

TFE 2018 [LBARC2200] -LOCI Bruxelles

Titre: L'énergie géothermique et la mobilité active comme support de développement du territoire et de lutte contre la précarité

Etudiant : CACHERA Vincent

Copromoteur-expert : DACHOUFFE Michel

Copromoteur 2 : DE VISSCHER Jean-Philippe

Copromoteur 3 : KANDJEE Thierry

Copromoteur 4 : DE NEUVILLE Géraldine

Date de présentation : 20 juin 2019

RÉSUMÉ

Charleroi n'a cessé de se réinventer au fil des grandes révolutions industrielles. Aujourd'hui, la ville se dirige vers la troisième révolution industrielle basée sur les énergies renouvelables et la mobilité durable. Or, ce territoire manque d'un réseau de mobilité active complet et complémentaire aux autres types de mobilité. De plus, en termes d'énergies renouvelables, cette ville, à l'image de la Wallonie, dispose de grandes ressources géothermiques majoritairement inexploitées. Un dernier constat est que Charleroi est actuellement la ville belge la plus précaire : 56% de sa population vit dans un quartier dit « en difficulté ». De ces constats est née l'hypothèse de ce mémoire: peut-on intervenir sur la précarité en pensant simultanément l'énergie et la mobilité ? Par conséquent, ce travail a pour objectif d'explorer le potentiel d'une association synergique entre la mobilité active et l'énergie géothermique. En tant qu'architecte, ce couplage permet une réflexion urbanistique proposant de nouvelles spatialités répondant aux problématiques sociales, économiques et environnementales.

MOTS-CLEFS

Développement durable - Mobilité durable - Énergie géothermique - Réseaux de villes – Chauffage urbain – Aménagement du territoire – Trame urbaine – Précarité – Ville industrielle

TFE 2018 [LBARC2200] -LOCI Bruxelles

Titre: L'énergie géothermique et la mobilité active comme support de développement du territoire et de lutte contre la précarité

Etudiant : MANGON Adrien

Copromoteur-expert : WUILLAUME Grégoire

Copromoteur 2 : DE VISSCHER Jean-Philippe

Copromoteur 3 : KANDJEE Thierry

Copromoteur 4 : DE NEUVILLE Géraldine

Date de présentation : 20 juin 2019

RÉSUMÉ

Charleroi n'a cessé de se réinventer au fil des grandes révolutions industrielles. Aujourd'hui, la ville se dirige vers la troisième révolution industrielle basée sur les énergies renouvelables et la mobilité durable. Or, ce territoire manque d'un réseau de mobilité active complet et complémentaire aux autres types de mobilité. De plus, en termes d'énergies renouvelables, cette ville, à l'image de la Wallonie, dispose de grandes ressources géothermiques majoritairement inexploitées. Un dernier constat est que Charleroi est actuellement la ville belge la plus précaire : 56% de sa population vit dans un quartier dit « en difficulté ». De ces constats est née l'hypothèse de ce mémoire: peut-on intervenir sur la précarité en pensant simultanément l'énergie et la mobilité ? Par conséquent, ce travail a pour objectif d'explorer le potentiel d'une association synergique entre la mobilité active et l'énergie géothermique. En tant qu'architecte, ce couplage permet une réflexion urbanistique proposant de nouvelles spatialités répondant aux problématiques sociales, économiques et environnementales.

MOTS-CLEFS

Développement durable - Mobilité durable - Énergie géothermique - Réseaux de villes – Chauffage urbain – Aménagement du territoire – Trame urbaine – Précarité – Ville industrielle

**L'ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE ET LA MOBILITÉ
ACTIVE COMME SUPPORT DE DÉVELOPPEMENT DU
TERRITOIRE ET DE LUTTE CONTRE LA PRÉCARITÉ**

Adrien Mangon - Vincent Cachera

UN RÉSEAU POUR CHARLEROI

Travail de fin d'étude de

Adrien Mangon

Vincent Cachera

Co-promoteurs

Jean-Philippe De Visscher

Thierry Kandjee

Géraldine de Neuville

Experts

Grégoire Wullaume

Michel Dachouffe

Parrains

Éric Goffart

Xavier Desgain

Université catholique de Louvain
Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (Site de Bruxelles)

REMERCIEMENTS

Nous tenons d'abord à remercier nos experts promoteurs, Grégoire Guillaume et Michel Dachouffe, ainsi que nos co-promoteurs, Jean-Philippe De Vissher, Thierry Kandjee et Géraldine de Neuville, pour leurs critiques constantes qui nous ont permis d'enrichir notre sujet.

Nous souhaitons remercier également nos parrains, Monsieur Éric Goffart (échevin des travaux publics, des entreprises, des indépendants et du développement numérique à Charleroi) et Monsieur Xavier Desgain (échevin de l'énergie et de la mobilité à Charleroi), ainsi que Arthur Hardy (architecte paysagiste au bureau du Bouwmeester) pour leurs avis sur le territoire de Charleroi, ainsi que leur aide et leur temps.

Nous tenons aussi à remercier Jennifer Paquet, Juliette Delfosse, ainsi que Catia Palumbo pour leurs encouragements et leurs relectures.





Photo 1
La Sambre et ses friches industrielles





Photo 2
Station « Pensée » (métro abandonné de Charleroi)

TABLE DES MATIÈRES

1	AVANT-PROPOS	
2	ÉNERGIE, MOBILITÉ ET PRÉCARITÉ	21
3	LE TERRITOIRE DIFFUS DE CHARLEROI	29
	3.1 L'origine de Charleroi : le bois, l'eau et la marche	
	3.2 La cité militaire pré-industrielle : la force musculaire et l'hippomobile	
	3.3 La première révolution industrielle : le charbon et la machine à vapeur	
	3.4 La deuxième révolution industrielle : le pétrole et l'automobile	
	3.5 Vers une troisième révolution industrielle : les énergies renouvelables et la mobilité durable	
	3.6 Conclusion	
4	UNE ASSOCIATION SYNERGIQUE	69
	4.1 La géothermie	
	4.2 La mobilité active	
	4.3 Un couplage stratégique	
	4.4 Conclusion	

5	UN RÉSEAU POUR LA TROISIÈME RÉVOLUTION INDUSTRIELLE	135
5.1	Le réseau industriel	
5.2	Le réseau tertiaire	
5.3	Le réseau habitat	
5.4	Le réseau ressource	
5.5	Conclusion	
6	DE NOUVEAUX IMAGINAIRES POUR LA VILLE DE CHARLEROI	173
6.1	Les franchissements et pôles d'échanges	
6.2	Les chaussées partagées	
6.3	Les places repères et points relais	
6.4	Les espaces récréatifs	
6.5	Conclusion	
7	DES SCÉNARIOS DE RÉALISATION	205
8	SYNTHÈSE	209
9	BIBLIOGRAPHIE	213
10	ICONOGRAPHIE	219
11	ANNEXES	229

1 AVANT-PROPOS

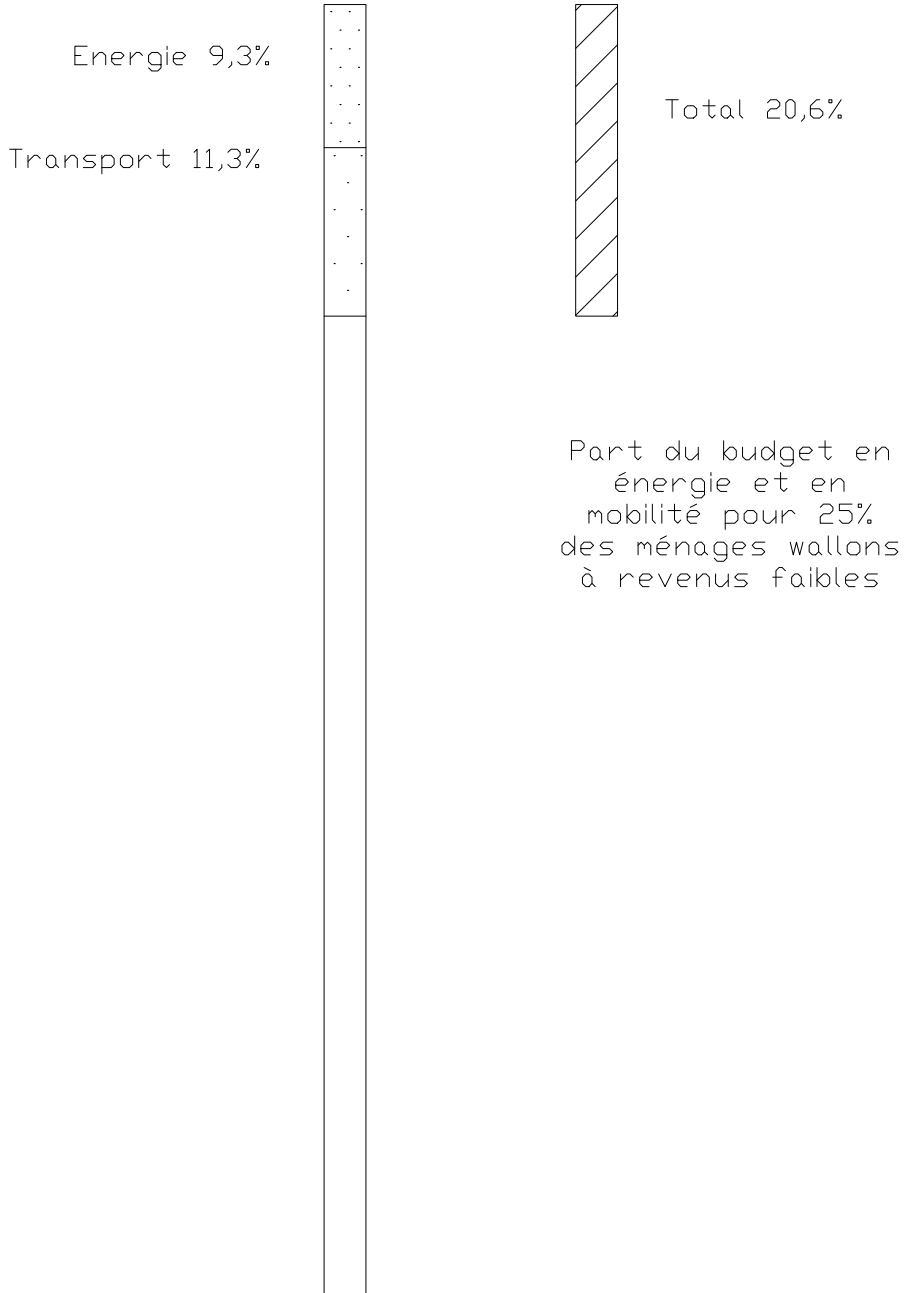
Le travail qui va suivre est le fruit d'une recherche constante exercée lors d'un atelier de recherche en et sur l'architecture. Au début, le travail était en réalité deux recherches séparées. En effet, une partie traitait de la mobilité ainsi que des infrastructures « déchets » à Charleroi et l'autre partie du potentiel géothermique sur la ville de Charleroi. Sur base de recherches, ces deux sujets ont interpellé sur un thème commun, à savoir la précarité. Il s'est avéré que la mobilité et l'énergie représentent un coût important pour les ménages belges. D'ailleurs, certaines personnes en forte précarité ne sont pas en mesure de subvenir à leurs besoins. De ce fait, pour lutter contre la précarité, mais aussi en prenant en compte les enjeux climatiques actuels, le couplage entre l'énergie et la mobilité semble pertinent.

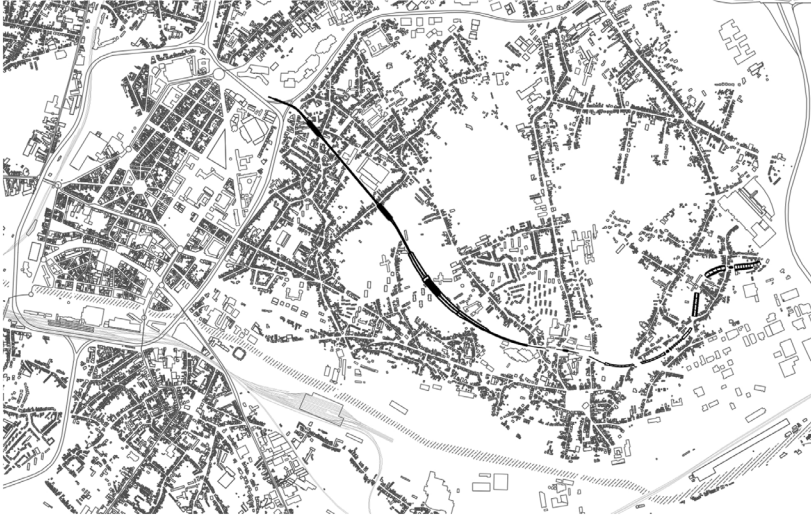


Photo 3
Un vieil homme qui jette un coup d'oeil par sa porte

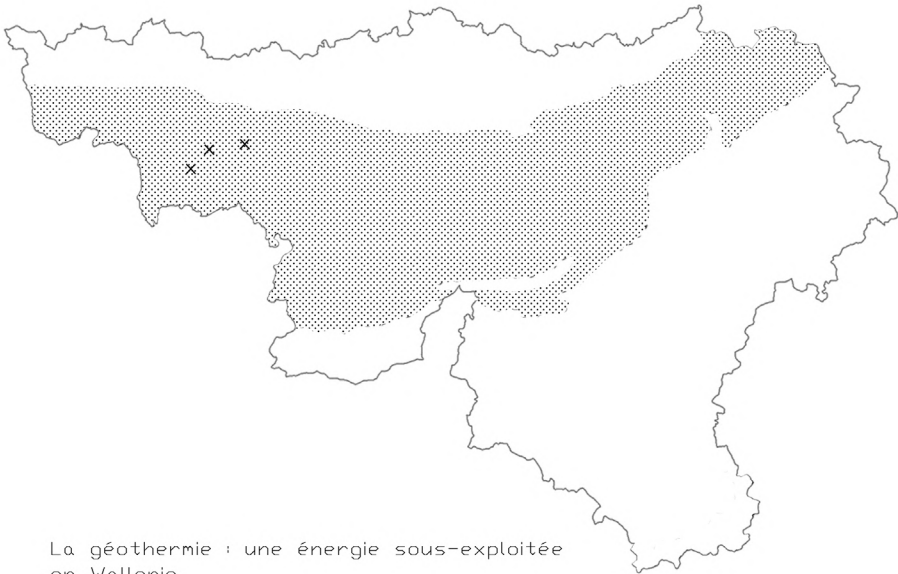


Photo 4
Une femme qui s'appuie sur un poteau d'arrêt de bus



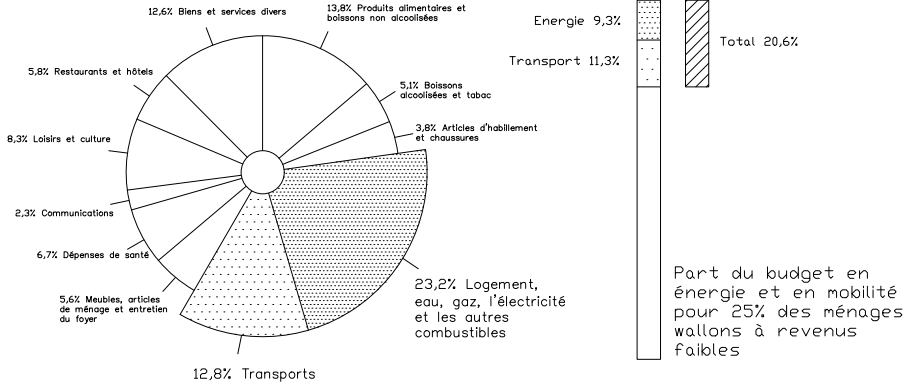


La "ligne fantôme" du métro léger
de Charleroi : une infrastructure déchet

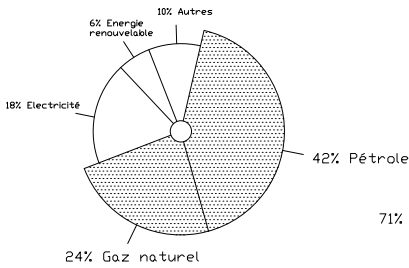


La géothermie : une énergie sous-exploitée
en Wallonie

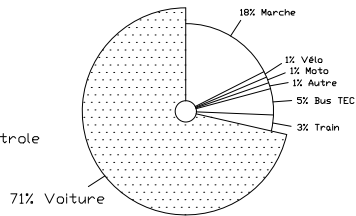
Dépense de consommation finale des ménages wallons en 2016 (en %)



Répartitions par vecteur de la consommation finale d'énergie en 2016 (en %)



Répartitions des déplacements en 2010 (en %)



Evolution des prix des énergies fossiles en Euro

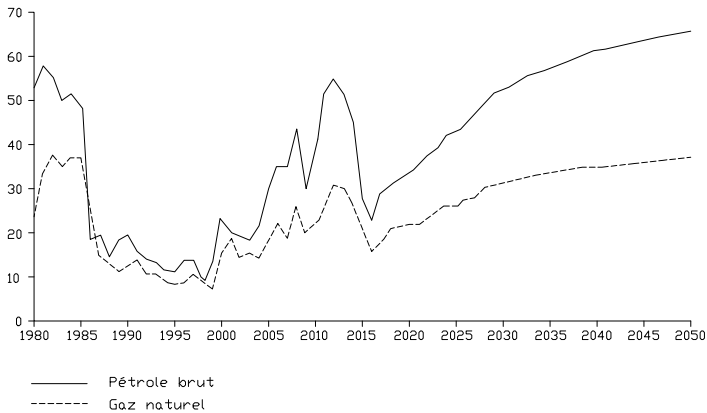


Figure 2
Indice : la précarité énergétique et de mobilité
Réalisé par les auteurs

2 ÉNERGIE, MOBILITÉ ET PRÉCARITÉ

L'état Belge s'est engagé à une neutralité carbone d'ici 2050¹. Cet objectif a été fixé par la feuille de route de la Commission Européenne vers une économie à faible intensité de carbone. Celui-ci nous contraint à adopter de nouveaux modes de vie et de déplacement ainsi qu'une substitution des énergies fossiles par des énergies renouvelables non-émettrices de CO₂. Le changement des types de mobilité et d'énergie mènent automatiquement à une réorganisation du territoire. De ce fait, le travail s'inscrit dans cet objectif et s'intéresse aux nouveaux enjeux énergétiques et de mobilité.

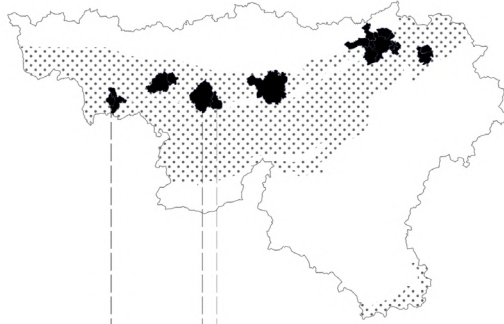
Actuellement, sur base de la figure 2, les dépenses dues aux logements, eau, gaz, électricité, et autres combustibles, ainsi que celles liées aux transports représentent respectivement 23,2% et 12,8% du budget des ménages Wallons en 2016. Si les dépenses énergétiques représentent en moyenne 6,6% du budget des ménages, **pour les 25% des ménages à revenus « faibles »**, elles s'élèvent par contre à 9,3% pour l'énergie et 11,3% pour la mobilité. Pour ces derniers, **les dépenses énergétiques et le transport représentent 20,6% de leur budget**. Les besoins en énergie sont couverts à hauteur de 66% par les énergies fossiles (gaz et pétrole) et plus de la moitié des déplacements des Wallons (71%) se font en voiture, elle-même consommatrice de pétrole. Cette situation est préoccupante au vu de l'évolution du prix des énergies fossiles.

Sur l'ensemble des énergies renouvelables existantes, seule l'énergie géothermique reste presque inexploitée sur le territoire wallon², c'est pour cette raison que le travail se limite à explorer le potentiel géothermique. Afin de déterminer la localisation des sondages d'exploration dans le territoire wallon, les critères de sélection sont : la densité de population, la précarité énergétique ainsi que la densité thermique. Le développement

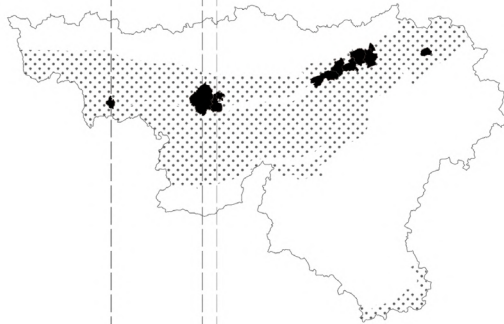
1 COMMISSION EUROPÉENNE : <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0112&from=ET>>

2 WALLONIE ÉNERGIE SPW : <https://energie.wallonie.be/fr/la-geothermie-profonde.html?IDC=6173&fbclid=IwAR2Dpr_XzakXsutQ9o170Ye2Hf-BZBoT7obTYJVN7x9BWFJcLcLvkCfeAM>

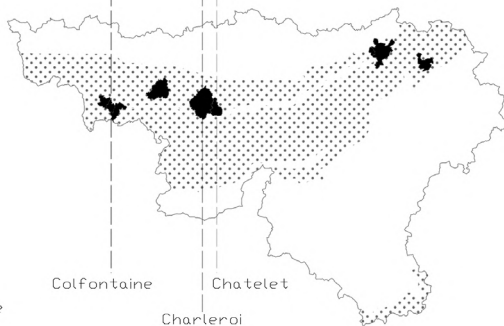
Communes à haute densité de population (> 1 500 hab/hm²)



Communes à haute précarité énergétique (7,1 à 10%)



Communes à haute densité thermique (1931 à 3046 KWh/ml)



..... Potentiel géothermique de la Wallonie

Colfontaine

Chatelet

Charleroi

Figure 3
Localisation des zones problématiques
Réalisé par les auteurs

de projets géothermiques doit d'abord se faire dans les communes où la densité de population est la plus élevée. De cette manière, en agissant sur une petite partie du territoire, l'énergie géothermique pourra être distribuée au plus grand nombre. D'après l'IWEPS, en 2011, les communes « très denses » représentaient 1,8% de la superficie de la région wallonne mais accueillait 23,9% de la population wallonne³. Le critère de la précarité énergétique est également important. Agir dans les communes touchées par cette précarité permettra de venir en aide aux plus défavorisés. Actuellement, la Fondation Roi Baudoin estime que la précarité énergétique touche 21,2% de la population Belge⁴. Ce taux pourrait fortement augmenter avec l'augmentation du prix des énergies fossiles. D'ici 2030, le bureau fédéral du plan estime que le prix du baril de pétrole pourrait plus que doubler et passer de 42 \$ (2016) à 92 \$. Toujours selon eux, le prix du gaz devrait suivre la courbe du pétrole⁵. Sur base de ces projections, le développement de projet géothermique doit d'abord se faire dans les communes en situation de précarité énergétique. Le potentiel économique d'un réseau de chaleur est fonction de la densité thermique du territoire. La réalisation d'un réseau de chaleur est estimé rentable à partir de 2 000 Kwh par an et par mètre linéaire⁶. Sur l'ensemble du territoire wallon, seules les communes de Colfontaine, Charleroi et Châtelet répondent aux trois critères de sélection. La suite du travail se focalisera sur la ville de Charleroi car, en plus de répondre aux trois critères de sélection établis pour l'énergie géothermique, elle dispose également en terme de mobilité d'un territoire dispersé suite à l'automobile⁷ et qui doit accueillir de nouveaux enjeux de mobilité comme la mobilité active et la multimodalité.

En effet, la voiture s'est imposée à Charleroi et dans le monde comme moyen de déplacement prédominant dans le courant du XXème siècle. D'après le CCFA (Comités Des Français d'Automobiles) en 2007⁸, les véhicules qui parcouraient la planète ont dépassé le milliard. De 1955 à 2005, l'augmentation de leur nombre a été trois fois plus rapide que la croissance de la population. L'organisation internationale des constructeurs automobiles (OICA)⁹ précise que la production automobile mondiale a atteint un record en 2017 avec plus de 97 millions d'unités fabriquées dont 73 millions de voitures particulières. En 2006, les transports dépendaient à 97% du pétrole d'après l'IFP¹⁰. Le trafic routier est le premier consommateur de ce pétrole. La demande de cette énergie

3 IWEPS : <<https://www.iweps.be/indicateur-statistique/degre-de-densite-de-population-communes-belges-methode-dg-regio/>>.

4 FONDATION ROI BAUDOIN : <[file:///C:/Users/Vincent/Downloads/PUB2018_3545_Barometre-PrecariteEnergetique%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Vincent/Downloads/PUB2018_3545_Barometre-PrecariteEnergetique%20(3).pdf)>.

5 BUREAU FEDERAL DU PLAN : <https://www.plan.be/admin/uploaded/201710270928090.For_Energy_2017_11531_F.pdf>

6 IWEPS : <<http://clusters.wallonie.be/servlet/Repository/dg04-presentation-cluster-tweed-v-3-0.pdf?ID=102261&saveFile=>>>

7 DAILLY, M-N, 2017, p. 21.

8 CCFA : <<https://www.notre-planete.info/ecologie/transport/placeauto.php>>

9 OICA : <<https://www.notre-planete.info/ecologie/transport/placeauto.php>>

10 IFP : <<https://www.notre-planete.info/ecologie/transport/placeauto.php>>

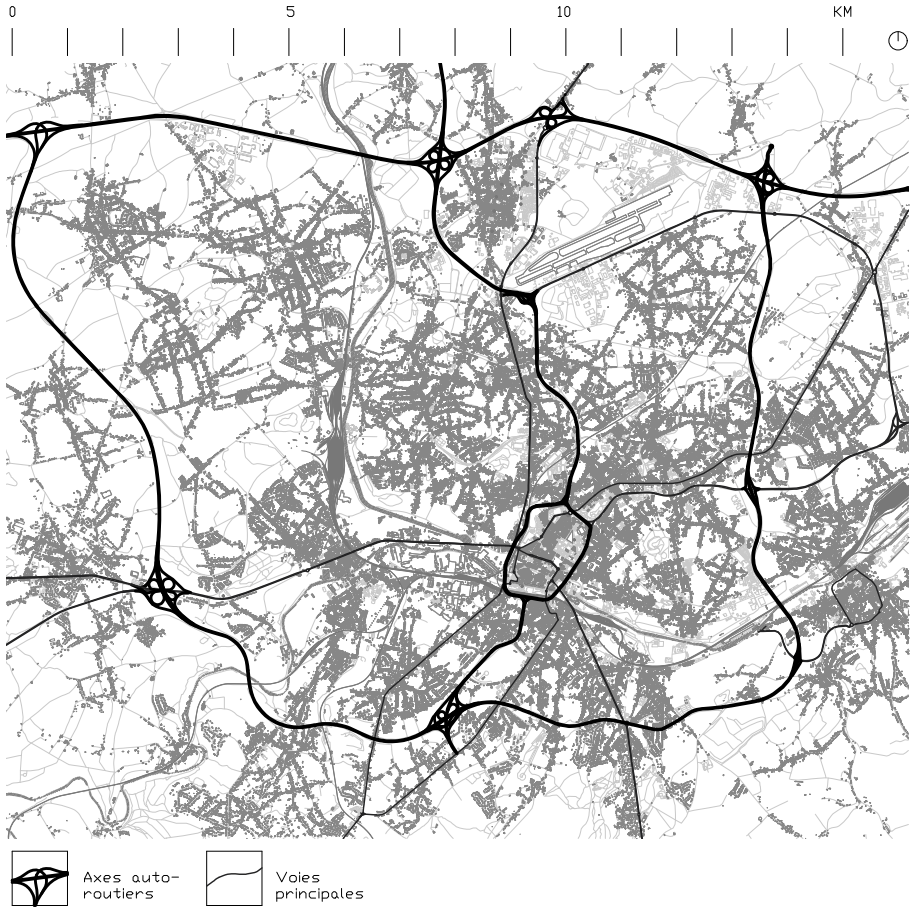


Figure 4
Le « tout à la voiture »
Réalisé par les auteurs

fossile s'accroît de plus en plus avec la multiplication des véhicules particuliers, qui de plus, participe aux pressions internationales sur le prix de la ressource et son accès. Outre le critère de précarité énergétique, il est important également de lutter contre la précarité de la mobilité. Suivant la DH¹¹, « La région de Charleroi est celle qui comporte le plus grand nombre de quartiers en difficulté, les résultats d'une étude universitaires ont été présentés à Bruxelles par le ministre de la Politique des grandes villes, Christian Dupont, lors d'une conférence de presse. L'étude, intitulée *Analyse dynamique des quartiers en difficulté dans les régions urbaines belges*, met en exergue qu'en Belgique, 1.369 quartiers sont répertoriés comme étant des quartiers en difficulté et la plupart d'entre-eux se trouvent à Bruxelles et à Charleroi ! ». L'étude¹² faite par l'ULB et la KUL, intitulé *dynamiques des quartiers en difficultés dans les régions urbaines belges* nous dit : « **La région urbaine de Charleroi est celle où la proportion de personnes résidant dans un quartier en difficulté est la plus élevée du pays, atteignant 56% de la population de la région urbaine.** Il y a deux explications à cette situation préoccupante : la première, et la principale, tient à la longue crise structurelle de la région, conséquence du déclin des industries phares de la région avec le déclin des charbonnages dès les années 1950 et puis de la sidérurgie et des secteurs du métal à partir des années 1970 ; la seconde tient à la faible concentration géographique de cette pauvreté massive[...] Le sillon hennuyer présente une forme de continuum urbain depuis Mons-Borinage jusqu'à l'ouest de Charleroi. Cette vaste conurbation constitue un tissu urbain très particulier caractérisé par des densités plutôt faibles, des centres assez peu polarisants et de nombreuses cités ouvrières. Parmi les caractéristiques de ces espaces ouvriers pauvres, il a été mis en évidence que des proportions non négligeables de personnes précarisées étaient propriétaires de leurs logements ». Certaines personnes doivent choisir entre se déplacer ou se chauffer. L'IDDRI¹³ insiste sur le fait que « la dimension mobilité apparaît en effet comme une question plus exploratoire qui n'est pas toujours abordée dans les rapports traitant de la précarité ». De plus, il est dit que la précarité énergétique est double, d'ailleurs il est également important de prendre la problématique de la mobilité en compte.

Sur ce sujet, on peut également citer l'atteinte à la biodiversité de ce moyen de transport. Celui-ci crée une fragmentation des espaces naturels, des discontinuités et des obstacles aux déplacements de certaines espèces. Outre la biodiversité, on peut aussi dire que la voiture était responsable en 2007 d'environ 13% des émissions mondiales de CO₂, le principal gaz à effet de serre (Planétoscope : statistiques mondiales en temps réel)¹⁴. Mais celle-ci est également la première source de pollution atmosphérique, malgré les

11 DH : <https://www.dhnet.be/archive/charleroi-la-plus-precaire-51b7f908e4b0de6db99bae6d2fbclid=IwAR3v79yZ4FB_3nwt2gSCLLHaeJHPGFDPQsa8_YsDj45H8vuNKMOVNcHL70>

12 GRIPPA T. (ULB) : <http://forms.mi-is.be/Atlas_FR.pdf>

13 IDDRI : <<https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/propositions/la-mobilite-lautre-vulnerabilite-energetique>>

14 PLANÉTOSCOPE : <<https://www.planetoscope.com/automobile/311-emissions-de-co2-par-les-voitures-en-europe.html>>



Photo 5
La « ligne fantôme » du métro léger de Charleroi

progrès réalisés comme les filtres à particules qui engendrent des maladies comme les bronchites chroniques ou encore l’asthme. Moins débattu, la voiture est aussi à l’origine d’une certaine pollution visuelle. Elle fait partie du paysage urbain actuel. Si nous prenons la ville de Charleroi, le R9 est le premier élément à prendre en compte, faisant partie du paysage. Pour le R3, on peut aussi mentionner les viaducs qu’il engendre (Châtelet, Couillet, Montigny-le-Tilleul, Landelies). Lorsqu’on parle de structures, comme le R9 construit vers les années 1970, il faut également parler du métro léger. En effet, le métro léger envisagé à la même époque laisse aujourd’hui des traces comme la ligne abandonnée de Montignies-sur-Sambre appelée la « ligne fantôme ». Celle-ci participe fortement au paysage et sa structure suit la même matérialité massive du béton que le R9. La seule différence entre les deux, c’est qu’aujourd’hui le ring R9 fonctionne parfaitement bien puisqu’il s’inscrit dans le « tout à la voiture » de notre société, alors que la ligne abandonnée du métro reste, elle, en attente depuis plus de trente ans. Cette ligne « déchet » laisse un héritage accueillant toutes sortes de végétations, mais également toutes sortes de déchets. Ce tronçon inachevé n’est pas négligeable par rapport aux questions de mobilité qui se posent actuellement. Surtout que les villes de demain cherchent à se densifier intelligemment, à diminuer le « tout à la voiture », à trouver des moyens de transports plus écologiques et, enfin, à se diriger vers du multimodal.

Suite à ces constats, le travail s’intéresse à la ville de Charleroi, ancienne ville industrielle, ayant évolué suivant les grandes révolutions, et dont sa morphologie laisse aujourd’hui un palimpseste de son évolution. Ce territoire semble être une ressource pour le développement d’une hypothèse de projet basée sur l’association de l’énergie géothermique et de la mobilité active. D’ailleurs, l’ouvrage *guide d’architecture moderne et contemporaine de 1881-2017* nous renseigne qu’aujourd’hui à Charleroi « se pose la question d’une transformation du territoire vers la troisième révolution industrielle des énergies renouvelables. On peut faire l’hypothèse qu’elle va se matérialiser dans le recyclage des ressources et du territoire, dans les réseaux de la mobilité active (piétonnier, pistes cyclables, RAVeL, etc.) et dans le développement des économies collaboratives et circulaires »¹⁵.

Pour s’inscrire dans les défis de la troisième révolution industrielle, le travail analysera dans un premier temps la morphogenèse du « pays noir ». Cette analyse permettra de comprendre le lien qui a toujours existé entre l’énergie, la mobilité, et le territoire. Dans un second temps, pour mieux comprendre la pertinence d’une association entre l’énergie géothermique et la mobilité active, celles-ci seront analysées séparément afin d’en comprendre leurs avantages et leur importance. Dans un troisième temps, afin de répondre à des enjeux de précarité, un réseau stratégique alliant énergie géothermique et mobilité active sera développé pour la ville de Charleroi. Ensuite, ce réseau permettra d’explorer différentes spatialités du territoire. Et pour finir, une conclusion démontrera que la stratégie développée à Charleroi est propice à une évolution vers la troisième révolution industrielle instaurant de nouvelles façons d’habiter et de se déplacer.

¹⁵ DAILLY, M-N. 2017, p. 24.

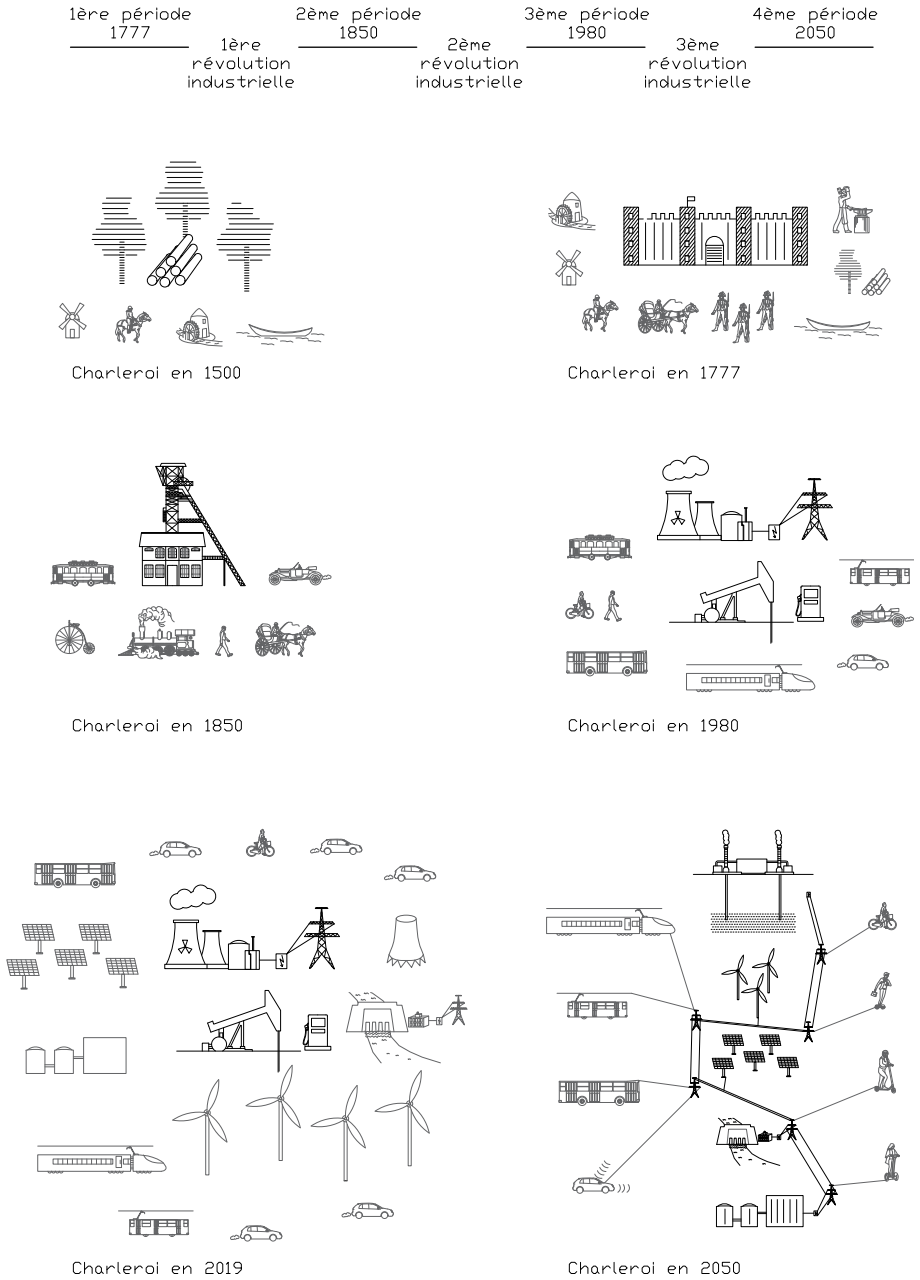


Figure 5
Coexistence de systèmes à Charleroi - Les grandes évolutions
Réalisiert par les auteurs

3 LE TERRITOIRE DIFFUS DE CHARLEROI

Dans ce chapitre, nous analyserons l'évolution de la ville de l'an 751 à nos jours. À Charleroi, il existe une relation indéfectible entre l'énergie et la mobilité. L'avènement et le déclin de chaque source d'énergie dominante a profondément modifié les réseaux de mobilités, ainsi que la trame de la ville.

