In : D'Arienzo et Younès, eds. *Pour une écologie des milieux habités : Recycler l'urbain*. Genève : MétisPresses, p.171-188.
- Huygen J-M., 2014. Réemploi, subsidiarité, architecture douce, In : D'Arienzo et Younès, eds. *Pour une écologie des milieux habités : Recycler l'urbain*. Genève : MétisPresses, p.389-407.
- Krinke R., 2001. Overview : design practice and manufactured sites. In : Taylor et Francis, eds. *Manufactured sites: Rethinking the Post-industrial landscape*. New York, US : Taylor and Francis, pp.125-149.
- Latz P., 2016. *Rust Red. Landscape Park Duisburg-Nord*. Munich : Hirmer Publisher.
- Latz P., 2001. Landscape Park Duisburg-Nord : the metamorphosis of an industrial site. Dans : Taylor et Francis eds. *Manufactured sites: Rethinking the Post-industrial landscape*. New York, US : Taylor and Francis, pp.150-165.
- Les Fonds Belval, 2012. *La cité des Sciences, 2012*. Luxembourg : Publication les Fonds Belval.
- Tironi G., 2016. *Paysage, lieu du temps. Les forces à l'œuvre dans le paysage et son architecture*. Lausanne: presses polytechniques et universitaires romanes.
- Vargas F., 2019. *L'humanité en péril. Virens de bord, toute !*. France : Flammarion

ARTICLES SCIENTIFIQUES

- ANR, 2013. Environnement et Changements globaux : des aléas à la vulnérabilité des sociétés. *Les cahiers de l'ANR*, volume 7, pp.1-18.
- Keil P., Fuchs R., Loos G.H., 2007. Auf lebendigen Brachen unter extremen bedingungen, Industrietyische Flora und Vegetation des Rhurgebietes. *Landschaft im Wandel 2*, PdN-BioS2/56.jg.2007.
- Krausmann et al., 2009. Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological Economics*, 68(10), pp.2696–2705.
- Longaretti P. Y., 2013. Changements globaux. Dans: A. Euzen, L. Eymard & F. Gaill, eds. *Le développement durable à découvert*. s.l : CNRS éditions, pp.40-41.
- Rosenberg E., 2009. Gardens, Landscape, nature : Duisburg-Nord, Germany. *The Hand and the Soul: Aesthetics and Ethics in Architecture and Art*, pp.209-230.
- Véron J., 2007. La moitié de la population mondiale vit en ville. *Bulletin mensuel d'information de l'Institut National d'Etudes Démographiques*. Population & Société, Issue 435, pp.1-4.

COMPTE RENDUS DE CONFÉRENCES, RAPPORTS ET DOCUMENTS OFFICIELS

- Angel et al., 2005. The dynamics of global urban expansion. Washington D.C.: Transport and Urban Development Department, The World Bank.
- Bruxelles Environnement, 2016. *Programme Régional En Economie Circulaire 2016 – 2020, Mobiliser les ressources et minimiser les richesses perdues : pour une économie régionale innovante*. Bruxelles Environnement de mars 2016
- Commission européenne, 2018. *Guidelines for the waste audits before demolition and renovation works of buildings: EU Construction and Demolition Waste Management*. Commission européenne du 14/09/2018. Ref.Ares(2018)4724185
- Commission européenne, 2016. *Prendre soin du sol ; un sol sain, en quoi cela vous concerne t-il ?* Commission européenne de 2016 (Ref.KH-02-16-907-FR-N), pp.1-2.
- Van Battum E., 2016. Building from building waste. In : Actas - ICAT, eds. *Healthy Buildings: innovation, design and technology. Conference proceedings of the 6TH international congress of architectural technology*, University of Alicante, 12-14 may 2016, pp.369-385.
- EEA, 2018. *EEA Report No4/2018 : Waste prevention in Europe : policies, status and trends in reuse in 2017*. Commission européenne de 2018 (ISSN 1977-8449), pp.6-15.
- EEA, 2016. *EEA Report No 2/2016 : Circular economy in Europe. Developing the knowledge base*. Commission européenne de 2016 (ISSN 1977-8449), pp.6-12.
- EEA, 2015a. *EEA Technical report No 25/2015 : Urban sustainability issues : Enabling resource-efficient cities*. Commission européenne de 2015 (ISSN 1725-2237), pp.26-27.

- EEA, 2015b. *EEA Technical report No 24/2015 : Urban sustainability issues : Resource-efficient cities*. Commission européenne de 2015 (ISSN 1725-2237), pp.56-70.
- EEA, 2015c. *EEA Technical report, No 23/2015 : Urban sustainability issues : what is a resource-efficient city?* Commission européenne de 2015 (ISSN 1725-2237), pp.8-32.
- Encore Heureux, 2014. Référents : Choppin Julien, Delon Nicola. Dans : *Matière Grise : Matériaux, réemploi, architecture*. Paris, Pavillon de l'Arsenal, 2014. pp.83.
- EcoRes, ICEDD, BATir, 2015. *Rapport final : Métabolisme de la région de Bruxelles-capitale : Identification des flux, acteurs et activités économiques sur le territoire et pistes de réflexion pour l'optimisation des ressources*. Bruxelles Environnement de mars 2016, pp.11-22.
- EU, 2013. *Decision No 1386/2013/EU of the European Parliament and of the Council of 20 November 2013 on a General Union Environment Action Programme to 2020 'Living well, within the limits of our planet'*. Parlement européen du 20/11/2013, OJL354.
- EU, 2008. *Decision No 2008/98/CE of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008, relative aux déchets et abrogeant certaines directives*. Parlement européen du 19/11/2008, OJL312, pp.3-30.
- Gassner et al., 2018. Changes in Material Stocks and Flows of a Century-old Rail Network Caused by Refurbishment. In : *Proceedings of 7th Transport Research Arena*. TRA 2018, April 16-19, 2018, Vienna, Autralia. pp.1-10.
- Larousse, 2019. *Définition du mot «landmark»*. Le Grand Larousse illustré. Paris : Larousse.
- Legifrance, 2010. *Ordonnance n2010-1579 du 17 décembre 2010 portant sur diverses dispositions d'adaptation au droit de l'Union européenne dans le domaine des déchets*. Ordonnance française du 17/12/2010, NOR:DEVX1028667R.
- Ministère de la transition écologique et solidaire, 2017. *Guide de valorisation hors site des terres excavées issues de sites et de sols potentiellement pollués dans des projets d'aménagement*. Ministère de la transition écologique et solidaire, direction générale de la prévention des risques, bureau du sol et du sous-sol, de novembre 2017.
- Parlement wallon, 2018. *Décret relatif à la gestion et à l'assainissement des sols (1) (M.B.22.03.2018), Coordination officielle*. Parlement wallon du 22.03.2018.
- UN DESA, 2015. *World Population Prospects : The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables, Working Paper No ESA/P/WP.241*, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York.

THESES ET MEMOIRES

- Amsing T., 2016. *Le réemploi : mutation du cerveau de l'architecte ?* Mémoire de recherche en master d'architecture de l'ENSAP Lille (France).
- Drapeau L., 2017. *Réemploi : Comment le réemploi se développe-t-il au-delà des architectures manifestes ?* Mémoire de l'Ecole nationale supérieure d'architecture de Nantes, Nantes (France).
- Fauveaux H., 2017. *La valorisation du paysage industriel, un levier pour le développement territorial ?* Mémoire : Gembloux agro-Bio Tech, Université de Liège (Belgique).
- Magnusson S., 2016. *Environmental Perspectives on Urban Material Stocks used in Construction – Granular Materials*. Thèse : Lulea University of Technology Department of Civil, Environmental and Natural Resources Engineering Division of Mining and Geotechnical Engineering (Suède).
- Osmond P., 2008. *An enquiry into new methodologies for evaluating sustainable urban form*. Thèse pour le titre de docteur en philosophie : Faculty of the Built Environment University of New South Wales (Australie).
- Ragot A., 2018. *Le réemploi de matériaux de construction*. Mémoire de master : ENSAP, Bordeaux (France).

WEBOGRAPHIE / OUVRAGES EN LIGNE

- 51N4E, 2019. *Présentation du projet C-Mine*. (En ligne) Available at : <https://www.51n4e.com/project/c-mine> (Accès le 26 novembre 2019).
- A+ Architecture in Belgium, 2019. *C-Mine Expeditie* (En ligne) Available at : <https://a-plus.be/fr/projects/c-mine-expeditie/#.Xd0TTW5Fw5s> (Accès le 26 novembre 2019).
- ActuEnvironnement, 2019. *Dictionnaire environnement*. (En ligne) Available at : (Accès le 09 décembre 2019).
- Ademe, 2019. *L'économie circulaire*. (En ligne) Available at : <https://www.ademe.fr/expertises/economie-circulaire> (Accès le 15 juin 2019).
- Ademe, 2016. *Identification des freins et des leviers au réemploi de produits et matériaux de construction, synthèse d'étude*. (En ligne) Available at : <https://www.ademe.fr/identification-freins-leviers-reemploi-produits-materiaux-construction> (Accès le 17 juillet 2019).
- Bellastock, 2018. *Blog de Bellastock*. (En ligne) Available at : <https://www.bellastock.com/expertise/reemploi/> (Accès le 14 juin 2019).
- Bellastock, 2017. *Le projet Métabolisme urbain de Plaine Commune*. (En ligne) Available at : <https://www.bellastock.com/projets/metabolisme-urbain-de-plaine-commune/> (Accès 15 juin 2019).
- Bellastock, 2014. *Repar : Réemploi comme Passerelle entre Architecture et industrie : synthèse*. (En ligne) Available at https://issuu.com/bellastock/docs/bs_repar2_rapport_n_bd_extrait_issu (Accès le 15 juin 2019).
- Belval.Lu, 2019. *Belval, be a part of the future. Be a part of Belval*. (En ligne) Available at : <https://www.belval.lu/fr/belval/konversionsprojekt/> (Accès le 26 novembre 2019).

- C-Mine, 2016. *Site officiel du projet C-Mine*. (En ligne) Available at : <http://www.c-mine.be/> (Accès le 16 novembre 2019).
- Cifful, 2013. *Guide pratique Réemploi, réutilisation des matériaux de construction*, 1er édition, Bruxelles. (En ligne) Available at : http://www.cifful.ulg.ac.be/images/stories/Guide_reemploi_materiaux_lecture_2013.pdf (Accès le 07 novembre 2019).
- Cifful, 2012. *Guide pour la gestion de chantier*. 1ère édition, Bruxelles. (En ligne) Available at : http://www.cifful.ulg.ac.be/images/stories/guide_chantier_light2012.pdf (Accès le 16 décembre 2019).
- CNRTL, 2019. *Définitions des termes du lexique*. (En ligne) Available at : <https://www.cnrtl.fr/definition/> (Accès le 16 décembre 2019).
- CRIOC, 2005. *Le réemploi, Rapport 3 : la demande*. (En ligne) Available at: http://environnement.wallonie.be/rapports/owd/dechets_menagers/crioc/Rapport_3_Reemploi.pdf (Accès le 16 novembre 2019).
- Donadieu P., 2009. *Petit lexique de géomédiation paysagiste*. (En ligne) Available at : https://www.projetsdepaysage.fr/petit_lexique_de_geomediation_paysagiste (Accès le 16 décembre 2019).
- Dunne et al., 2014. *Soil contamination and remediation* (En ligne). Available at : http://depts.washington.edu/esrm311/Autumn%202014/Lectures%202014%20Au/09_ESRM%20311_Soil%20Contamination%20and%20Remediation_web.pdf (Accès le 16 novembre 2019).
- Eurostat, 2017. *Statistiques sur les déchets*. (En ligne) Available at : https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics/fr (Accès le 15 juin 2019).
- Farming pollution, 2019. Concept. (En ligne) Available at : <https://farmingpollution.wordpress.com/> (Accès le 15 novembre 2019).
- Fédération Française du Paysage, 2009. (En ligne). available at : <http://www.f-f-p.org/fr/paysagiste-concepteur/missions/> (Accès le 18 décembre 2019).
- Landzine, 2012. *GENK C-mine, HOSPER Landscape Architecture and Urban Design*. (En ligne) Available at : <http://www.landzine.com/index.php/2012/07/genk-c-mne-by-hosper-landscape-architecture-and-urban-design/>
- Le fonds Belval, 2016. *Concept : concept de conservation des hauts-fourneaux de Belval*. Le Fonds Belval : Luxembourg (En ligne). Available at : https://www.fonds-belval.lu/media/publications/69/Concept_Hauts%20Fourneaux.pdf (Accès le 16 novembre 2019).
- Le fonds Belval, 2010. *Magasine 01/2010 : L'aménagement urbain*. Le Fonds Belval : Luxembourg (ISSN 1729-5319). (En ligne) Available at : https://www.fonds-belval.lu/media/publications/25/2010/magazine_1_10.pdf (Accès le 16 novembre 2019).
- Le fonds Belval, 2004. *Magasine 03/2004 : Le nettoyage des hauts-fourneaux est achevé*. Le Fonds Belval : Luxembourg (ISSN 1729-5319) (En ligne). Available at : https://www.fonds-belval.lu/media/publications/54/2004/magazine_3_04.pdf (Accès le 16 novembre 2019).
- Moinet M., 2018. *Qu'est-ce que le réemploi ?* (En ligne). Available at : <http://materiauxreemploi.com/quest-ce-que-le-reemploi-des-materiaux/> (Accès 15 juin 2019)
- OECD, 2018. *Global Material Resources Outlook to 2060 Economic drivers and environmental consequences* (En ligne). Available at <http://www.oecd.org/environment/waste/highlights-global-material-resources-outlook-to-2060.pdf> (Accès le 15 juin 2019)
- OECD, 2017. *Material resources, productivity and the environment: Key Findings* (En ligne). Available at: https://www.oecd.org/greengrowth/MATERIAL%20RESOURCES,%20PRODUCTIVITY%20AND%20THE%20ENVIRONMENT_key%20findings.pdf (Accès le 15 juin 2019)
- SERI, 2013. *SERI Global Material Flows Database*. (En ligne) Available at : <http://www.materialflows.net/> (Accès le 21 juin 2019).
- The architectural Review, 2019. *Kraftwerk : C-Mine Cultural Centre, Genk, Belgium by 51N4E*. (En ligne) Available at: <https://www.architectural-review.com/today/kraftwerk-c-mine-cultural-centre-genk-belgium-by-51n4e/8651227.article> (Accès le 26 novembre 2019).
- UVED, 2019. *Définir les modalités de gestion de la pollution des sols*. (En ligne) Available at : http://uved.univ-nantes.fr/SOLS/3/co/module_GSP_Grain3_2.html (Accès le 17 novembre 2019).
- Watkins J., 2019. *Designing out Waste: Landscape opportunities*. (En ligne) Available at : http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Designing_out_Waste_landscape_opportunities.pdf (Accès le 15 juillet 2019).