L'histoire de Charleroi peut être décomposée sur base des ressources énergétiques dominantes et de la mobilité qui en découle. D'ailleurs, Thierry Paquot nous dit : « Il y a un siècle, Patrick Geddes proposait une histoire de l'humanité rythmée par ses usages énergétiques et distinguait l'ère paléotechnique (charbon) de l'ère néotechnique (pétrole, électricité). Son disciple rebelle, Lewis Mumford, auteur d'une géo histoire environnementale des techniques, y ajoutait l'ère qui les précédait : la phase éotechnique (vent, bois, eau). Nous sommes au seuil d'une quatrième période marquée par la nécessité de combiner plusieurs sources d'énergie saine et renouvelable »¹⁶. Mais pour aller plus loin, nous pourrions même dire que nous sommes dans une période nécessitant la réflexion d'une combinaison entre l'énergie et la mobilité.

La ville de Charleroi a été marquée par ces différentes ères énergétiques et laisse des traces des différents moyens de déplacement qu'elles ont engendrées. L'avènement et le déclin de chaque source d'énergie, ainsi que chaque mode de déplacement ont façonné la ville de Charleroi qui est passée d'un petit village agraire, à une métropole diffuse commençant sa troisième révolution industrielle.

¹⁶PAQUOT, T. 2016.

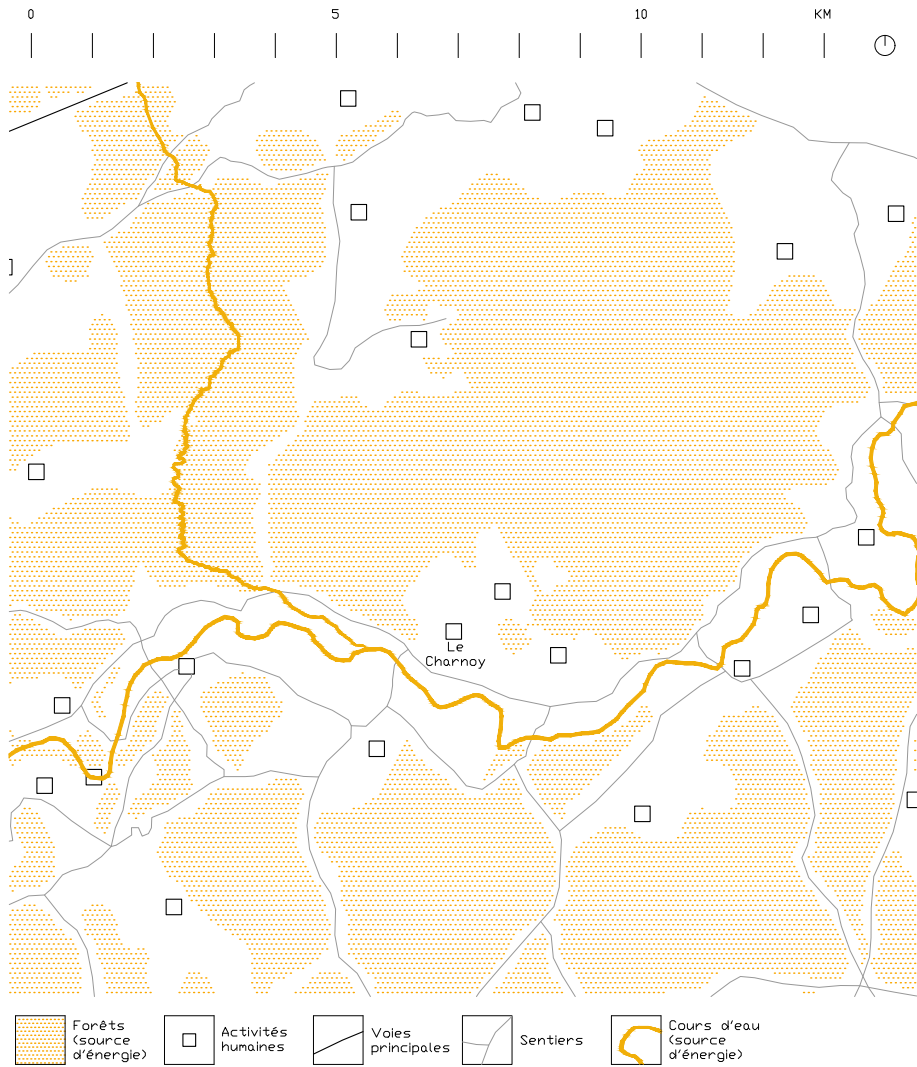


Figure 6
Carte de Charleroi en 1500
Réalisé par les auteurs

3.1 L'ORIGINE DE CHARLEROI : LE BOIS, L'EAU ET LA MARCHE

Pendant l'ère éotechnique, le bois était la source d'énergie dominante. Il était utilisé en tant que combustible de chauffage mais également comme matière première pour la fabrication d'outils, de machines, bois d'oeuvre, etc. La force motrice du vent et de l'eau était utilisée au moyen de moulin à vent ou de roue hydraulique mais le maniement de tout outil ainsi que les déplacements étaient uniquement permis grâce à la force musculaire animale et humaine¹⁷.

Les premières traces d'une agglomération sur le site de l'actuel Charleroi remontent à l'an 751. À cette date, Charleroi était dénommé Carnotus qui deviendra par la suite le Charnoy. En 1203, comme le dit Laurent Verschueren, le Charnoy était un village d'environ 300 habitants « vivant de la culture de l'avoine et du seigle, de l'extraction de la houille dans des mines artisanales (les Cayas en wallon) et du travail saisonnier de la clouterie ; formes artisanales d'industries charbonnière et sidérurgique »¹⁸.

Les gouaches du Duc de Croÿ, datée de 1604, sont les seuls documents iconographiques représentant le Charnoy. Ce document montre un village vivant principalement de la culture de la terre situé au pied d'une colline s'abaissant vers la rive gauche de la Sambre. Cette colline ainsi que celle de l'arrière-plan était boisée et assurait l'approvisionnement en bois, source d'énergie dominante de l'époque. Les clouteries et l'extraction de la houille ne sont pas visibles dans le paysage car, à cette époque, il s'agissait de petites activités artisanales saisonnières qui étaient abandonnées au retour du beau temps. Elles se localisaient le long de la Sambre car en plus d'utiliser du charbon de bois comme combustible, elles utilisaient des roues hydrauliques comme autre source d'énergie. Ce village est également traversé par un « grand chemin » qui relie la ville de Mons à Namur¹⁹.

L'emplacement et la taille du village de Charnoy étaient directement proportionnels à l'abondance des ressources d'énergie locales. Il était donc logiquement implanté entre ces deux ressources principales à savoir entre eau et bois. Le village s'est organisé sous une forme compacte puisque les déplacements s'effectuaient généralement à pied ou à cheval.

¹⁷HASQUIN, H. 2016. et PAQUOT, T. 2016.

¹⁸HASQUIN, H. 2016, p. 232

¹⁹HASQUIN, H. 2016.



Figure 7
Les gouaches du Duc de Croÿ - Charleroi (1604)



Figure 8
Teniers David - Vie des paysans (1640)

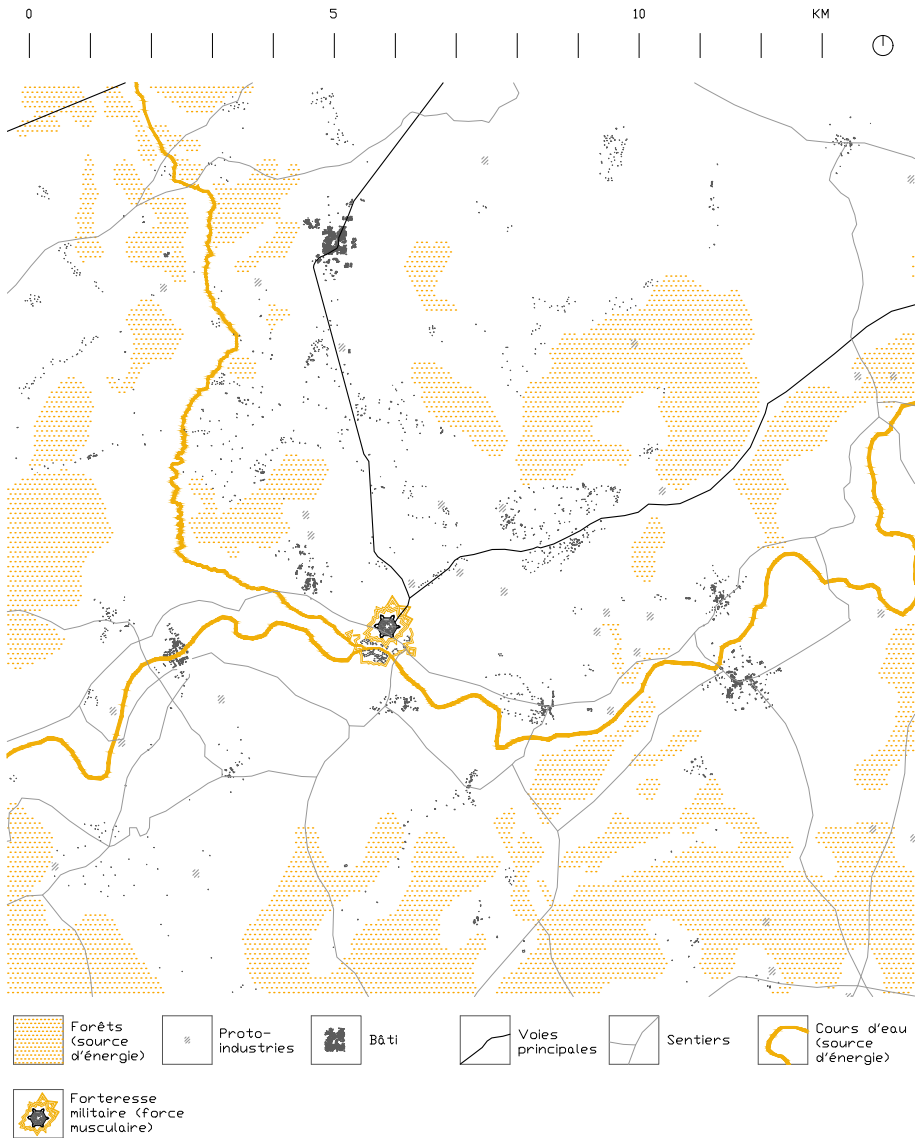


Figure 9
Carte de Charleroi en 1777
Réalisé par les auteurs

3.2 LA CITÉ MILITAIRE PRÉ-INDUSTRIELLE : LA FORCE MUSCULAIRE ET L'HIPPOMOBILE

Sur les hauteurs de la colline du village de Charnoy, naît le 3 septembre 1666, la ville militaire fortifiée de Charleroy²⁰. Pendant près de deux siècles, ce lieu caractérisé par un plateau surplombant la Sambre, a été choisi par les Espagnols pour protéger leur territoire des attaques des rois de France. D'après Hervé Hasquin, cette forteresse édifée par le roi d'Espagne Charles II « donnait naissance à un noyau urbain, avec foires annuelles et marchés hebdomadaires qui d'office promouvaient la ville nouvelle au rang de centre commercial pour les bourgs et villages environnants »²¹.

À partir du moment où Charleroi est devenu une forteresse militaire, la source d'énergie principale n'était plus le bois mais plutôt la force musculaire des hommes. Ce changement de ressource énergétique principale modifia de manière fondamentale la structure du village de Charnoy. Ce petit village agraire de 350 habitants en 1203 se transforma en un noyau urbain fortifié de 1350 habitants en 1695²². Si auparavant, la taille du village était conditionnée par la présence de bois, elle est désormais plutôt fonction de l'ampleur des combats opposant les Espagnols aux Français.

À cette époque, la rue était un espace plurifonctionnel. En effet, elle permettait de circuler à pied, en voiture, à cheval. La rue permettait aussi de travailler, on y vendait des marchandises, jouait, etc. Il n'existait pas de ségrégation modale et l'ensemble de l'espace public se partageait entre les piétons, les cavaliers, les voitures, ... La marche à pied est, pour la majorité de la population, le mode de déplacement dominant. Il existe bien la voiture hippomobile, mais c'est un bien de luxe. Elle demande une remise pour la ranger, un ou plusieurs chevaux qu'il faut entretenir, mais aussi une écurie, du fourrage, de la paille, et enfin des soins constants. Seule l'aristocratie et la haute bourgeoisie peuvent s'offrir ce type de bien²³.

20 Charleroy s'écrit Charleroi seulement depuis l'arrêté ministériel d'octobre 1880

21 HASQUIN, H. 2016, p. 9.

22 HASQUIN, H. 2016.

23 BRANDELEER, C. : <<https://mobilite-mobiliteit.brussels/.pdf>>





Figure 10
La conquête de la citadelle de Charleroi par les Français en 1667
Van der Meulen

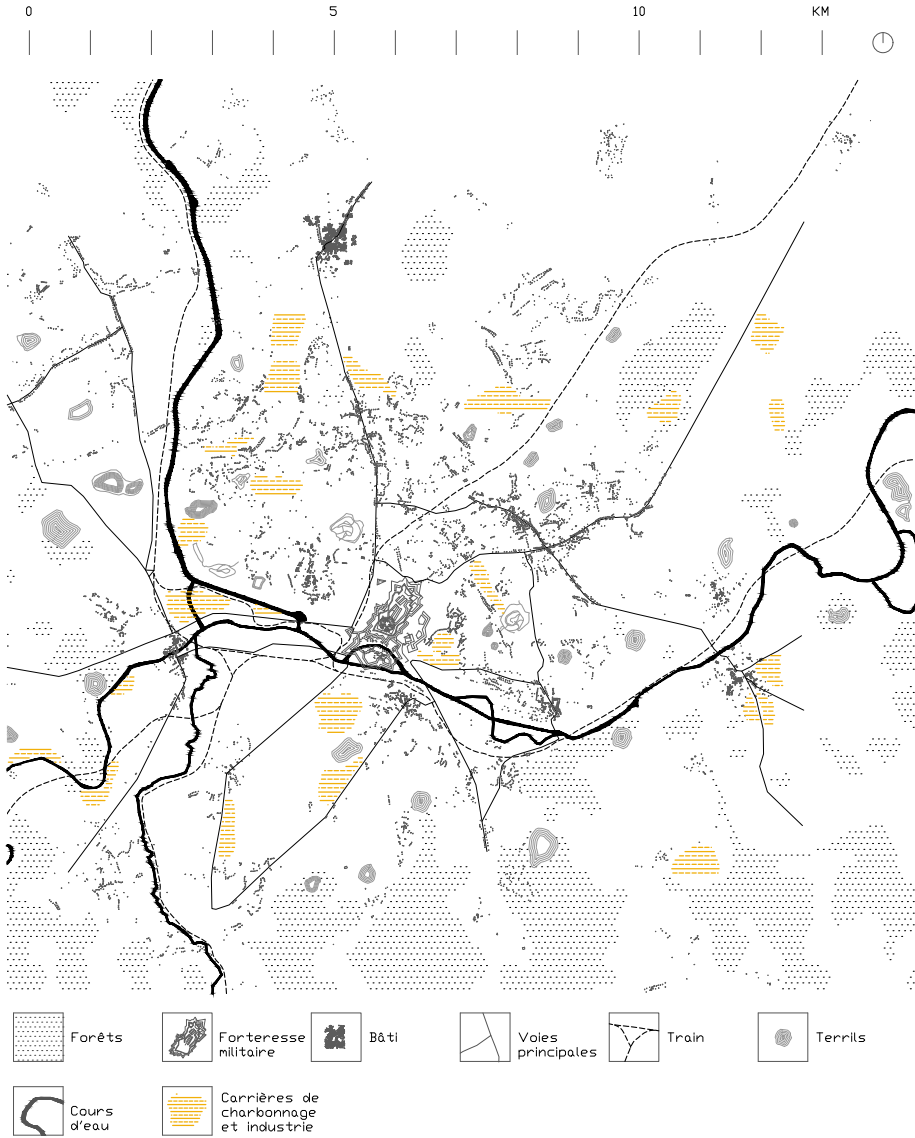


Figure 11
Carte de Charleroi en 1850
Réalisé par les auteurs

3.3 LA PREMIÈRE RÉVOLUTION INDUSTRIELLE : LE CHARBON ET LA MACHINE À VAPEUR

Lors de l'ère paléotechnique, sous l'impulsion hollandaise, le charbon de terre devient la source d'énergie principale et l'utilisation de la machine à vapeur se généralise. Les outils de production autrefois uniquement maniés grâce à la force musculaire des hommes et animales peuvent désormais être actionnés grâce à la machine à vapeur qui transforme l'énergie thermique en énergie mécanique. Les principales sources d'énergie de l'ère paléotechnique sont bien plus puissantes que celles de l'ère éotechnique, ce qui augmente la capacité de production des activités humaines. L'économie de subsistance est alors remplacée par celle de marché composée de bourgeois et de prolétaires. Pour la mobilité, la locomotive à vapeur fera son apparition et la création de réseau de chemin de fer prendra de plus en plus d'ampleur pour le déplacement de marchandises, ainsi que, par la suite, de personnes.

L'extraction du charbon de terre a profondément changé le paysage et la trame de la ville de Charleroi. Les déchets des mines sont entassés au sein des villes et forment des terrils ce qui modifie de manière importante la topographie originale. De plus, Jean-Louis Delaet nous renseigne que « l'adoption de coke²⁴, au lieu du charbon de bois, comme combustible, et l'emploi de machines à vapeur, au lieu de roues hydrauliques, comme source d'énergie, provoquent le déplacement progressif des centres métallurgiques de l'Entre-Sambre et Meuse vers les sites Charbonniers »²⁵. La ville de Charleroi, par son gisement charbonnier important, devient donc une terre d'accueil pour les industries. Ce foisonnement d'industries entraîne la canalisation de la Sambre, la construction du canal Charleroi-Bruxelles, et ensuite, la création du chemin de fer indispensable à leur approvisionnement et à leur exportation.

Ce changement de ressource énergétique implique également une nouvelle relation entre les hommes et leur territoire. Michel Poulain nous raconte que les ouvriers, autrefois paysans, « ne possèdent plus de terre, ne fut-ce un jardinet car dorénavant, comme le précise Hasquin (1971), “la richesse étant générée par la main d'œuvre employée dans la mine, un père a tout intérêt à multiplier les membres de sa maisonnée occupés comme mineurs” »²⁶. Ce changement de mentalité et le besoin croissant de l'industrie en main d'œuvre fera que le grand Charleroi actuel dépassera les 100 000 habitants en 1866 alors qu'il n'était que 22 000 au début du siècle. Ce même auteur nous dit que cette augmentation démographique « nécessite de nouveaux logements construits à la hâte non loin des

²⁴Le coke est un sous-produit du charbon de terre obtenu par pyrolyse dans un four. Ce procédé est effectué dans des usines dénommées cokerie.

²⁵HASQUIN, H. 2016, p. 58.

²⁶HASQUIN, H. 2016, p. 32.



Photo 6
Le « Belge », premier train belge de 1835



Photo 7
Tramways à vapeur
Actuelle Avenue Pastur vers Mont-sur-Marchienne.

puits de mine ou usines métallurgiques sans souci urbanistique ou prise en compte de la salubrité. La grande majorité de ces constructions ont été construites à l'époque par des promoteurs bien intentionnés faisant bâtir des rangées de maisons identiques, louées au prix fort aux nouveaux immigrants. C'est ainsi que l'on assistera à l'éclosion de nouveaux quartiers détachés des centres historiques dorénavant noyés par cette urbanisation galopante (Vael 2011) »²⁷. Le bâti évolue donc suivant le développement industriel. On remarque deux logiques d'implantation du bâti : une logique polycentrique (de petites polarités urbaines qui se densifient) et une logique linéaire (le bâti borde les routes). C'est comme cela que se développent au fur et à mesure la ville diffuse de Charleroi.

Vers 1882, un réseau de tramway vicinaux s'installe ayant pour but de permettre une desserte locale²⁸. C'est la naissance des transports collectifs. Les tramways électriques permettront d'améliorer le réseau de transports collectifs. Les vélocipèdes permettront également des déplacements individuels. La diversité des transports engendre une augmentation du trafic, influencée par la croissance démographique, les industries, mais aussi le développement du tourisme et des loisirs qui engendrera le début de l'étalement urbain. Les distances parcourues seront donc plus longues²⁹.

27 HASQUIN, H. 2016, p. 37.

28 CAMBIER, S. : « <https://alism1.wordpress.com/travaux/articles/cartographie-et-morphologie-urbaine/?fbclid=IwAR0mhAp65bKg8BH2BRK35bEGHT2Q3JhHJpfuMPXuH-gB2Np9RRhpILyh8dc> »

29 BRANDELEER, C. : « https://mobilite-mobiliteit.brussels/sites/default/files/le_partage_de_lespace_public.pdf »





Figure 12
Hauts fourneaux à Charleroi
Maximilien Luce (1896)

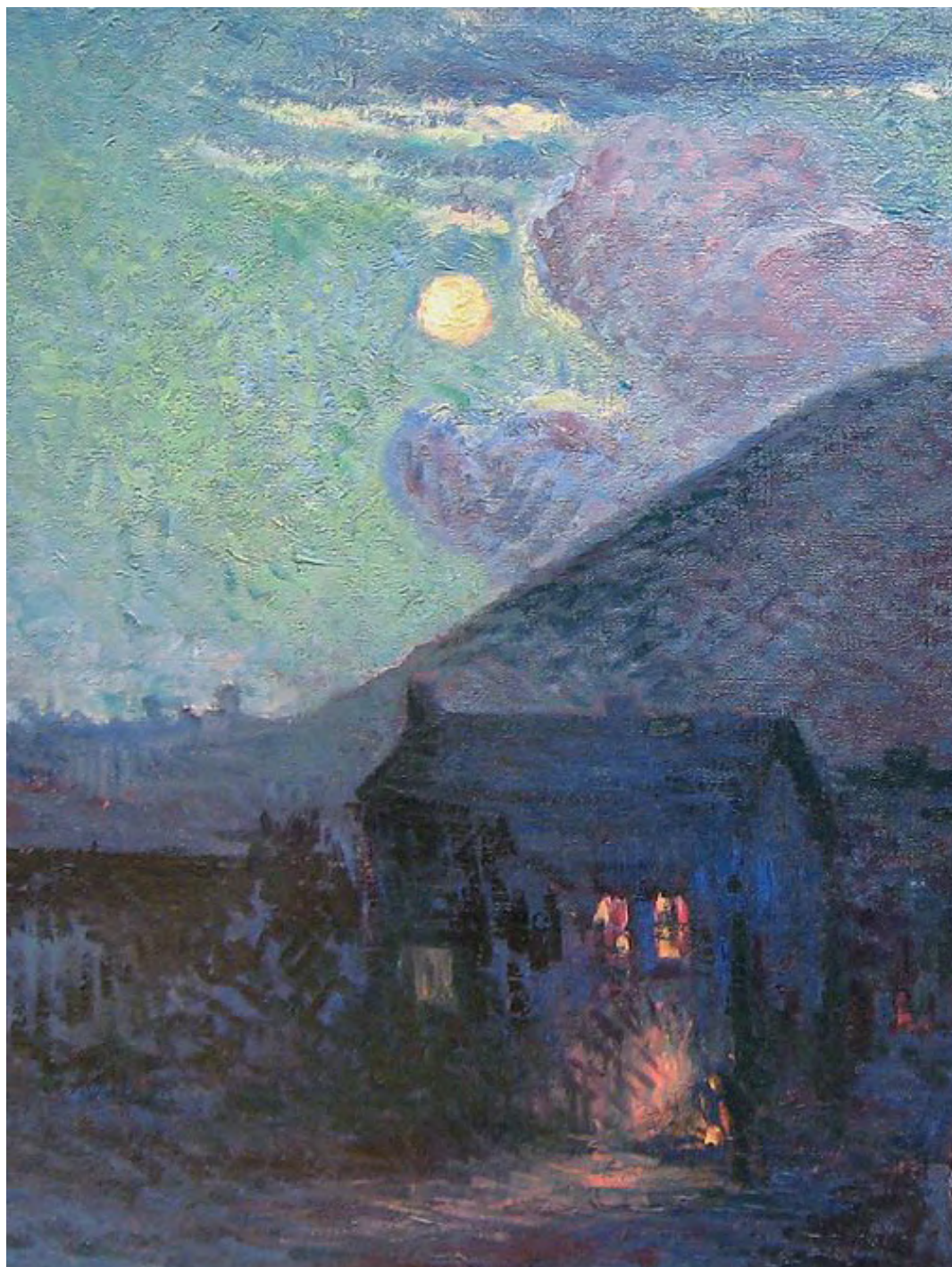




Figure 13
Terrils de charbonnage
Maximilien Luce (1896)

Dampremy

Place du Haut du Village.





Photo 8
Place du haut du village à Dampremy
Rue de l'époque avec une hippomobile



Figure 14
Carte de Charleroi en 1980
Réalisé par les auteurs

3.4 LA DEUXIÈME RÉVOLUTION INDUSTRIELLE : LE PÉTROLE ET L'AUTOMOBILE

Les sources d'énergie dominantes de l'ère néotechnique sont le pétrole, le gaz et le nucléaire. L'invention du turbo générateur rotatif permet de transformer l'énergie mécanique en énergie électrique. De ce fait, la mobilité va connaître de grands changements, comme l'apparition de tramways électriques, puis d'un métro léger, mais également la création de grands rings autoroutiers³⁰.

Vers 1950, deux réseaux ferrés permettent de se déplacer dans la ville polycentrique : la STIC (la Société des Transports Intercommunaux de Charleroi, société de transport belge créée en 1962) et la SNCV, les lignes ferrées vicinales, qui sont des lignes de chemin de fer secondaires à voie métrique. Elles ont été à traction vapeur, ensuite à traction thermique ou électrique, et servaient au transport de personnes ou de marchandises. En effet, le train et les tramways étaient très développés et permettaient de se déplacer facilement³¹.

Par la suite, le pétrole et l'électricité ont permis de grandes avancées technologiques telles que le moteur à combustion interne. Grâce au pétrole, le transport motorisé se démocratise et favorise le transport individuel, à savoir la voiture. L'apparition de ces nouvelles sources d'énergie, ainsi que la concurrence étrangère, entraîne la fermeture progressive des charbonnages de Charleroi et du reste de la Belgique. Ce déclin, qui a commencé depuis l'entre-deux guerres, amène à un premier plan de fermeture des charbonnages en 1959. La crise charbonnière entraîne la fin d'un monde industriel basé sur l'exploitation et l'utilisation du charbon. La fin de l'ère paléotechnique de Charleroi laisse derrière lui un vaste territoire en état d'abandon ainsi qu'une extrême pauvreté. L'extraction et la transformation du pétrole et du gaz se font dans d'autres régions du monde que Charleroi. Pour la première fois dans son histoire, Charleroi devient énergétiquement dépendante³².

Les voiries deviennent de plus en plus dédiées à l'automobile. Les chantiers consistent à étendre l'espace pour celles-ci. La voirie laisse largement place à l'auto, au détriment des espaces réservés aux piétons, mais n'affecte presque pas l'emprise au sol des tramways. Les espaces réservés aux cyclistes sont, quant à eux, très réduits. Les voiries ont toujours laissé place à un partage des modes de déplacement, sauf que les proportions n'ont pas toujours été respectées de manière égale.³³

30 HASQUIN, H. 2016.

31 WILLEM, M. : « <http://www.t-e-commun-charleroi.be/pages/le-tec-charleroi/historique-sncv-stic/> »

32 HASQUIN, H. 2016.

33 BRANDELEER, C. : « https://mobilite-mobiliteit.brussels/sites/default/files/le_partage_de_l'espace_public.pdf »



Photo 9
Tram SNCV Charleroi (1971)
Rue du Grand Central, Route 65

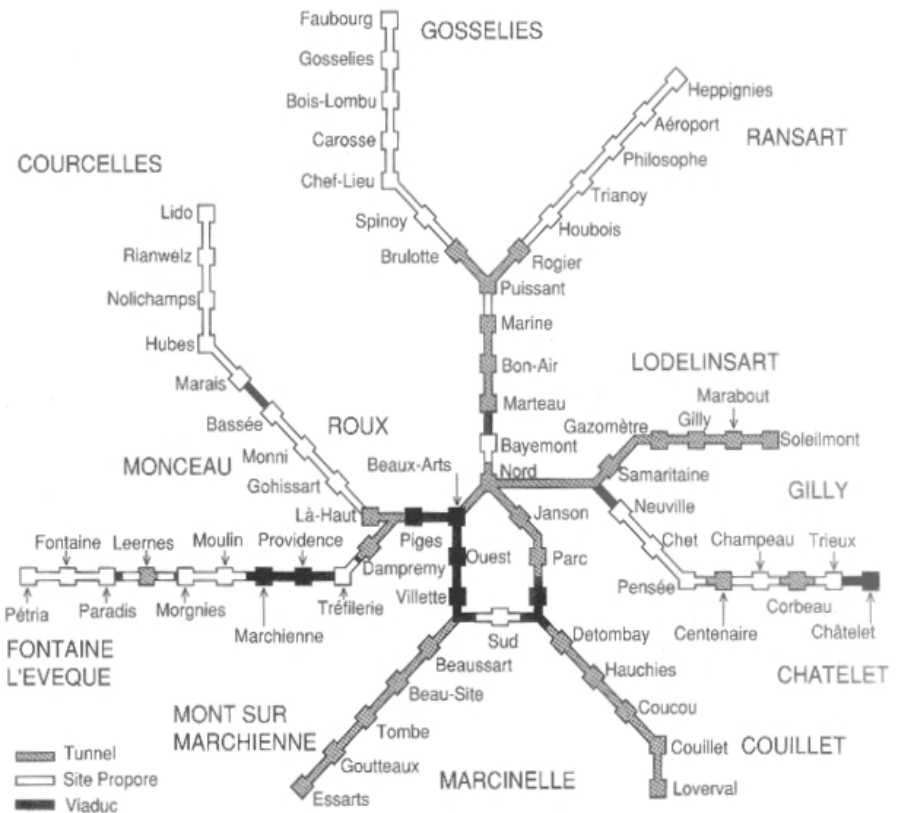


Figure 15
Les 8 antennes envisagées à l'époque (Jean Yernaux)

Carton Vincent, dans son ouvrage *Les choix de mobilité opérés depuis les années 1950*, nous dit : « Après la guerre, les constructeurs automobiles mettent sur le marché des véhicules plus petits et bon marché : l'auto devient objet de consommation pour un grand nombre. La possibilité pour les ménages de s'équiper, éventuellement à crédit, est réelle : la motorisation augmente de 10% par an en moyenne. Même si le nombre de ménages motorisés est encore faible dans les années 50-60, un consensus existe pour dire que l'avenir est à l'auto. L'ingénieur Hondermarq, haut responsable au Ministère des Travaux Publics, planifie un réseau autoroutier radio-concentrique drainant toute la Belgique jusqu'à la petite ceinture de la capitale! Son objectif est de tripler la capacité routière et de faciliter le trafic de pénétration en ville. En fait la voiture est considérée comme un signe de modernité, la ville doit être adaptée aux nécessités de la vie moderne. On se met donc à planifier un réseau routier aux ambitions extrêmement fortes »³⁴.

Progressivement, les modes de vie changent et créent de nombreux déplacements. La voiture prend de plus en plus de place et, vers 1975, Charleroi devient le cœur d'un réseau autoroutier. La ville est ceinturée par deux rings : le ring R9 qui dessert le centre urbain, et le ring R3 qui dessert l'agglomération. Une autoroute (A54) est également créée pour rejoindre la E42 qui relie Mons-Namur-Liège et la E19 en direction de Bruxelles³⁵.

Finalement, la construction des infrastructures autoroutières des années 1980 prend le dessus sur la construction d'un réseau de métro léger. À l'origine, dans les années 1970, ce réseau devait permettre une alternative aux réseaux STIC et SNCV devenant vétustes. Sur les huit antennes du métro léger prévues, seules trois seront réalisées. En effet, l'automobile, incarnant la mobilité individuelle, surplombera la mobilité collective. D'ailleurs, cela engendrera la suburbanisation des zones boisées du sud et le R3 ne fera qu'augmenter la dispersion de l'habitat. De plus, la construction de l'aéroport de Charleroi le long de la E42 offrira des déplacements internationaux et aura de réels impacts sur l'abandon du développement du métro local, ainsi que sur l'abondance des déplacements automobiles³⁶.

Le métro léger de Charleroi pose tout de même une question : Comment un réseau de métro étudié radio-concentriquement dans les années 1980 peut-il prendre du sens dans une ville polycentrique et diffuse ? De même, aujourd'hui on constate que les trois lignes qui fonctionnent sont en réalité les lignes qui suivent les grands axes (chaussées) sur lesquelles la ville a également évolué. Monsieur Gérard Monseux³⁷ fit constater que si, aujourd'hui, les huit branches du métro prévues avaient été mises en route, cela aurait posé des problèmes d'embouteillages de tram sur la boucle centrale actuelle.