PERSONNES RESSOURCES

- **Bongaerts, Peter** (Faculté d'Architectur et des Arts de l'université de Hasselt) : personne de contact du projet C-Mine/Winterslag,
- **Bron, Ronald** (Agence de paysagistes Hosper) : personne de contact du projet C-Mine/Winterslag,
- **Dupré, Elise** (bureau NU architectuur) : personne de contact du projet C-Mine/Winterslag,
- **Heigel, Beate** (Agence AGORA) : personne de contact du projet du Nouveau Belval,
- **Rautenberg, Tobias** (Station Biologique de Westliches Ruhrgebiet), : personne de contact du projet du Landschaftspark de Duisburg-Nord,
- **Wieier, Christoph** (bureau AREAL) : personne de contact du projet du Nouveau Belval.

/ ANNEXE A / GLOSSAIRE DES TERMES EMPLOYÉS

Ce travail utilise un vocabulaire spécifique lié à la valorisation des déchets à travers différentes pratiques et trois cas d'études. Le glossaire recueille ces termes, par ordre alphabétique, et en propose une définition. Le renvoi au lexique est spécifié par un astérisque en fin de mot (*) au sein du texte. Si le mot est écrit en anglais dans le texte, il sera repris en anglais dans le glossaire, une traduction française l'accompagnant entre parenthèses.

A

Assainissement de terrain : Le fait de traiter, d'éliminer, de neutraliser, d'immobiliser, de confiner sur place la pollution du sol en vue de rendre le terrain compatible avec un usage considéré (Parlement wallon, 2018).

Audit : Instrument de gestion comprenant une évaluation systématique, documentée, périodique et objective de l'efficacité de l'organisation, du système de gestion et des procédures destinées à la protection de l'environnement (ActuEnvironnement, 2019).

Audit préalable : Audit permettant à identifier les intentions de réutilisation sur un bâtiment. Il permet de relever le potentiel qualitatif en matière de réutilisation mais aussi de recyclage sur ou hors site (Cifful, 2013).

B

Bassin industriel : Territoire ne suivant pas les limites topographiques d'une vallée. Composées de villes-usine et de villes-mine, celles-ci forment un tissu urbain anarchique reprenant des géosystèmes bien organisés (Fauveaux H., 2017).

Biomass (trad : biomasse) : Any form of organic matter that can be found on earth, one property that is common for all of its forms is that it is or had to be a living organism in one point of its existence (Krausmann et al., 2009). (Trad : «Toute forme de matière organique que l'on peut trouver sur terre, propriété commune à toutes ses formes est qu'elle est ou devait être un organisme vivant en un point de son existence»).

C

Chevalement : Charpente métallique ou en béton, installée au-dessus d'un puit pour supporter les molettes sur lesquelles passe le câble d'extraction (Larousse, 2019).

Construction minerals (trad : Matériaux de construction) : Matériaux utilisés dans les secteurs de la construction, à savoir : les bâtiments et les travaux publics (ActuEnvironnement, 2019).

D

Déconstruction : Retirer les éléments un à un en vue de pouvoir les utiliser à nouveau dans d'autres travaux de construction. Action ayant pour objectif la récupération et la réutilisation des éléments de construction (Cifful, 2013).

Démolition sélective : Démolition visant à séparer chaque fraction pour permettre le recyclage, tout comme le démantèlement (ici synonyme) ou l'arrachage sélectif. Cette pratique permet de réaliser un tri à la source des déchets. Action ayant pour objectif le recyclage des matériaux de construction (Cifful, 2013).

E

Enfouissement : Superficie de terrain qui a été spécialement aménagée pour permettre le dépôt de déchets sur et à l'intérieur du terrain (Krausmann et al., 2009).

G

Gazomètre : Réservoir dans lesquels ont stockés les gaz des hauts-fourneaux et les gaz de cokerie, acheminés par un dédale de canalisations. Les gaz sont préalablement épurés, c'est à dire nettoyés des particules qu'ils contiennent (Drouguet N., Bodeux P., 2017).

Gisement : Concentrations naturelles de minéraux supérieures à la concentration moyenne des roches, à un niveau de concentration permettant d'en envisager l'exploitation (Ademe, 2019).

H

Haut-fourneau : Grand four vertical, de section circulaire, destiné à fondre du minerai de fer, directement en contact avec le combustible (charbon de bois puis coke). Le Haut-fourneau comporte plusieurs parties, de diamètres différents. Par extension, le Haut-Fourneau désigne également l'usine à fonte dans son ensemble (Drouguet N., Bodeux P., 2017).

Hazardous Waste (trad : déchet comportant des risques) : Waste that due to its chemical -or other- properties poses a risk to the environment and/or human health (Commission européenne, 2018) (Trad : «*Déchets qui, en raison de leurs propriétés chimiques ou autres, présentent un risque pour l'environnement et/ou la santé humaine*»).

Houille : Combustible minéral fossile solide, provenant de végétaux ayant subi, au cours des temps géologiques, une transformation lui conférant un grand pouvoir calorifique. On donne le nom de «houille» tous les charbons minéraux qui ne sont pas de l'antracite (Larousse, 2019).

L

Landmark : élément bâti gigantesque visible de loin et qui forme un point de repère (Larousse, 2019).

Landschaftspark (trad depuis l'allemand : Landscape Park) :

Déf. 1 : Area protected because of its natural, historical, cultural and scenic values, for the purpose of conserving and popularizing those values in conditions of balanced development (Act on Protection of Nature of Poland) (Trad : «*Aire protégée en raison de ses valeurs naturelles, historiques, culturelles et paysagères, dans le but de conserver et de faire connaître ces valeurs dans les conditions de développement équilibré*»).

Déf. 2 : (trad. Parc paysager) Parc naturel aménagé pour le public (Larousse, 2019).

Dans ce document, le landschaftspark de Duisburg-Nord ne représente aucune aire de protection ; il ne s'agit pas d'un outil législatif et se réfère donc à la deuxième définition.

M

Maitrise d'ouvrage : Personne privée, société ou collectivité publique pour le compte de laquelle des travaux ou un ouvrage immobilier est réalisé (ActuEnvironnement, 2019) .

Maître d'oeuvre : Personne physique ou morale (entreprise) responsable de la conception et du contrôle de l'exécution d'un ouvrage ou de travaux immobiliers pour le compte du maître d'ouvrage (ActuEnvironnement, 2019).

Minerai de fer : Cailloux contenant, à l'état combiné des oxydes de fer, que l'on peut isoler industriellement. (Drouguet N., Bodeux P., 2017).

O

Ores and industrial minerals (trad : minerais et minéraux industriels) : Ore minerals are formed by the separation of metal sulfides and oxides in molten form within an igneous melt before crystallization (Krausmann et al., 2009) (Trad : «*Les minéraux du minerai sont formés par la séparation des sulfures et des oxydes métalliques sous forme fondue dans une masse fondue ignée avant cristallisation*»).

P

Paysage :

Déf.1 : Partie de territoire telle que perçue par les populations et dont le caractère résulte de facteurs naturels et/ou culturels et de leurs interrelations» (Article 1 de la Convention européenne du paysage de Florence).

Déf.2 : Concept relationnel supposant un rapport, un lien entre un espace perçu et un sujet le percevant, et qui permet de décrire et de comprendre ce lien dans toutes les sociétés. Le paysage est à la fois l'empreinte perceptible des valeurs et des règles d'une culture, et la matrice de sa transformation mimétique ou inventive (Donadieu P., 2009).

Polluant : Altéragène biologique, physique ou chimique, qui au-delà d'un certain seuil, et parfois dans certaines conditions, développe des impacts négatifs sur tout ou une partie d'un écosystème ou de l'Environnement en général (UVED, 2019).

Pollution du sol : La présence sur ou dans le sol de polluants qui sont préjudiciables, directement ou indirectement, à la qualité du sol (Parlement wallon, 2018).

Post-industriel : Qui succède à l'ère industrielle (CNRTL, 2019).

Projet paysager / Projet de paysage : Outil et processus, en général collectif, de conception et de construction de paysages réels ou imaginaires. Idées et représentation (graphiques, orales et écrites) de la mise en valeur d'un paysage ou d'un lieu produites par cet outil et ce processus (Donadieu P., 2009).

R

Remblais : Volume de terres ou de matériaux solides mis en oeuvre par l'homme sur un terrain, qui en modifie la topographie ou qui est destiné à remplacer d'autres terres ou matériaux solides sans modifier nécessairement la topographie des lieux (Parlement wallon, 2018).

S

Site : Partie remarquable de territoire, de pays, distinguée d'autres parties, pour des raisons artistiques, esthétiques, historiques, scientifiques ou plus généralement culturelles (Donadieu P., 2009).

Site receveur : Site, dont l'emprise fincière relève d'une unique maîtrise d'ouvrage, où des terres excavées sont valorisées. Le site receveur n'a pas le statut d'une installation de stockage de déchets (Ministère de la transition écologique et solidaire, 2017).

T

Terre excavée : Sol excavé (creusé), qui peut comporter des remblais hétérogènes apportés au fil des ans (Ministère de la transition écologique et solidaire, 2017).

Terril : Entassement de déblais stériles de forme conique, provenant de l'exploitation des mines et carrières (CNRTL, 2019).

W

Waste audit (trad : audit des déchets) : Assessment of construction and demolition waste streams prior to demolition or renovation of buildings and infrastructures. It assesses both qualitatively and quantitatively the waste that will be produced from a building to be demolished or refurbished (Commission européenne, 2018) (Trad : «Évaluation des flux de déchets de construction et de démolition avant la démolition ou la rénovation des bâtiments et des infrastructures. Il évalue qualitativement et quantitativement les déchets qui seront produits à partir d'un bâtiment à démolir ou à rénover»).

/ ANNEXE B : GRILLES D'ANALYSE / 01.1 : LE PROJET DE DUISBURG-NORD (ALLEMAGNE) : LES SOLS

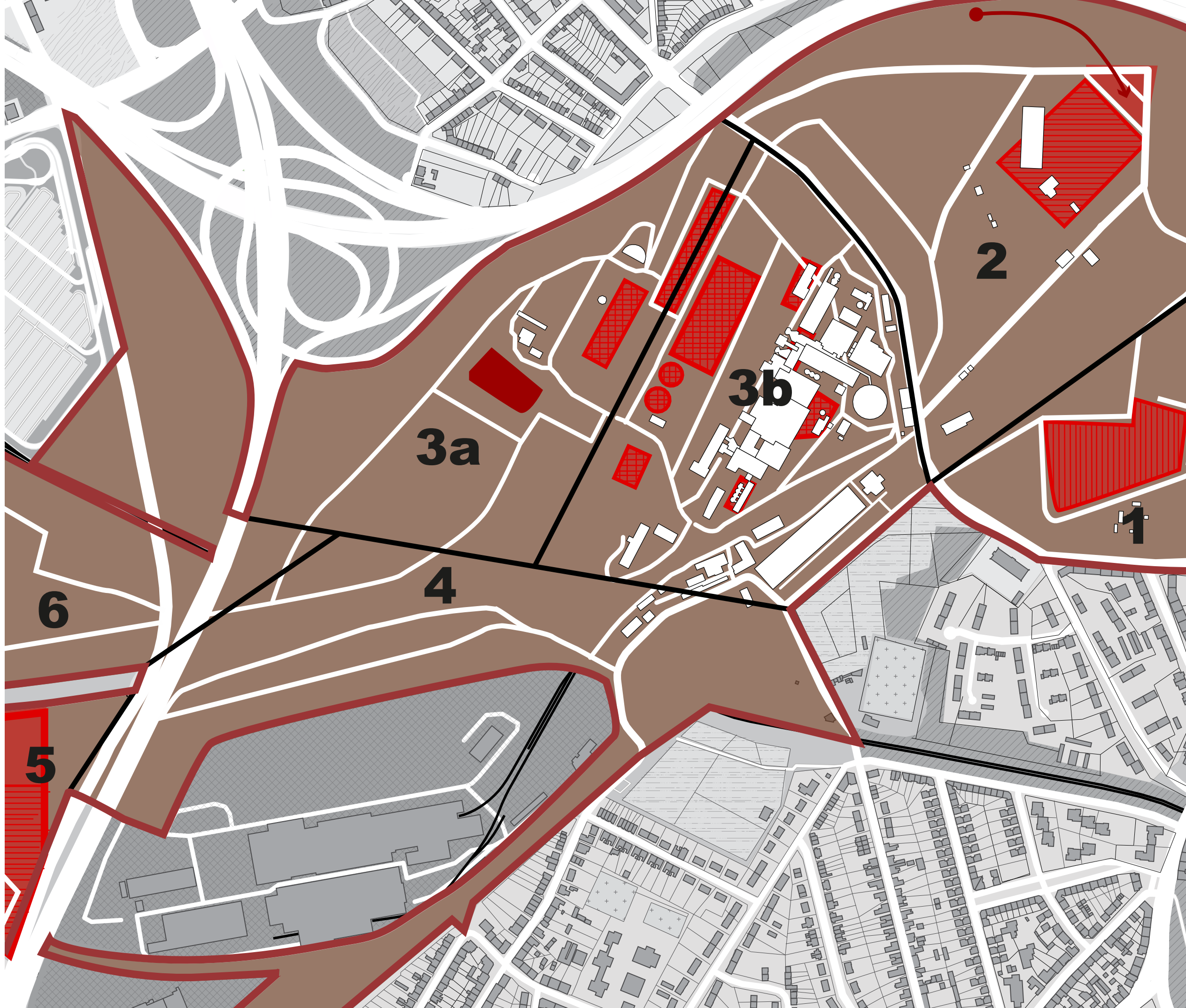
TYPE DE SOLS	Code Waste (EURAL)	LOCALISATION	POLLUTION EXISTANTE / TYPE DE SOLS	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION	MAINTENANCE	REMARQUES
TERRES ET CAILLOUX CONTENANT DES SUBSTANCES DANGEREUSES	17 05 03	Ingenhammshof (Zone 1)	Sols agricoles avec des champs et des espèces de prairies (1). Ces sols sont supposément contaminés par de la pollution diffuse (1).	NOUVEAU ET REEMPLOI (Apport de nouveaux sols fertiles)	<u>Nouveau</u> : Apport de sols pour créer une ferme et des espaces de pâturage. <u>Réemploi</u> : Les sols proches des cours d'eaux de l'Emscher ont été excavés avant d'être réemployés pour réaliser une nouvelle topographie du site (création de butes générant des points de vue (1))	Donnée indisponible	-
		Iron Pig Foundry (Zone 2)	Il s'agit de sols mixtes avec la présence de métaux lourds. Sols dans lesquels les roches saillent à partir du sable blanc laissé par la coulée de ferromanganèses (1, 2 et 3)	REEMPLOI (Encapsulation, Phytoremédiation grâce aux plantes, comme <i>Centranthus ruber</i>)	<u>Réemploi</u> : Des larges couches de sols (avec un PH élevé) ont été créés dans le but d'immobiliser les métaux lourds présents. La surface a été recouverte de dolomites («dolomitic limestone chips») pour contenir la pollution (2 et 3). Récréation du lit de la rivière suite à l'excavation de 100 000 m³ de sols contaminés. Ils ont été réemployés plus loin pour créer la butte artificielle de sols (1). Création des parkings temporaires d'environ 800 places pour les événements importants.	Donnée indisponible	Régénération du bouleau sur les déchets de mine, à faible teneur en PH (1). Ce nouvel aménagement et apport de terre a permis de créer une nouvelle topographie dans cette zone et ainsi contribuer à concevoir des points de vues dans le parc (2 et 3). Les parkings sont temporaires, la végétation peut recouvrir une partie du site par interval.
		Sinter Plant (Zone 3.A)	Sols recouverts de matériaux acides, à savoir : du charbon et de la coke de cokerie (1). A l'abandon du site, cette partie était couverte de déchets issus de la production et donc très contaminé par des «polyaromatic hydrocarbons (PAH)» (3).	REEMPLOI ET RECYCLAGE (Encapsulation, atténuation naturelle)	<u>Réemploi</u> : Création de jardins intimes, dont les sols ont servi de substrats sur lesquels des jardins poussent (1). Deux options ont été considérées : soit de recouvrir la pollution d'un sol sans végétation, soit de contribuer à une atténuation naturelle en réduisant les possibilités d'accès au site très pollués. Les deux solutions sont présentes dans ces parties.(3) <u>Recyclage</u> : Récolte de débris sur le site pour créer de nouveaux substrats.(3)	Dans les parties les plus traitées et utilisées par les visiteurs, de la végétation (arbustes et arbres) est très bien maintenue, afin de délimiter les espaces et l'accès à certaines parties du site (3). Les portions du site qui sont beaucoup trop contaminées sont fermées au public et inutilisées.(3)	Certains espaces peuvent être regardé alors que d'autres peuvent être visités (1). Les sols fortement contaminés ont été enlevés, scellés et déposés dans la zone de la trémie à minerai. Une couche de terre propre a été déposée au-dessus et une série de jardins ont été aménagés, plaçant cote à cote l'élément le plus dangereux et l'élément le plus sophistiqué (1). «Tous les sols sont des habitats» : la première action de Latz sur le site est la mise en œuvre d'un substrat artificiel, en collaboration avec les habitants (action de participation citoyenne) (1).
		Blast Furnace Plant (Zone 3.B)	Fonderie de ferromanganèse avec des sols recouverts de cendres et pauvres en nutriments mais très stables (1).	REEMPLOI ET DESTRUCTION (Encapsulation)	<u>Réemploi</u> : Utilisation des sols comme des parkings temporaires pour des grands événements (environ 400 véhicules)(1). <u>Destruction</u> : Une grande partie des sols pollués ont été détruites (1).	Donnée indisponible Donnée indisponible	-
		Thyssen Foundries (Zone 4)	Certaines parties proches du cours d'eau de l'Emscher sont particulièrement polluées. La plupart des sols présents sont composés de débris de démolition (1).	DESTRUCTION (incinération)	<u>Destruction</u> : Les parties polluées ont dû être évacuées puis détruites.	Donnée indisponible	-
		Emstermannshof (Zone 5)	Certaines parties sont polluées mais aucune source ne permet d'en déterminer la nature.	REEMPLOI (Encapsulation, atténuation naturelle)	<u>Réemploi</u> : Un nouveau lotissement a vu le jour dans la continuité des habitations. Il a fallu enlever des points isolés de contamination, recouvrir la zone d'un mètre de profondeur de sols propres et aménager de nouvelles parcelles (1).	La pollution étant trop importante à certains endroits, les lieux ont dû être fermés au public	-
TERRES ET CAILLOUX AUTRES	17 05 04	INEXISTANT	INEXISTANT	INEXISTANT	INEXISTANT	INEXISTANT	INEXISTANT
ESPACE SANS INFORMATION	/	INEXISTANT	INEXISTANT	INEXISTANT	INEXISTANT	INEXISTANT	INEXISTANT

Sources :

1) Latz P., 2016. Rust Red. Landscape Park Duisburg-Nord. 1ère éd. Munich : Hirmer Publisher.

2) Latz P., 2001. Landscape Park Duisburg-Nord : the metamorphosis of an industrial site. Dans : Taylor et Francis éd. Manufactured sites: Rethinking the Post-industrial landscape. New York, US : Taylor and Francis, pp.150-165.

3) Krinke R., 2001. Overview : design practice and manufactured sites. In : Taylor et Francis, eds. Manufactured sites: Rethinking the Post-industrial landscape. New York, US : Taylor and Francis, pp.125-149.



CARTOGRAPHIE DU RÉEMPLOI
DES SOLS AU SEIN DU PROJET
DE LANDSCHAFTSPARK DE DUIS-
BURG-NORD

Source : Réalisation par l'au-
teur, Fond de plan d'après
OPENSTREETMAP (2019).

N
ECHELLE : 1/10 000ÈME
0M 5000M

LÉGENDE

- PÉRIMÈTRE DU PROJET
- PARTIMENTATION
- 1. Ingenhammshof
- 2. Pig Iron Foundry
- 3a. Sinter Plant
- 3b. Blast Furnace Plant
- 4. Thyssen Foundries
- 5. Emsternannshof
- 6. Mine and Cokery

SITUATION EXISTANTE DANS LE PROJET

- Bâtiments
- Voies de chemin de fer
- Voirie

TYPES DE SOLS

- Terres et cailloux contenant
des substances dangereuses
(code EURAL : 17 05 03)
- Terres et cailloux autres
(Code EURAL : 17 05 04)
- Espace sans informations

RÉEMPLOI ET RECYCLAGE

- Réemploi ex situ
- Réemploi in situ :
- Atténuation naturelle
- Encapsulation et confinement
- Traitement physico-chimiques
et biologiques
- Recyclage

SITUATION EXISTANTE EN DEHORS DU PROJET

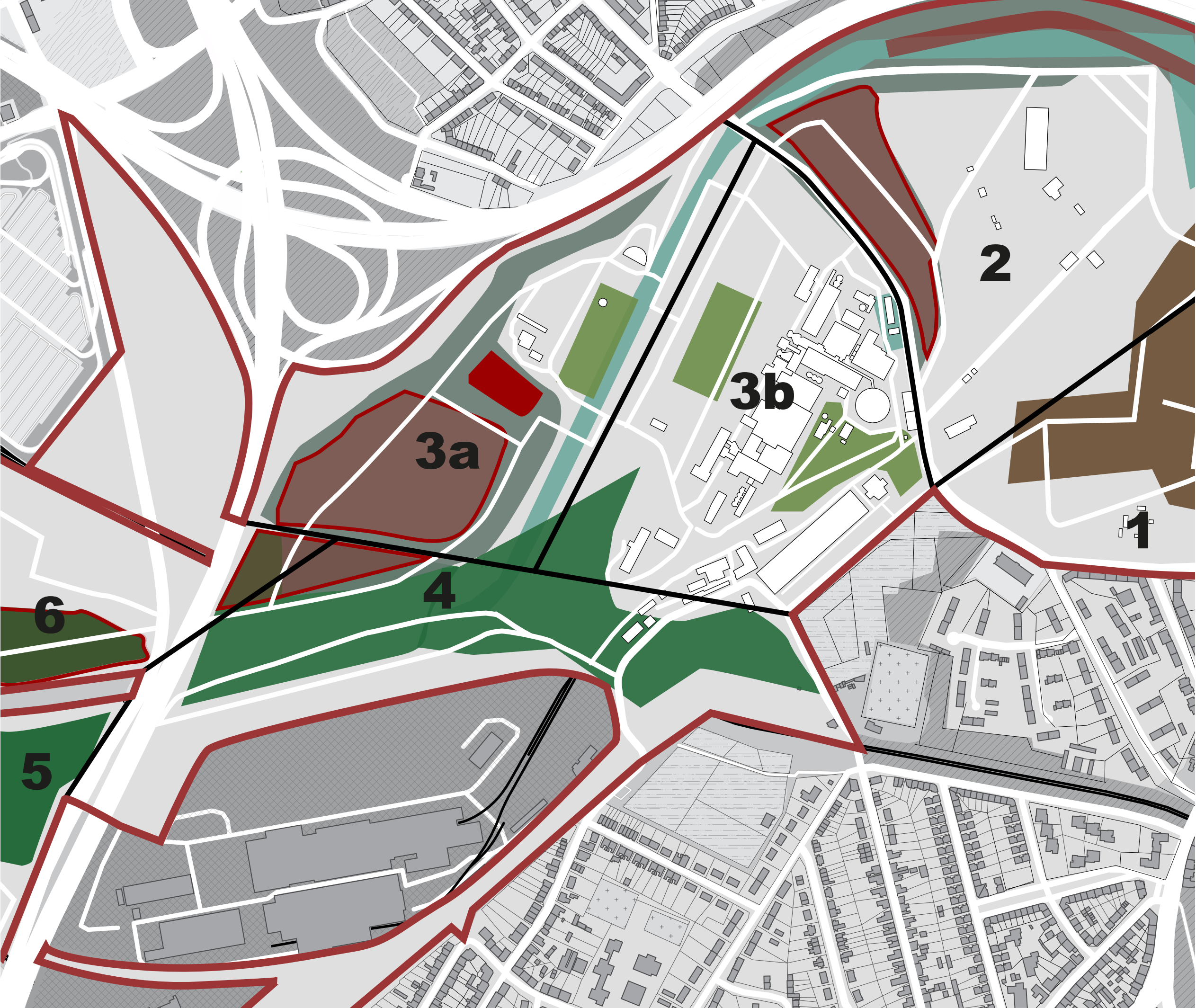
- Cours d'eau
- Espaces boisés
- Prairies
- Espaces agricoles
- Espaces industriels en activité
- Espace résidentiel
- Bâtiments
- Parcelles
- Voies de chemin de fer