34 CARTON, V. : « https://arau.org/uploads/assets/actes_journee_d_etude_bruelles_sans_viaduc_ni_tunnel_22-11-2016.pdf »

35 CAMBIER, S. : « <https://alisl.wordpress.com/travaux/articles/cartographie-et-morphologie-urbaine/?fbclid=IwAR0mhAp65bKg8BH2BRK35bEGHT2Q3jhHJpfuMPXuH-gB2Np9RRhpILyh8dc> »

36 DAILLY, M-N. 2017, p. 21.

37 MONSEUX Gérard – Ancien président de la TEC et ancien échevin des travaux de Charleroi

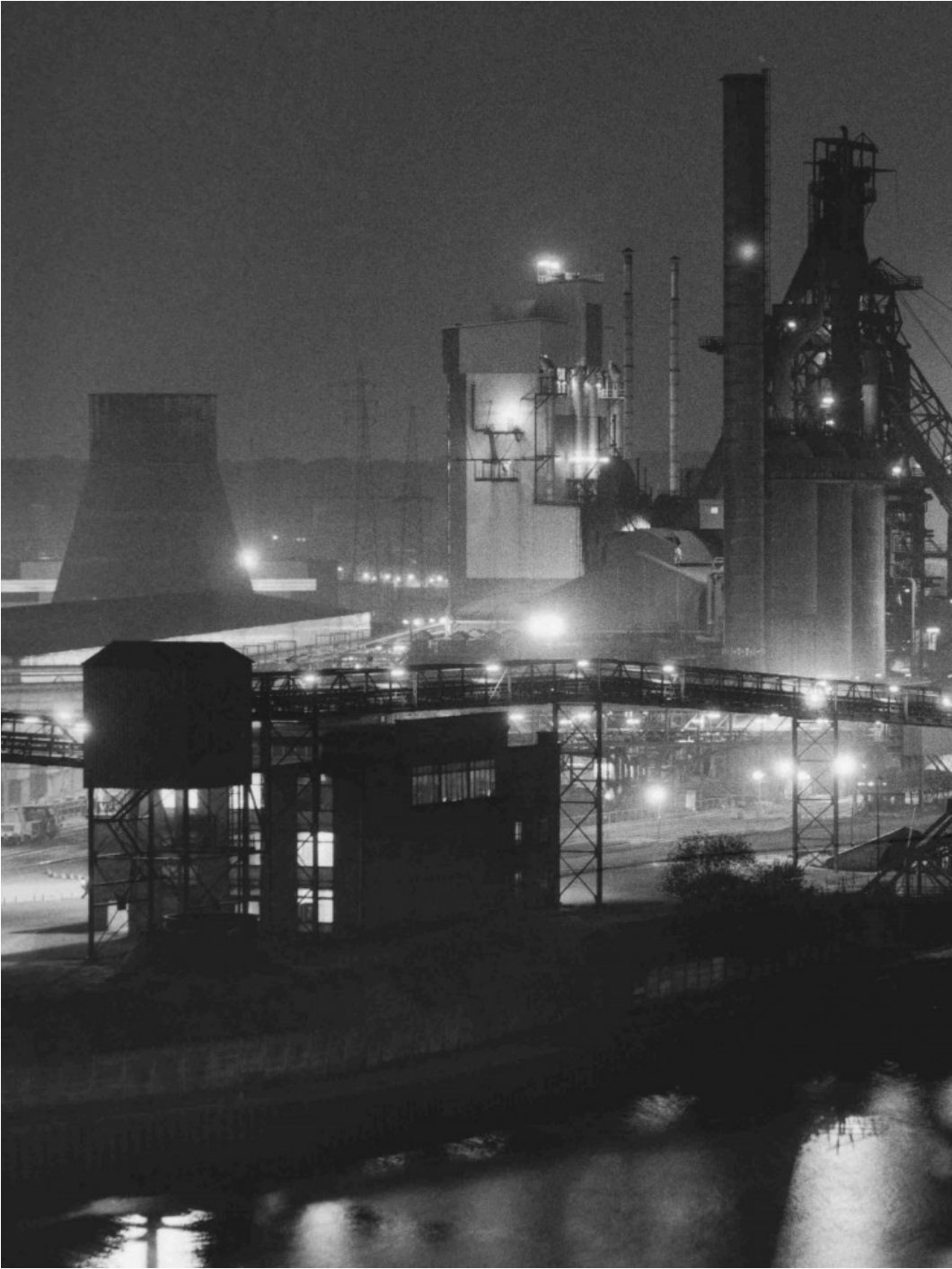




Photo 10
Les usines de Charleroi (1990)

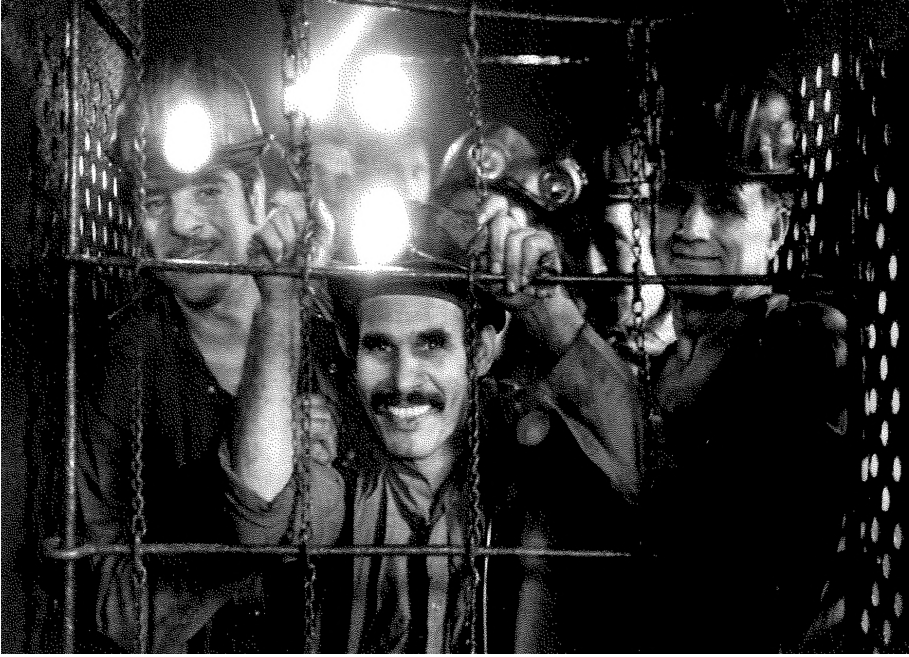


Photo 11
Dernière remontée du Charbonnage du Roton
1984 à l'ancienne



Photo 12
Piquet de grève devant un site verrier
1979 à Gilly

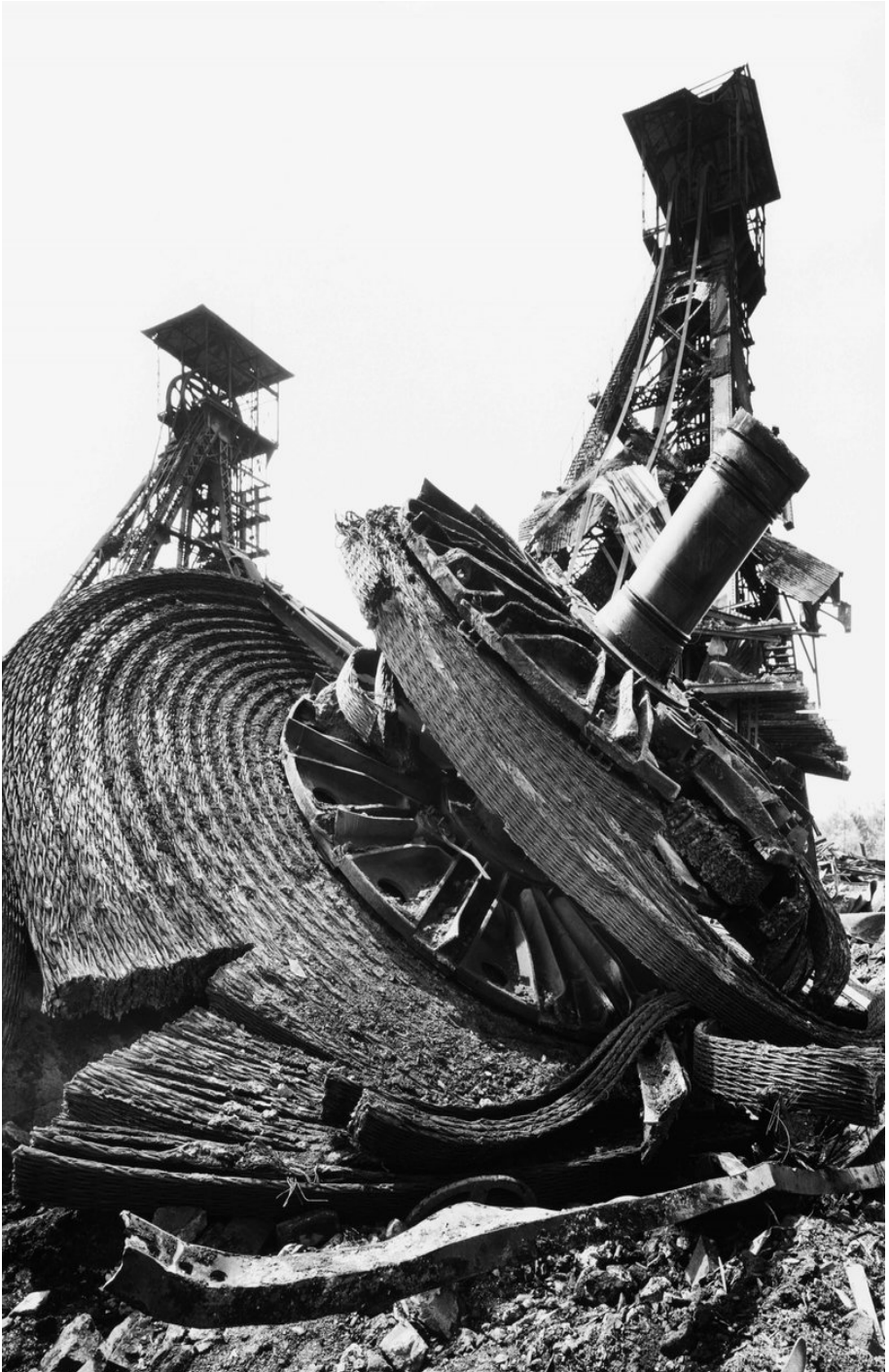


Photo 13
Démolition du Charbonnage Bas-Longs-Prés
1991 Marchienne-au-Pont



Photo 14
Une vieille voiture dans les rues de Dampremy (1990)



Photo 15
Une fille avec son vélo dans une rue de Charleroi
avec les usines en arrière plan (1990)

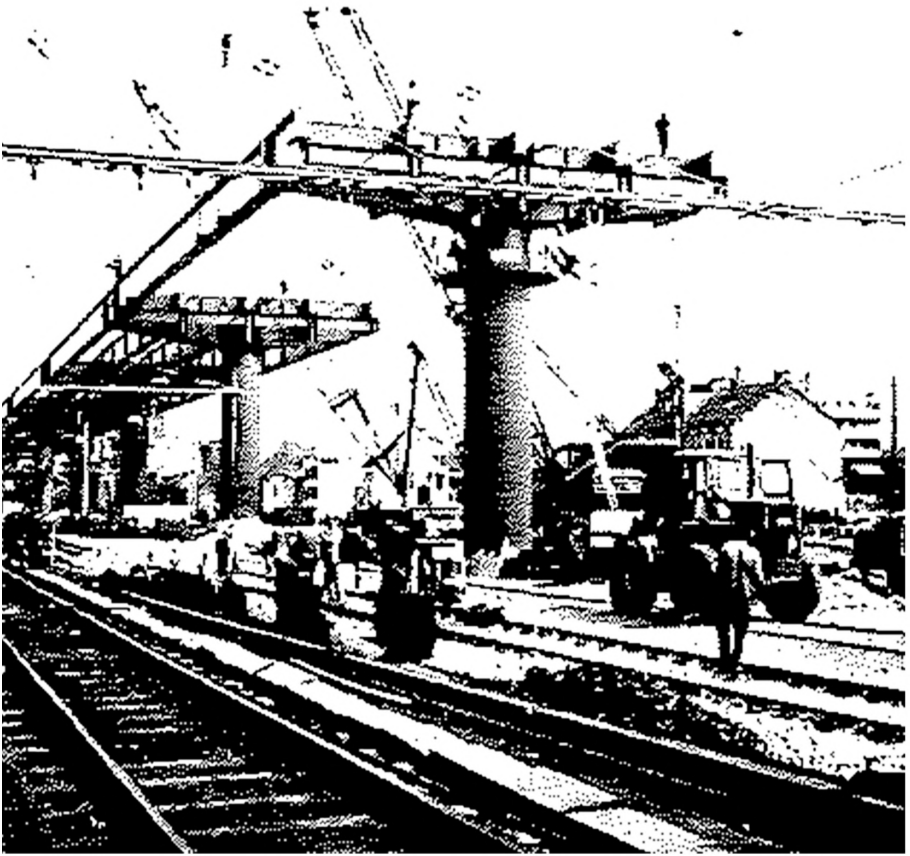


Photo 16
Construction du ring R9



Figure 16
Carte de Charleroi en 2019
Réalisé par les auteurs

3.5 VERS UNE TROISIÈME RÉVOLUTION INDUSTRIELLE : LES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET LA MOBILITÉ DURABLE

Aujourd'hui, un constat est flagrant : il faut trouver des alternatives au « tout à la voiture »³⁸. En effet, l'automobile a été une source de progrès, de mobilité, d'indépendance, etc. Seulement, aujourd'hui, l'automobile engendre un impact sur l'environnement, l'économie, l'écologie, mais avant tout, sur notre planète. À Charleroi, les schémas de mobilité hérités ne répondent pas au contexte particulier d'une ville polycentrique et diffuse, devant répondre aux enjeux d'une troisième révolution industrielle. Après plus de 300 ans de dépendance aux énergies fossiles, une ère basée sur des sources d'énergie renouvelables non-émettrices de CO₂ est sur le point de commencer. Cette troisième révolution industrielle des énergies renouvelables est basée sur l'utilisation de l'énergie éolienne, hydraulique, biomasse, et géothermique. Comme l'ensemble des révolutions énergétiques que Charleroi a vécu, celle-ci aura des répercussions sur la mobilité et l'organisation de la ville.

En terme de déplacement à Charleroi, cinq grands principes³⁹ régissent le plan communal de mobilité : le renforcement de l'accessibilité en transports en commun, la maîtrise des flux automobiles, l'accessibilité piétonne, une politique cyclable ambitieuse et, enfin, une politique de stationnement plus volontariste.

Depuis 1995, Charleroi dispose du RAVeL, mais manque d'infrastructures sécurisées et stratégiques pour les vélos. Le vélo est très peu considéré à Charleroi, sauf pour se balader le dimanche. Par manque d'infrastructures adaptées, celui-ci est rarement complémentaire aux autres moyens de transport. Pour de courtes distances, la voiture est souvent privilégiée par rapport à la mobilité cyclable simplement parce que la totalité de la voirie est destinée à la voiture et l'aménagement vélo, lorsqu'il y en a un, est peu sécurisant. Des alternatives existent aujourd'hui, comme les véhicules hybrides et électriques, mais actuellement le développement technologique reste complexe et le prix élevé. En plus, les véhicules électriques émettent tout de même du CO₂. En effet, suivant le Plan d'Actions en faveur de l'Énergie Durable et du Climat (PAEDC) : « Il s'agit d'un artifice pour la promotion de ces technologies et une simplification pour des raisons d'optimisation fiscale. Outre l'impact CO₂, les véhicules hybrides et électriques présentent un impact très positif en termes d'émissions de particules fines »⁴⁰. Il existe également les véhicules au gaz naturel (CNG) qui permettent aussi de diminuer le CO₂.

38 BAUPIN D. : « https://www.liberation.fr/tribune/2005/10/18/tout-voiture-no-future_536069 »

39 CHARLEROI : <<https://www.charleroi.be/mobilite>>

40 BOTMAN, E. : <https://www.charleroi.be/sites/default/files/kcfinder/files/paedc/PAEDC_Ville%20de%20Charleroi_v50%20ConseilCo%20170904.pdf>



Photo 17
Centrale hydroélectrique de Charleroi : Marcinelle II

Pour se diriger vers une mobilité durable, l'ouvrage *Les villes de demain – Défis, visions et perspective*⁴¹ nous dit : « une technologie plus respectueuse de l'environnement seule n'est pas la solution : avec l'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules et l'apparition de voitures électriques plus abordables et mieux adaptées aux besoins des consommateurs, il existe un risque que le trafic automobile augmente, entraînant certes une diminution des émissions de CO₂, de la pollution et du bruit au niveau local, mais aussi une intensification des encombrements. À l'échelle mondiale, des niveaux élevés d'émissions de CO₂ continueront d'être générés tant que la production d'électricité ne sera pas totalement "verte" ».

De même, se diriger vers une mobilité exclusivement active comme le vélo n'est pas non plus une solution car c'est l'intermodalité qui permettra une mobilité durable. C'est-à-dire, l'utilisation de plusieurs modes de transport pour se déplacer d'un point A à un point B. Cependant, le territoire de Charleroi manque cruellement d'une politique cyclable forte et d'un réseau complet en terme de mobilité active. Enfin, pour se diriger vers une mobilité durable, il est essentiel de rappeler qu'il existe aussi le covoiturage.

En terme d'énergie, même si actuellement Charleroi possède deux centrales électriques fonctionnant à l'aide de turbine gaz-vapeur, ainsi qu'un centre de stockage de gaz à l'état liquide, depuis 2006, Charleroi a commencé à exploiter son potentiel d'énergie renouvelable. En effet, les énergies hydrauliques, biomasses, solaires ainsi que éoliennes sont déjà exploitées. Sur les 6 barrages-écluses que compte le territoire du grand Charleroi, la moitié est déjà équipée de centrales hydroélectriques. Un centre de valorisation énergétique exploitant l'énergie biomasse par incinération des ordures ménagères produit également de l'électricité. Le potentiel solaire est également exploité mais de manière individuelle et non collective. Sur le territoire du grand Charleroi, aucune zone n'est favorable à l'implantation d'éoliennes. Par contre, l'agglomération de Charleroi possède des zones favorables et exploite déjà cette énergie.⁴²

Suivant le Plan d'Action en faveur de l'Énergie Durable et du Climat (PAEDC), depuis 2006, la ville de Charleroi est « parvenue à réduire ses émissions de CO₂ de plus de 35 820 tonnes par an. Il faudrait multiplier par 14 ces réductions pour atteindre les objectifs à l'horizon 2030 »⁴³. Sur l'ensemble des énergies renouvelables existantes, seule l'énergie géothermique est encore inexploitée. Pour arriver aux objectifs de zéro émission de CO₂ en 2050, il s'agit d'un potentiel à explorer en priorité.

41 UNION EUROPÉENNE : « https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/citiesoftomorrow/citiesoftomorrow_final_fr.pdf »

42 BOTMAN, E. : <https://www.charleroi.be/sites/default/files/kcfinder/files/paedc/PAEDC_Ville%20de%20Charleroi_v50%20ConseilCo%20170904.pdf>

43 BOTMAN, E. : <https://www.charleroi.be/sites/default/files/kcfinder/files/paedc/PAEDC_Ville%20de%20Charleroi_v50%20ConseilCo%20170904.pdf>



Photo 18
Centre de valorisation énergétique exploitant la biomasse
Pont-de-Loup



Photo 19
Les 3680 panneaux photovoltaïques de la centrale d'Amercoeur à Charleroi



Photo 20
Courcelles : Octroi du permis pour le parc éolien



Photo 21
Ligne M3 du Tec Charleroi. Du vicinal authentique devenu tram moderne.
Une vue de Charleroi depuis Lodelinsart.



Photo 22
Le Soir : Charleroi : « Trop peu de nouvelles pistes cyclables! »



Photo 23
Ravel 1 : Roux – Châtelet.
L.121 (Roux – Jumelet) et L.119 (Jumelet – Châtelet)



Photo 24
Réunion avec les acteurs de la ville de Charleroi : Arthur Hardy, Éric Goffart, Xavier Desgain, Marie Wautelet (16.04.2019)

3.6 CONCLUSION

Pour conclure, comme le souligne Arthur Hardy (architecte paysagiste du Bouwmeester de la ville de Charleroi) lors d'une réunion que nous avons réalisé avec différents acteurs publics de la ville, la morphogenèse analysée ci-dessus démontre que : « Charleroi est à chaque fois une ville de grands projets, c'est tout d'abord un village, qui tout d'un coup, est devenu une forteresse, ... À chaque fois ce sont de grandes étapes, de grandes poussées, où la ville s'est réinventée et s'est métamorphosée. Cela laisse envisager une nouvelle métamorphose de la même ampleur avec la transition énergétique et la mobilité durable »⁴⁴. De plus, un constat ressort également de cette analyse, le fait que l'énergie et la mobilité se sont toujours développées parallèlement mais n'ont jamais été pensées collectivement.

La suite du travail expliquera le potentiel géothermique, ainsi que le potentiel d'enrichissement de la mobilité active pour la ville de Charleroi. Cette exploration permettra d'émettre une hypothèse alliant énergie et mobilité.

⁴⁴HARDY, Arthur : extrait de parole lors de la réunion du 16.04.2019



Figure 17
Création d'un réseau de chaleur géothermique et recyclage des ressources du territoire
Réalisé par les auteurs

4 UNE ASSOCIATION SYNERGIQUE

Ce chapitre permettra de comprendre pourquoi il est essentiel de commencer à développer un réseau adapté à la troisième révolution industrielle pour la ville de Charleroi. Notamment, l'enjeu d'explorer une nouvelle énergie renouvelable comme la géothermie permettant de se diriger vers les objectifs de zéro émission de CO₂. Mais également d'étudier la possibilité de développer une mobilité active adhérant à une logique d'intermodalité au niveau des déplacements. En effet, le potentiel géothermique, ainsi que le potentiel de la mobilité active permettant le recyclage des ressources et du territoire, semblent être adaptés à la ville de Charleroi. Il est vrai que, comme expliqué ci-dessus⁴⁵, le sous-sol de Charleroi est propice à la création d'un réseau de chaleur géothermique et son territoire, suite aux grandes évolutions, laisse un héritage d'infrastructures délaissées (ex : la « ligne fantôme » du métro) pouvant profiter à l'émergence de la mobilité active.

Une première partie s'intéressera au principe de fonctionnement des exploitations géothermiques, ainsi qu'aux règles régissant leurs localisations dans le territoire. Ensuite, le travail expliquera pourquoi il est intéressant, à Charleroi, d'associer l'énergie géothermique à un réseau de chaleur. Pour finir, un retour critique sur des projets existants sera réalisé afin de comprendre l'intérêt de privilégier un réseau de chaleur collectif plutôt que différents réseaux de chaleur individuels. Une seconde partie expliquera ce qu'est la mobilité active. Ensuite, ce que peut apporter cette mobilité sur le territoire de Charleroi, et plus particulièrement les alternatives qu'elle inspire, ainsi que son pouvoir en terme de réutilisation d'infrastructures « déchets » et des ressources de la ville. Et enfin, cette partie démontrera que la mobilité active permet d'enrichir l'intermodalité lors des déplacements. Une troisième partie démontrera, en vue de lutter contre la précarité, pourquoi il est pertinent d'associer l'énergie géothermique avec la mobilité active en créant un réseau de chaleur et de mobilité collectif permettant de nouveaux impacts spatiaux et programmatiques à explorer en tant qu'architecte urbaniste. Pour finir, nous établirons une conclusion permettant de développer une hypothèse de projet.

⁴⁵Cfr : p. 23

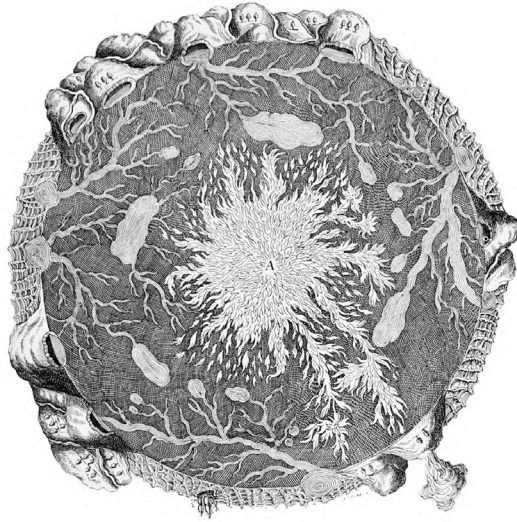


Figure 18
Athanasius Kirsher (géologue du XVII^{ème} Siècle)
La terre comme boule de magma

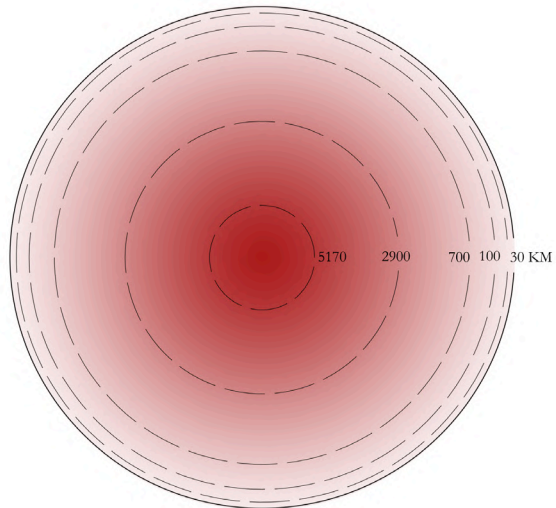


Figure 19
La chaleur et profondeur de la terre
Réalisé par les auteurs

4.1 LA GÉOTHERMIE

En Belgique, à partir d'une profondeur de 10 m et jusqu'à environ 100 m, la température du sous-sol est assez stable et varie entre 10°C et 15°C. A partir de 100 m de profondeur, la température du sous-sol augmente en moyenne de 3°C par 100 m. Ce taux est appelé gradient géothermique des températures et traduit donc l'augmentation de la température en sous-sol en fonction de la profondeur⁴⁶.

Selon le département de l'énergie de la DGO4, cette chaleur terrestre émane « pour l'essentiel (80-90%) de la désintégration radioactive dans les roches des atomes fissiles (Uranium, Thorium, Potassium) qu'elles contiennent. Le reste (10%) est le reliquat de la chaleur de formation initiale, il y a 4,5 milliards d'années »⁴⁷. Cette chaleur terrestre est l'énergie géothermique et est définie à l'article 2 de la Directive européenne 2009/28/CE comme : « l'énergie emmagasinée sous forme de chaleur sous la surface de la terre solide »⁴⁸. Cette définition fixe bien le cadre de la géothermie. Cependant, au vu des grandes différences présentes dans les projets géothermiques, elle n'en reste pas moins trop générale.

Dans la littérature, les projets géothermiques sont généralement classés soit en fonction du paramètre de la profondeur soit sur base de la température du fluide. Au vu de la complexité de la géologie wallonne, il est vrai que le gradient géothermique des températures varie légèrement en fonction de la localisation alors que le paramètre de la profondeur reste quant à lui stable d'un site à l'autre. Cependant, la localisation d'un puits géothermique dans un territoire donné est fonction du type d'énergie produit qui est lui-même conditionnée avant toute chose par la température du fluide⁴⁹.

Le paramètre de la température du fluide pour la classification des projets géothermiques est donc le plus intéressant en vue d'une approche spatiale. Dès lors, on parle de géothermie très basse, basse, moyenne et de haute enthalpie. Les définitions de ces termes ont été élaborées sur base des définitions données par le département de l'énergie de la DGO4⁵⁰. Elles sont explicitées ci-dessous.

46 DGO4 : <<https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/rapport-final-plateforme-geothermie-rw-dgo4.pdf?ID=30511>>.

47 DGO4 : <<https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/rapport-final-plateforme-geothermie-rw-dgo4.pdf?ID=30511>>.

48 JOURNAL OFFICIEL DE L'UNION EUROPÉENNE: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&qid=1545647522168&from=FR>>.

49 DGO4 : <<https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/rapport-final-plateforme-geothermie-rw-dgo4.pdf?ID=30511>>.

50 DGO4 : <<https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/rapport-final-plateforme-geothermie-rw-dgo4.pdf?ID=30511>>.



Photo 25
Construction d'un réseau de chaleur à Amiens (France)



Photo 26
Stockage de Chaleur

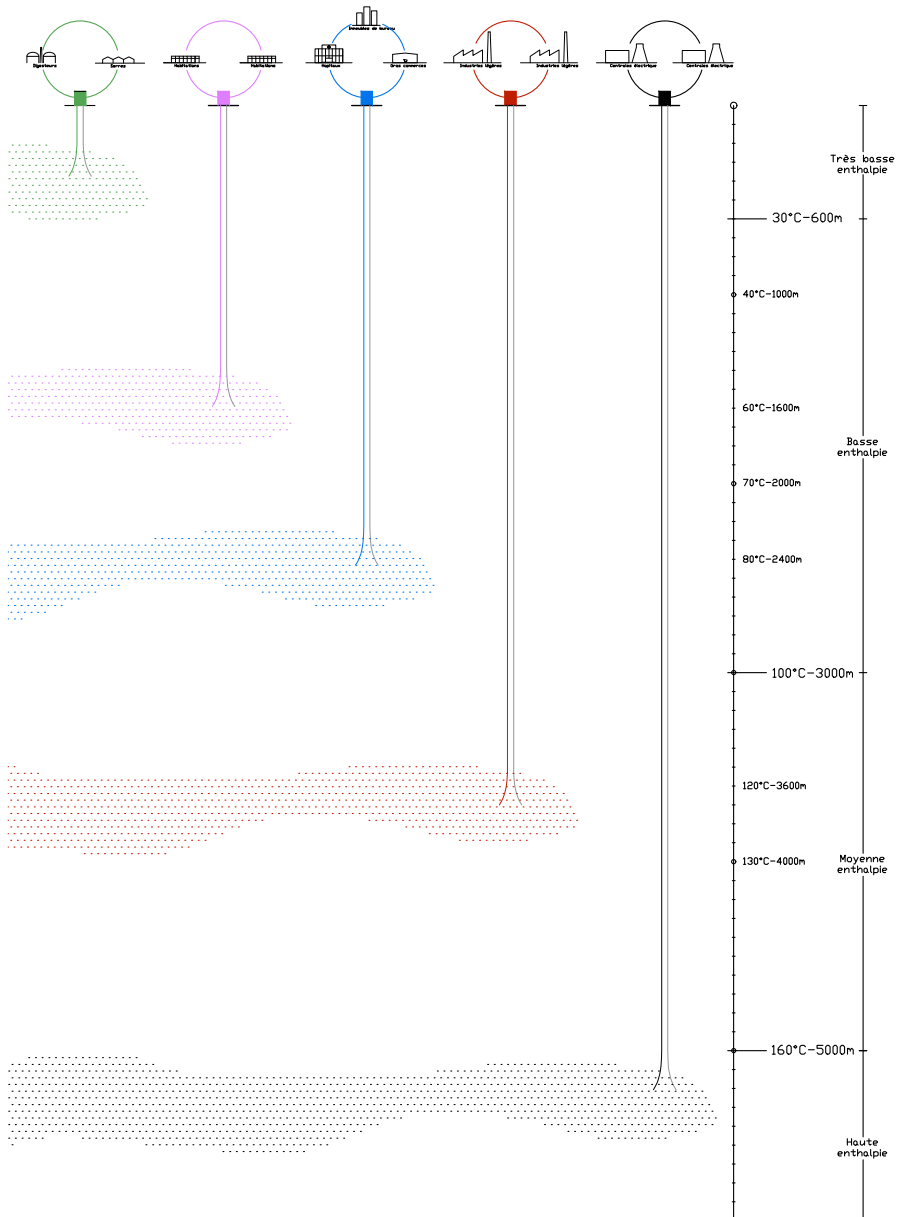


Figure 20
Classification des projets géothermiques
Réalisé par les auteurs

- La géothermie de très basse enthalpie

La géothermie de très basse enthalpie concerne des températures du sous-sol inférieures à 30°C. En Belgique, son exploitation est possible à des profondeurs inférieures à 600 m. Elle est généralement utilisée pour chauffer des serres, piscicultures etc.

- La géothermie de basse enthalpie

La géothermie de basse enthalpie requiert des températures du sous-sol supérieures ou égales à 30°C mais inférieures à 100°C. En Belgique, son exploitation est possible à des profondeurs comprises entre 600 et 3 000 m. Elle est généralement utilisée pour des systèmes de chauffage urbain alimentant des maisons, écoles, hôpitaux etc.

- La géothermie de moyenne enthalpie

La géothermie de moyenne enthalpie requiert des températures du sous-sol comprises entre 100°C et 160°C. En Belgique, son exploitation est possible à des profondeurs comprises entre 3 000 et 5 000 m. Si auparavant, ces températures n'étaient utiles que pour les besoins de chaleur des industries, les récentes évolutions technologiques des centrales électriques dites binaires permettent désormais de produire, avec ou sans récupération de chaleur, de l'électricité à partir d'une température de 90°C. En effet, *l'étude des obstacles à la géothermie (basse et haute énergie)* menée par la DGO4 estime que « des réservoirs avec une température de 90°C pourraient être considérés comme utiles pour la production d'électricité, alors qu'auparavant une température de 150°C était considérée comme un prérequis pour la production d'électricité »⁵¹.

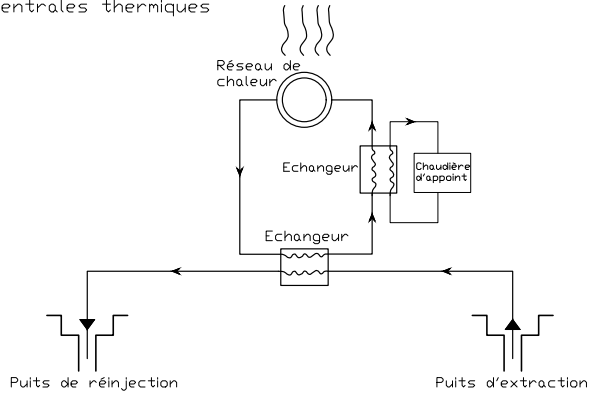
- La géothermie de haute enthalpie

Lorsque le sous-sol dépasse la température de 160°C, on parle alors de géothermie de haute enthalpie. En Belgique, son exploitation est possible à des profondeurs supérieures à 5 000 m. Dans ce cas, le coût du KWh devient meilleur marché et améliore automatiquement la rentabilité de la plateforme géothermique. En effet, toujours selon *l'étude des obstacles à la géothermie (basse et haute énergie)*, la production d'électricité est actuellement estimée économiquement rentable si « le réservoir géothermique atteint une température supérieure à 150 °C et est rencontré à de faibles profondeurs. La ressource doit donc se trouver dans une région où le gradient géothermique est normal (~30 °C/km) ou au-delà de la normale »⁵².

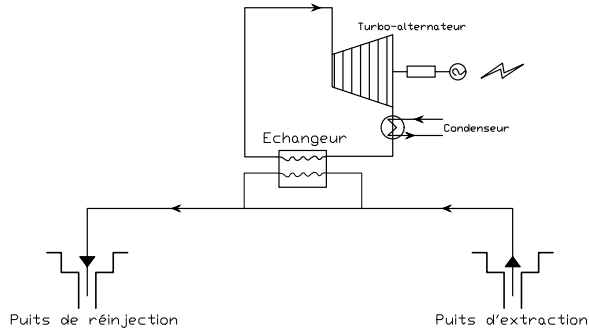
51 DGO4 : <<https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/rapport-final-obstacles-a-la-geothermie-profonde-rw-dgo4.pdf?ID=30510>>.

52 DGO4 : <<https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/rapport-final-obstacles-a-la-geothermie-profonde-rw-dgo4.pdf?ID=30510>>.

Principe des centrales thermiques



Principe des centrales électriques



Principe des centrales de cogénération

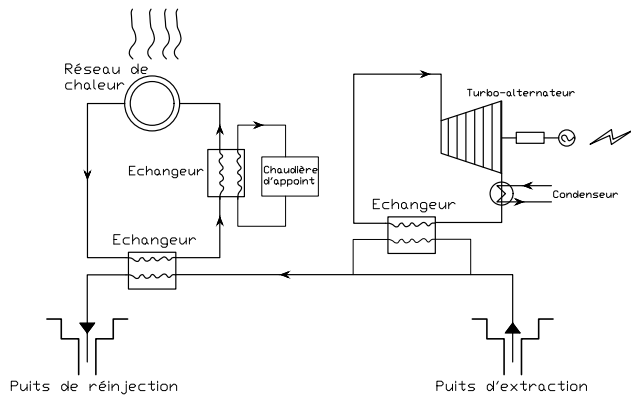


Figure 21
Fonctionnement des centrales géothermiques
Réalisiert par les auteurs

4.1.1 Principe de fonctionnement des exploitations géothermiques

Les exploitations géothermiques, comme l'explique le département de l'énergie de la DGO4⁵³, fonctionnent selon un schéma très simple qui se compose de trois éléments, à savoir :

- Un puits d'extraction :

Un premier forage est effectué afin d'atteindre le réservoir géothermique. Ce premier puits permet l'extraction des eaux géothermales jusqu'à la surface de la terre.

- Une centrale géothermique :

Les équipements contenus dans les centrales géothermiques varient en fonction de la forme d'énergie recherchée (chaleur, électricité ou cogénération). Dans le cas d'une production de chaleur, la centrale contient des échangeurs de chaleurs et dans le cas d'une production d'électricité, celle-ci est équipée de turbines à vapeur.

- Un puits de réinjection :

Une fois que le fluide géothermique a communiqué son énergie à la centrale, celui-ci est réinjecté au moyen d'un second puits appelé puit de réinjection. La réinjection est nécessaire pour ne pas épuiser le réservoir géothermique.

53 DGO4 : <<https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/rapport-final-plateforme-geothermie-rw-dgo4.pdf?ID=30511>>.