/ ANNEXE B : GRILLES D'ANALYSE / 01.2 LE PROJET DE DUISBURG–NORD (ALLEMAGNE) : LE RÉEMPLOI DE LA VÉGÉTATION

TYPE DE VEGETATION	LOCALISATION	ESPECES	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION	ENTRETIEN	REMARQUES
VEGETATION SANS INTERVENTION	Iron Pig Foundry (Zone 2)	Comprend des essences pionnières (natives et non-natives) comme : <i>Neophytes: Cerastium pumilum s.s., Dittrichia graveolens, Senecio inaequidens, Salsola kali ruthenica, Oenothera spp, Solidago canadensis, Senecio inaequidens, Dittrichia graveolens, Buddleja davidii</i> (1)	REEMPLOI ET NOUVEAU (Préservation et intégration de nouvelles essences)	<u>Réemploi</u> : L'équipe de Latz a débuté par l'identification des plantes. Par la suite, le scientifique botaniste Jorg Dettmar a classifié la végétation selon les types reconnus. Le résultat des analyses sur la flore a servi de base à la préparation du concours lancé par l'IBA Emscher (1).	Le principe de ce type de plantation étant d'éviter tout type d'entretien, le site est actuellement sans aucun entretien (1).	Le Dr. Jorg Dettmar avait préparé le terrain pour cette expérience en menant une étude sur la végétation à l'échelle de la région (1). Au total, 298 espèces de fougères et de plantes à fleurs ont été trouvées sur cette partie du site et sur les parties 3.A et 3.B, dont neufs figuraient sur la Liste Rouge des espèces menacées de la Région (1). La station biologique a également étudié et analysé l'implantation de l'espèce <i>Salsola kali ssp. Ruthenica</i> , une plante très rare, uniquement retrouvé sur les vestiges industriels. Ils y ont également identifié <i>Reseda lutea</i> comme étant l'espèce la plus proliférique (Latz, 2016).
	Sinter Plant (Zone 3.A)	Senecio, Verbascum, Linaria, Oenothera, Epilobium, Buddleja davidii	REEMPLOI (Préservation)	Donnée indisponible	Donnée indisponible	-
VEGETATION AVEC DIFFERENTES PHASES DE SUCCESSION	Thyssen Foundries (Zone 4)	Senecio inaequidens (importé depuis l'Afrique du Sud) Latz, 2016	REEMPLOI ET NOUVEAU (Préservation et intégration de nouvelles essences)	Donnée indisponible	A la mine Thyssen, à intervalles de cinq ans ou plus, des bandes de couvert végétal sont raclées par une pelleuse, afin de conserver les premiers stades de la succession (1). Les plantes considérées comme étant un potentiel très invasif sont très fortement et activement détruites	Cela créer un modèle de parcelles que l'on pourrait qualifier de succession temporaire (1). Selon Latz, ce type de plantation était très compliqué à mettre en place dès le début de la conception du projet. Sur ces types de plantations, les sols contaminés ont été un élément difficile à prévoir et qui rendait très difficile à prédire la manière dont la végétation s'étendra.
	Emsternannshof (Zone 5)	Comprend des essences tolérantes à la chaleur et à la sécheresse, colonisant les roches noires et le sable noir comme : <i>Sedum acre, Papaver rhoeas and Trees pioneers woodland, Crataegus monogyna</i> (et d'une façon générale, des bouleaux, des vivaces et des herbacées). Sur les sols pollués (Black rocks) : <i>Sedum acre et Papaver rhoeas</i>	REEMPLOI ET NOUVEAU (Préservation et intégration de nouvelles essences)	<u>Nouveau</u> : Pour chacune des étapes de la succession, une méthode spécifique a été élaborée en fonction de l'utilisation prévue. Les «espaces verts» (Green spaces) sont délimités par des haies taillées et une strate arborée (1).	La station biologique de la Rhur supervise la gestion de ces espaces. Une équipe de jardiniers a été formée durant des mois au milieu des années 1990 afin d'apprendre à gérer certaines espèces (1).	L'ensemble des voies ferrées sont un exemple de succession contrôlée (avec les talus) (1). Les étapes de succession se développant sur des friches industrielles étaient plus difficiles à prévoir que sur des sols plus communs (1).
	Mine and Cokery (Zone 6)	Comprend des essences colonisatrices comme des groupes de pins et des bouleaux (1).	REEMPLOI ET NOUVEAU	<u>Réemploi</u> : la fermeture a généré un grand nombre de plantes aux successions (designs) et divers habitats, qui sont très liés aux conditions des sols	Donnée indisponible	Facination pour les amateurs de fleurs et botanistes
VEGETATION ORNEMENTALE	Sinter Plant (Zone 3.A)	Plantation d'une végétation typique de jardin avec des espèces robuste, comme : <i>rose, at Ailanthus altissima, Salvia pratensis, Muscari armeniacum</i> (NOUVEAU) sur les substrats réalisés à l'aide de matériaux recyclés (déchets trouvés sur le site issus de l'ancienne production et des bâtiments)	NOUVEAU	<u>Nouveau</u> : Les jardins couvrent les déchets et la pollution existante dans le sol.	Donnée indisponible	Les jardins sont utilisés en tant que symboles de la transformation du site.
	Blast Furnace Plant (Zone 3.B)	<i>Cherry blossom</i> Non-natives végétation ont été choisies car elles rappellent l'action humaine du site - <i>Tree Plaza, Cower Plaza, Sinter Plaza</i> Différentes espèces qui étaient considérées comme étant impossibles à faire pousser normalement : <i>Quercus robur, Pinus nigra austriaca, Prunus avium 'Plena' et Pyrus calleryana 'Chanticleer'</i> (qui n'a pas survécu sur ces substrats et qui a dû être changé par du <i>Robinia pseudoacacia 'Monophylla'</i>)	NOUVEAU	Donnée indisponible	Donnée indisponible	Blossom event : Evènement dans lequel les arbres aux pieds des haut-fourneaux fleurissent. Latz a pensé l'aménagement de l'espace en fonction de ces floraisons et du contraste qu'ils pourraient engendrés entre les vestiges industriels et la nature.
VEGETATION AQUATIQUE	Iron Pig Foundry (Zone 2)	Donnée indisponible	REEMPLOI (Préservation)	<u>Réemploi</u> : Latz voulait à tout pris préserver la végétation pionnière proche du cours d'eau et a donc, avant de commencer l'excavation des sols, enlevé et entreposé les plantes et les 10 premiers cm de terre pour ensuite les replantés une fois la topographie des lieux terminée.	Donnée indisponible	-
	Blast Furnace Plant (Zone 3.B)	<i>Iris pseudacorus</i>	NOUVEAU	<u>Nouveau</u> : Création de 3 bassins avec de la végétation	Donnée indisponible	-
	Thyssen Foundries (Zone 4)	Donnée indisponible	NOUVEAU	Donnée indisponible	Donnée indisponible	-
VEGETATION AGRICOLE	Ingenhamshof (Zone 1)	Donnée indisponible	NOUVEAU	Donnée indisponible	Donnée indisponible	-
ESPACE SANS INFORMATION	INEXISTANT	INEXISTANT	INEXISTANT	INEXISTANT	INEXISTANT	INEXISTANT

Sources :

- 1) Latz P., 2016. Rust Red. Landscape Park Duisburg-Nord. 1ère éd. Munich : Hirmer Publisher.
- 2) Keil P., Schotz T., 2018. Nutrient and water supply of succession stages on industrial brownfields – a case study in the Landscape Park Duisburg-Nord, W-Germany. Dans : Decheniana (Bonn) 171, 24-37 (2018).
- 3) Station biologique de Westliche Ruhrgebiet, 2019. Description de la Nature Industrielle (En ligne). Available at : <http://www.bswr.de/industrienatur/index.php> (Accès le 17 juillet 2019).



CARTOGRAPHIE DU RÉEMPLOI DE LA VÉGÉTATION AU SEIN DU PROJET DU LANDCHAFSTPARK DE DUISBURG-NORD

Source : Réalisation par l'auteur, Fond de plan d'après OPENSTREETMAP (2019).

N
ECHELLE : 1/10 000ÈME
0M 5000M

LÉGENDE

- PÉRIMÈTRE DU PROJET
- PARTIMENTATION
 - 1. Ingenhamshof
 - 2. Pig Iron Foundry
 - 3a. Sinter Plant
 - 3b. Blast Furnace Plant
 - 4. Thyssen Foundries
 - 5. Emsternannshof
 - 6. Mine and Cokery

SITUATION EXISTANTE DANS LE PROJET

- Bâtiments
- Voies de chemin de fer
- Voirie

TYPES DE VEGETATION

- Végétation sans intervention
- Végétation avec phases de succession
- Végétation ornementale
- Végétation agricole
- Végétation aquatique
- Espace sans informations

RÉEMPLOI ET RECYCLAGE

- Réemploi ex situ
- Réemploi in situ
- Recyclage

SITUATION EXISTANTE EN DEHORS DU PROJET

- + + Cours d'eau
- Espaces boisés
- Prairies
- Espaces agricoles
- Espaces industriels en activité
- Espace résidentiel
- Bâtiments

- Parcelles
- Voies de chemin de fer
- Voirie

/ ANNEXE B : GRILLES D'ANALYSE / 01.3 LE PROJET DE DUISBURG-NORD (ALLEMAGNE) : LE RÉEMPLOI DES LANDMARKS

TYPE DE LANDMARK	LOCALISATION	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION	ENTRETIEN	REMARQUES
HAUT-FOURNEAU A	Blast Furnace Plant (Zone 3.B)	REEMPLOI (Préservation et changement de fonction)	<u>Réemploi</u> : Transformation du Haut-Fourneau A en cinéma (1). On compte 42 000 visiteurs depuis 1997	Donnée indisponible	Le haut-fourneau représente un élément unique et une connexion visuelle sur l'ensemble du parc (1). Durant le concours, l'analyse des panoramas a fourni des outils pour aider à évaluer le type d'information et la densité à prévoir pour les différents aménagements du parc (1). Le cœur du haut-fourneau a été ouvert sous la forme d'un grand auditorium et est utilisé comme témoin matériel du passage de la production d'acier (1).
HAUT-FORNEAU B	Blast Furnace Plant (Zone 3.B)	REEMPLOI (Préservation et changement de fonction)	<u>Réemploi</u> : Transformation du haut-Fourneau B en un centre de club alpin (centre d'informations) (1).	Donnée indisponible	Les deux haut-fourneaux (A et B) sont liés et constituent les deux symboles officiels du renouveau du parc (1).
HAUT-FOURNEAU C	Blast Furnace Plant (Zone 3.B)	REEMPLOI (Préservation et changement de fonction)	<u>Réemploi</u> : Transformation du haut-fourneau en un lieu ouvert au public, correspondant au point de repère et point de vue (panorama) (1). Création d'un musée hommage.	Donnée indisponible	-

AUTRE BATIT	LOCALISATION	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION	REMARQUES
GAZOMETRE (1 SEUL)	Blast Furnace Plant (Zone 3.B)	REEMPLOI (Préservation et changement de fonction)	<u>Réemploi</u> : Transformation de l'ancien gazomètre en centre de plongée, comprenant une profondeur de 13 mètres.	Donnée indisponible
BUNKER (2 TYPES)	Sinter Plant (Zone 3.A)	RECYCLAGE ET REEMPLOI (Préservation et changement de fonction)	<u>Réemploi</u> : Transformation d'une partie des bunkers en contenants pour les jardins (Sintergarten). Des portes et des portails ont été découpés du béton des bunkers (1).	La première fonction des bunkers était de contenir les matériaux et les déchets résultants des activités sidérurgiques. Ils protégeaient ainsi les travailleurs des contaminations (1). 12 à 14 bunkers ont été transformés en une série de jardins intimistes ouvert au public.
	Blast Furnace Plant (Zone 3.B)	RECYCLAGE ET REEMPLOI (Préservation et changement de fonction)	<u>Réemploi</u> : Transformation d'une autre partie des bunkers en murs d'escalade. Durant le concours, le club Alpin avait déjà réclamé les colonnes (1).	Les 21 compartiments sont entourés de murs en béton d'une hauteur maximale de 12 mètres (1). Le site, composé de 21 bunkers, a été réaménagé en aires de jeux pour un jeune public (1).
RAILS	On all of the park (Zones 2, 3.B, 4, 5, 6)	RECYCLAGE ET REEMPLOI (Préservation et changement de fonction)	<u>Réemploi</u> : La première étape de transformation a été de nettoyer la végétation qui s'était installée. Transformation des anciennes voies de chemin de fer du site en voies de cheminement pour le public (1).	La première fonction des 26 voies était de transporter le minerai sur les rails (1). Création d'une partie du parc : le «Railway park», à savoir une grande zone de promenades ponctué des anciens rails (1). Création du « Gruner Pfad » (trad : Green Trail) sur le parc et en dehors.
PONTS (37)	On all of the park (Zones 1, 2, 3.B, 3.A, 4, 5, 6)	NOUVEAU, REEMPLOI (Préservation et changement de fonction)	<u>Réemploi</u> : Certains ponts ont été rénovés. <u>Nouveau</u> : Certains ponts ont été introduits, principalement au centre du projet (1). <u>Destruction</u> : certains ponts ont été détruits	Le site possède actuellement 37. L'équipe de Latz avait obtenu l'autorisation de modifier presque l'intégralité des ponts du parc, quel que soit l'autorité responsable de ces dernières au début du concours (1).