Photo 27
Centrale thermique géothermique de Saint-Ghislain (Proche de Mons)



Photo 28
Centrale électrique géothermique de Soultz-sous-Forêts (France)

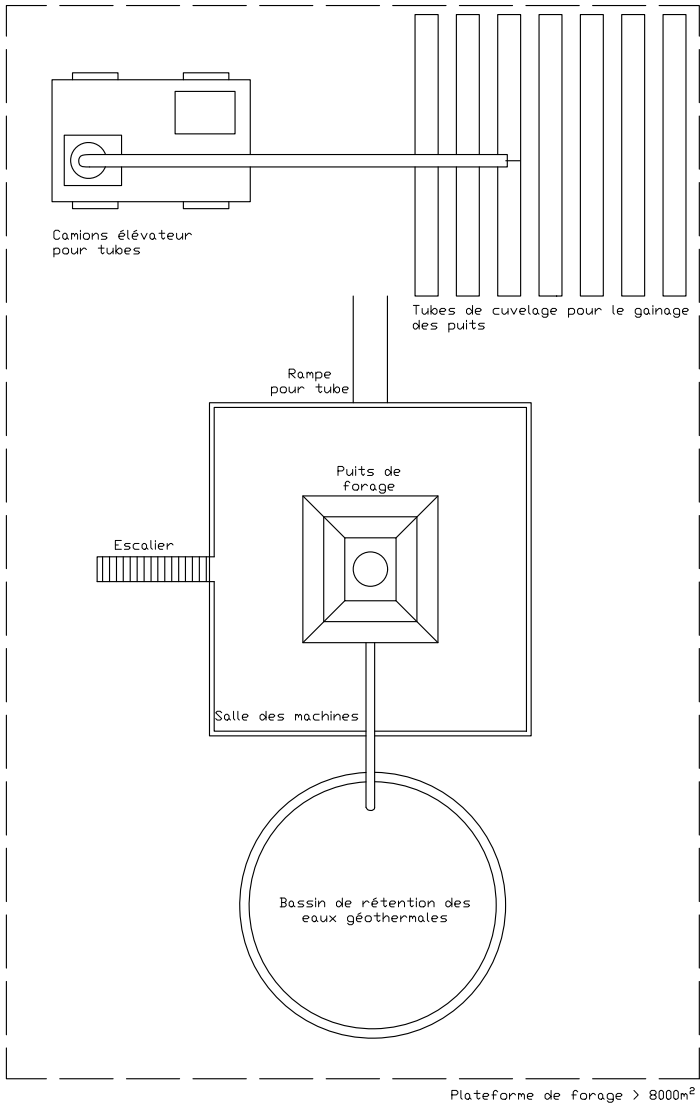


Figure 22
Emprise au sol d'une plateforme de forage en chantier
Réalisé par les auteurs

4.1.2 Principe de localisation des exploitations géothermiques

Par rapport aux autres sources d'énergie renouvelables, telles que l'énergie éolienne, solaire ou biomasse, pour une même production d'énergie, la géothermie a pour avantage important d'être presque « invisible ». Son emprise au sol est minime et rend donc possible son intégration dans un tissu urbanisé. A l'instar des autres énergies renouvelables, l'énergie géothermique exploite non pas des couches en surface mais plutôt des couches en sous-sol ce qui a pour effet de produire une énergie renouvelable qui s'intègre de manière peu intrusive dans un territoire donné⁵⁴.

Si les exploitations géothermiques, une fois réalisées, ont une faible empreinte spatiale, le chantier quant à lui nécessite beaucoup d'espace étant donné que des forages de plusieurs km doivent être effectués. En effet, l'emprise au sol d'une plateforme de forage pour la géothermie profonde est d'environ 8 000 m² et en milieu urbain, il est impératif d'utiliser des techniques de forage silencieuses pour limiter les nuisances pendant la phase de chantier⁵⁵.

De plus, il est essentiel de respecter une distance minimale de 3 km entre chaque exploitation géothermique⁵⁶. Si cette règle n'est pas respectée, la circulation des eaux géothermales au sein du réservoir géologique risque d'être perturbée et cela entraînerait potentiellement un refroidissement du réservoir géothermique.

La localisation des exploitations géothermiques est également fonction du type d'énergie produite. En effet, dans le cas d'une production de chaleur, une forte densité d'habitat à proximité immédiate est indispensable alors que dans le cas d'une production d'électricité, la présence d'une ligne électrique à haute tension est nécessaire⁵⁷.

54 LABORUMTE : <https://www.vlaamsbouwmeester.be/sites/default/files/uploads/20151216_ADG_no_bleed_A4_web.pdf>.

55 GEOTHERMIE PERSPECTIVES : <<http://www.geothermie-perspectives.fr/article/forage-autres-techniques-daccés-ressource>>.

56 LABORUMTE : <https://www.vlaamsbouwmeester.be/sites/default/files/uploads/20151216_ADG_no_bleed_A4_web.pdf>.

57 DGO4 : <<https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/rapport-final-plateforme-geothermie-rw-dgo4.pdf?ID=30511>>.



Photo 29
Tube de coulage utilisé pour le gainage d'un puits de forage géothermique
Munich (puits de +/- 3000 mètres)

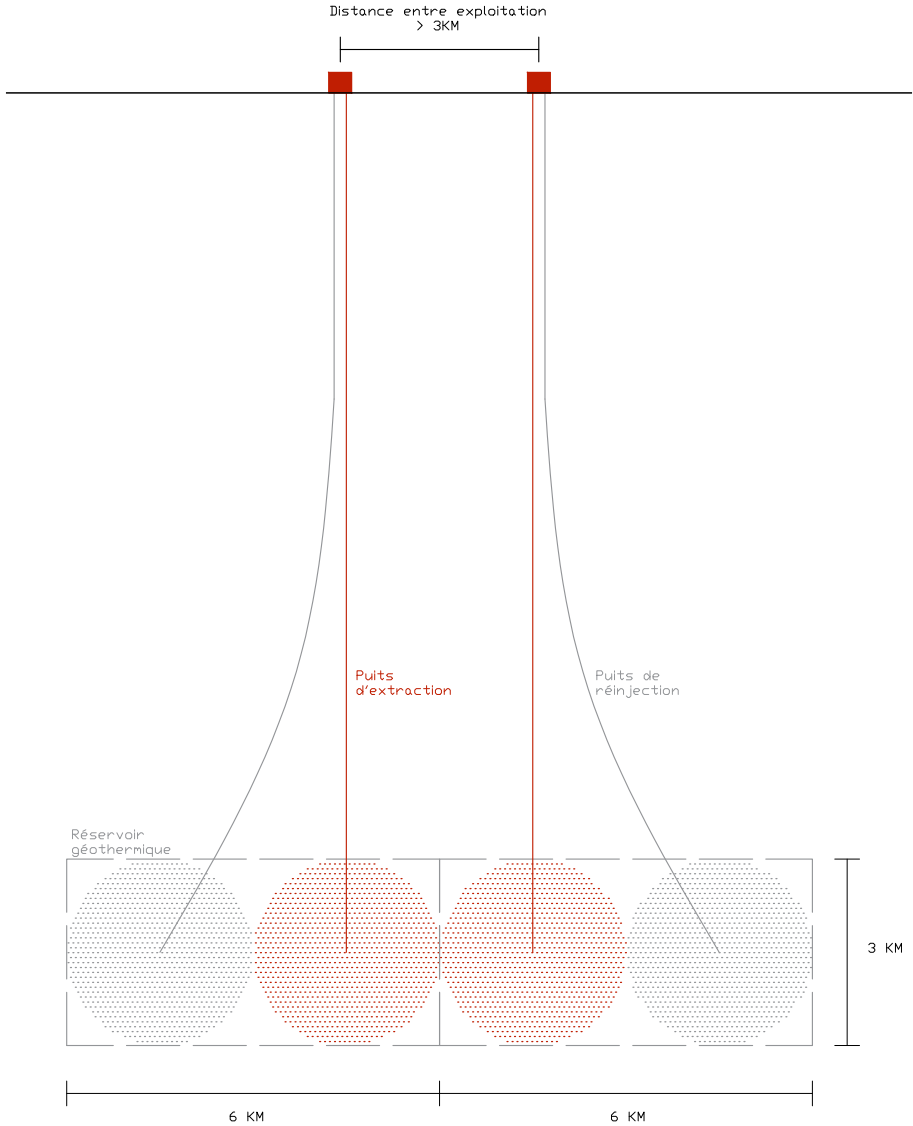


Figure 23
Principe de localisation des exploitations géothermiques
Réalisé par les auteurs



Photo 30
Plateforme de forage de station géothermique de Mol (Province d'Anvers)
Puits de forage de +/- 4000 mètres

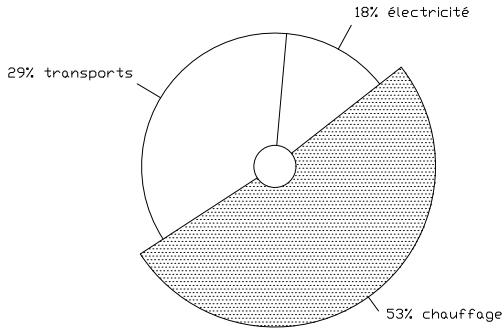


Photo 31
Plateforme de forage de station géothermique de Mol (Province d'Anvers)
Zoom sur le puits de forage



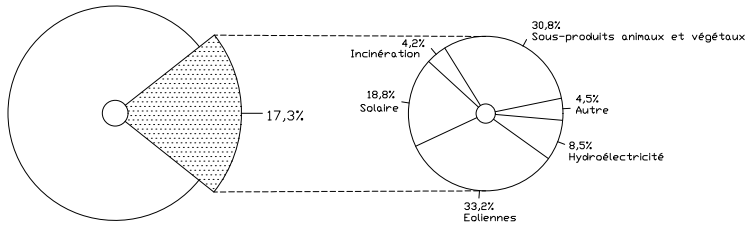
Photo 32
Plateforme de forage de station géothermique de Mol (Province d'Anvers)
Vue d'ensemble

Part des besoins de chaleur totaux dans la consommation d'énergie finale totale en 2012



Wallonie
124 TWh
2012

Part des énergies renouvelables dans la production nette d'électricité totale en 2016



Part des énergies renouvelables dans la production nette de chaleur totale en 2016

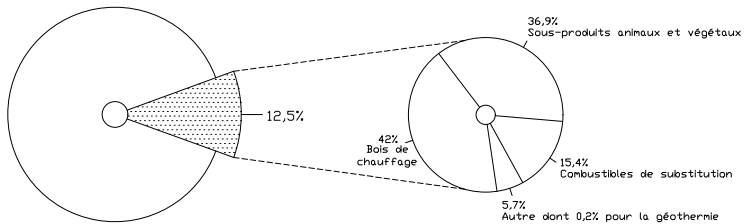


Figure 24
Graphiques de la consommation énergétique wallonne
Réalisé par les auteurs

4.1.3 Différentes formes d'énergie pour la géothermie

L'énergie géothermique peut servir à produire soit de l'électricité soit de la chaleur ou encore les deux à la fois par cogénération. Dès lors, quelle forme d'énergie vaut-il mieux produire à Charleroi?

En Wallonie, plus de la moitié de la consommation énergétique est consacrée à la production de chaleur. Selon l'IWEPS, en 2012, la consommation d'énergie finale totale de la Wallonie s'élevait à 124 TWh. Sur l'ensemble de cette demande, la consommation d'énergie finale en électricité et en transport représentent respectivement 18% (23 TWh) et 29% (36 TWh)⁵⁸ tandis que les besoins de chaleur totaux, tous secteurs confondus, équivalent à 53% (65 TWh)⁵⁹. Toujours selon l'IWEPS, la part des énergies renouvelables dans la production nette d'électricité totale équivaut à 17,3% (4 TWh) alors que celles-ci assurent à peine 12,5% (8 TWh) des besoins de chaleurs totaux⁶⁰. Dans le journal L'ECHO, le 26 janvier 2019, Fawaz Al Bitar, conseiller chez Edora (la fédération des entreprises actives dans les énergies renouvelables), explique que si la Belgique est en avance sur ses objectifs en matière de part d'énergies renouvelables dans l'électricité, elle est cependant en retard sur la part que les énergies renouvelables représentent dans le chauffage⁶¹. Pour arriver à l'objectif de zéro émissions de CO₂ d'ici 2050, il est donc primordial d'augmenter la part d'énergies renouvelables dans le chauffage en Wallonie et à Charleroi.

De plus, comme expliqué par Madame Petitclerc, géologue du Service géologique de Belgique, la méconnaissance du potentiel exact de la géothermie profonde à Charleroi rend impossible, dans un premier temps, la production d'électricité. Contrairement à la production de chaleur, si la température et le débit d'eau géothermale attendus ne sont pas atteints par le forage, la production d'électricité est rendue impossible alors que dans le cas de la chaleur, une pompe à chaleur de type air/air peut palier à la différence de température obtenue⁶².

Par conséquent, il est préférable de développer tout d'abord des plateformes géothermiques produisant de la chaleur pour la ville de Charleroi. Ces projets permettront d'établir par la suite des modèles fiables des structures du sous-sol en profondeur indispensables à la production d'électricité.

58 IWEPS : < https://walstat.iweps.be/walstat-catalogue.php?indicateur_id=811400>.

59 IWEPS : < <http://clusters.wallonie.be/servlet/Repository/dg04-presentation-cluster-tweed-v-3-0.pdf?ID=102261&saveFile=>>.

60 IWEPS : < <https://www.iweps.be/indicateur-statistique/part-denergie-renouvelable-consommation-energetique/>>.

61 L'ECHO : < <https://www.lecho.be/entreprises/energie/la-belgique-a-la-traine-dans-les-renouvelables/9976060.html>>

62 PETITCLERC, Estelle: explication donnée lors de l'entrevue du 15.02.2019

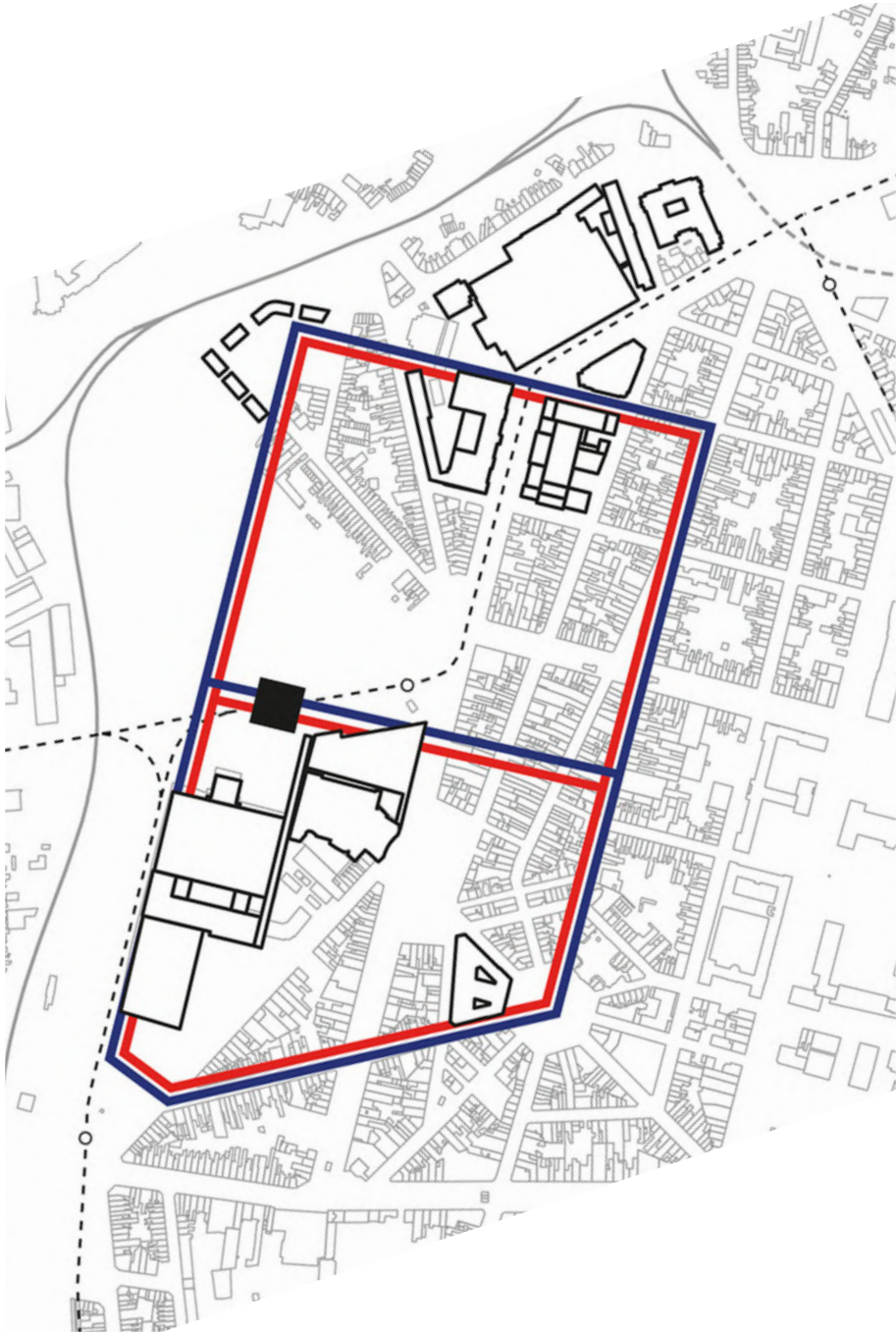


Figure 25
Réseau de Chaleur du projet Charleroi District Créatif (CDC)

4.1.4 Un réseau de chaleur collectif

Un réseau de chaleur collectif permet de répondre aux besoins de chaleur d'un quartier ou d'une ville. La température du réseau de chaleur dépend des fonctions desservies. L'industrie légère, le tertiaire et l'habitat ont respectivement des températures de fonctionnement de 120 °C, 80 °C et 60 °C⁶³.

Le Plan d'Actions en faveur de l'Energie Durable et du Climat (PAEDC) nous renseigne que le projet Charleroi District Créatif (CDC) prévoit de créer un réseau de chaleur dont les unités de production sont des chaudières gaz. Ce réseau alimentera : le Palais des Beaux-Arts, le Palais des Expositions et le Centre de Congrès⁶⁴. Il s'agit donc d'un réseau de type rinçage desservant un seul type de fonction, à savoir le tertiaire (80°C). En d'autres termes, il s'agit d'un réseau monofonction qui ne permet pas de récupérer les résidus de chaleur.

Il n'est pas étonnant de voir que ce réseau sera alimenté par 3 chaudières gaz au lieu de l'énergie géothermique. En effet, avant le 24 janvier 2019, la Wallonie ne disposait pas d'une « garantie régionale pour le risque géothermique ». Jusqu'il y a peu, l'un des principaux obstacles au développement de projets géothermiques était le risque financier lié à la possibilité de ne pas trouver de ressources. Cette garantie favorisera probablement les investissements pour la production de chaleur à partir d'énergie géothermique en Wallonie et à Charleroi⁶⁵.

Selon Dirk Sijmons, architecte fondateur de Landscape architect, la solution la plus optimale, lorsque le sous-sol d'une région possède un potentiel géothermique, est de développer des réseaux de chaleur collectifs avec récupération de chaleur résiduelle⁶⁶. Le projet Charleroi District Créatif (CDC) n'utilise pas cette solution mais les prochains réseaux de chaleur de Charleroi pourront se développer selon ce principe.

Pour maximiser le rendement du réseau de chaleur, il est intéressant de travailler avec un réseau multifonction. Contrairement à un réseau monofonction, ce type de réseau permet de lier toutes les boucles de température entre-elles au moyen d'échangeurs de chaleur. L'intérêt de ce type de réseau est de pouvoir utiliser le résidu de température pour alimenter le réseau suivant. De cette manière, le retour de température des industries d'environ 80°C peut servir au réseau tertiaire. Dans la même logique, le résidu de température des fonctions tertiaires peut ensuite servir à l'habitat. Le dernier résidu de chaleur qui est à environ 30°C peut ensuite servir à la création de nouveaux programmes

63 LABO RUIJTE : <<https://www.vlaamsbouwmeester.be/nl/nieuws/rapport-energielandschappen>>.

64 BOTMAN : <https://www.charleroi.be/sites/default/files/kcfinder/files/paedc/PAEDC_Ville%20de%20Charleroi_v50%20ConseilCo%20170904.pdf>

65 GOUVERNEMENT WALLON : < <http://gouvernement.wallonie.be/home/presse/publications/une-garantie-regionale-pour-le-risque-geothermique.publicationfull.html> >

66 SIJMONS : <<https://www.dropbox.com/s/z5hm9thtejudp8/20171108%20Energie%20en%20Ruitte%202e%20druk%20HR.pdf?dl=0>>

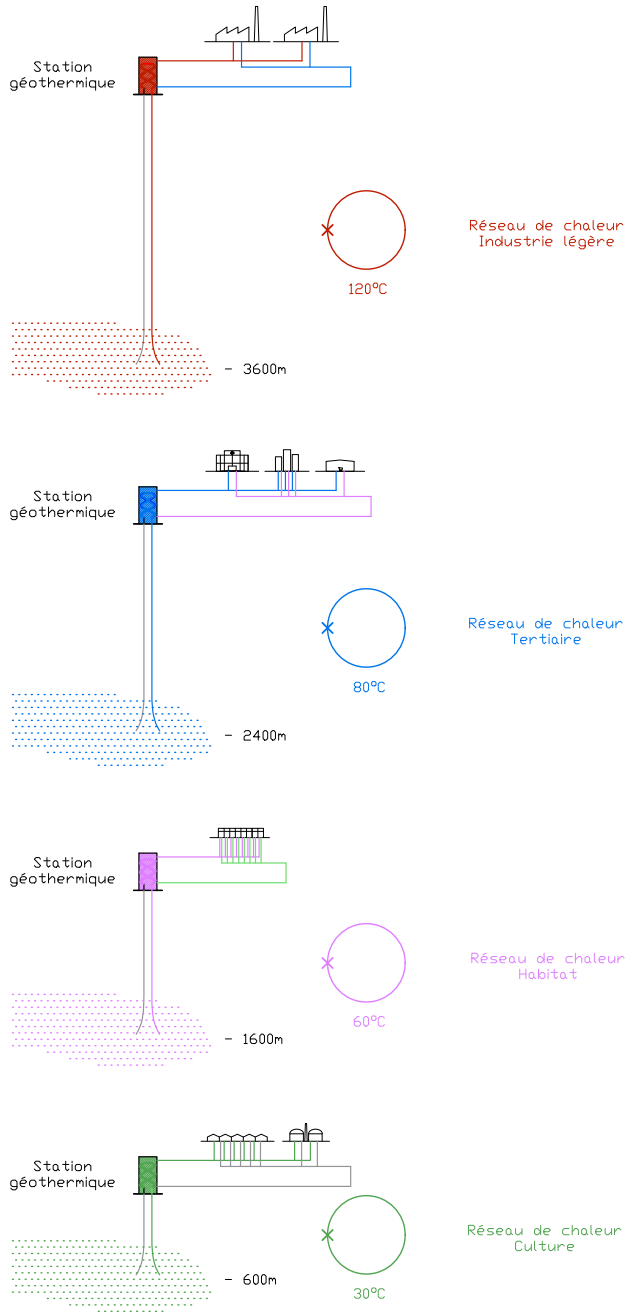


Figure 26
Réseau de chaleur de type rinçage (monofonction)
Réalisé par les auteurs

telles que des piscines et serres urbaines ou encore des piscicultures urbaines. Un réseau de chaleur de ce type se constitue généralement de 4 éléments, à savoir :

- Une ou des unités de production de chaleur

Dans ce cas-ci, les unités de production de chaleur sont des exploitations géothermiques mais le réseau peut également s'ouvrir à d'autres producteurs de chaleur telles que des centrales à biomasse, de valorisation énergétique etc.

- Un système de distribution

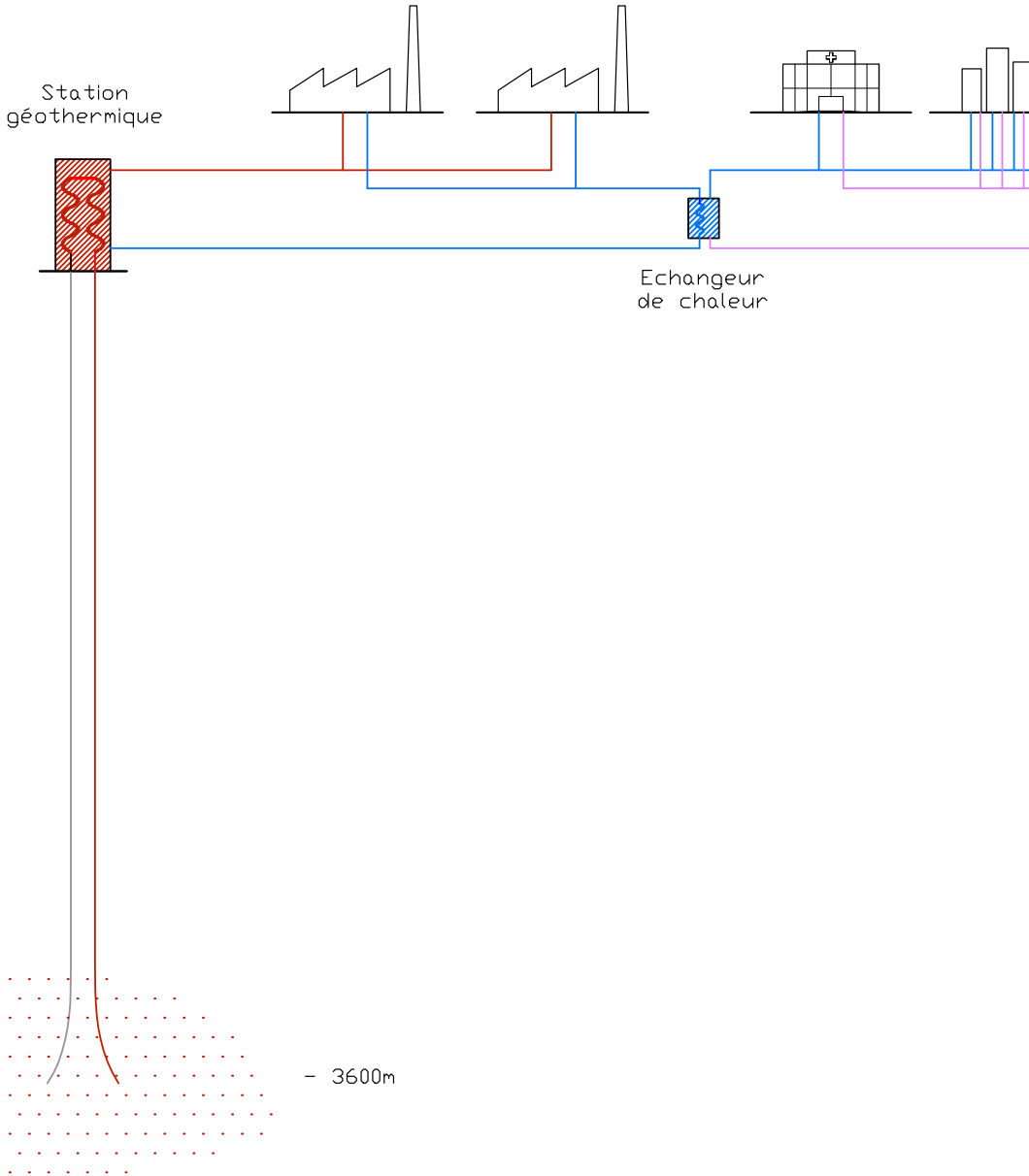
La chaleur produite est distribuée via un réseau de conduites calorifugées. Celles-ci sont généralement placées sous terre, en dessous du pied de gel. Chaque conduite se compose de deux orifices qui permettent un sens aller et retour depuis les unités de production.

- Des sous-stations

Chaque bâtiment relié au système de distribution est équipé d'une sous-station qui permet de transmettre la chaleur du réseau collectif vers le circuit individuel du bâtiment. Généralement la sous-station est également composée d'un compteur de chaleur qui permet d'étudier et d'anticiper la demande du bâtiment en terme de chaleur.

- Des stockages de chaleur

Les exploitations géothermiques, contrairement aux autres sources d'énergie renouvelable, produisent de la chaleur pendant toute l'année de manière continue et permanente. Lorsque la production de chaleur dépasse la demande, il est possible d'emmagasiner cet excédent de chaleur et de l'utiliser ultérieurement. Ce stockage peut être journalier, hebdomadaire ou encore inter-saisonnier. Le stockage a pour avantage de permettre un équilibrage entre les différentes heures d'une journée, jours d'une semaine ou saisons d'une année.



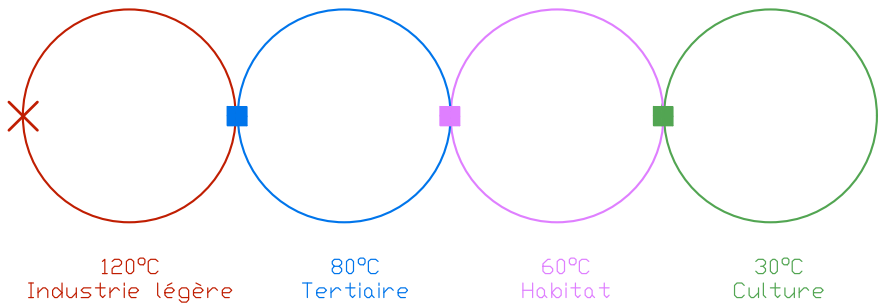
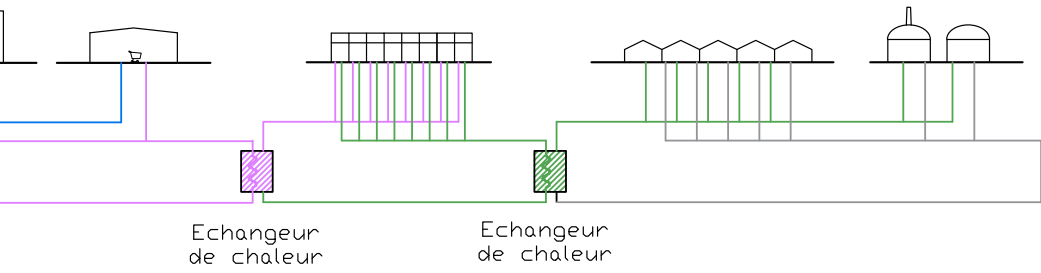


Figure 27
Réseau de chaleur de type cascade (multifonction)
Réalisé par les auteurs

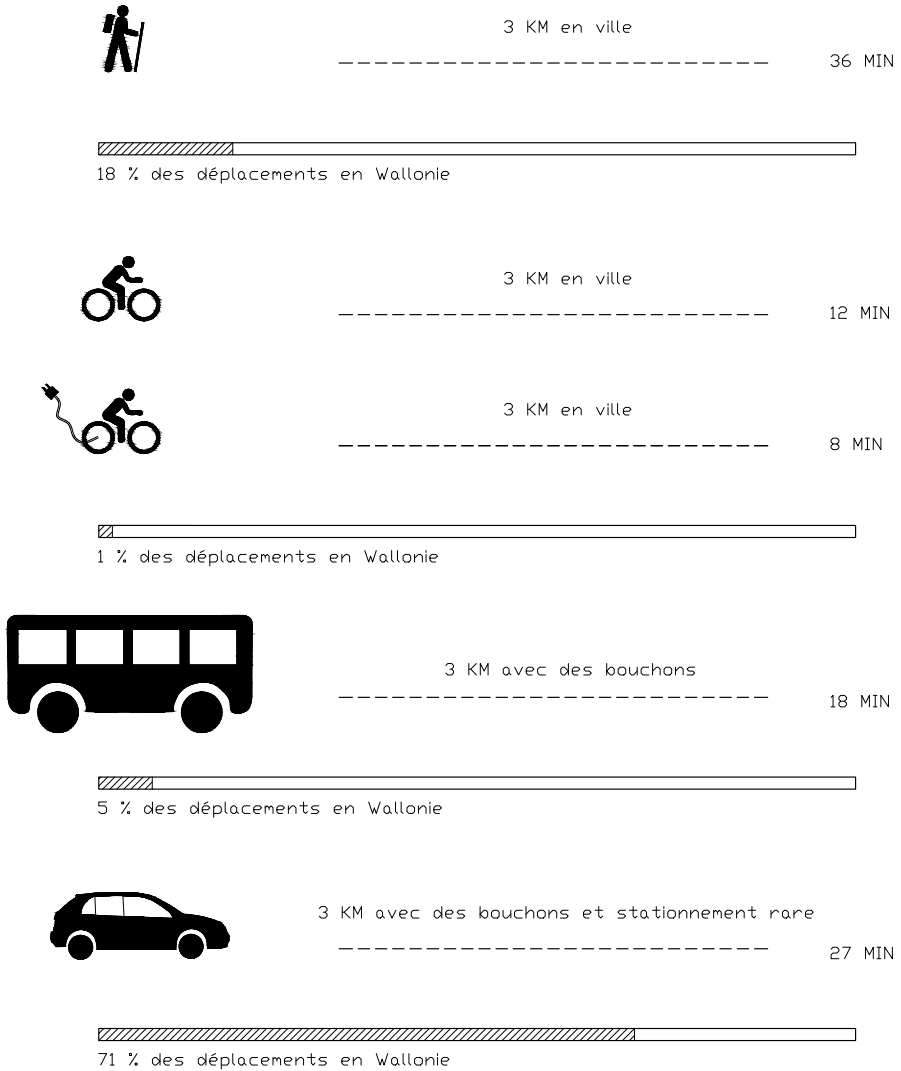


Figure 28
Mode de transport : temps pour 3km en ville
Réalisé par les auteurs

4.2 LA MOBILITÉ ACTIVE

Qu'est ce que la mobilité active ? Cette mobilité comprend tous les modes de déplacements qui demandent la force motrice humaine. Les deux principales façons de se déplacer sont entre autres la marche et le vélo. Cependant, il existe d'autres manières pour circuler comme par exemple : la planche à roulettes, les rollers ou encore la trottinette, qui font également partie de cette mobilité. Même si la force motrice humaine est l'atout des déplacements actifs, aujourd'hui, on remarque que des assistances électriques peuvent alléger l'effort musculaire. Les enjeux de cette mobilité sont d'apporter un cadre de vie plus sociale et plus naturel pour les citoyens, mais aussi de permettre la diminution des effets négatifs de l'activité humaine sur l'environnement.⁶⁷

En Wallonie, la topographie n'aide pas les déplacements actifs à vélo. Par contre, comme le dit la Direction Générale Opérationnelle des routes et des bâtiments (DGO1) : « L'utilisation d'un vélo électrique permet de se libérer de ces contraintes et de parcourir, sans effort, des pentes allant jusqu'à 12% sur des distances beaucoup plus longues. Par conséquent, il devient possible d'envisager de nouveaux itinéraires cyclables pour lesquels la contrainte du relief ne peut plus être considérée comme un facteur strictement réhibitoire »⁶⁸.

Dans le cas de Charleroi, comme mentionné ci-dessus, le schéma de mobilité actuel intègre la voiture (très développé), les transports en commun (peu développés), mais la mobilité active reste quant à elle sous développée en terme de déplacements quotidiens. Réfléchir à un réseau de mobilité active, c'est apporter une vision durable et responsable sur son territoire, c'est-à-dire, favoriser la proximité des lieux d'intérêts (commerces, écoles, loisirs, etc.). Les déplacements actifs doivent pouvoir se faire plus facilement et en sécurité. L'apport de cette mobilité doit devenir une alternative à l'automobile et une complémentarité aux moyens de transports existants. L'objectif n'est pas de créer une mise en opposition des différents modes de transport. La mobilité active semble être une réponse possible aux besoins de mobilité de la ville polycentrique de Charleroi et entraîne une dynamique opposée à celle de l'étalement urbain.

67 Informations tirées de : ÉCOHABITATION : <<https://www.ecohabitation.com/guides/2929/laces-a-la-mobilite-active/>>

68 DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE DES ROUTES ET DES BÂTIMENTS (DGO1) : <https://ravel.wallonie.be/files/pdf/Documentation/Amenagements_cyclables/Fiche_VAE.pdf>



Figure 29
Schéma de mobilité actuel - La voiture très développée
Réalisé par les auteurs



Figure 30
Schéma de mobilité actuel - Le métro peu développé
Réalisé par les auteurs



Photo 33
Cora Châtelaineu



Photo 34
City Nord Gosselies



Photo 35
Ville 2 Charleroi

4.2.1 Une mobilité alternative

Aujourd'hui, les déplacements se font principalement en voiture. Les pôles économiques sont situés le long de la Sambre et du canal Bruxelles-Charleroi (proche du chemin de fer), et les nouveaux pôles sont implantés le long de l'autoroute E42, l'axe de transport le plus convoité. Les services se localisent principalement proche des chaussées dédiées principalement à la voiture. Et les rues qui composent l'habitat ne sont réservées qu'au passage et au stationnement des véhicules. Malheureusement, malgré son succès, la voiture n'est pas le moyen de transport le plus durable pour l'avenir.⁶⁹

L'organisation du territoire de Charleroi se fait autour de plusieurs centres (pôles) où il y a une certaine attractivité et un dynamisme. Néanmoins, ces polarités tombent à l'abandon depuis la fusion des communes, suite au déplacement réalisé essentiellement à partir de l'automobile. En effet, celle-ci permet des distances plus longues et effectuées en un temps plus court. Par exemple elle permet de se déplacer vers les grands centres commerciaux comme Cora (Châtelineau), Ville 2 (le nord du centre de Charleroi), ou encore City-Nord (Gosselies). Les déplacements vers ces nouveaux centres affaiblissent les déplacements doux pour se rendre dans les petits commerces au cœur des anciens centres communaux. En conséquence, lorsque les déplacements vers ces petits commerces se réalisent, l'automatisme d'utiliser l'automobile prend le dessus.