Sources :

1) Latz P., 2016. Rust Red. Landscape Park Duisburg-Nord. 1ère éd. Munich : Hirmer Publisher.

2) Latz P., 2001. Landscape Park Duisburg-Nord : the metamorphosis of an industrial site. Dans : Taylor et Francis éd. Manufactured sites: Rethinking the Post-industrial landscape. New York, US : Taylor and Francis, pp.150-165.

3) Krinke R., 2001. Overview : design practice and manufactured sites. In : Taylor et Francis, eds. Manufactured sites: Rethinking the Post-industrial landscape. New York, US : Taylor and Francis, pp.125-149.



CARTOGRAPHIE DU RÉEMPLOI
DES LANDMARKS AU SEIN DU
PROJET DE LANDSCHAFTSPARK
DE DUISBURG-NORD

Source : Réalisation par l'au-
teur, Fond de plan d'après
OPENSTREETMAP (2019).

N
ECHELLE : 1/10 000ÈME
0M 5000M

LÉGENDE

- PÉRIMÈTRE DU PROJET
- PARTIMENTATION
- 1. Ingenhammshof
- 2. Pig Iron Foundry
- 3a. Sinter Plant
- 3b. Blast Furnace Plant
- 4. Thyssen Foundries
- 5. Emsternannshof
- 6. Mine and Cokery

SITUATION EXISTANTE DANS LE PROJET

- Bâtiments
- Commerce et HORECA
- Habitat
- Bureaux / Laboratoires
- Equipement
- Autre
- Voies de chemin de fer
- Voirie

TYPES DE LANDMARKS

- HAUT-FOURNEAU A
- HAUT-FOURNEAU B
- HAUT-FOURNEAU C

RÉEMPLOI ET RECYCLAGE

- Réemploi ex situ
- Réemploi in situ
- Recyclage

SITUATION EXISTANTE EN DEHORS DU PROJET

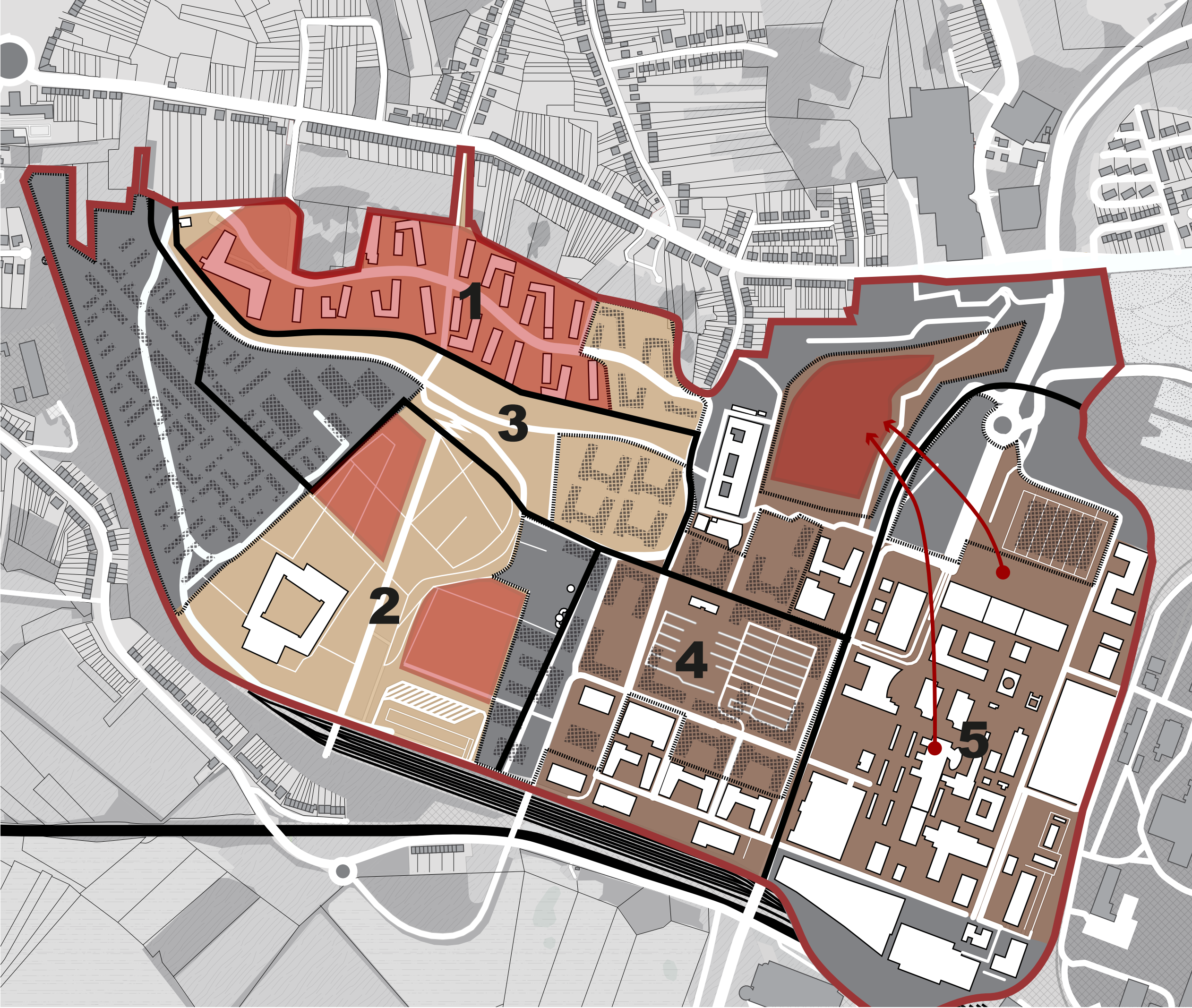
- ++ Cours d'eau
- Espaces boisés
- Prairies
- Espaces agricoles
- Espaces industriels en activité
- Espace résidentiel
- Bâtiments
- Parcelles
- Voies de chemin de fer
- Voirie

/ ANNEXE B : GRILLES D'ANALYSE / 02.1 LE PROJET DU NOUVEAU BELVAL (LUXEMBOURG) : LE RÉEMPLOI DES SOLS

TYPE DE SOLS	Code Waste (EURAL)	LOCALISATION	POLLUTION EXISTANTE / TYPE DE SOLS	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION	MAINTENANCE	REMARQUES
TERRES ET CAILLOUX CONTENANT DES SUBSTANCES DANGEREUSES	17 05 03	Square Miles (Zone 4)	L'affectation a été restreinte sans pour autant connaître le type de pollution exact (4).	Donnée indisponible	Donnée indisponible	Donnée indisponible	Le Square Mile est un quartier à fonctionnalités mixtes et son utilisation est restreinte aux activités du tertiaire soit le secteur du commerce et des services (4).
		Terrasse des hauts-fourneaux (Zone 5)	Présence de métaux lourds, hydrocarbures poly-aromatiques en concentrations variables (4). En revanche, on dénote l'absence de concentration de substances dangereuses dans la nappe phréatique (1).	REEMPLOI IN-SITU (Encapsulation)	Réemploi in-situ : Les déchets contaminés sont déposés sur le Plateau St-Esprit et sont recouverts d'une couche de matériaux imperméable pour éviter tout contact avec des milieux de transferts comme l'air ou l'eau (4).	Un contrôle à long terme et permanent des nappes phréatiques renforce le système de détection d'une éventuelle contamination des eaux souterraines (4).	Le GIE-ERSID, a ordonné une expertise auprès du bureau allemand Lahmeyer International, pour évaluer le degré de contamination du site. Cette étude a été réalisée en avril 1997, intitulée « Umweltstudie Standort Belval, Luxemburg » (4).
TERRES ET CAILLOUX AUTRES	17 05 04	Parc Belval Nord (Zone 1)	Absence de résidus ou déchets industriels. Zone réservée à l'habitat (4).	REEMPLOI IN-SITU (Préservation)	Donnée indisponible	Donnée indisponible	Le quartier Belval-Nord, zone parfaitement sécurisée en l'absence de résidus ou déchets industriels et réservée à l'habitat.
		Parc Belval Sud (Zone 2)	Absence de résidus ou déchets industriels. Zone réservée au Lycée Technique et Centre sportif (4).	REEMPLOI IN-SITU (Préservation)	Donnée indisponible	Donnée indisponible	Parc Belval Sud, zone sécurisée en l'absence d'activité industrielle dans le passé. Il accueillera le Lycée Technique et le Centre sportif.
ESPACE SANS INFORMATION	/	Wassertreppe (Zone 3)	Donnée indisponible	Donnée indisponible	Donnée indisponible	Donnée indisponible	-

Sources :

- 1) Les Fonds Belval, 2012. La cité des Sciences, 2012. 1ère éd. Luxembourg : Publication les Fonds Belval.
- 2) Le fonds Belval, 2016. Concept : concept de conservation des hauts-fourneaux de Belval. Le Fonds Belval : Luxembourg (En ligne). Available at : https://www.fonds-belval.lu/media/publications/69/Concept_Hauts%20Fourneaux.pdf (Accès le 16 novembre 2019).
- 3) Le fonds Belval, 2010. Magasine 01/2010 : L'aménagement urbain. Le Fonds Belval : Luxembourg (ISSN 1729-5319). (En ligne) Available at : https://www.fonds-belval.lu/media/publications/25/2010/magazine_1_10.pdf (Accès le 16 novembre 2019).
- 4) Le fonds Belval, 2004. Magasine 03/2004 : Le nettoyage des hauts-fourneaux est achevé. Le Fonds Belval : Luxembourg (ISSN 1729-5319) (En ligne). Available at : https://www.fonds-belval.lu/media/publications/54/2004/magazine_3_04.pdf (Accès le 16 novembre 2019).



CARTOGRAPHIE DU RÉEMPLOI
DES SOLS AU SEIN DU PROJET
DU NOUVEAU BELVAL
Source : Réalisation par l'au-
teur, Fond de plan d'après
OPENSTREETMAP (2019).

N
ECHELLE : 1/10 000ÈME
0M 5000M

- LÉGENDE
- PÉRIMÈTRE DU PROJET
 - PARTIMENTATION
 - 1. Parc Belval Nord
 - 2. Parc Belval Sud
 - 3. Wassertreppe
 - 4. Square Miles
 - 5. Terrasse des Hauts-Fourneaux

SITUATION EXISTANTE
DANS LE PROJET

- Bâtiments
- Voies de chemin de fer
- Voirie
- ||||| Espace en chantier (état 2019)
- ▨ Futurs bâtiments (masterplan à la fin des chantiers)

TYPES DE SOLS

- Terres et cailloux contenant des substances dangereuses (code EURL : 17 05 03)
- Terres et cailloux autres (Code EURL : 17 05 04)
- Espace sans informations

RÉEMPLOI ET RECYCLAGE

- Réemploi ex situ
- Réemploi in situ :
- ▨ Atténuation naturelle
- ▨ Encapsulment et confinement
- ▨ Traitement physico-chimiques et biologiques
- Recyclage

SITUATION EXISTANTE
EN DEHORS DU PROJET

- + Cours d'eau
- ▨ Espaces boisés
- ▨ Prairies
- ▨ Espaces agricoles
- ▨ Espaces industriels en activité
- Espace résidentiel
- Bâtiments
- Parcelles
- Voies de chemin de fer
- Voirie

/ ANNEXE B : GRILLES D'ANALYSE / 02.2 LE PROJET DU NOUVEAU BELVAL (LUXEMBOURG) : LE RÉEMPLOI DE LA VÉGÉTATION

TYPE DE VEGETATION	LOCALISATION	ESPECES	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION	ENTRETIEN	REMARQUES
VEGETATION SANS INTERVENTION	Parc Belval Sud (Zone 2)	Présence d'arbres «colonisateurs» : peupliers, bouleaux et saule-pleureurs.	REEMPLOI IN SITU (Préservation)	Réemploi in situ : Analyse (Identification-classification) puis chantier et réemploi in situ.	Donnée indisponible	Il y a eu une étude sur la flore existante, élaborée par le Bureau d'études Oeko-Bureau, chargé par les Fonds Belval. A la plantation, les essences pionnières sont en grand nombre (environ 60 arbres par jardin) pour constituer une forte présence végétale dès l'ouverture du site.
VEGETATION AVEC DIFFERENTES PHASES DE SUCCESSION	Parc Belval Nord (Zone 1)	Donnée indisponible	AUCUNE VALORISATION (Intégration de nouvelles essences)	Intégration de nouvelles essences.	Donnée indisponible	Le concept paysager du parc est « l'empreinte d'un esprit naturaliste qui se réfère à la végétation d'origine, la végétation pionnière caractéristique des friches industrielles comme on les trouve dans les mines abandonnées de la région ».
	Wassertreppe, (Zone 3)	Donnée indisponible	REEMPLOI IN SITU (Préservation)	Chantier et réemploi in situ.	Donnée indisponible	-
VEGETATION ORNEMENTALE	Terrasse des hauts-fourneaux (Zone 5)	Comprend des essences tolérantes aux milieux urbains (arbres et arbustes) comme : <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Quercus Petraea</i> , <i>Sambucus</i> , <i>Carpinus Betulus</i>	REEMPLOI IN SITU (Préservation)	Réemploi in situ : Analyse (Identification-classification) puis chantier et réemploi in situ (Création de "sous-bois" et d'un couvre-sol forestier).	Donnée indisponible	Création dès 2016, de sortes de jardins, définis comme de véritables lieux de nature, d'écosystèmes reconstitués de végétaux locaux (jardins en pleine terre). Au sol, un sous-bois occupe l'ensemble de la surface. Il s'agit d'un « tapis », couvre-sol forestier composé de fougères, de vivaces, de graminées, et de mousses. Ces jardins, nommés les "Jardins d'Hivers", font partie des aménagements urbains conçus par le paysagiste Michel Desvigne. (cf photographie). Un mobilier urbain a été installé autour des différents Jardins d'hiver afin de « re-crée une ambiance décontractée de ville ».(1)
VEGETATION AQUATIQUE	Terrasse des hauts-fourneaux (Zone 5)	Comprend des essences tolérantes aux milieux aquatiques (roseaux souples, joncs, etc.) comme : <i>Acorus calamus</i> , <i>Carex pseudocyperus</i> , <i>Juncus effusus</i> , etc.	AUCUNE VALORISATION (Intégration de nouvelles essences)	Intégration de nouvelles essences lors de la création de trois bassins aux alentours des hauts-fourneaux.	Donnée indisponible	En 2014, création de 3 types de bassins aux alentours des hauts-fourneaux, par le paysagiste Michel Desvigne. On y retrouve un développement de plantes aquatiques. Les surfaces d'eau constituent un élément majeur de l'aménagement de la Terrasse des Hauts Fourneaux. Par réflexion, les bassins diffusent la lumière sur l'ensemble du quartier. Les bassins d'eau contribuent à la gestion des eaux de pluie 9 400 m2 de surfaces d'eau, soit 18 bassins.
	Wassertreppe, (Zone 3)	Donnée indisponible	AUCUNE VALORISATION (Intégration de nouvelles essences)	Intégration de nouvelles essences.	Donnée indisponible	-
VEGETATION AGRICOLE	-	-	-	-	-	-
ESPACE SANS INFORMATION	-	-	-	-	-	-

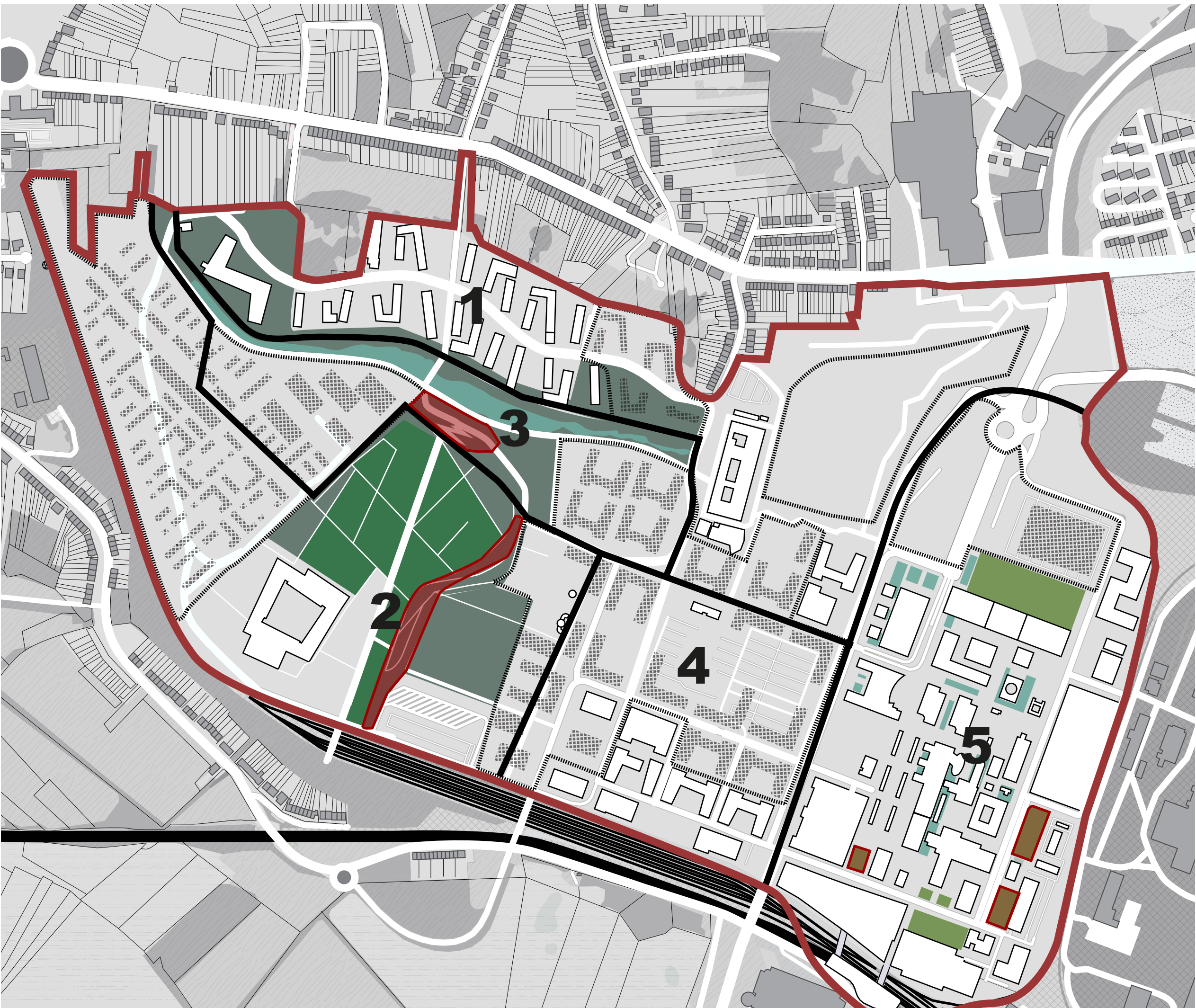
Sources :

1) Les Fonds Belval, 2012. La cité des Sciences, 2012. 1ère éd. Luxembourg : Publication les Fonds Belval.

2) Le fonds Belval, 2016. Concept : concept de conservation des hauts-fourneaux de Belval. Le Fonds Belval : Luxembourg (En ligne). Available at : https://www.fonds-belval.lu/media/publications/69/Concept_Hauts%20Fourneaux.pdf (Accès le 16 novembre 2019).

3) Le fonds Belval, 2010. Magasine 01/2010 : L'aménagement urbain. Le Fonds Belval : Luxembourg (ISSN 1729-5319). (En ligne) Available at : https://www.fonds-belval.lu/media/publications/25/2010/magazine_1_10.pdf (Accès le 16 novembre 2019).

4) Le fonds Belval, 2004. Magasine 03/2004 : Le nettoyage des hauts-fourneaux est achevé. Le Fonds Belval : Luxembourg (ISSN 1729-5319) (En ligne). Available at : https://www.fonds-belval.lu/media/publications/54/2004/magazine_3_04.pdf (Accès le 16 novembre 2019).



CARTOGRAPHIE DU RÉEMPLOI
DE LA VÉGÉTATION AU SEIN DU
PROJET DU NOUVEAU BELVAL
Source : Réalisation par l'au-
teur, Fond de plan d'après
OPENSTREETMAP (2019).

N
ECHELLE : 1/10 000ÈME
0M 5000M

- LÉGENDE
- PÉRIMÈTRE DU PROJET
 - PARTIMENTATION
 - 1. Parc Belval Nord
 - 2. Parc Belval Sud
 - 3. Wassertreppe
 - 4. Square Miles
 - 5. Terrasse des Hauts-Fourneaux

- SITUATION EXISTANTE
DANS LE PROJET
- Bâtiments
 - Voies de chemin de fer
 - Voirie
- ||||| Espace en chantier (état 2019)
- ▨ Futurs bâtiments (masterplan
à la fin des chantiers)

- TYPES DE VEGETATION
- Végétation sans intervention
 - Végétation avec phases de
sucedon
 - Végétation ornementale
 - Végétation agricole
 - Végétation aquatique
 - Espace sans informations

- RÉEMPLOI ET RECYCLAGE
- Réemploi ex situ
 - Réemploi in situ
 - Recyclage

- SITUATION EXISTANTE
EN DEHORS DU PROJET
- + + Cours d'eau
 - ▨ Espaces boisés
 - ▨ Prairies
 - ▨ Espaces agricoles
 - ▨ Espaces industriels en activité
 - ▨ Espace résidentiel
 - Bâtiments
 - ▨ Parcelles
 - Voies de chemin de fer
 - Voirie

/ ANNEXE B : GRILLES D'ANALYSE / 02.3 LE PROJET DU NOUVEAU BELVAL (LUXEMBOURG) : LE RÉEMPLOI DES LANDMARKS

TYPE DE LANDMARK	LOCALISATION	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION	ENTRETIEN	REMARQUES
HAUT-FOURNEAU A	Terrasse des hauts-fourneaux (Zone 5)	REEMPLOI (Préservation d'une partie et changement de fonctions)	<u>Réemploi in-situ</u> : Transformation du haut-fourneau A en musée 1) Travaux de stabilisation des Hauts Fourneaux et de nettoyage 2) Démantèlement : Tous les éléments des installations du haut fourneau A, tels les bâtiments annexes (bâtiment électrique, salle des machines etc.), les bassins de granulation, les circuits des aéroréfrigérants, etc. sont démolis et recyclés (les aciers sont fondus, les bétons sont concassés et réutilisés comme fonds de coffres et matériaux de remblaiement). 3) Mise en place de bardages de protection au sein de la Halle des coulées et au sein des bunkers à sable du H-F A 4) Travaux de traitements de surfaces et de restauration (début des travaux en 2011) : la charpente métallique sablée et repeinte, les chaudronneries nettoyées à haute pression à l'eau et traitées avec un vernis transparent.	Le choix des couleurs du vernis a été fait en collaboration avec l'artiste Ingo Maurer, en charge de l'éclairage des vestiges industriels. Tous les accès nécessaires pour les entretiens des éléments, ainsi qu'un accès permanent aux différents niveaux du haut fourneau A sont conservés. (2)	Les Fonds Belval ont programmé l'ouverture au public de ce site extraordinaire pour le 4 juillet 2014. Le haut fourneau A, a conservé ses éléments principaux suivant le concept des «Monuments dans la Cité» . Dans le cadre des travaux de démantèlement des hauts fourneaux, tous les matériaux ont été recyclés. Cette approche présente un réel intérêt financier : la vente des mitrilles des hauts fourneaux qui sont déposées rapporte plus de 2.200.000 €. (2) Les éléments significatifs des installations du haut fourneau A qui sont conservés permettent d'illustrer et de documenter les différentes phases liquides de la production de la fonte : le chargement du minerai, la production de vent chaud, l'épuration des gaz et finalement la réduction du minerai dans le haut fourneau proprement dit et de comprendre ainsi le processus de la fonte du minerai.
HAUT-FOURNEAU B	Terrasse des hauts-fourneaux (Zone 5)	REEMPLOI (Préservation d'une partie et changement de fonctions)	<u>Réemploi in-situ</u> : 1) Travaux de stabilisation des Hauts Fourneaux et de nettoyage 2) Démantèlement : Les éléments des installations du haut fourneau B sont conservés de la même manière que dans le scénario «silhouette». Conservation de la tour carrée, du haut fourneau proprement dit, de la tour gueulard avec le gueulard sans cloches et ses installations du monte-charge, des cowpers et leur cheminée et enfin l'ensemble des éléments de l'épuration des gaz en plus. Ce scénario prévoit donc la conservation de l'ensemble des éléments de grande échelle, qui constituent également les quatre principaux équipements du hauts fourneau. Il s'agit de préserver la silhouette du site. F.Belval, 2016. Aux fins de documentation de l'équipement du plancher de travail et du plancher de coulée, seront conservés : les machines à forer les trous à laitier primaire, la machine à boucher et la machine à forer le trou de coulée, le gueulard et les hottes posées sur les rigoles capotables. (2)	Donnée indisponible	Les deux H-F (Hauts-Fourneaux) de Belval ont été inscrits le 18 juillet 2000 sur l'Inventaire Supplémentaire des Sites et Monuments Nationaux. Le haut fourneau B sera conservé à un degré similaire à celui du premier scénario. Le volume extérieur de la Möllerei sera préservé dans son ensemble en tant qu'élément caractéristique du site. F.Belval, 2016 (2)
HAUT-FOURNEAU C	Terrasse des hauts-fourneaux (Zone 5)	REEMPLOI EX-SITU	<u>Recyclage</u> : Transformation du haut-fourneau. Il existait autrefois un Haut-Fourneau C, qui a été vendu, démonté et reconstruit en Chine,. Seules les fondations du H-F C subsistent encore actuellement.	Donnée indisponible	Suite à sa recontruction en Chine, il s'agit d'un des premier haut-fourneau a être informatisé.