Étant polycentrique, Charleroi n'est pas une ville où l'on dépend de son centre. Chaque noyau dispose d'une multitude de fonctions pour être indépendant. Cependant, suite à la voiture, les longs déplacements vers les grands centres sont souvent privilégiés plutôt que les courts déplacements vers les centres de proximité. La stratégie idéale serait de diminuer la dépendance à la voiture et de permettre pour des déplacements courts d'autres moyens de mobilité. Un exemple type pourrait être la place Destrée à Gilly (une commune de Charleroi). D'ailleurs, comme le précise l'extrait des intentions des auteurs de projet de CENTRAL (office for architecture and urbanism) dans *Charleroi Bouwmeester* : « Le square potentiel qui se trouve derrière l'hôtel de ville de Gilly est aujourd'hui entièrement dédié au stationnement. Les programmes qui l'entourent, Hôtel de Ville, école, complexe sportif et logements en font un lieu stratégique pour devenir une centralité publique importante pour le quartier. Notre projet propose de libérer cette espace du stationnement et permettre aux différentes fonctionnalités de s'exprimer sur celui-ci »⁷⁰. Pour compléter cette vision de projet, l'apport de mobilité alternative comme la mobilité active doit aussi être réfléchi, puisque le double enjeux pourrait être de réactiver cette place et de s'y rendre autrement qu'en voiture. De plus, cette place dispose d'arrêts de métro léger et est déjà largement desservie par l'automobile, ce qui fait qu'y ajouter un autre moyen de déplacement pour s'y rendre permettrait plus d'alternatives en terme de mobilité.

⁶⁹ Cfr. p. 27.

⁷⁰ CENTRAL : <<http://www.charleroi-bouwmeester.be/gilly>>



Photo 36
Place Destrée Gilly



Photo 37
Place Destrée Gilly
CENTRAL (office for architecture and urbanism)



Photo 38
Place Émile Vandervelde Montignies-sur-Sambre



Photo 39
Place Mattéoti Jumet



Figure 31
Le RAVEL en Wallonie et à Charleroi
Réalisé par les auteurs

Un réseau autonome de voies lentes (RAVeL) existe dans la ville « Carolos » et en Wallonie, celui-ci se compose de 1.400 km de chemins réservés aux piétons, cyclistes, cavaliers mais également aux personnes à mobilité réduite. Il est composé de voies vertes aménagées sur les chemins de halage, ainsi que de l'ancienne ligne 119 de chemin de fer vicinale (la Houillère) et comprend 45 itinéraires locaux. Ces itinéraires locaux sont progressivement reliés entre eux pour former 10 itinéraires régionaux ainsi que 4 itinéraires internationaux couvrant le territoire wallon⁷¹. Ce tracé intercepte la Sambre à Châtelet et le canal à Roux. Il est important de signaler que le RAVeL n'est aujourd'hui considéré que pour les balades en famille et les randonnées. Dans une vision de mobilité alternative à la voiture, le vélo doit intervenir. Charleroi dispose en réalité d'une boucle disponible pour les déplacements à vélo, mais trop peu intégrée dans la vie et le déplacement quotidien des habitants, sauf pour les promenades du week-end.

La création d'un réseau de mobilité active peut réinstaurer différentes valeurs (paysagère, sociale, environnementale, économique, ...) mais il peut également redonner d'autres valeurs au RAVeL déjà présent à Charleroi comme compléter ce réseau existant et le rendre complémentaire aux autres moyens de mobilité. De plus, cette mobilité s'inscrit dans une logique d'activation favorable à une ville polycentrique puisque le RAVeL permet déjà actuellement les liens entre divers espaces verts, cependant il faudrait accentuer le lien entre les différents centres urbains et ces espaces verts. Enfin, un projet pour la création du nouveau Grand Hôpital De Charleroi, qui devrait ouvrir ses portes en 2024, s'inscrit le long du réseau de voies lentes et à l'intersection de la route de la basse-Sambre, ainsi que du R3. Sur le site Internet du GHDC⁷², il est mentionné que l'hôpital prendra place dans un parc de 17 hectares et la zone non-construite sera aménagée en un parc respectant et développant une logique d'appui par la biodiversité et les fonctions vertes liées au parc. En s'inscrivant à la stratégie d'implantation du GHDC, densifier le maillage vert existant intégrant le réseau de RAVeL complété par un réseau complet de déplacements actifs ne peut qu'enrichir de nouveaux modes de déplacement.

Pour finir, de ces constats, il est utile de comprendre que Charleroi doit évoluer vers une mobilité alternative comme la mobilité active, encore trop peu considérée. Le RAVeL à lui seul ne permet pas un déplacement quotidien, il faut l'enrichir avec un réseau de mobilité active complet permettant de circuler sur des axes comme les chaussées et les voiries, et ainsi en favoriser les intersections avec le RAVeL. Par la suite, le travail montrera que cette alternative en terme de mobilité apporte d'autres avantages pour le territoire « Carolo », comme la réinsertion des infrastructures déchets et la possibilité d'utiliser une multitude de moyens de déplacement lors d'un seul et même parcours.

71 RAVeL : <<https://ravel.wallonie.be/home.html>>

72 GHDC : <<http://www.ghdc-demain.be/fr/accueil/>>



Photo 40
Ligne 119 Roux-Canal



Photo 41
Ligne 112 Monceau-sur-Sambre



Photo 42
Ligne 119 Gosselies

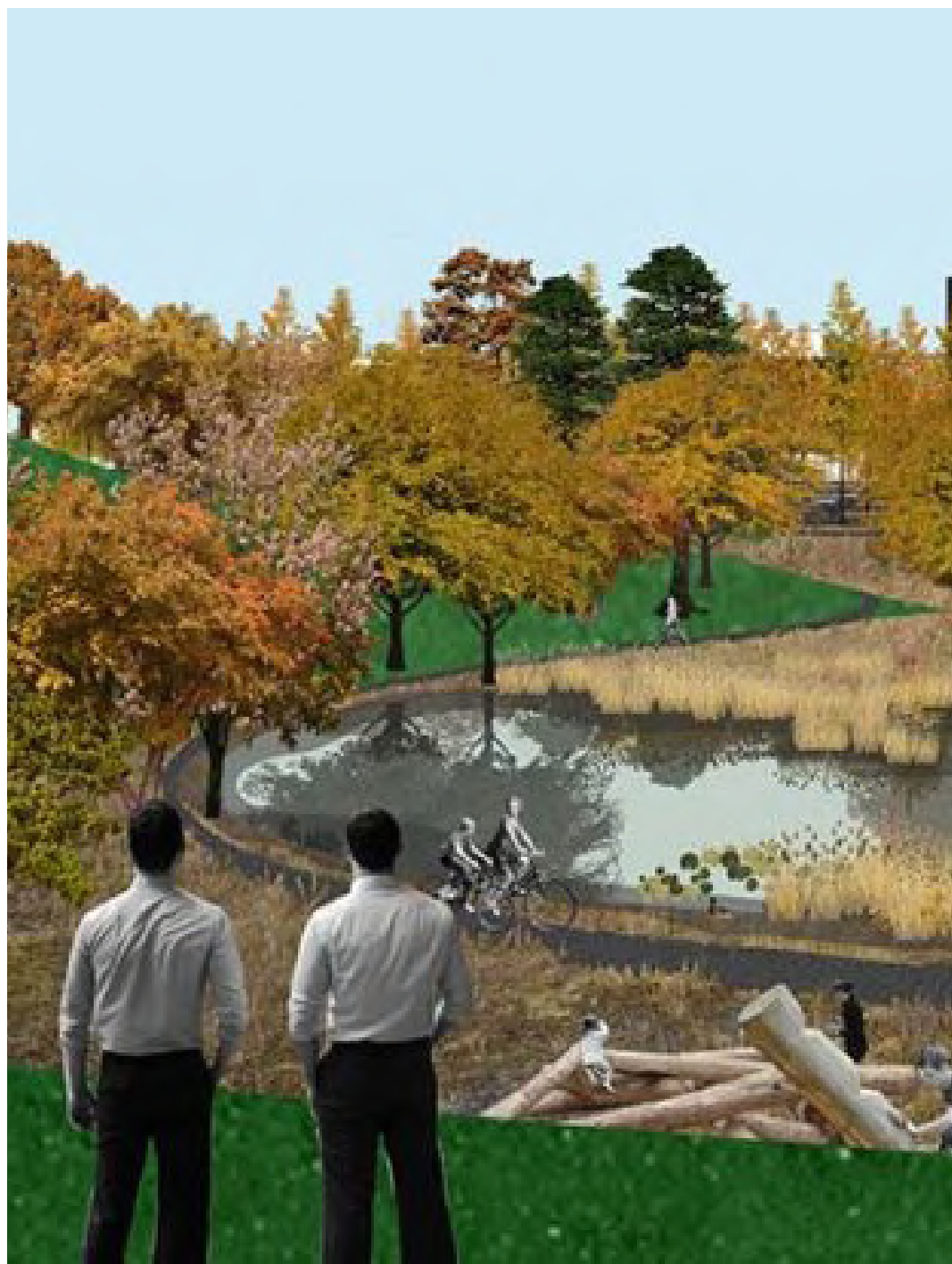




Figure 32
VK Architects & Engineers et Reservoir A
GRAND HÔPITAL DE CHARLEROI À L'HORIZON 2022!

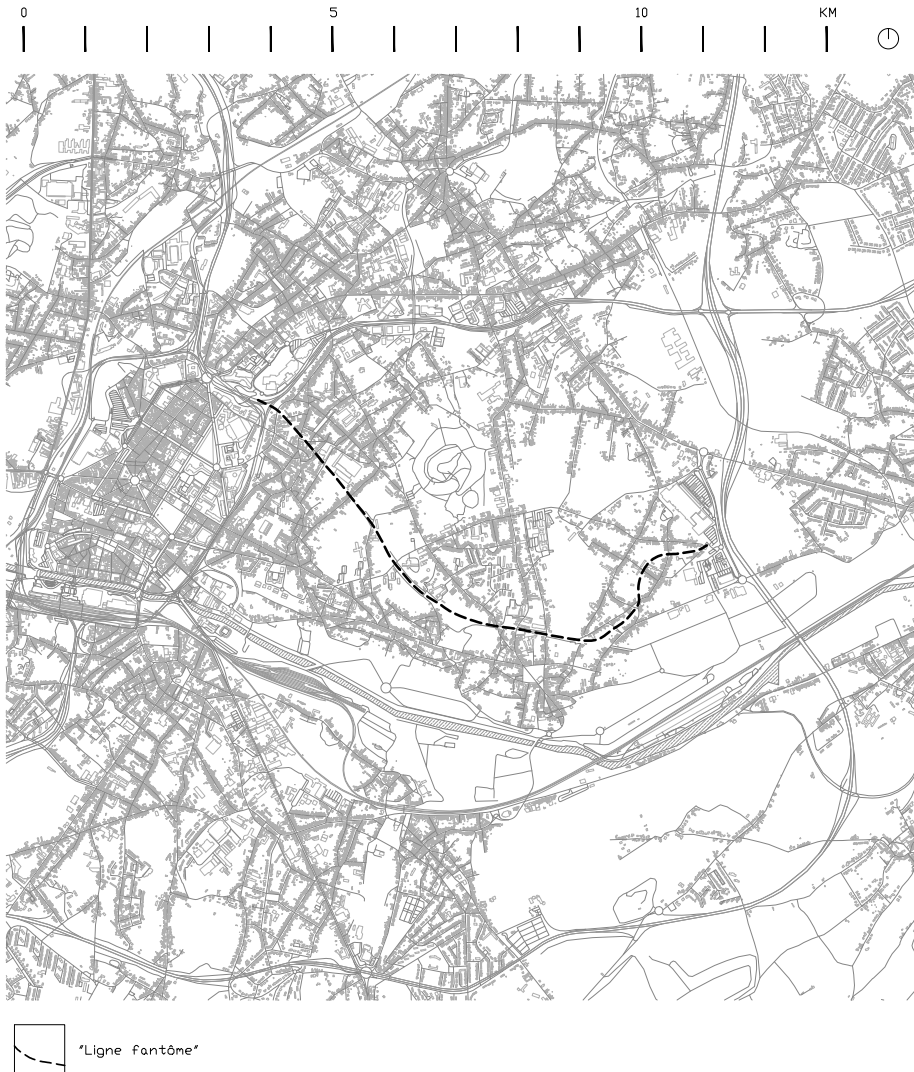


Figure 33
La « ligne fantôme » du métro léger de Charleroi
Réalisé par les auteurs

4.2.2 La réactivation des infrastructures « déchets »

Pourquoi l'appellation : « infrastructures déchets » ? Prenons comme exemple la « ligne fantôme » du métro léger de Charleroi étant une infrastructure de transport qui devait normalement s'inscrire au réseau de mobilité général de la ville de Charleroi. Le mot « déchet » est utilisé pour provoquer. En effet, comme expliqué dans l'ouvrage *HOMOS DETRITUS*⁷³, la définition du mot « déchet » est largement héritière de l'histoire récente des sociétés industrielles. En soi, il n'y a pas de déchets, le terme désigne un état transitoire et sa dimension matérielle se définit à partir de son origine ou de sa destination. Pour Monsaingeon Baptiste, l'auteur de l'ouvrage : « Le nettoyage est un acte de fabrication du social, plus qu'une réaction au danger symbolique qu'il représente... Dans les sociétés industrielles, les déchets constituent le revers de la production... À la même époque, une même portion de matière peut tout à la fois être considérée comme un résidu par les uns et comme matière première pour les autres ».

Au niveau de la mobilité à Charleroi, on peut principalement citer comme traces « déchets » héritées : les anciennes lignes vicinales, les anciens ponts de chemin de fer, et plus récemment, la « ligne fantôme » du métro léger. Ces traces participent au paysage de Charleroi et l'objectif de l'étude, comme Monsaingeon Baptiste le dit, est de démontrer que ces « déchets » peuvent devenir la matière première au développement d'une stratégie sur ce territoire.

Pour comprendre plus en détails comment des infrastructures comme la « ligne fantôme » du métro sont devenues « des déchets », il faut revenir aux années 1980 lorsque l'antenne vers Châtelet, que l'on n'envisage plus actuellement de terminer, a été pensée suite à des réalités démographiques, sociales et économiques de l'époque. En effet, des milliers de personnes convergiaient de la périphérie vers Charleroi pour, notamment, travailler dans la sidérurgie. C'était d'ailleurs un moyen de transport pratique pour les plus pauvres. Cette ligne est aujourd'hui appelée « grands travaux inutiles »⁷⁴ et n'a plus d'importance actuellement pour la population, mais il faut préciser que ces travaux semblent inutiles aujourd'hui pour certains mais ne l'étaient pas il y a trente ans. D'ailleurs, une célèbre phrase de Winston Churchill dit : « Un peuple qui oublie son passé se condamne à le revivre »⁷⁵.

73 MONSAINGEON, B. 2017.

74 RTBF : <https://www.rtbf.be/info/regions/detail_inutilisee-la-ligne-est-du-metro-de-charleroi-coute-15-000-euros-par-mois?id=9455590>

75 SIR WINSTON LEONARD SPENCER-CHURCHILL (30 novembre 1874- 24 janvier 1965) est un homme politique britannique. Surtout connu pour avoir dirigé le Royaume-Uni pendant la Seconde Guerre mondiale, cet homme d'État fut premier ministre du Royaume-Uni de 1940 à 1945 et de nouveau de 1951 à 1955.

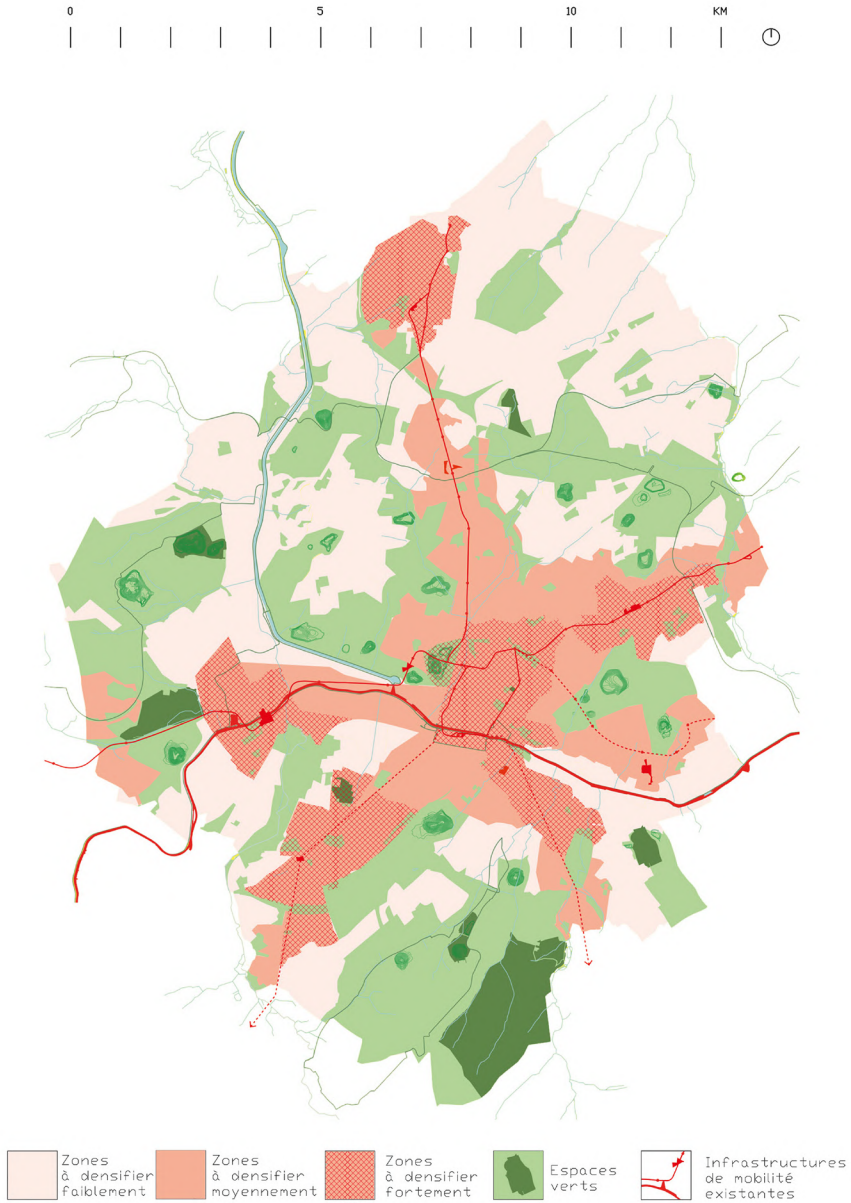


Figure 34
Intensification urbaine le long d'axes structurants + Intensification paysagère
Double stratégie du Bouwmeester de Charleroi

En 1990, la ville de Charleroi cherche à se redynamiser économiquement. Depuis 2010, une série de grands travaux sont lancés dans le but de redéployer la ville au niveau économique et urbain. Ces projets de ville conceptualisés par le Bouwmeester de Charleroi reprennent tous les projets de rénovation urbaine. Aujourd'hui, on constate que la population « Carolo » reprend plaisir à vivre en ville. Sur sept axes principaux de stratégies en 2019, nous retiendrons le fait de vouloir densifier la ville pour la rendre plus conviviale, prévoir la croissance démographique, privilégier radicalement la mobilité douce, développer une ville verte, et enfin reconstruire le sens de la responsabilité⁷⁶.

De nouvelles stratégies pour la ville sont envisagées, d'ailleurs, le Bouwmeester et la Ville en ont écrit un livre : *Charleroi métropole, un schéma stratégique*⁷⁷. Dans cet ouvrage, une double stratégie est développée, telles que : une intensification urbaine le long d'axes structurants et une intensification paysagère dans le but de participer à l'amélioration du cadre de vie des habitants. Le but de cette stratégie est de renforcer le contraste de la ville. Comme énoncé ci-dessus, Charleroi n'est pas une ville radioconcentrique mais une ville polycentrique. Il est donc primordial de développer une stratégie en lien avec la structure du territoire. D'ailleurs, il est dit également qu'il faut privilégier l'urbanisation à proximité des centres urbains, des équipements et des infrastructures existantes afin d'en tirer profit.

De plus, l'ouvrage explique également que la ville dispose sur son territoire de l'omniprésence et d'une diversité d'espaces ouverts ayant le pouvoir de participer à un important système paysagé. Ces espaces doivent être préservés du morcellement et favoriser leurs continuités et leurs consolidations. L'objectif est d'obtenir une structure paysagère capable d'accueillir des liaisons en mode doux. Il faut donc prendre en compte la Sambre, le système hydrographique (affluents de la Sambre et du Piéton) qui ont sculpté le territoire et les chemins de fer, terrils, RAVeL et plateformes industrielles. Le projet propose de faire apparaître un système de parcs de grande envergure. Cela implique la consolidation et le remaillage des espaces verts.

Dans la continuité du travail observé sur la ville de Charleroi, une question se pose : Est-ce que les infrastructures « déchets », comme la « ligne fantôme » du métro léger, s'intègrent dans une logique d'intensification urbaine ou plutôt dans une logique d'intensification paysagère, voire les deux ? En effet, le Bouwmeester considère cette ligne en rouge dans le plan d'intensification urbaine mais ne la considère pas dans le plan du maillage vert.

76 BOUWMEESTER : <<http://www.charleroi.bouwmeester.be/charleroiemetropole4>>

77 BOUWMEESTER : <<http://www.charleroi.bouwmeester.be/charleroiemetropole4>>

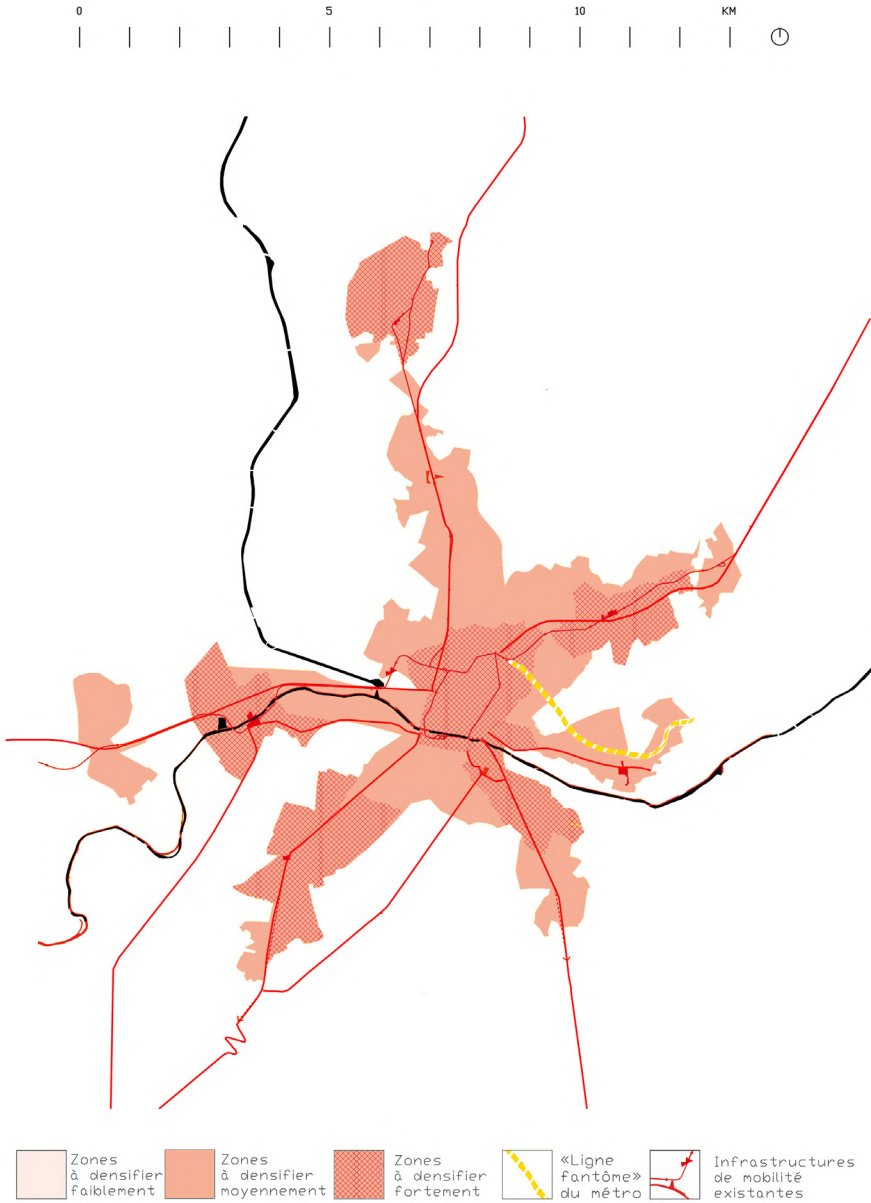


Figure 35
Hypothèse d'intensification urbaine
Stratégie 1 du Bouwmeester de Charleroi



Figure 36
Hypothèse d'intensification paysagère
Stratégie 2 du Bouwmeester de Charleroi



Photo 43
Cure de jouvence pour la flotte du métro léger de Charleroi

Suivant un document de La Libre, publié le mercredi 02 décembre 2015, l'extension du métro de Charleroi a coûté plus de 100.000.000 d'euros à partir de 2005. L'exploitation du métro coûte 5.000.000 € par an et le gouvernement Wallon y a apporté un engagement financier. La question d'ouvrir de nouvelles antennes, comme celle vers l'est (Châtelet), a été mise sur la table. Cependant, une autre question qui semblait plus judicieuse était : faut-il se concentrer sur l'amélioration du réseau existant ? En réalité, la réponse aux deux questions en même temps est impossible.⁷⁸

D'ailleurs Carlo Di Antonio, Ministre de l'Environnement, de la Transition écologique, de l'Aménagement du territoire, des Travaux publics, de la Mobilité, des Transports, du Bien-être animal et des Zonings énonce : « La trajectoire de retour à l'équilibre qui nous est imposée ne nous permet pas de financer les coûts importants d'investissement et d'exploitation que nécessiterait la création de cette nouvelle ligne dans les prochaines années »⁷⁹. Pour Philippe Charlier, l'administrateur au TEC Charleroi et président provincial du parti CDH : « Il faut programmer l'investissement à court terme. Sur le site des Viviers à Gilly, le futur Grand Hôpital De Charleroi (GHDC) doit voir le jour en 2020, et ouvrir à l'horizon 2024. Il est donc primordial que l'investissement soit réalisé pour cette échéance, sous peine de laisser à quai des milliers d'usagers potentiels »⁸⁰. De plus, pour défendre le projet, il est dit dans ce document de La Libre, que le CHU Marie Curie dispose d'une desserte par le métro sur la N5 à Lodelinsart et que le nouveau GHDC (Grand Hôpital De Charleroi) représente une opportunité pour le TEC. Le coût est connu et il est estimé à 50.000.000 € pour l'achèvement de la ligne et la mise en service. Par contre, le coût d'exploitation serait de 2.500.000 € par an, et malheureusement la Wallonie n'est pas au mieux de sa forme budgétairement. En outre, un document Le Soir⁸¹, publié le 01 octobre 2018, nous renseigne que la réception d'un premier tram prototype rénové sera pour septembre 2019. La modernisation du matériel va s'étaler sur 5 ans. L'objectif est d'améliorer les performances d'exploitation et le confort. Ce marché doit améliorer 45 motrices pour un coût de 22.000.000 €. Enfin, dans le projet de Ville⁸² 2019-2024, pour Charleroi, il est important de prendre en compte pour la ville de demain qu'elle doit être inclusive, durable, entreprenante, active, construite par les citoyens, et que les services publics doivent être performants.

78 LA LIBRE : <https://www.lalibre.be/regions/hainaut/charleroi-le-ministre-entree-l-antenne-est-du-metro565f35_8535709322e71a3c76?fbclid=IwAR3toKQEYqx4CaMS3R3KM_Em6GPaYLZgag46LuRc1JM51u-MrV3_C755dwwKc>

79 LA LIBRE : <https://www.lalibre.be/regions/hainaut/charleroi-le-ministre-entree-l-antenne-est-du-metro565f35_8535709322e71a3c76?fbclid=IwAR3toKQEYqx4CaMS3R3KM_Em6GPaYLZgag46LuRc1JM51u-MrV3_C755dwwKc>

80 LA LIBRE : <https://www.lalibre.be/regions/hainaut/charleroi-le-ministre-entree-l-antenne-est-du-metro565f35_8535709322e71a3c76?fbclid=IwAR3toKQEYqx4CaMS3R3KM_Em6GPaYLZgag46LuRc1JM51u-MrV3_C755dwwKc>

81 LE SOIR : <https://plus.lesoir.be/181662/article/2018-10-01/cure-de-jouvence-pour-la-flotte-du-metro-leger-de-charleroi?fbclid=IwAR0uMxj16_TdrN7p90AVR-q3TzxSfepRrBn_2b0EjjPodt4IkLkOagfEw_cc0>

82 CHARLEROI : <<https://www.charleroi.be/projet-de-ville-2019-2024>>



Photo 44
Infrastructures déchets
La station « Chet » du métro abandonné

Finalement, on comprend que l'avenir de la « ligne fantôme » ne se dirige pas vers sa mise en fonction dans les années à venir, mais vers une mise en attente de celle-ci. En effet, la réactivation de la ligne coûterait plus de 50 millions d'euros. Une hypothèse pourrait tout de même être la mise en route de la « ligne fantôme » jusqu'au nouveau Grand Hôpital de Charleroi. Cependant, tout dépend des politiques, et plus précisément de la région Wallonne. Nous pouvons constater que malgré son abandon de près de trente ans, le sujet de la « ligne fantôme » revient petit à petit dans les débats politiques, mais la laisse toujours en attente. La ville de Charleroi encourage la mise en route de celle-ci puisqu'elle pourrait être complémentaire avec la construction du nouveau Grand Hôpital de Charleroi.

En attendant, la vision d'architectes urbanistes serait de prendre du recul et d'analyser si la « ligne fantôme » s'inscrit réellement dans une vision de prolongement du réseau de métro ou alors s'il n'y a pas une autre vision à adopter pour la ville. Par exemple, celle-ci pourrait être réactivée autrement et reprendre du sens dans la ville polycentrique. Elle pourrait donc être un maillon prenant place dans une stratégie de mobilité vélo pour la ville et permettant de compléter le réseau RAVeL et d'enrichir le maillage vert. De plus, à Charleroi, la voirie est quasi exclusivement consacrée aux automobiles. En effet, il manque de rues partagées entre la voiture, le vélo et le piéton qui permettent un accès plus facile vers le RAVeL. La « ligne fantôme » du métro de Charleroi est considérée comme un résidu et a perdu toutes ses valeurs pour certains. Le travail vise à redonner de la valeur à ces infrastructures « déchets » et à les voir comme une ressource stratégique, une alternative à la mobilité existante.

Pour finir, il faut insister sur le fait que la ligne abandonnée du métro léger a déjà une valeur indéniable à dévoiler : c'est la valeur patrimoniale de celle-ci. Les anciennes gares abandonnées depuis trente ans sont restées intactes et révèlent un patrimoine architectural proche de nous, celui des années 1980.



Photo 45
Infrastructures déchets
La station « Pensée » du métro abandonné



Photo 46
Infrastructures déchets
La « ligne fantôme » du métro abandonné





Photo 47
Infrastructures déchets
Les sous-infrastructures du métro abandonné

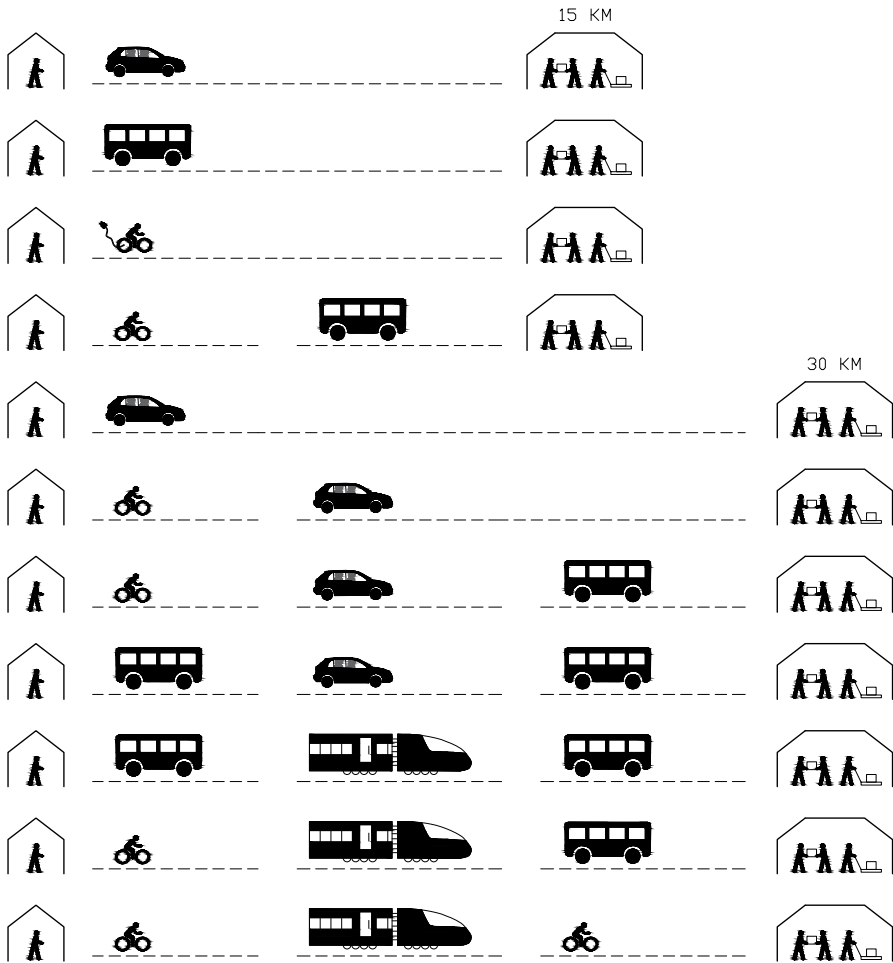
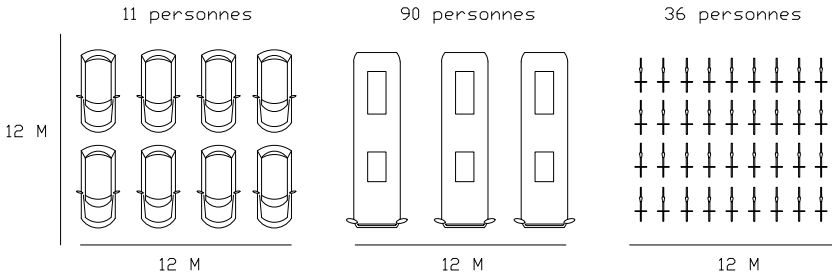


Figure 37
L'impact spatial et les différentes manières de se déplacer de son habitat à son lieu de travail
Réalisé par les auteurs

4.2.3 Des déplacements intermodaux

Pour se diriger vers une mobilité durable, l'ouvrage *Les villes de demain – Défis, visions et perspective*⁸³ détaille : « La mobilité doit inclure plusieurs dimensions et composants : un réseau de transport public durable sur le plan de l'énergie et abordable ; un réseau et un environnement conçu pour la mobilité douce tels que le vélo, les nouveaux moyens de transports électriques, la marche ; un accès aisé aux quartiers à pied, à vélo ou en transport public, ... De plus, les infrastructures de mobilité doivent être développées dans une perspective à long terme, dans laquelle sont pris en considération les besoins futurs, spatiaux et technologiques ».

L'existence d'une mobilité non-automobile doit être plus attrayante. Un défi de taille pour la ville de Charleroi serait un changement de comportements et de valeurs en matière de mobilité. Le penchant pour la mobilité non-automobile doit être augmenté, alors que l'usage de la voiture individuelle doit diminuer. Dans le cas de la mobilité active, celle-ci est : bon marché, libre, bonne pour la santé et l'environnement, plus conviviale, bonne pour l'économie de proximité, complémentaire aux autres types de mobilité, et enfin favorable à la découverte et aux traversées d'espaces verts⁸⁴. Une solution pourrait être de faire émerger le caractère social et économique de la mobilité non-automobile. D'autre part, la combinaison et l'intégration efficace entre les différents modes de transport, et la facilité de transition entre la marche, le vélo, le métro, les bus, les trains, doivent être plus attrayants. La multimodalité permet aussi de passer des transports publics au vélo, ou encore, de la voiture aux transports publics, et ainsi de suite. D'ailleurs, toutes les sources Internet sur la mobilité n'insistent pas sur une mobilité particulière, le succès d'une mobilité durable sera la combinaison et la transition entre les différents moyens de déplacement.

Comme le mentionne *Vivre en ville* : « Les pratiques intermodales se rapportent à l'utilisation de plusieurs modes de transport distincts au cours d'un même déplacement. Cette pratique peut être facilitée par l'articulation d'une offre de transport multimodale au sein d'interfaces appelés pôles d'échanges, de même que par une approche intégrée de l'information destinée à l'utilisateur et de la tarification des services. La flexibilité et l'efficacité d'une offre de transport intermodale permet de diminuer le recours à l'automobile privée et constitue un volet d'une stratégie de mobilité durable. La performance des modes de transports viables est affectée par la complexité croissante des besoins de déplacement de la population, elle-même en grande partie influencée par l'organisation de la ville. Depuis plus de cinquante ans, celle-ci est façonnée pour la voiture, imposant la dispersion des lieux de résidence, d'emplois et de services comme la norme. Une approche centrée sur l'intermodalité, c'est-à-dire l'utilisation de plusieurs modes de transport distincts au cours d'un même déplacement, constitue un élément d'une stratégie visant à répondre

83 UNION EUROPÉENNE (politique régionale) : <https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgen-ner/studies/pdf/citiesoftomorrow/citiesoftomorrow_final_fr.pdf>

84 VÉLO CITÉ : <<https://velo-cite.org/pourquoi-se-deplacer-a-velo/>>



Figure 38
Les différents modes de déplacement
Réalisé par les auteurs

à cette réalité et tendre vers une mobilité durable. Le développement de l'intermodalité repose sur la présence d'une offre de transport multimodale et efficace. Pour l'usager, la possibilité d'utiliser un ensemble de modes de déplacement (conjointement ou non) pour répondre à ses besoins diminue la nécessité de recourir à l'automobile individuelle. »⁸⁵.