Sources :

1) Les Fonds Belval, 2012. La cité des Sciences, 2012. 1ère éd. Luxembourg : Publication les Fonds Belval.

2) Le fonds Belval, 2016. Concept : concept de conservation des hauts-fourneaux de Belval. Le Fonds Belval : Luxembourg (En ligne). Available at : https://www.fonds-belval.lu/media/publications/69/Concept_Hauts%20Fourneaux.pdf (Accès le 16 novembre 2019).

4) Le fonds Belval, 2004. Magasine 03/2004 : Le nettoyage des hauts-fourneaux est achevé. Le Fonds Belval : Luxembourg (ISSN 1729-5319) (En ligne). Available at : https://www.fonds-belval.lu/media/publications/54/2004/magazine_3_04.pdf (Accès le 16 novembre 2019).

CARTOGRAPHIE DU RÉEMPLOI
DES LANDMARKS AU SEIN DU
PROJET DU NOUVEAU BELVAL
Source : Réalisation par l'au-
teur, Fond de plan d'après
OPENSTREETMAP (2019).



LÉGENDE

- PÉRIMÈTRE DU PROJET
- PARTIMENTATION
1. Parc Belval Nord
 2. Parc Belval Sud
 3. Wassertreppe
 4. Square Miles
 5. Terrasse des Hauts-Fourneaux

SITUATION EXISTANTE DANS LE PROJET

- Bâtiments
- Commerce et HORECA
- Habitat
- Bureaux / Laboratoires
- Equipement
- Autre
- Voies de chemin de fer
- Voirie
- ||||| Espace en chantier (état 2019)
- Futurs bâtiments (masterplan à la fin des chantiers)

TYPES DE LANDMARKS

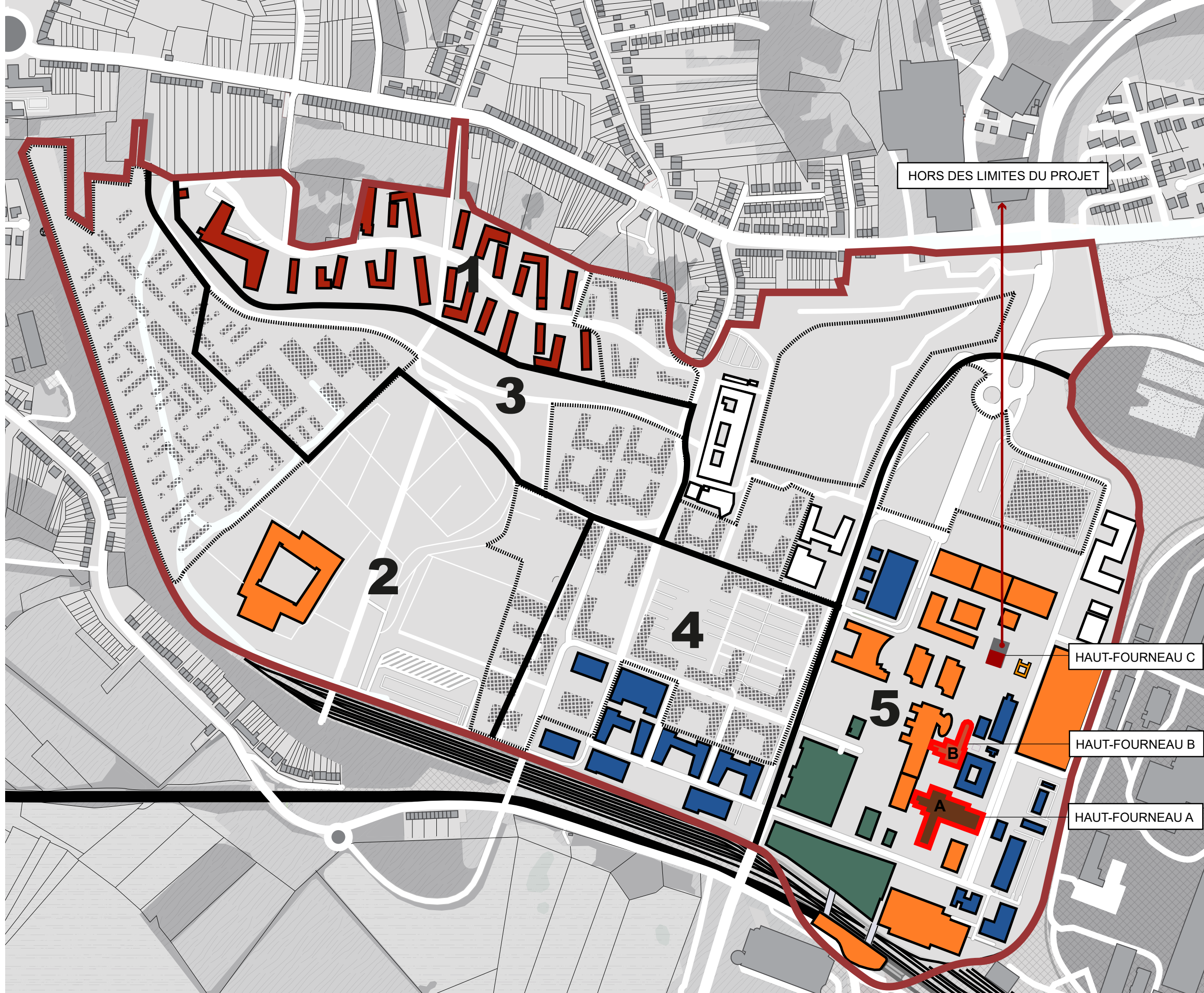
- HAUT-FOURNEAU A
- HAUT-FOURNEAU B
- HAUT-FOURNEAU C

RÉEMPLOI ET RECYCLAGE

- Réemploi ex situ
- Réemploi in situ
- Recyclage

SITUATION EXISTANTE EN DEHORS DU PROJET

- + + Cours d'eau
- Espaces boisés
- Prairies
- Espaces agricoles
- Espaces industriels en activité
- Espace résidentiel
- Bâtiments
- Parcelles
- Voies de chemin de fer
- Voirie



/ ANNEXE B : GRILLES D'ANALYSE / 03.1 LE PROJET DE C-MINE/WINTERSLAG À GENK (BELGIQUE) : LE RÉEMPLOI DES SOLS

TYPE DE SOLS	Code Waste (EURAL)	LOCALISATION	POLLUTION EXISTANTE / TYPE DE SOLS	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION	MAINTENANCE	REMARQUES
TERRES ET CAILLOUX CONTENANT DES SUBSTANCES DANGEREUSES	17 05 03	Quartier (Zone 3)	Donnée indisponible	REEMPLOI IN-SITU (Traitement physico-chimiques)	Réemploi in-situ : Traitement des terres polluées par l'intermédiaire de l'installation "Farming Pollution System"	Donnée indisponible	L'installation " Farming Pollution System " sera exposée pendant la Triennale de conception de Conflict&Design, du 15 décembre 2013 au 19 mars 2014. "Farming Pollution System" est un projet initié en 2012 par le designer social Giacomo Piovani (Social Matter) et l'Ing. Peter Smeets (PSMT) ont discuté de la nécessité d'expérimenter des techniques alternatives pour l'assainissement de la pollution des sols.
TERRES ET CAILLOUX AUTRES	17 05 04	INEXISTANT	INEXISTANT	INEXISTANT	INEXISTANT	INEXISTANT	-
ESPACE SANS INFORMATION	/	Terril (Zone 1)	Donnée indisponible	Donnée indisponible	Donnée indisponible	Donnée indisponible	-
		Centre C-Mine (Zone 2)	Donnée indisponible	Donnée indisponible	Donnée indisponible	Donnée indisponible	-
		Quartier (Zone 3)	Donnée indisponible	Donnée indisponible	Donnée indisponible	Donnée indisponible	-
		Infrastructure (Zone 4)	Donnée indisponible	Donnée indisponible	Donnée indisponible	Donnée indisponible	-

Sources :

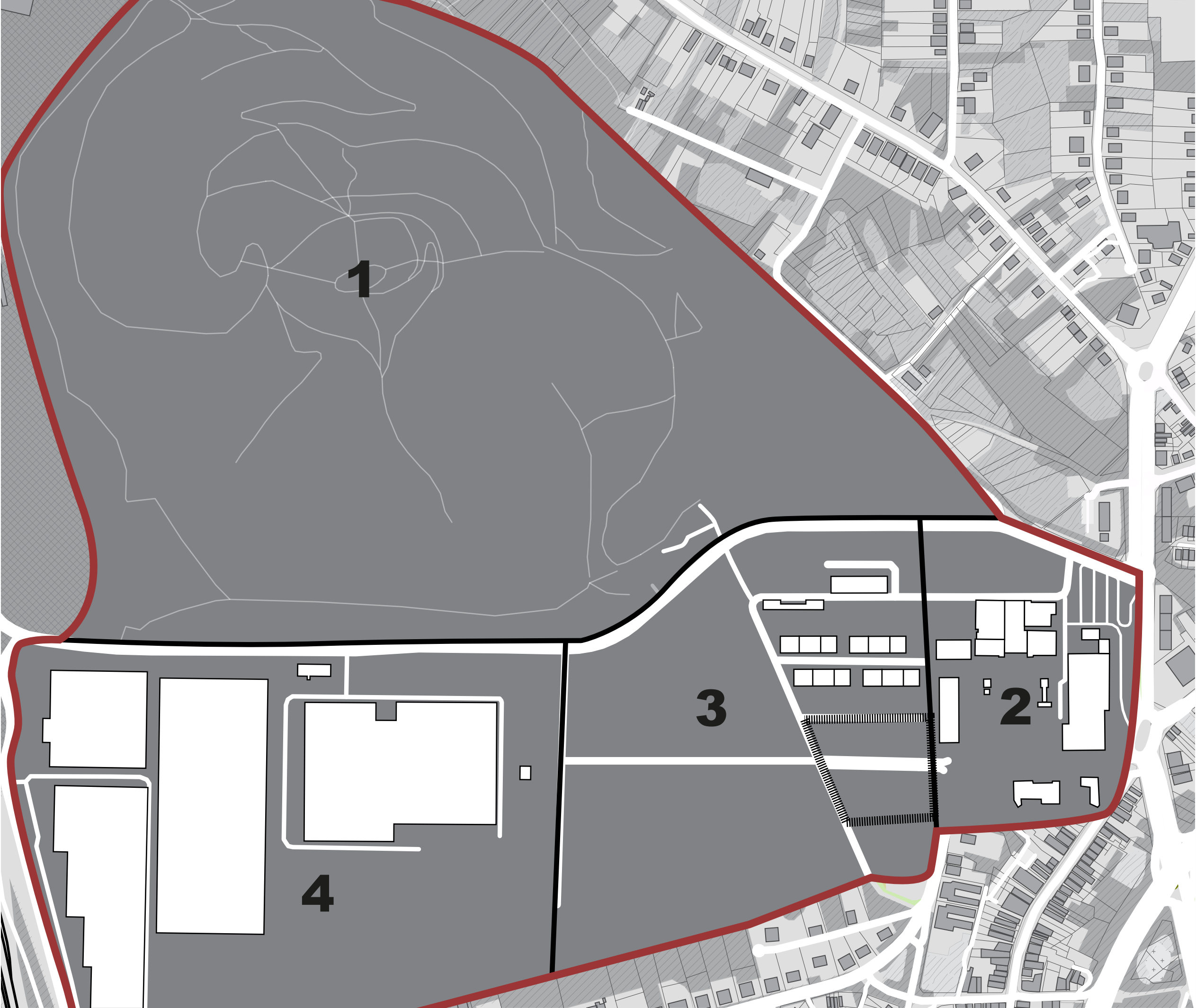
1) Stad Genk: “B.P.A. Mijnterrein Winterslag, transportzone en groenpark, 1ste wijziging”, memorie van toelichting

2) BUUR, 2015. Rasterstad Genk, Naar een visie voor de Rasterstad Genk. Belgique : PublicSpace.

3) 51N4E, 2019. Présentation du projet C-Mine. (En ligne) Available at : <https://www.51n4e.com/project/c-mine> (Accès le 26 novembre 2019).

4) A+ Architecture in Belgium, 2019. C-Mine Expeditie (En ligne) Available at : <https://a-plus.be/fr/projects/c-mine-expeditie/#.Xd0TTW5Fw5s> (Accès le 26 novembre 2019).

5) Landzine, 2012. GENK C-m!ne, HOSPER Landscape Architecture and Urban Design. (En ligne) Available at : <http://www.landezine.com/index.php/2012/07/genk-c-mne-by-hosper-landscape-architecture-and-urban-design/>



CARTOGRAPHIE DU RÉEMPLOI
DE LA VÉGÉTATION AU SEIN DU
PROJET C-MINE/WINTERSLAG
Source : Réalisation par l'au
teur, Fond de plan d'après
OPENSTREETMAP (2019).