Par la suite, Desgain Xavier (échevin de la mobilité et de l'énergie) précise que pour résoudre la congestion du trafic automobile : « La solution viendra de l'intermodalité. Les moyens de télécommunications nous permettront de gérer aisément l'utilisation combinée entre les transports en commun modernisés et très développés, l'utilisation plus modérée de la voiture, probablement électrique et partagée à l'avenir, et les déplacements doux par la marche et le vélo. De grandes lignes de transports en commun en site propre, rapides, sûrs, efficaces, bon marché, déposeront les voyageurs dans des nœuds de correspondance, où ils pourront prendre une ligne de bus locale, une voiture partagée ou un vélo électrique pour rejoindre leur destination. »⁸⁶ Il insiste également sur le fait de ramener les marchandises sur le rail et la voie d'eau, qui pour lui semble essentiel pour préserver le climat.

Concernant le déplacement des marchandises à Charleroi, il existe le citydépôt et la plateforme multimodale de Châtelet. Actuellement, ce sont les seuls à permettre de réduire les émissions de gaz à effet de serre, puisqu'ils réduisent le transport routier en échangeant leurs marchandises vers le transport fluvial, ferré et électrique. Prenons l'exemple de la plateforme multimodale de Châtelet, sa localisation permet des connexions avec de nombreuses villes, des liaisons ferroviaires et fluviales, sans oublier des liens proches avec l'aéroport (Brussels South Charleroi Airport), et fait de cette plateforme un outil intelligent en matière de transport combiné eau-rail-route.⁸⁷

Relatif au déplacement des personnes, Charleroi dispose actuellement du chemin de fer, du métro léger, des lignes de bus, et du RAVeL. Les pôles d'échanges entre ces différentes mobilités sont peu nombreux sur le territoire. Seule la gare de Charleroi-Sud permet un échange entre le vélo, le bus, le métro, le train et la voiture. Il existe deux Parking Relais (P+R), celui de la madeleine à Jumet et celui de Gilly Sart-Allet, qui offrent des échanges entre la voiture, le métro, le bus et le vélo. Seulement, une problématique survient, le manque d'infrastructures adaptées au vélo, et tout simplement le manque d'un réseau de mobilité active complet. En effet, comme expliqué précédemment, le RAVeL à lui seul ne permet pas d'enrichir ces pôles relais. Ceux-ci disposent pourtant de parking à vélo mais inexploité par rapport au parking voiture.⁸⁸

85 VIVRE EN VILLE : <<http://collectivitesviabiles.org/articles/intermodalite.aspx>>

86 DESGAIN, X. : <<http://www.levertpays.be/index.php?post/2016/11/10/lintermodalite-sera-la-solution-pour-remplacer-la-e420-au-sud-de-charleroi#.XmBuyGgzaM8>>

87 WALEUROPE : <http://europe.wallonie.be/node/43?fbclid=IwAR2d4gyh2_6_gvSYsqUQ3QivkrCit0Jx8V0c0XyLd3qJ6R5K7GIPQPJqZzZM>

88 LA LIBRE : <<https://www.lalibre.be/regions/hainaut/le-retard-enorme-de-la-mobilite-a-velo-a-charleroi-59ac4deccd70d65d25c48bed>>



Photo 48
P+R de Jumet (Métro - Bus - Voiture)



Figure 49
P+R de Gilly (Métro - Bus - Voiture)

En conséquence, si Charleroi veut pouvoir donner du potentiel à ses parking P+R, ainsi qu'en concevoir d'autres, mais également permettre une mobilité durable sur son territoire en intégrant les déplacements intermodaux, il est primordial de réfléchir à la création d'un réseau de mobilité active. Celui-ci répondrait aux trois critères cités, c'est-à-dire : proposer une mobilité alternative, permettre de valoriser les ressources du territoire comme les infrastructures « déchets » telle que la « ligne fantôme » du métro léger, et enfin intégrer un réseau complet et complémentaire aux autres moyens de mobilité existants afin d'intégrer les déplacements intermodaux.

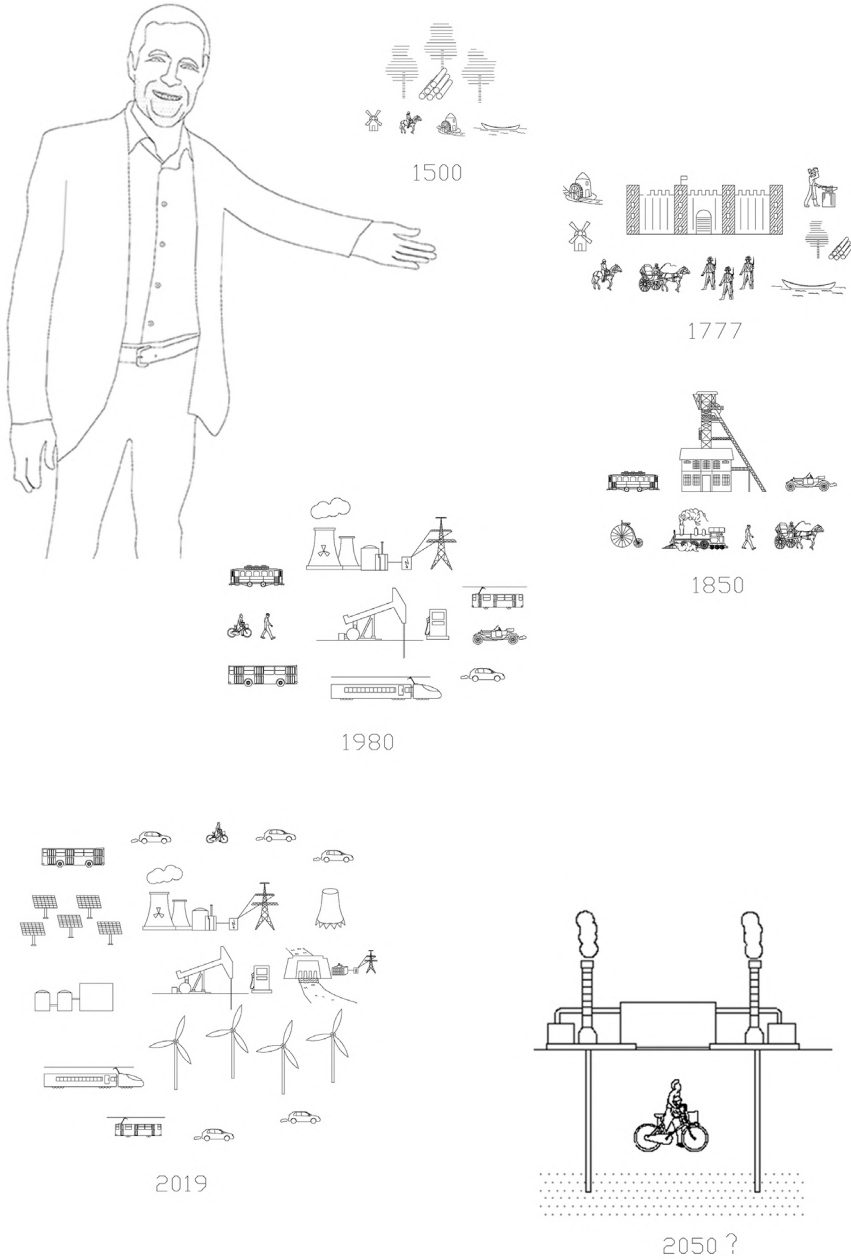


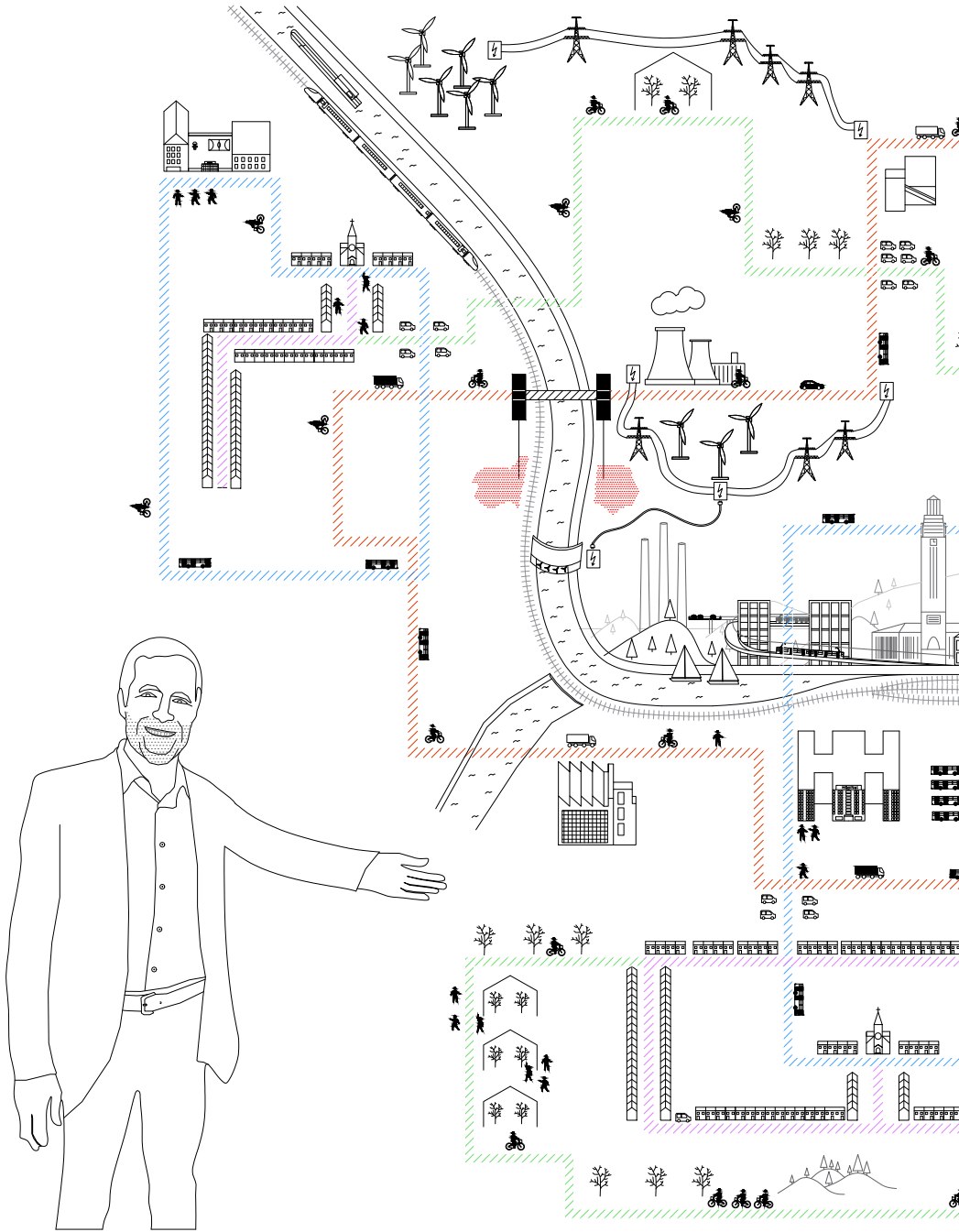
Figure 39
Une hypothèse pour la ville de Charleroi
Réalisé par les auteurs

4.3 UN COUPLAGE STRATÉGIQUE

Comme expliqué dans la morphogenèse, bien que réfléchies parallèlement, l'énergie et la mobilité n'ont jamais été pensées et réalisées ensemble. En vue de préparer la troisième révolution industrielle de Charleroi, l'énergie géothermique et la mobilité active explorées ci-dessus sont manquantes sur ce territoire marqué par une grande précarité⁸⁹.

Dès lors, une question survient : Peut-on intervenir sur la précarité en pensant simultanément l'énergie et la mobilité ?

⁸⁹Cfr. p. 23.



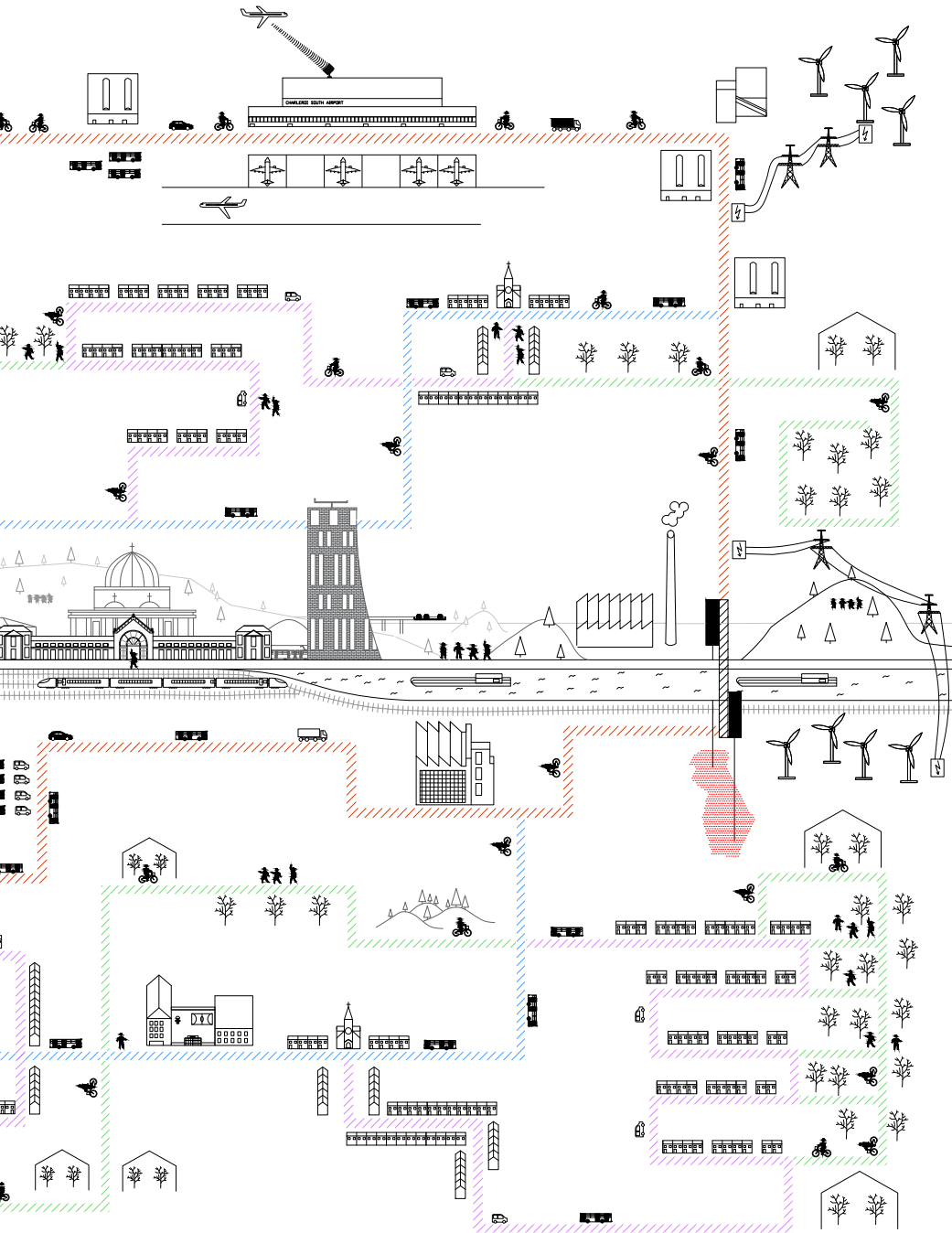


Figure 40
Vers la troisième révolution industrielle à Charleroi - Couplage de l'énergie et de la mobilité
Réalisé par les auteurs

4.4 CONCLUSION

De cette association synergique entre l'énergie géothermique et la mobilité active, ainsi que de l'hypothèse d'intervenir sur la précarité en pensant simultanément ces deux sujets sur le territoire de Charleroi, le travail explorera la création d'un réseau collectif alliant chaleur et déplacements actifs. De plus, ce réseau permettra d'émettre des types d'actions répondant aux problématiques rencontrées par rapport à l'énergie et à la mobilité à Charleroi.

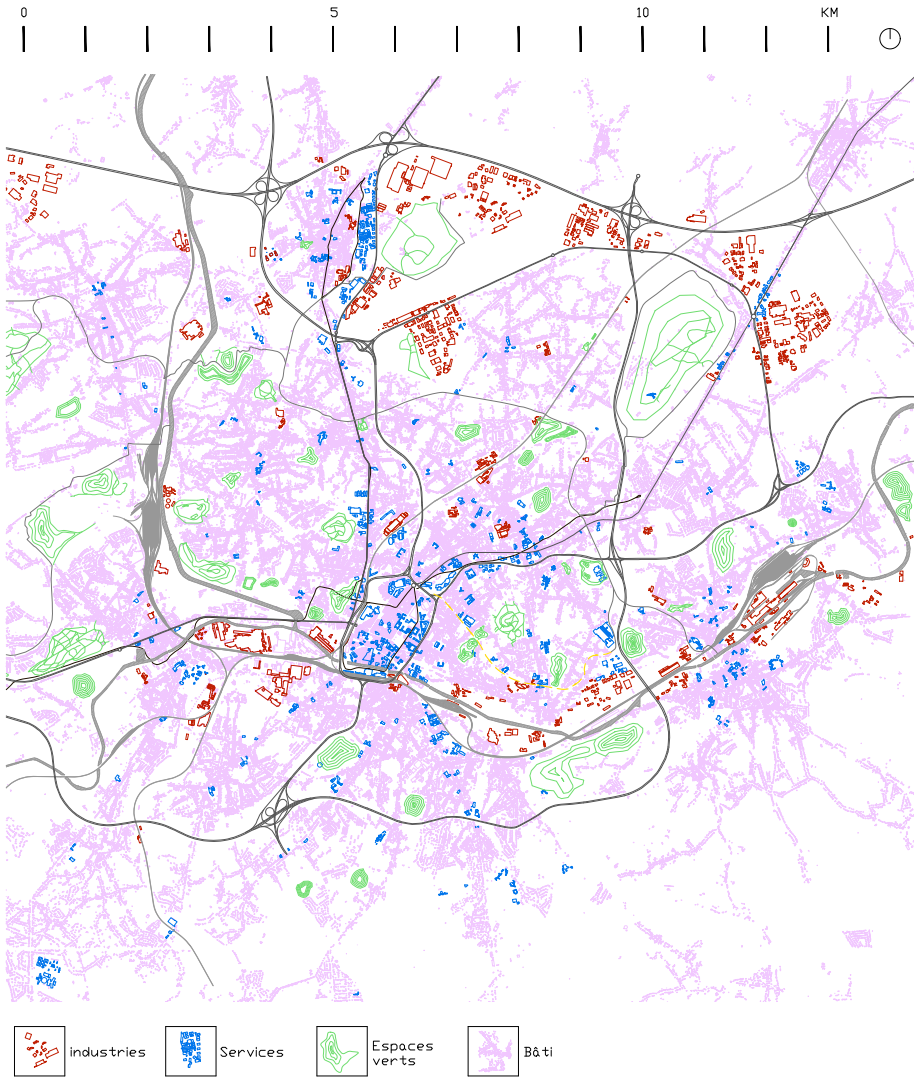


Figure 41
Carte des demandes en énergie et en mobilité
Réalisé par les auteurs

5 UN RÉSEAU POUR LA TROISIÈME RÉVOLUTION INDUSTRIELLE

Pour la construction du réseau alliant l'énergie géothermique à la mobilité active, il a été nécessaire de cartographier les zones industrielles, les espaces tertiaires, l'habitat, et enfin, les espaces récréatifs verts, puisque c'est vers ces zones que la chaleur et la mobilité doivent se rendre.

Au niveau des industries, celles-ci se concentrent principalement le long d'axes autoroutiers, mais aussi entre voies navigables et voies ferroviaires. Pour les espaces tertiaires, la principale concentration se fait le long des chaussées, qui traversent et relient les différentes centralités de la ville polycentrique. L'habitat suit, quant à lui, la morphologie polycentrique et linéaire du territoire. Et enfin, les espaces récréatifs verts se situent proche des anciennes lignes de chemins de fer vicinaux, de la Sambre, du canal Bruxelles-Charleroi et du RAVeL existant.

Cette cartographie sera la base pour la réalisation de quatre réseaux. Un premier réseau (rouge) reliant toutes les industries entre-elles, un second (bleu) reliant les espaces tertiaires entre-eux, un réseau (mauve) desservant l'habitat, et un dernier réseau (vert) desservant les espaces récréatifs verts. Ces réseaux seront interconnectés et créeront des pôles d'échanges de chaleur et de multimodalité.

La suite du travail détaillera les quatre réseaux séparément en mettant en évidence les problématiques de chaque réseau, ainsi que le potentiel de chacun de ceux-ci. La construction de ces réseaux offrira l'opportunité de résoudre les problématiques du territoire. La résolution de ces problématiques permettra de lutter contre la précarité, tout en offrant de nouvelles spatialités.





Figure 42
Collage réseau industriel
Réalisé par les auteurs

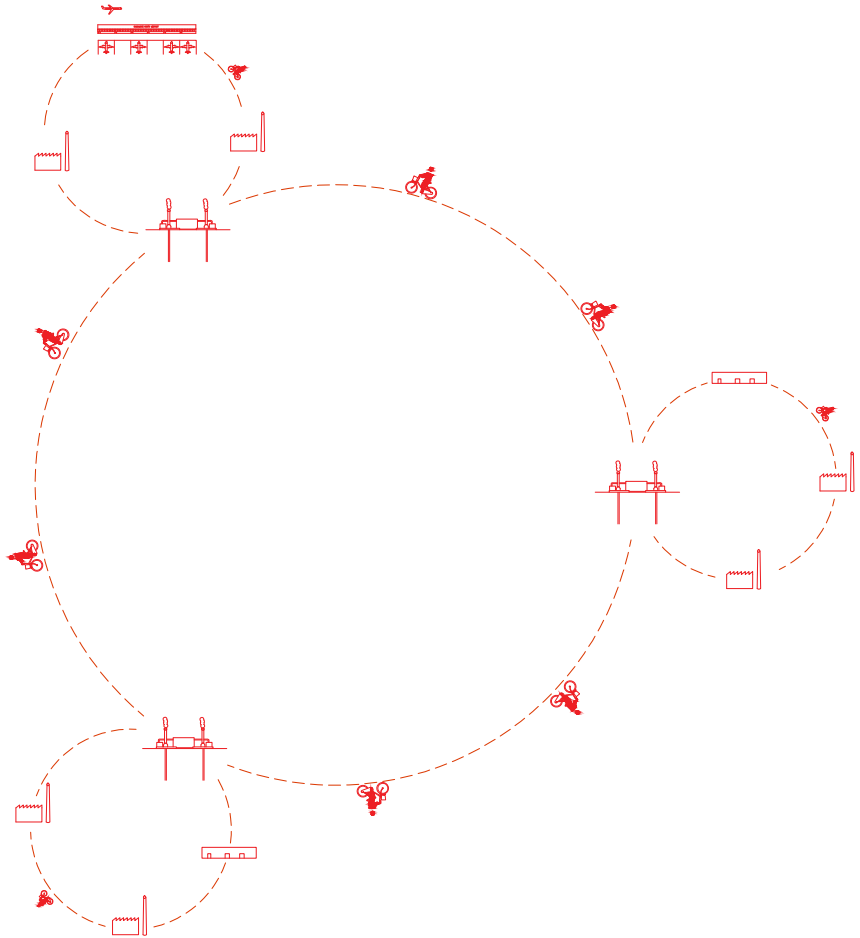


Figure 43
Schéma conceptuel d'interactions du réseau industriel
Réalisé par les auteurs

5.1 LE RÉSEAU INDUSTRIEL

En suivant le principe du réseau de chaleur géothermique en cascade, le réseau industriel est le premier à se développer. En effet, il s'agit du réseau fonctionnant avec la plus haute température, c'est-à-dire à 120°C. Ce réseau est d'ailleurs celui qui sera alimenté par des puits géothermiques. Les stations géothermiques se trouveront donc sur ce réseau et une distance de minimum 3 km entre chaque puits devra être respectée. Le rejet de température de ce réseau pourra ensuite servir d'alimentation au réseau de chaleur suivant (le réseau tertiaire).

En terme de mobilité, ce réseau permet de relier toutes les industries entre-elles, et donc, de permettre une boucle de mobilité active desservant toutes les zones destinées au travail (type zoning industriel) sur le territoire de Charleroi. Il permet également de redonner de la considération au chemin de halage et favorise les interactions entre les entreprises. Le réseau, et plus particulièrement les stations géothermiques, permettront le franchissement d'obstacles, ainsi que des échanges multimodaux.

Coût des énergies
fossiles (gaz)

Industrie = 597 786 t de CO₂ en 2013

21
€/MWh

Figure 44
Émission de CO₂ + Coût de l'énergie
Réalisé par les auteurs



Figure 45
La rupture
Réalisé par les auteurs

5.1.1 Problématiques

Actuellement le territoire de Charleroi est régi par deux dynamiques économiques, celle de l'aéroport et de son parc d'activités technologiques et industrielles de pointe (aéropôle), ainsi que celle de la « Sambre-canal » et du chemin de fer composés d'industries variées. Ces deux dynamiques aux compétences différentes ne profitent pas l'une de l'autre, ce qui est contradictoire avec ce que nous dit l'Assemblée des chambres françaises de commerce et d'industrie : « Dans un contexte concurrentiel, se rapprocher de l'autre est psychologiquement difficile ; pourtant les entreprises qui travaillent en réseaux constatent que des sujets peuvent être traités de manière plus efficace collectivement, libérant des ressources et de l'énergie sur le cœur de leur valeur ajoutée individuelle. »⁹⁰. Dès lors, il est étonnant que rien ne soit mis en place pour lier ces deux dynamiques entre-elles.

En 2013, le secteur industriel représentait 31,3% (597 786 tonnes de CO₂) du bilan carbone de Charleroi. Après le transport (32,4%), c'est le deuxième plus important émetteur de CO₂. Le prix moyen payé en énergies fossiles par ce secteur est de 21 €/Mwh.⁹¹

Aujourd'hui la Sambre, le canal Bruxelles-Charleroi, ainsi que le chemin de fer créent des ruptures dans le territoire. La ville de Charleroi s'est développée le long de ses axes et aujourd'hui manque de connexions en mode doux permettant de les traverser. Concernant le chemin de halage, celui-ci manque cruellement d'entrées et de sorties. Lorsqu'on s'y trouve, il faut en effet parcourir de longues distances (ex: 2,7 km) afin de rencontrer une sortie. Par rapport aux activités, on ne retrouve que des arrières d'industries ce qui crée un manque de contrôle social.

90 ASSEMBLÉE DES CHAMBRES FRANÇAISES DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE : <https://www.cci.fr/documents/10903/8122654/Les_reseaux_d_entreprises.pdf?fbclid=IwAR0-u5MAAppD-s5PfwOnL2d-WZPjXmg0enOdJJZKpWIZ52JnBTE3zb6OVsrQY>

91 Voir figure 44

Coût de l'énergie
géothermique à Mons

Industrie = 59 778,6 t de CO₂, soit -90%

40
€/MWh

Figure 46
Émission de CO₂ + Coût de l'Énergie (tertiaire)
Réalisé par les auteurs



Figure 47
Réseau industriel
Réalisé par les auteurs

5.1.2 Propositions

Pour régler ces problématiques, la création d'une boucle industrielle permettrait de mettre en relation les différents acteurs du tissu productif de la ville de Charleroi. Par cette mise en commun, les industries pourront à la fois profiter de la dynamique de l'aéroport, ainsi que celle de la « Sambre-canal » et du chemin de fer. Cette boucle apporterait aussi une revalorisation et des liens entre le canal Bruxelles-Charleroi, la Sambre, le chemin de fer, et l'aéroport.

De plus, la création d'un réseau de chaleur pourrait hypothétiquement réduire de 90% les émissions de CO₂ du secteur industriel à Charleroi. Ce réseau de chaleur permettrait aux industriels d'échapper à la courbe d'inflation des énergies fossiles et d'intégrer le développement d'énergies vertes.⁹²

Spatialement, ce réseau offrira un accès plus adapté aux déplacements actifs. Notamment, une revalorisation du chemin de halage, ainsi que de nouvelles entrées et sorties réalisées par les stations géothermiques et les traversées que ses flux engendrent. On retrouvera également au niveau des stations des espaces permettant l'échange de mobilité et intégrant de multiples fonctions, comme des espaces de détente et d'interactions sociales, des salles de réunions pour les entreprises et plus précisément des lieux d'échanges et de progression. L'Assemblée des chambres françaises de commerce et d'industrie nous dit par ailleurs : « C'est un premier pas pour rompre son isolement, mieux connaître ses pairs et créer des synergies avec d'autres entreprises. L'entreprise a accès à une information privilégiée, qualifiée et pertinente qui lui ouvre la possibilité d'enrichir ses connaissances par rapport à son marché. La construction d'un réseau relationnel de professionnels et de partenaires donne au chef d'entreprise l'opportunité de partager des expériences, pour gagner un certain niveau de confiance et initier in fine des coopérations.⁹³»

92 Voir figure 46

93 ASSEMBLÉE DES CHAMBRES FRANÇAISES DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE : <https://www.cci.fr/documents/10903/8122654/Les_reseaux_d_entreprises.pdf?fbclid=IwAR0-u5MAppD-s5PfwOnL2d-WZPjXmg0enOdJJZKpWIZ52JnBTE3zb6OVsrQY>





Figure 48
Collage réseau tertiaire
Réalisé par les auteurs

5.2 LE RÉSEAU TERTIAIRE

Le réseau tertiaire, dans le principe du réseau en cascade, récupère le rejet de température des industries qui est à 80°C. Cette récupération se fait au moyen d'échangeurs de chaleur situés sur le réseau industriel. Le résidu de température de ce réseau serviront d'alimentation au réseau d'habitats.

Ce réseau reprenant en grande partie le tracé des chaussées sur lesquelles se localisent les services permet, en terme de mobilité, une relation entre ceux-ci. Il donne aussi aux habitants l'accès à ces services en mobilité active, ainsi que l'accès au travail pour certains. Ce réseau permet des liens vers le réseau industriel et en est complémentaire. Il apporte une configuration adaptée à divers modes de déplacement sur les chaussées.

Coût des énergies
fossiles (gaz)

41
€/MWh

Tertiaire = 224 518 t de CO₂ en 2013

Figure 50
Émission de CO₂ + Coût de l'énergie (tertiaire)
Réalisé par les auteurs

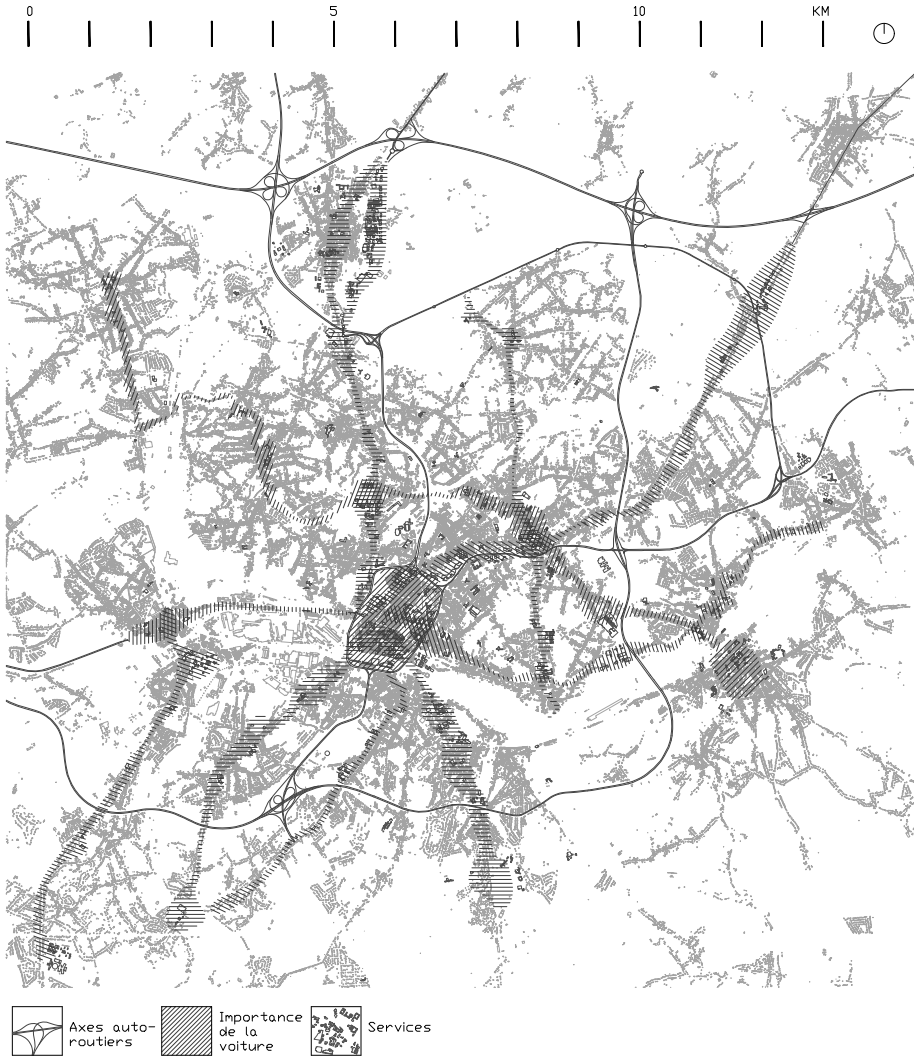


Figure 51
Les chaussées automobiles
Réalisé par les auteurs

5.2.1 Problématiques

Le secteur tertiaire représentait quant à lui 11,8% (224 518 tonnes de CO₂) du bilan carbone de Charleroi. Ce secteur est le quatrième plus important émetteur de CO₂. Il est étonnant de constater que le prix moyen payé en énergies fossiles est de 41 €/Mwh, soit le double du secteur industriel.⁹⁴

Les chaussées sont principalement dédiées à la voiture et aux transports en commun. Il existe peu d'aménagements pour la mobilité active et, lorsqu'il y en a, ceux-ci sont peu sécurisants et discontinus. Par cette configuration actuelle, les interactions existantes entre les écoles, les hôpitaux ou les commerces sont peu développées.

Par exemple, les écoles de Charleroi ne disposent pas toujours d'équipements sportifs complets et doivent actuellement se déplacer en bus pour se rendre vers ces infrastructures sportives. Pour les hôpitaux, l'INAMI⁹⁵ nous rapporte que : « La ministre des Affaires sociales et de la Santé publique, Maggie De Block, a élaboré un plan d'approche pour réorganiser le paysage hospitalier et le financement des hôpitaux. Créer des réseaux hospitaliers permettra de répondre efficacement aux nouveaux besoins des patients et à l'évolution des technologies médicales et des traitements [...] Des réseaux seront créés, entre autres, avec des hôpitaux de base, de référence et universitaires. Dans ce cadre, la technologique coûteuse, par exemple, pourra être attribuée à un réseau au lieu d'un hôpital en particulier ». Cependant, aujourd'hui ce réseau ne fonctionnerait qu'avec des déplacements en grande partie effectués par la voiture et le bus. Enfin, les commerces disposent principalement de grands parkings dédiés à la voiture et rien n'est mis en place pour envisager d'aller faire ses courses en vélo.

⁹⁴ Voir figure 50

⁹⁵ INAMI : <https://www.inami.fgov.be/fr/professionnels/etablissementsservices/hopitaux/financement/Pages/default.aspx?fbclid=IwAR0o3S99rt2PZNgaWZOsa4UBNbYqFtqun6294jUb_eXginhMvoc20Thzn-RU>

Coût de l'énergie
géothermique à Mons

40
€/MWh

Tertiaire = 116 075,8 t de CO₂, soit - 48,3%

Figure 52
Émission de CO₂ + Coût de l'Énergie (tertiaire)
Réalisé par les auteurs

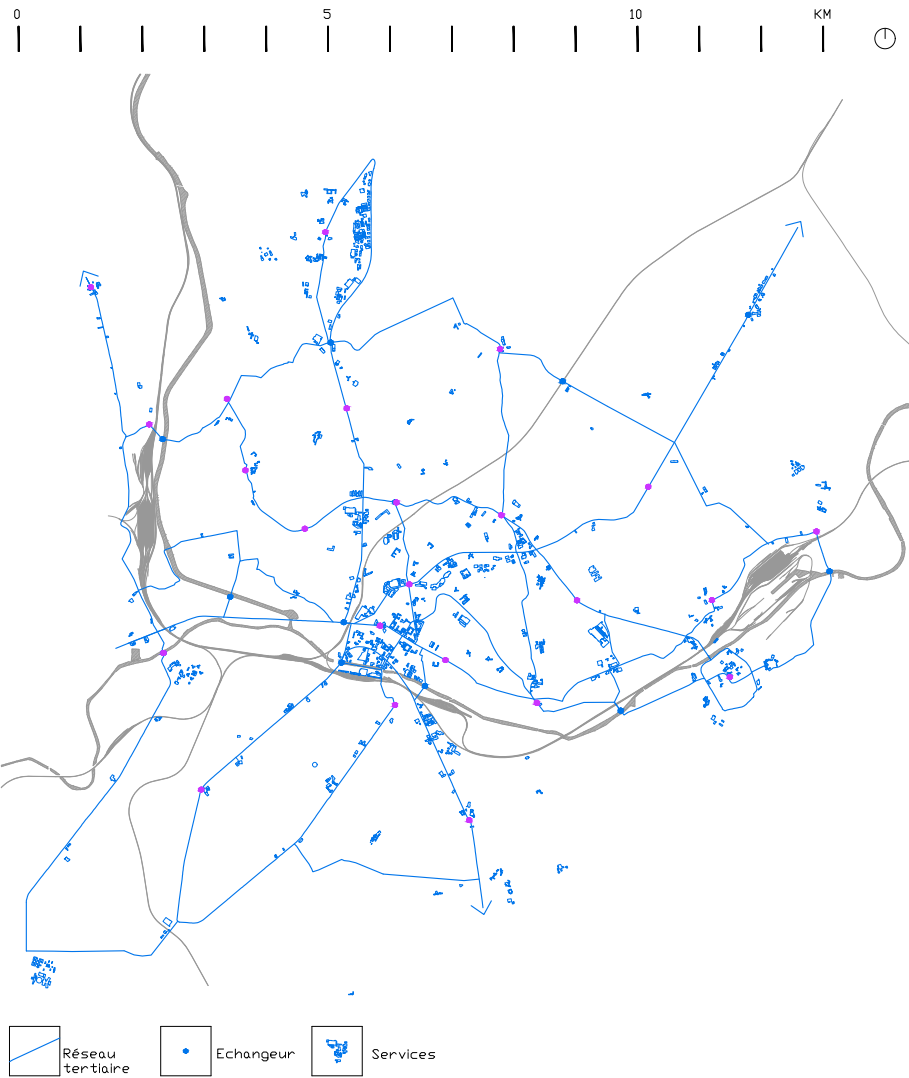


Figure 53
Réseau tertiaire
Réalisé par les auteurs

5.2.2 Propositions

Pour répondre à ces problématiques, l'énergie géothermique permettrait une alternative aux énergies fossiles et diminuerait de 48,3% les émissions de CO₂ du secteur tertiaire à Charleroi. De nouveau, le secteur tertiaire échapperait également à la courbe d'inflation des énergies fossiles.⁹⁶

En terme de mobilité, les chaussées pourraient intégrer le partage de mobilité. Dans le cas des écoles, les écoliers pourraient profiter d'un réseau pour s'y rendre en mobilité active. Ce réseau permettrait des liens initiés par le déplacement sportif entre les différentes écoles et les infrastructures sportives, ainsi que la possibilité d'inculquer dès le plus jeune âge la valeur du déplacement par le vélo. Pour les hôpitaux se dirigeant vers un fonctionnement en réseau, ils disposeraient d'un réseau plus riche, proposant tous types de déplacements. La distance moyenne entre deux hôpitaux est de 3 km, ce qui équivaut à un trajet de maximum 10 minutes en vélo. De plus, les grands commerces seraient aussi reliés entre-eux par ce réseau, et il pourrait offrir la possibilité d'aller faire ses courses par des déplacements alternatifs à la voiture. Même si cette idée semble irréaliste à Charleroi pour certains, cette situation existe bel et bien aux Pays-Bas par exemple⁹⁷. Pour enrichir l'idée d'aller faire ses courses à vélo, des zones de locations de vélo mais également de remorques à vélo pourraient être disposées sur le réseau.

⁹⁶ Voir figure 52

⁹⁷ MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT : <https://www.lvi.lu/politiquencycliste-eu/le-velo-aux-paysbas_2009.pdf>

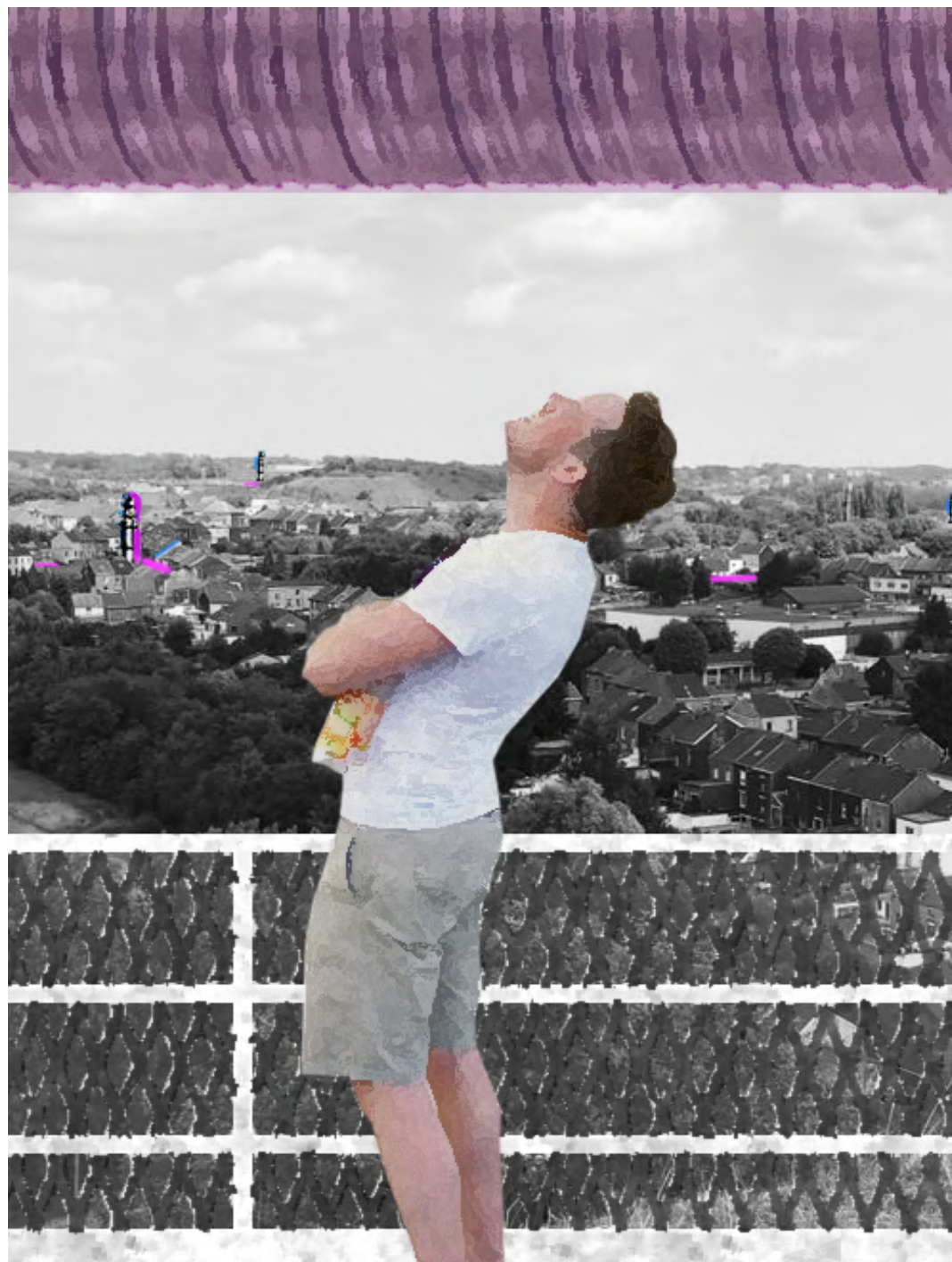




Figure 54
Collage réseau habitat
Réalisé par les auteurs

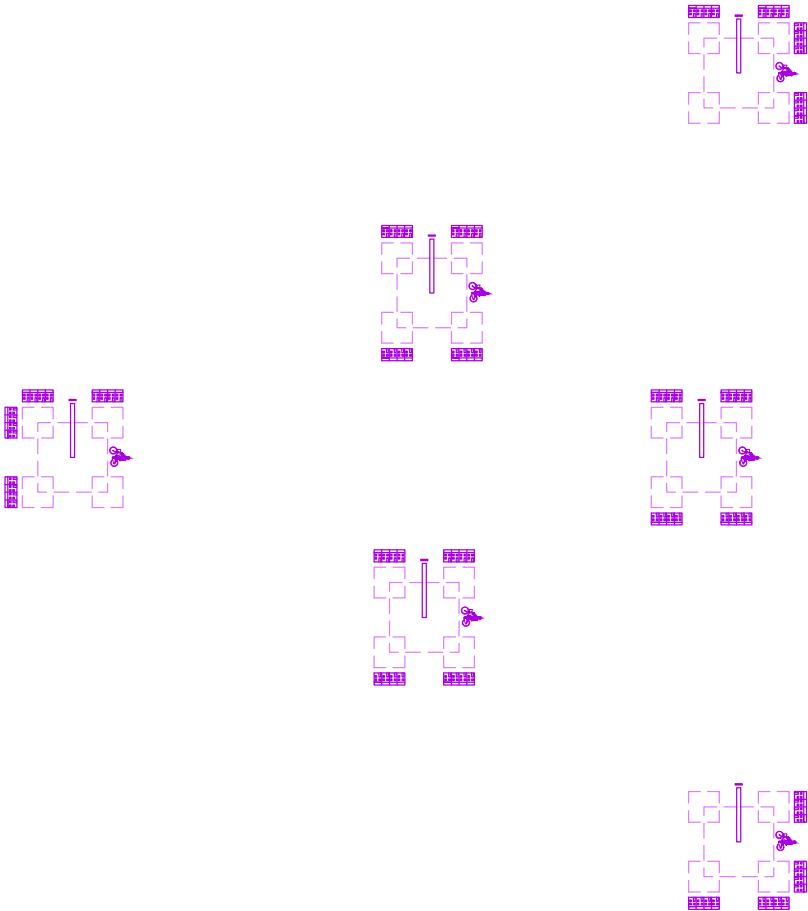


Figure 55
Schéma conceptuel d'interactions du réseau habitat
Réalisé par les auteurs

5.3 LE RÉSEAU HABITAT

Le réseau habitat sera également alimenté par un échangeur de chaleur qui récupère le résidu de température du réseau tertiaire. Ces échangeurs se localiseront sur les centres urbains du grand Charleroi, à savoir les places actuellement désertées. Ce troisième réseau sera à une température de 60°C. Le rejet de chaleur de ce réseau servira d'alimentation au dernier réseau de chaleur (le réseau ressource).

Ce réseau facilitera les relations entre et au sein des quartiers. Mais aussi, l'accès aisé vers le réseau des services, qui lui-même se connectera au réseau industriel. Ce réseau reliant les habitations par l'apport d'un mode de déplacement doux peut apporter de nouvelles dynamiques aux quartiers, comme de nouveaux liens sociaux. En effet, être dans une voiture ou sur son vélo est très différent par rapport aux relations directes avec son entourage. Ce réseau pourra entraîner d'autres rapports avec l'espace public.

Coût des énergies
fossiles (gaz)

60
€/MWh

Habitat = 466 021 t de CO₂ en 2013



Figure 56
Émission de CO₂ + Coût de l'énergie (habitat)
Réalisé par les auteurs

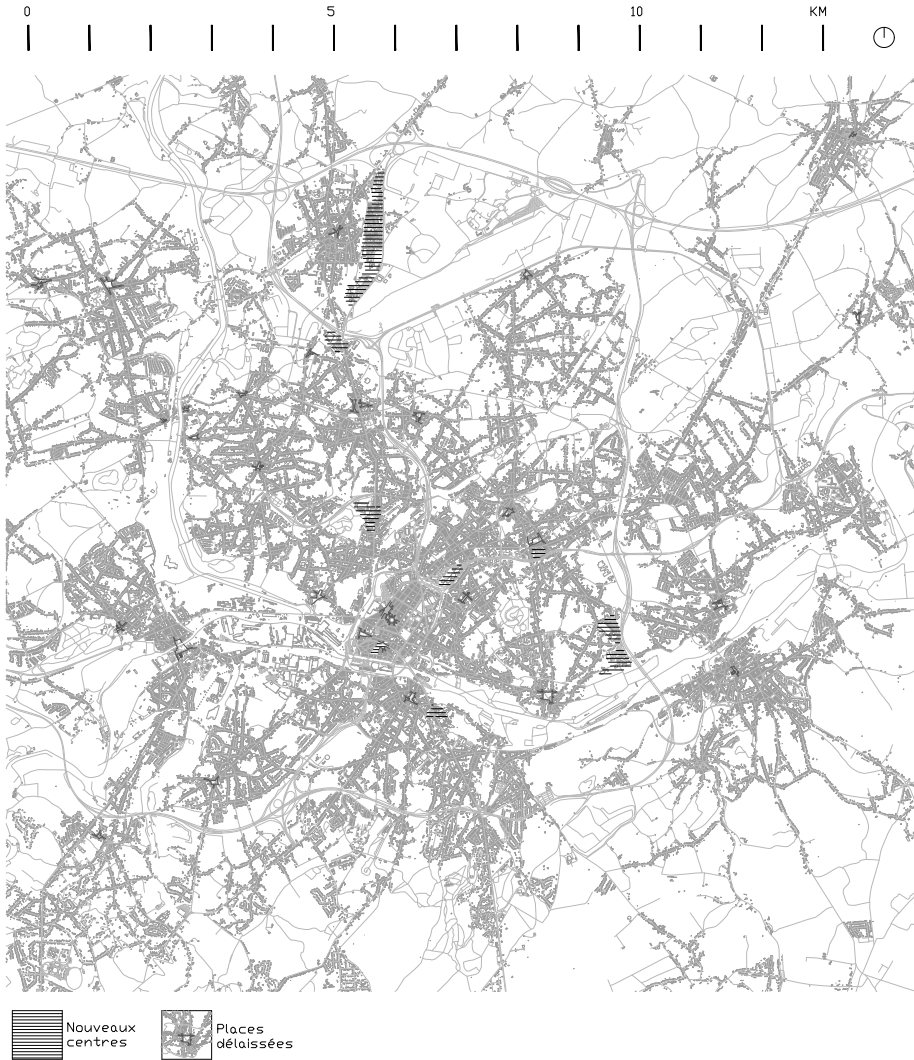


Figure 57
Les places délaissées
Réalisé par les auteurs

5.3.1 Problématiques

Le troisième plus important émetteur de CO₂ est le secteur résidentiel représentant 24,4% (466 021 tonnes de CO₂) du bilan carbone de Charleroi. L'étude *dynamique des quartiers en difficulté dans les régions urbaines belges* a établi, sur base d'indicateurs socio-économiques, que 56% (230 000 habitants) de la population carolorégienne réside dans des quartiers en difficulté⁹⁸. Si le secteur tertiaire paye le double du secteur industriel, le secteur résidentiel paye quant à lui 60 €/Mwh, soit le triple du secteur industriel.⁹⁹

Les rues desservant l'habitat ne sont appropriées qu'à l'automobile. Les places des anciennes communes sont en réalité devenues des parkings et ont perdu leur rôle de coeurs urbains multifonctionnels. Les déplacements ne se font plus vers les lieux de vie de proximité mais vers les grandes enseignes. De plus, une alternative aux modes de consommation alimentaires globaux manque cruellement, d'ailleurs les centres perdent leur propre identité et ont du mal à se démarquer par rapport aux grands centres commerciaux et aux grandes surfaces.

98 GRIPPA T. (ULB) : <http://forms.mi-is.be/Atlas_FR.pdf>

99 Voir figure 56

Coût de l'énergie
géothermique à Mons

Habitat = 177 088 t de CO₂, soit - 72%

40
€/MWh

Figure 58
Émission de CO₂ + Coût de l'énergie (habitat)
Réalisé par les auteurs

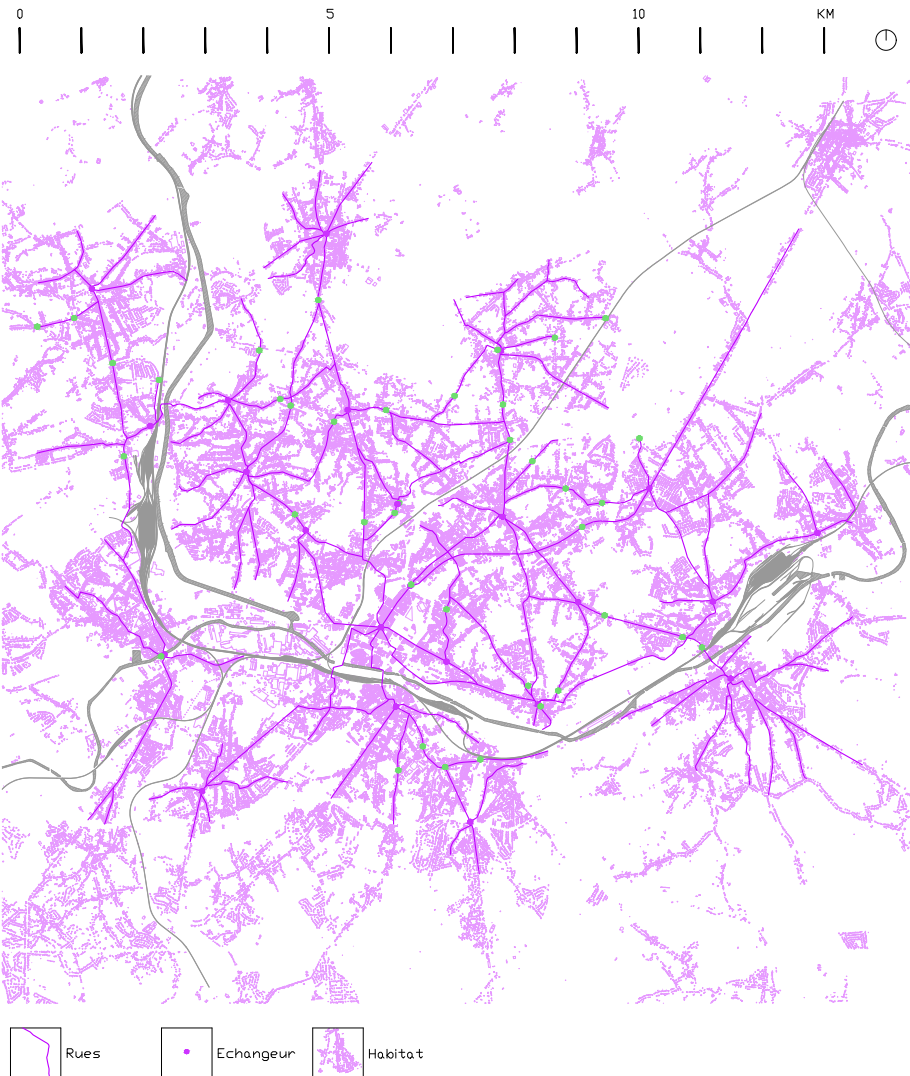


Figure 59
Réseau habitat
Réalisé par les auteurs

5.3.2 Propositions

Les propositions développées en terme d'émissions de CO₂ pour le réseau industriel et tertiaire s'appliquent également au secteur résidentiel, puisqu'il est le troisième plus important émetteur. Ce secteur verrait ses émissions de CO₂ baisser de 72%. En plus de diminuer les émissions de carbone, le réseau de chaleur développé permettant la récupération des résidus de chaleur du tertiaire, permettrait de venir en aide aux plus précaires. En effet, le résidu d'énergie étant déjà payé par les industries et le tertiaire, il pourrait être fourni « gratuitement » à ceux qui en ont le plus besoin.¹⁰⁰

La spatialité des rues desservant l'habitat pourrait reprendre d'autres valeurs que celles de l'automobile, comme laisser une place à une mobilité active et redéfinir une vie de quartier. Les « places-parkings » actuelles pourraient servir de repère visuel dans la ville et reprendre leur rôle de coeurs urbains. Une vie communautaire avec une multitude d'échanges serait plus fréquente et plus adaptée à cette échelle humaine. Les déplacements plus lents favoriseront un recentrement sur les lieux de vie de proximité. De plus, une alternative aux modes de consommation alimentaires actuels pourra s'intégrer à la réflexion, par la création de commerces locaux revendant par exemple la production du réseau ressource¹⁰¹, créant un projet de quartier autour duquel les citoyens pourront développer une vie collective.

100 Voir figure 58

101 Ce réseau est analysé au point 5.4





Figure 60
Collage réseau ressource
Réalisé par les auteurs

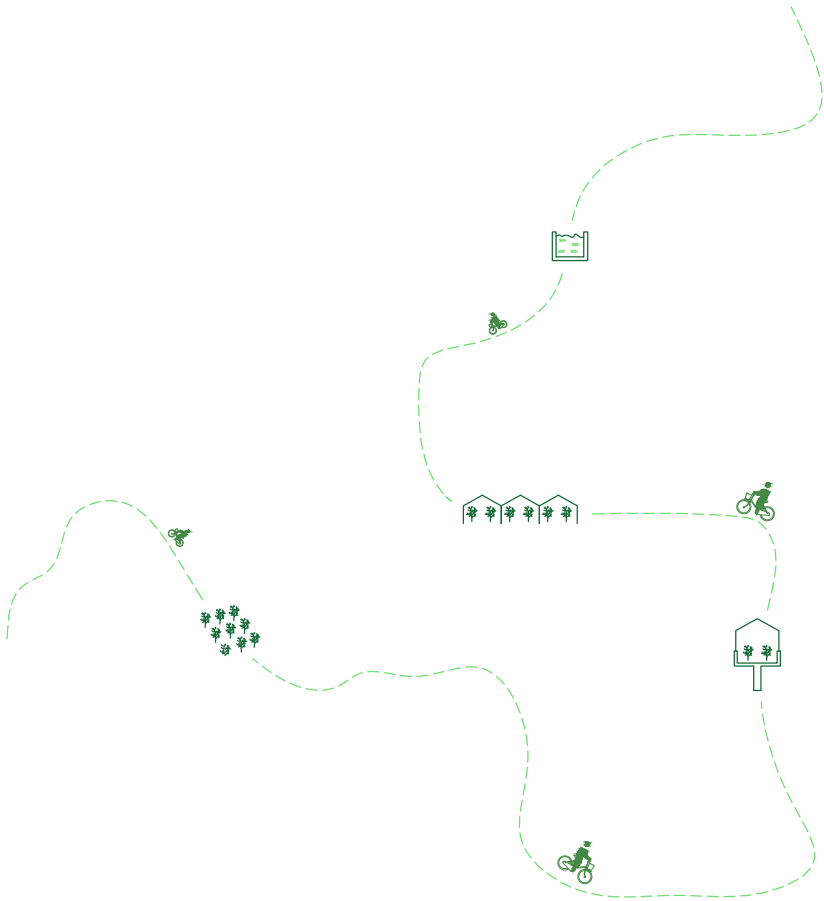


Figure 61
Schéma conceptuel d'interactions du réseau ressource
Réalisé par les auteurs

5.4 LE RÉSEAU RESSOURCE

Se pose alors la question : Que peut devenir le dernier résidu de chaleur géothermique (celui de l'habitat) ? Mais également : Que peut apporter spatialement et territorialement l'association entre le résidu de chaleur et les infrastructures « déchets » de mobilité, comme l'exemple de la « ligne fantôme » du métro de Charleroi?

Ce réseau ressource disposera d'une température de 30°C et permettra la création de nouveaux programmes. Ces programmes, comme démontrés par après, ne peuvent exister sans l'association entre les résidus de chaleur et les infrastructures « déchets ». De plus, ceux-ci créeront de nouveaux espaces récréatifs, mais pourront également apporter une nouvelles économie locale pour le territoire de Charleroi.



Figure 62
Un maillage vert discontinu
Réalisé par les auteurs

5.4.1 Problématiques

Charleroi dispose sur son territoire de vastes espaces verts naturels, mais également de parcs aménagés, de zones post-industrielles vertes (terrils). Le problème est qu'aujourd'hui, excepté les parcs aménagés, la population ne considère pas ces espaces verts de Charleroi comme des espaces de récréation. L'ensemble de ces espaces verts sont dispersés sur son territoire et ne font pas partie d'un ensemble cohérent. Ce manque de cohésion est sans doute la cause du manque de considération et du manque de liens entre ces espaces verts. Il existe tout de même le RAVeL, reliant certains espaces verts, mais cependant Charleroi manque d'un maillage vert complet.

Un constat flagrant est qu'actuellement les différents espaces verts manquent d'activités récréatives, agricoles, sociales, etc. Par exemple, en terme d'espaces récréatifs et productifs locaux, le territoire manque de serres collectives. Actuellement, il n'existe qu'une serre à vocation récréative et productive, celle de la commune de Ransart. Le manque de serres est sans doute dû au coût énergétique en chaleur que celles-ci demandent. Selon EMISPEC, pour une serre de culture de tomates, le coût de chauffage revient à environ 3754 €/100 m².¹⁰²

De plus, Charleroi a hérité d'un grand nombre d'infrastructures « déchets » (la « ligne fantôme » du métro, les anciennes lignes vicinales, les ponts abandonnés, ...) accueillant aujourd'hui une multitude de végétations. Toutes ces infrastructures en état d'abandon véhiculent une image négative de la région.

102 EMISPEC : <<http://emispec.ca/medias/etude-de-cas-chiptec-p20-gasifier-pour-serre-de-tomates.pdf>>



Figure 63
Réseau ressource
Réalisé par les auteurs

5.4.2 Propositions

La création d'un maillage vert (réseau ressource) intégrant les infrastructures « déchets », redonnera de la valeur à ces infrastructures en les intégrant au paysage de Charleroi et en leur donnant un nouveau rôle, celui de liens entre les espaces verts. Ce réseau alimenté par le résidu de température de l'habitat permettra l'ajout de nouveaux programmes tels que des serres urbaines, des piscines urbaines, de la pisciculture, etc. L'association entre infrastructures abandonnées et énergie géothermique pourra créer et enrichir de nouveaux espaces verts récréatifs et productifs.

Le réseau ressource intégrant ces différents programmes possibles pourrait entraîner des potentiels sociaux, environnementaux, et économiques. En effet, des serres par exemple, permettent non seulement de cultiver, mais permettent surtout d'instaurer de nouvelles relations sociales, d'obtenir une économie circulaire et locale et d'enrichir le développement des espaces de récréation verts mais aussi de production. À Charleroi, le réseau Jaquady¹⁰³ (jardins partagés) pourrait être étendu et fonctionner sur ce réseau ressource, voire s'étendre à l'ensemble du réseau général. De nouveau, ce genre d'initiative peut participer avec les écoles également, où les élèves peuvent apprendre à cultiver par exemple. La production réalisée dans ces espaces verts pourrait également créer de l'interaction avec les places des anciennes communes. Les spatialités engendrées par les infrastructures « déchets », comme la « ligne fantôme » du métro léger, qui se composent de parties aériennes, souterraines, encaissées, ou encore emmurées, semblent être des endroits propices pour accueillir ces programmes.

103 CHARLEROI : « <https://www.charleroi.be/Jaquady> »

Schéma conceptuel d'interactions des 4 réseaux

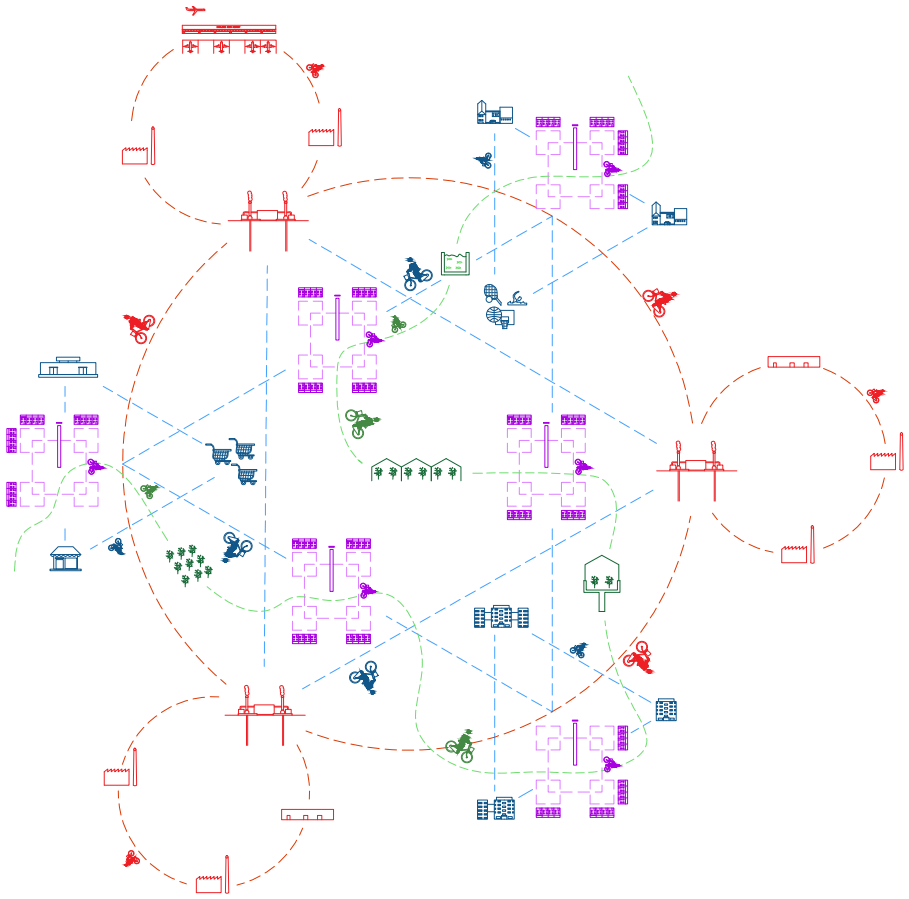


Figure 64
Réseau global - 4 Réseaux
Réalisé par les auteurs

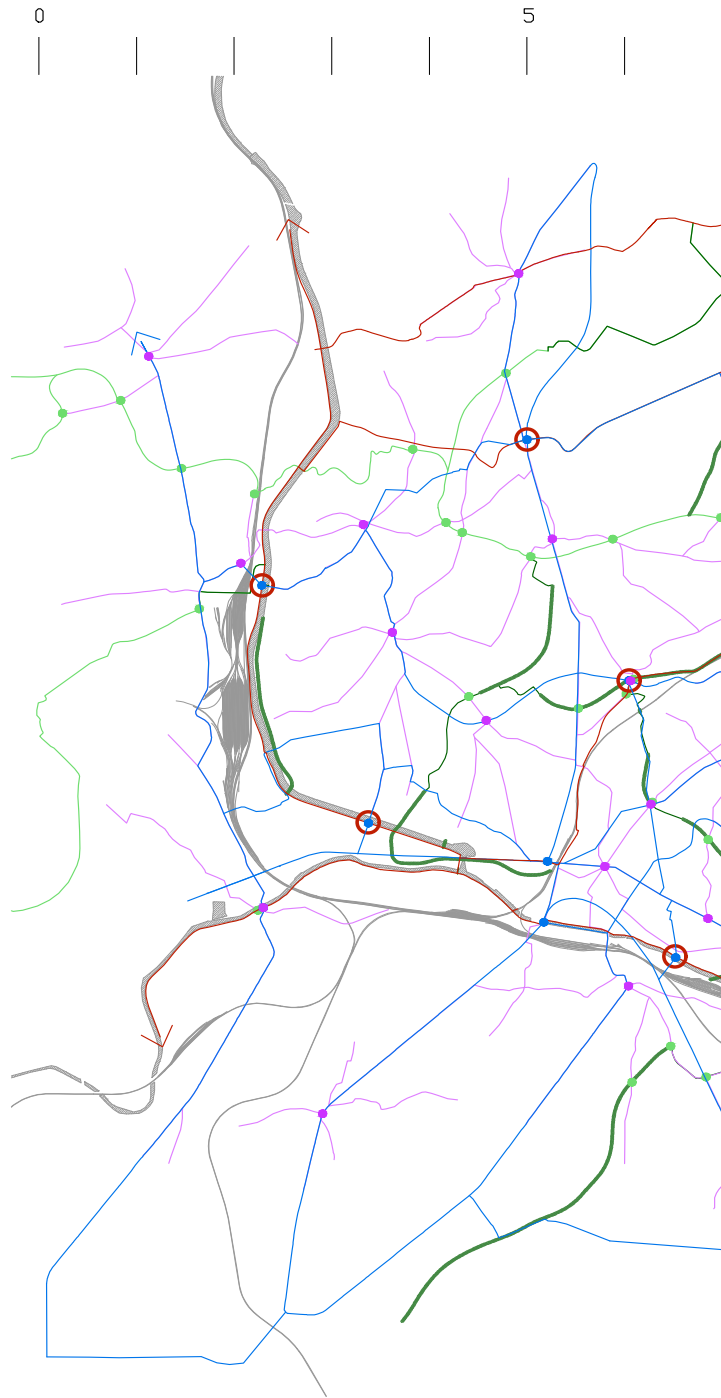
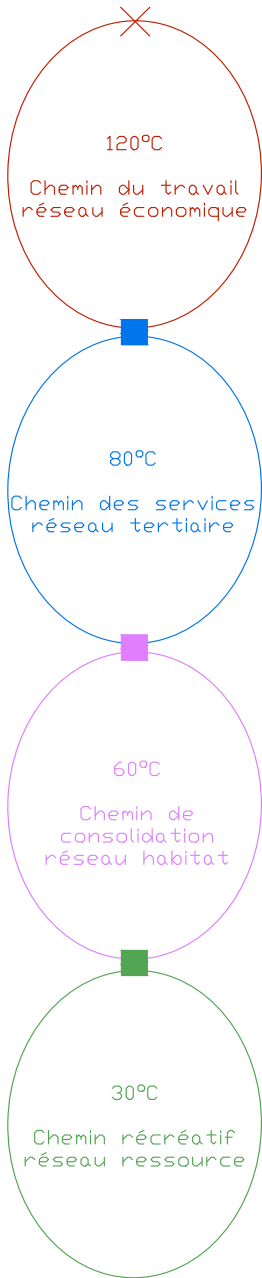
5.5 CONCLUSION

Faisant partie d'une vision à l'image de la troisième révolution, l'objectif final est de compiler ces quatre réseaux, afin d'obtenir un réseau complet et complémentaire aux autres modes de déplacement actuels à Charleroi. Ce réseau proposera aux habitants une alternative forte à la voiture et le principe en cascade apportera une diminution des coûts du chauffage, et une mobilité à moindre frais également. Le principe basé sur le partage des résidus de chaleur permettrait entre autre aux habitants de diminuer leur coût pour se chauffer, puisque les premiers consommateurs d'énergie de la chaîne seraient les industries et que leurs résidus aujourd'hui inutilisés seraient la source de chauffage pour la suite du réseau en cascade.

Ces quatre réseaux créent le réseau global alliant l'énergie géothermique à la mobilité active. En résumé, ce réseau permet, dans un premier temps, un maillage fin du tissu productif industriel, ainsi que des relations entre professionnels. Il permet également d'enrichir les franchissements, ainsi que l'accès sur le canal Bruxelles-Charleroi, la Sambre, et le train. Dans un second temps, il apporte une mobilité active sur les chaussées permettant des liens entre les écoles et les espaces sportifs, des liens entre les hôpitaux, et enfin la possibilité d'associer d'autres mobilités pour faire ses courses. Dans un troisième temps, ce réseau permet de revitaliser les centres urbains en apportant une mobilité plus appropriée à une vie de quartier, et en permettant de localiser la vente de produits locaux au coeur de ces centres. Enfin, la dernière étape du réseau permet la récupération finale de résidus de chaleur et la réactivation d'infrastructures « déchets », en les inscrivant au maillage vert de la ville de Charleroi.

L'impact d'une telle stratégie est aussi d'apporter en tant qu'architecte des nouveaux modes d'habiter et d'intégrer des programmes au déplacement. En effet, les résidus de chaleur et d'infrastructures « déchets » de mobilité permettent d'explorer de nouveaux programmes et donc une nouvelle manière de se déplacer, ainsi qu'une manière de lier le maillage vert de la ville au maillage tertiaire, au maillage d'habitats et au maillage industriel.

Cette vision sera ensuite explorée par différents types d'actions afin de révéler les spatialités possibles. Ce changement d'échelle permettra d'enrichir la stratégie du réseau territorial envisagé pour la ville de Charleroi.