LÉGENDE

- PÉRIMÈTRE DU PROJET
- PARTIMENTATION
- 1. Terril
- 2. Centre C-Mine
- 3. Quartier
- 4. Infrastructures

SITUATION EXISTANTE
DANS LE PROJET

- Bâtiments
- Voies de chemin de fer
- Voirie
- Espace en chantier (état 2019)

TYPES DE SOLS

- Terres et cailloux contenant
des substances dangereuses
(code EURAL : 17 05 03)
- Terres et cailloux autres
(Code EURAL : 17 05 04)
- Espace sans informations

RÉEMPLOI ET RECYCLAGE

- Réemploi ex situ
- Réemploi in situ :
- Atténuation naturelle
- Encapsulement et confinement
- Traitement physico-chimiques
et biologiques
- Recyclage

SITUATION EXISTANTE
EN DEHORS DU PROJET

- Cours d'eau
- Espaces boisés
- Prairies
- Espaces agricoles
- Espaces industriels en activité
- Espace résidentiel
- Bâtiments
- Parcelles
- Voies de chemin de fer
- Voirie

/ ANNEXE B : GRILLES D'ANALYSE / 03.2 LE PROJET DE C-MINE/WINTERSLAG À GENK (BELGIQUE) : LE RÉEMPLOI DE LA VÉGÉTATION

TYPE DE VEGETATION	LOCALISATION	ESPECES	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION	ENTRETIEN	REMARQUES
VEGETATION SANS INTERVENTION	Terril (Zone 1)	Donnée indisponible	REEMPLOI IN SITU (Préservation)	Réemploi in situ : Analyse puis chantier et réemploi in situ.	Donnée indisponible	-
	Infrastructures (Zone 4)	Donnée indisponible	AUCUNE VALORISATION (Intégration de nouvelles essences)	Intégration de nouvelles essences sous la forme de prairies fleuries.	Donnée indisponible	-
VEGETATION AVEC DIFFERENTES PHASES DE SUCCESSION	Quartier (Zone 3)	Donnée indisponible	AUCUNE VALORISATION (Intégration de nouvelles essences)	Intégration de nouvelles essences sous la forme de prairies fleuries.	Donnée indisponible	-
VEGETATION ORNEMENTALE	Centre C-Mine (Zone 2)	Donnée indisponible	REEMPLOI IN SITU (Préservation)	Réemploi in situ : Analyse de la situation existante puis préservation des espèces principalement arborées afin de mettre en valeur les chevalements.	Donnée indisponible	-
	Quartier (Zone 3)	Donnée indisponible	AUCUNE VALORISATION (Intégration de nouvelles essences)	Intégration de nouvelles essences sous la forme de prairies fleuries.	Donnée indisponible	-
VEGETATION AQUATIQUE	-	-	-	-	-	-
VEGETATION AGRICOLE	-	-	-	-	-	-

Sources :

1) Stad Genk: “B.P.A. Mijnterrein Winterslag, transportzone en groenpark, 1ste wijziging”, memorie van toelichting

2) BUUR, 2015. Rasterstad Genk, Naar een visie voor de Rasterstad Genk. Belgique : PublicSpace.

3) 51N4E, 2019. Présentation du projet C-Mine. (En ligne) Available at : <https://www.51n4e.com/project/c-mine> (Accès le 26 novembre 2019).

4) A+ Architecture in Belgium, 2019. C-Mine Expeditie (En ligne) Available at : <https://a-plus.be/fr/projects/c-mine-expeditie/#.Xd0TTW5Fw5s> (Accès le 26 novembre 2019).

5) Landzine, 2012. GENK C-m!ne, HOSPER Landscape Architecture and Urban Design. (En ligne) Available at : <http://www.landezine.com/index.php/2012/07/genk-c-mne-by-hosper-landscape-architecture-and-urban-design/>

CARTOGRAPHIE DU RÉEMPLOI
DE LA VÉGÉTATION AU SEIN DU
PROJET C-MINE/WINTERSLAG
Source : Réalisation par l'au-
teur, Fond de plan d'après
OPENSTREETMAP (2019).



LÉGENDE

- PÉRIMÈTRE DU PROJET
- PARTIMENTATION
1. Terril
2. Centre C-Mine
3. Quartier
4. Infrastructures

SITUATION EXISTANTE
DANS LE PROJET

- Bâtiments
- Voies de chemin de fer
- Voirie
- Espace en chantier (état 2019)

TYPES DE VEGETATION

- Végétation sans intervention
- Végétation avec phases de
sucession
- Végétation ornementale
- Végétation agricole
- Végétation aquatique
- Espace sans informations

RÉEMPLOI ET RECYCLAGE

- Réemploi ex situ
- Réemploi in situ
- Recyclage

SITUATION EXISTANTE
EN DEHORS DU PROJET

- Cours d'eau
- Espaces boisés
- Prairies
- Espaces agricoles
- Espaces industriels en activité
- Espace résidentiel
- Bâtiments
- Parcelles
- Voies de chemin de fer
- Voirie

/ ANNEXE B : GRILLES D'ANALYSE / 03.3 LE PROJET DE C-MINE/WINTERSLAG À GENK (BELGIQUE) : LE RÉEMPLOI DES LANDMARKS

TYPE DE LANDMARK	LOCALISATION	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION	ENTRETIEN	REMARQUES
CHEVALEMENT 1 (Shaft Tower 1)	Centre C-Mine	REEMPLOI	avec un éclairage qui illumine les façades environnantes et les anciennes tours de puits de mine. Les deux tours de puits ont une fonction sur la place. cadres de tête la plus jeune et la plus haute tour d'arbre	Donnée indisponible	Les anciens chevalements de la mine jouent également un rôle clé dans la nouvelle installation. NU architecturatelier de Gand a conçu un parcours attrayant à travers les anciennes galeries de la mine sous la place, qui se termine par un fantastique panorama du haut du plus récent chevalement.
CHEVALEMENT 2 (Shaft Tower 2)	Centre C-Mine	REEMPLOI	Donnée indisponible	Donnée indisponible	Genk C-mine a récemment été nommé pour le Belgian Public Space Award 2013.

AUTRE BATIT	LOCALISATION	TYPE DE VALORISATION DES DECHETS	PHASES DE TRANSFORMATION	REMARQUES
MINE BUIDINGS (1 SEUL)	Centre C-Mine	REEMPLOI	Les anciens bâtiments de la mine autour de la place ont été rénovés pour servir à diverses fins culturelles : l'un est un théâtre, par exemple, un autre est un cinéma, et il y a plusieurs restaurants. La plupart des salles des turbines et des machines existantes sont laissées intactes, tant sur le plan spatial que sur celui de la programmation, prêtes à être utilisées comme espace excédentaire (ou non). Les deux nouveaux théâtres sont conçus comme des salles des machines éclairées par la lumière du jour, à l'intérieur desquelles l'ancienne infrastructure en briques et les tours en acier deviennent la toile de fond d'une nouvelle scène. Par conséquent, les conventions théâtrales sont remises en question par la présence de la lumière du jour et du panorama en temps réel. A l'entrée, un volume en acier filtre le public de la place vers le foyer. De là, les parcours sont multiples, comme dans une ville.	La conception de la place soutient la relation avec les bâtiments et fournit de l'espace pour toutes sortes d'activités planifiées et non planifiées. La place est conçue comme un espace sans obstacle avec une surface plane

Sources:

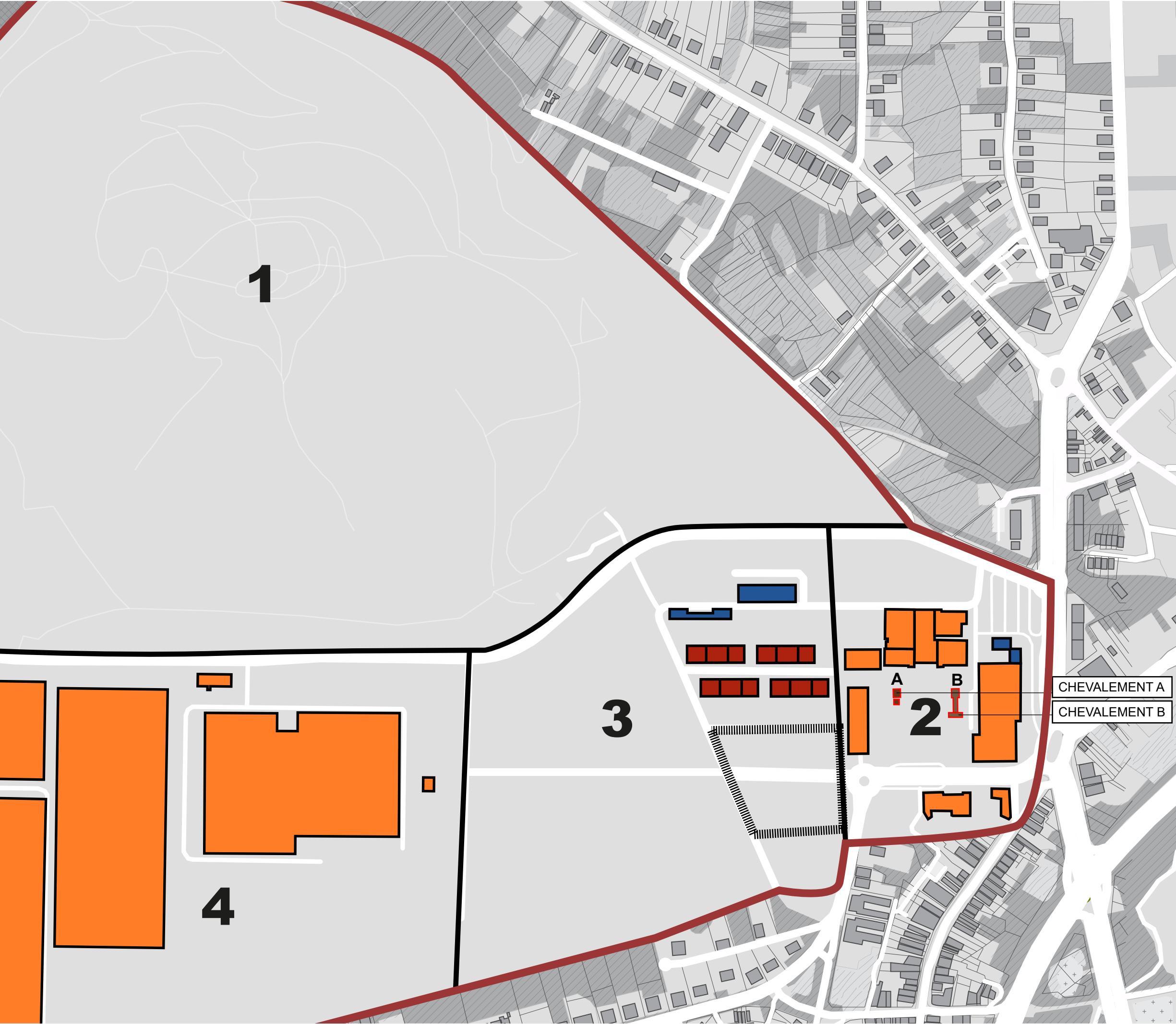
1) Stad Genk: “B.P.A. Mijnterrein Winterslag, transportzone en groenpark, 1ste wijziging”, memorie van toelichting

2) BUUR, 2015. Rasterstad Genk, Naar een visie voor de Rasterstad Genk. Belgique : PublicSpace.

3) 51N4E, 2019. Présentation du projet C-Mine. (En ligne) Available at : <https://www.51n4e.com/project/c-mine> (Accès le 26 novembre 2019).

4) A+ Architecture in Belgium, 2019. C-Mine Expeditie (En ligne) Available at : <https://a-plus.be/fr/projects/c-mine-expeditie/#.Xd0TTW5Fw5s> (Accès le 26 novembre 2019).

5) Landzine, 2012. GENK C-m!ne, HOSPER Landscape Architecture and Urban Design. (En ligne) Available at : <http://www.landezine.com/index.php/2012/07/genk-c-mne-by-hosper-landscape-architecture-and-urban-design/>



CARTOGRAPHIE DU RÉEMPLOI
DES LANDMARKS AU SEIN DU
PROJET C-MINE/WINTERSLAG
Source : Réalisation par l'au-
teur, Fond de plan d'après
OPENSTREETMAP (2019).



- LÉGENDE**
- PÉRIMÈTRE DU PROJET
 - PARTIMENTATION
 - 1. Terril
 - 2. Centre C-Mine
 - 3. Quartier
 - 4. Infrastructures

SITUATION EXISTANTE
DANS LE PROJET

- Bâtiments
- Commerce et HORECA
- Habitat
- Bureaux / Laboratoires
- Equipement
- Autre
- Voies de chemin de fer
- Voirie
- ||||| Espace en chantier (état 2019)
- ||||| Futurs bâtiments (masterplan à la fin des chantiers)

TYPES DE LANDMARKS

- CHEVALEMENT A
- CHEVALEMENT B

RÉEMPLOI ET RECYCLAGE

- Réemploi ex situ
- Réemploi in situ
- Recyclage

SITUATION EXISTANTE
EN DEHORS DU PROJET

- ++ Cours d'eau
- Espaces boisés
- Prairies
- Espaces agricoles
- Espaces industriels en activité
- Espace résidentiel
- Bâtiments
- Parcelles
- Voies de chemin de fer
- Voirie