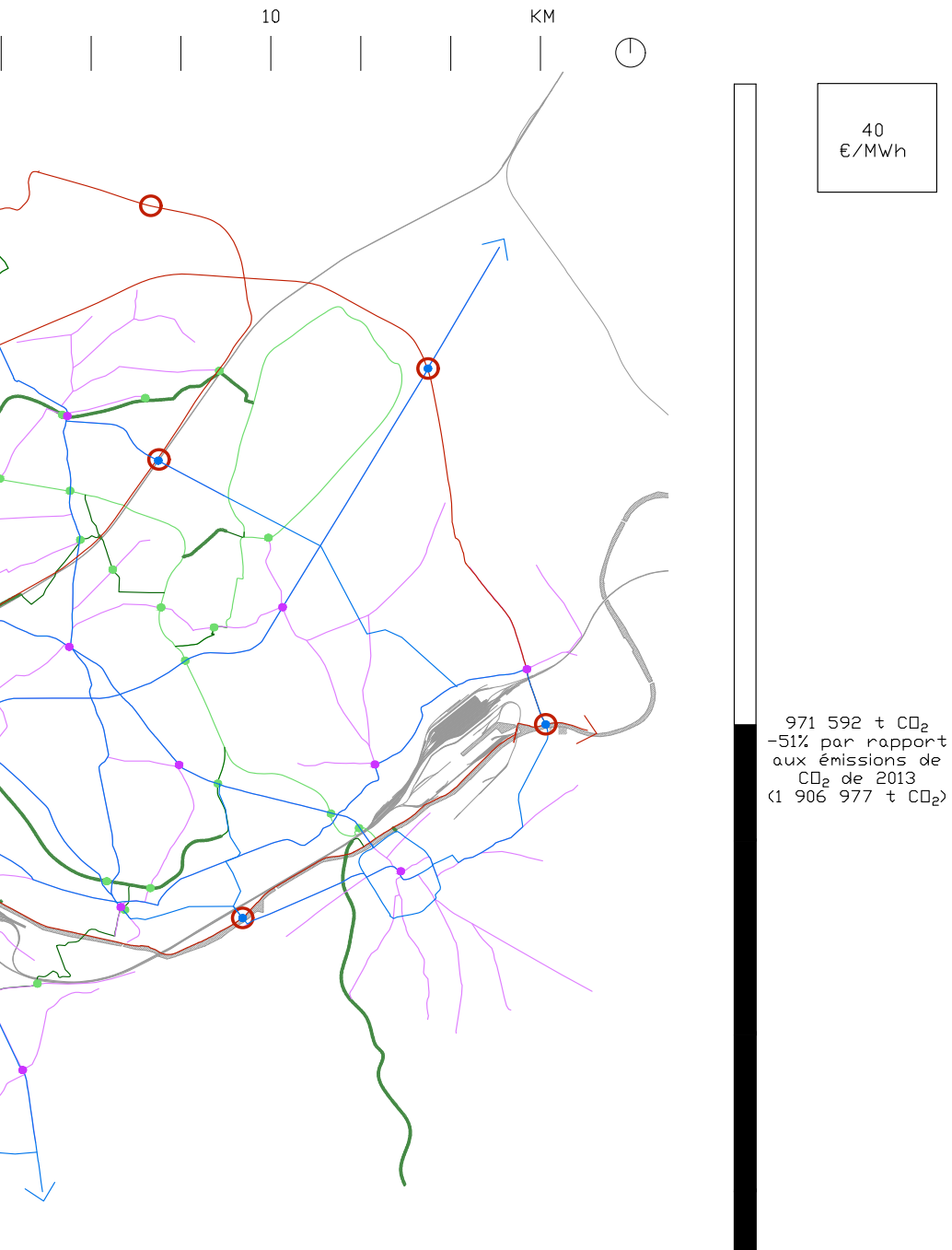


Figure 65
Réseau global + Impact sur les émissions de CO₂
Réalisé par les auteurs

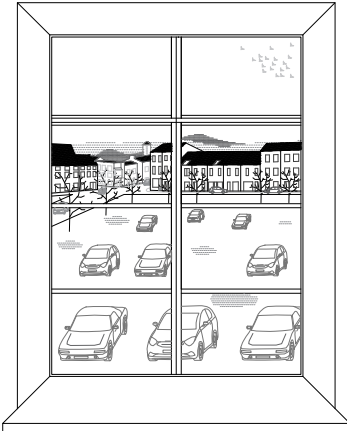
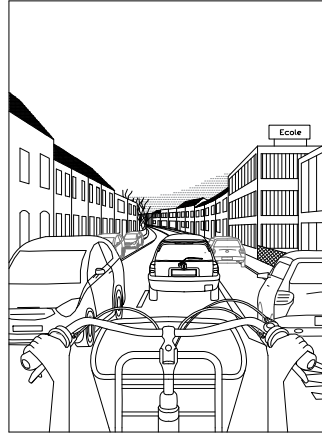
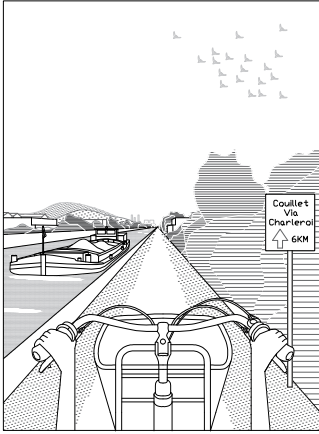


Figure 66
4 problématiques
Réalisé par les auteurs

6 DE NOUVEAUX IMAGINAIRES POUR LA VILLE DE CHARLEROI

Les différents types d'actions et les imaginaires effectués par la suite exploreront spatialement une réponse appropriée à chaque réseau en fonction des problématiques et des propositions citées ci-dessus comme : une solution de franchissement de mobilité de la Sambre et du chemin de fer par l'apport de stations géothermiques et de traversée de tuyaux pour le réseau industriel, une solution de chaussée partagée et d'alimentation de chaleur par tuyaux aériens pour le réseau tertiaire, des places intégrant les échangeurs de chaleur comme points de repère et points relais de mobilité pour le réseau habitat, et enfin, pour le réseau ressource, l'apport de nouvelles activités récréatives et productives intégrées aux infrastructures délaissées et alimentée par le résidu de chaleur. L'objectif est de renforcer le caractère industriel jusqu'aux multiples centralités de la ville de Charleroi. L'apport de tuyaux aériens ne se fait pas systématiquement. Ceux-ci ont pour avantage d'offrir un espace plus sécurisant aux abords des écoles, des hôpitaux, etc. En conclusion, l'ensemble de ces types d'actions seront appliqués sur le territoire et permettront de réaliser la synthèse du travail.

Le halage enclavé

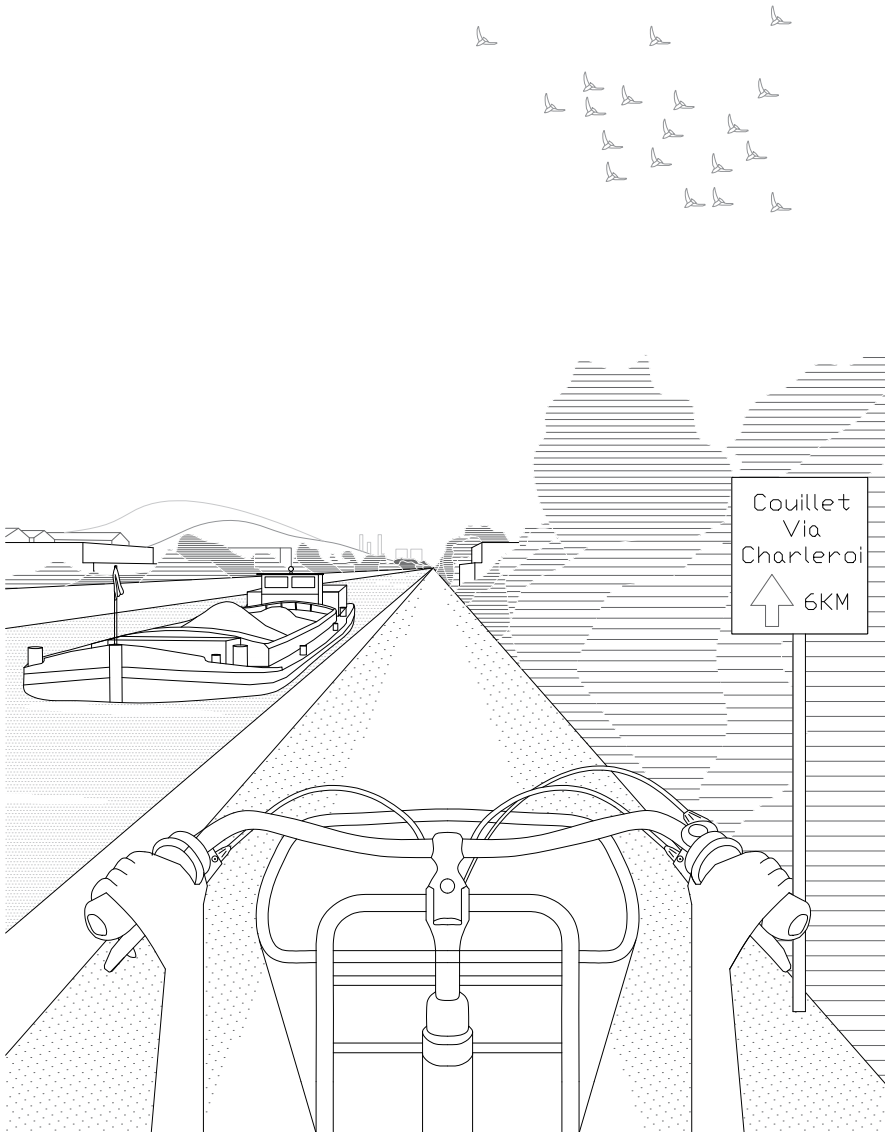


Figure 67
Réseau industriel
Réalisé par les auteurs

Les chaussées automobiles

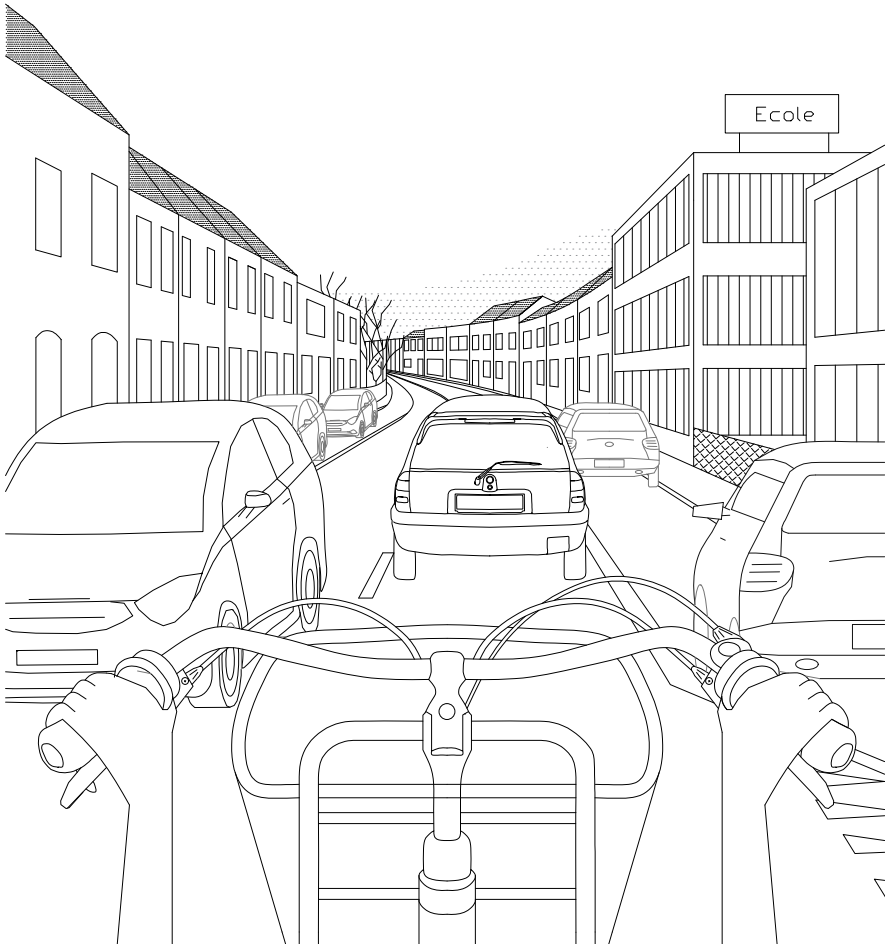


Figure 68
Réseau tertiaire
Réalisé par les auteurs

Les places parkings

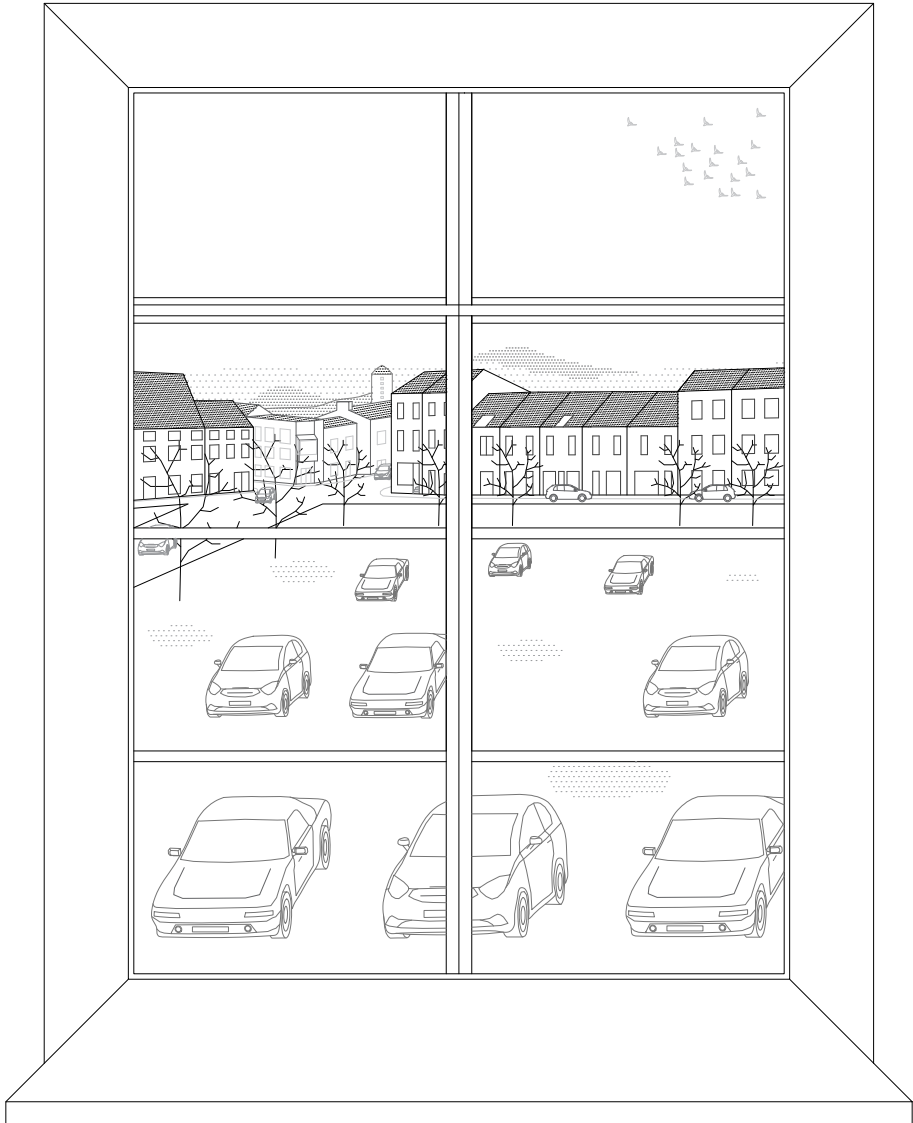


Figure 69
Réseau habitat
Réalisé par les auteurs

Les infrastructures déchets

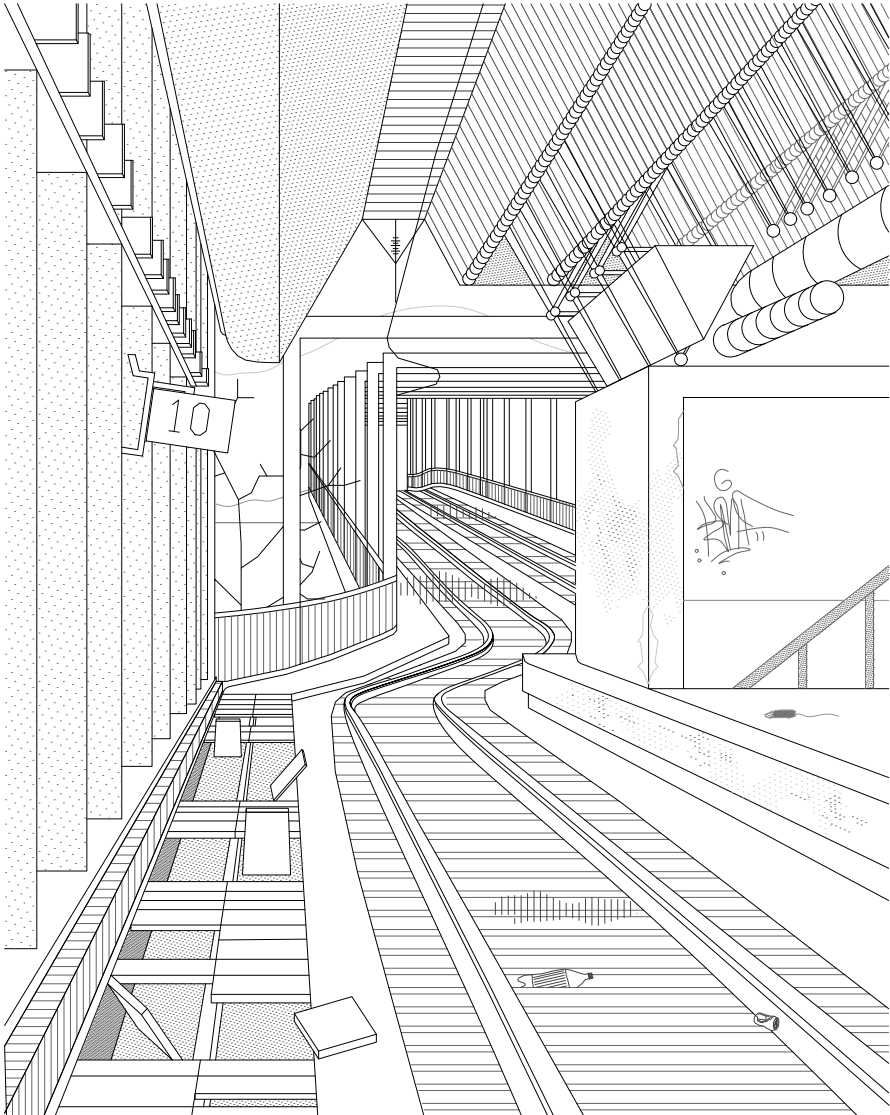


Figure 70
Réseau ressource
Réalisé par les auteurs





Figure 71
Imaginaire du réseau industriel
Réalisé par les auteurs

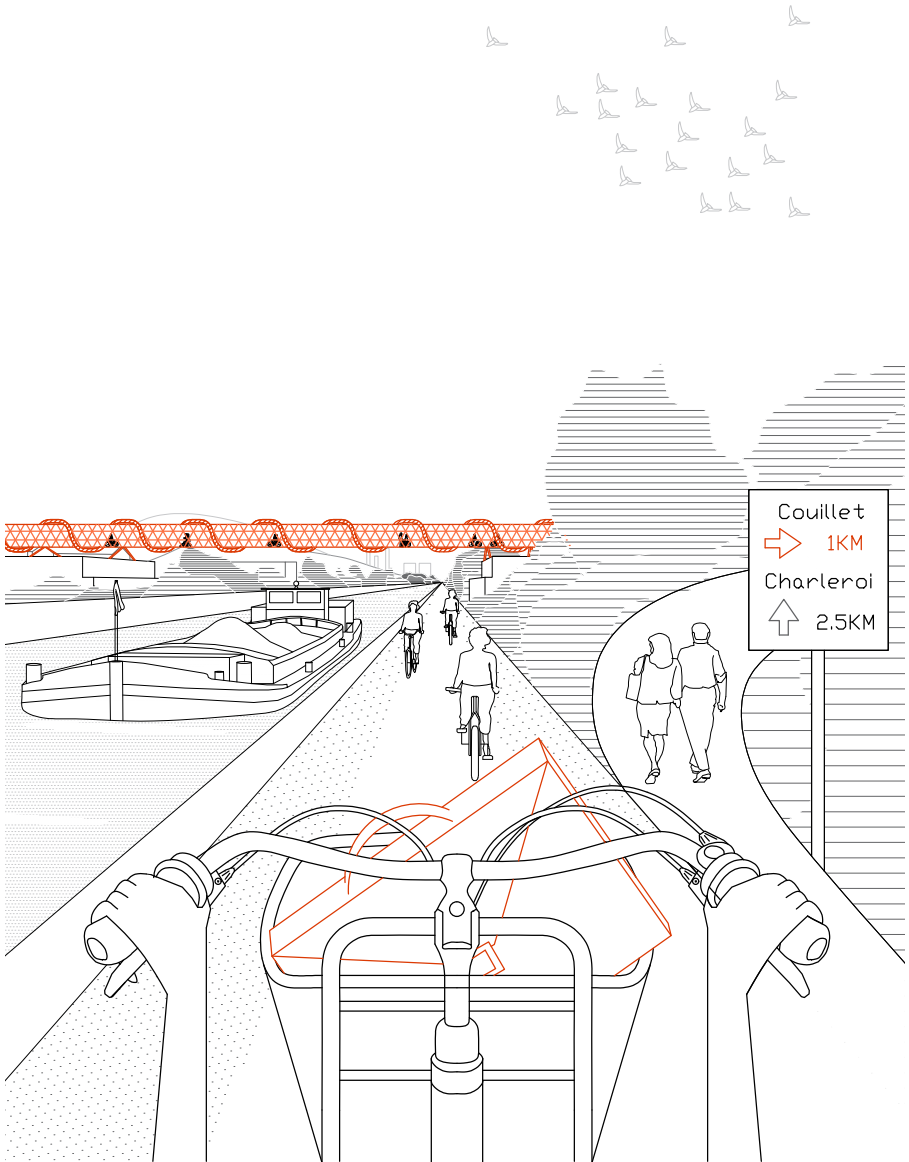
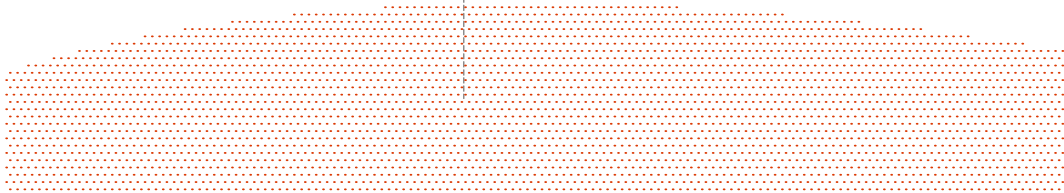
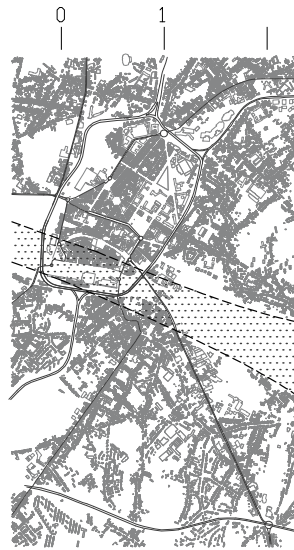
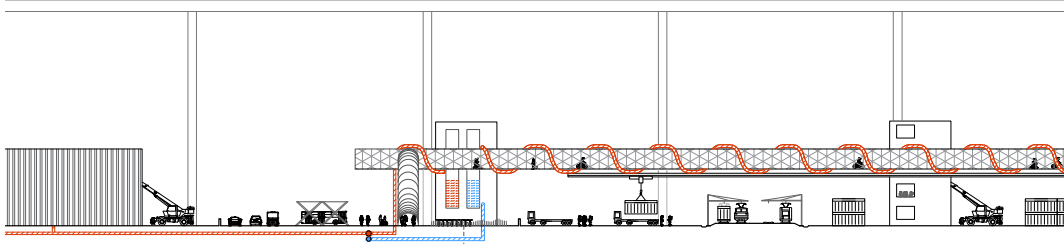


Figure 72
Réseau industriel
Réalisé par les auteurs

6.1 LES FRANCHISSEMENTS ET PÔLES D'ÉCHANGES

Le projet développé montre spatialement un type de franchissement, permettant de désenclaver le halage en proposant des sorties et des entrées, ainsi que des traversées. De ce fait, les distances séparant les différents centres urbains diminuent. En effet, au lieu de faire 6 km pour se rendre à Couillet via Charleroi, la passerelle développée offre un franchissement direct vers Couillet. Au niveau de la mobilité, le halage participe au réseau de mobilité active, en intégrant la possibilité de se rendre au travail en vélo.

La coupe ci-dessous montre une station géothermique implantée entre la Sambre et le chemin de fer au sud de Montignies-sur-Sambre. Celle-ci se localise où il y a actuellement un problème de franchissement de ces différentes barrières en mode doux et permet d'intégrer une passerelle à destination de la mobilité active. De plus, cette station géothermique s'intègre à la plateforme multimodale de marchandise de Charleroi-Châtelet existante afin de l'enrichir. Cette station permet également d'intégrer un pôle d'échange pour la mobilité. Cette station intègre également un parking relais, permettant de laisser sa voiture au profit d'une mobilité active.



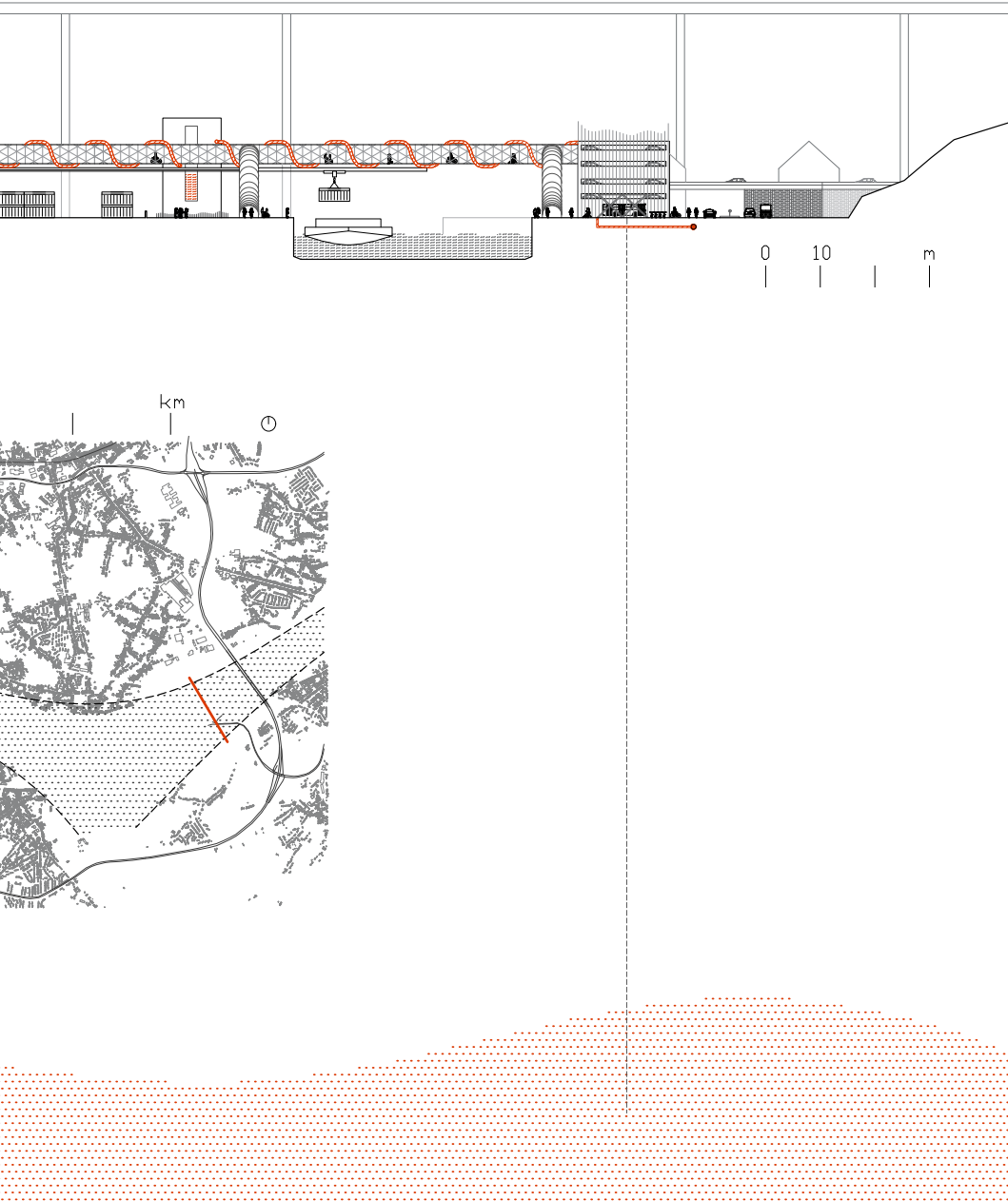


Figure 73
Coupe franchissement et pôle d'échange
Réalisé par les auteurs





Figure 74
Imaginaire du réseau tertiaire
Réalisé par les auteurs

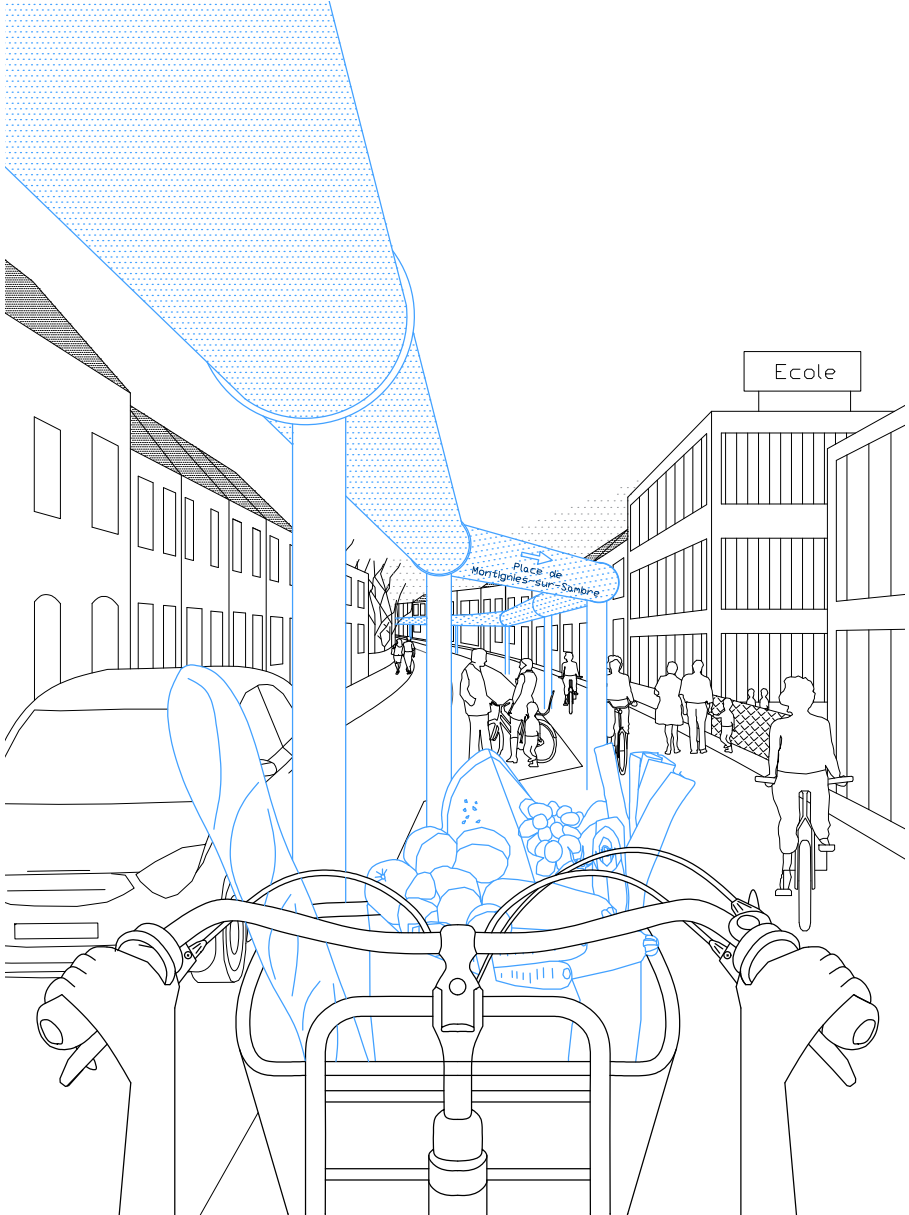
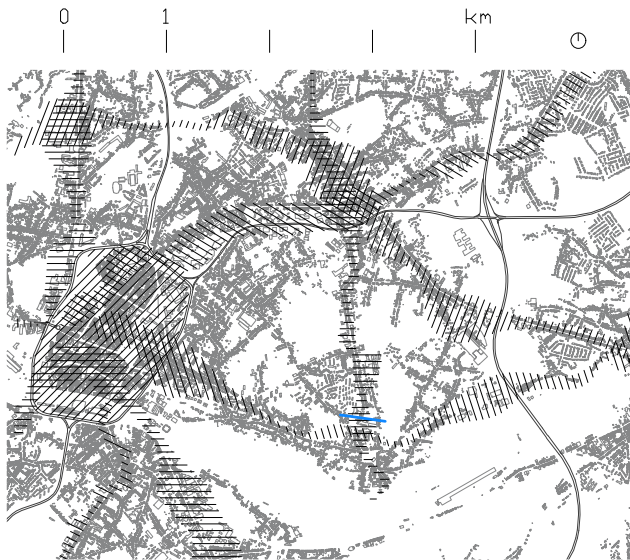
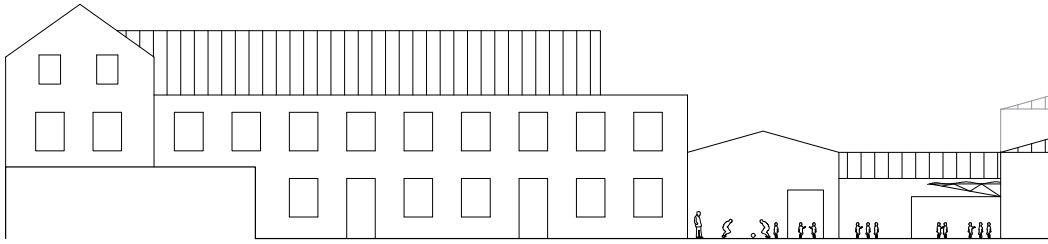


Figure 75
Réseau tertiaire
Réalisé par les auteurs

6.2 LES CHAUSSÉES PARTAGÉES

Spatialement, les chaussées autrefois entièrement dédiées à l'automobile sont désormais transformées en chaussées partagées. Le tuyaux aérien permet le flux de chaleur et sert de signalétique au déplacement actif. Ces tuyaux apportent donc un remodelage des chaussées et plus particulièrement aux abords des services, tels que les écoles, hôpitaux, etc. Cette spatialité permet aux citoyens de se réapproprier l'espace public. Le développement d'infrastructures de mobilité active sécurisées favorisent le déplacement à vélo pour se rendre aux services.

Ci-après, on peut voir une chaussée partagée située à Montignies-sur-Sambre entre un hôpital et une école. Les tuyaux mettent en lien physiquement les différentes activités tertiaires et peuvent par conséquent favoriser des interactions entre celles-ci. Les tuyaux devant l'école intègrent un parking à vélo favorisant le déplacement sportif pour s'y rendre mais également la possibilité pour les professeurs de gym et les élèves de se rendre aux complexes sportifs activement. Cette chaussée a la possibilité d'accueillir de multiples arrêts permettant continuellement des échanges de mobilité.



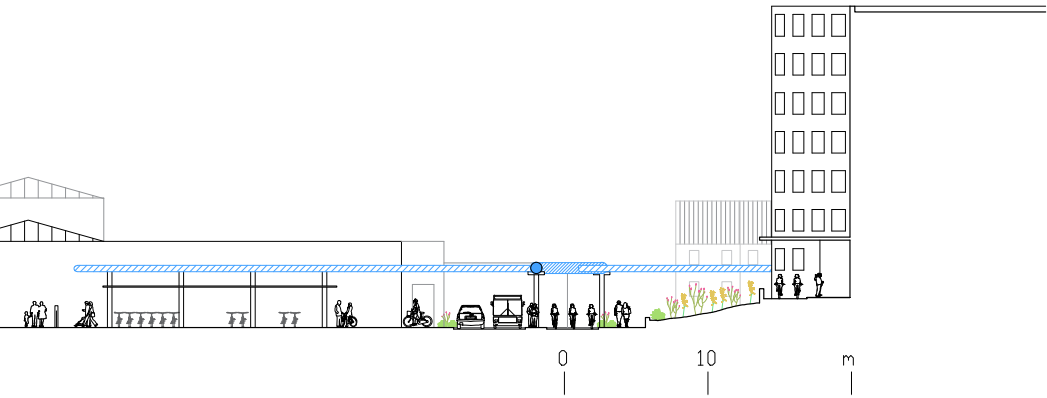


Figure 76
Coupe chaussée partagée
Réalisé par les auteurs





Figure 77
Imaginaire du réseau habitat
Réalisé par les auteurs

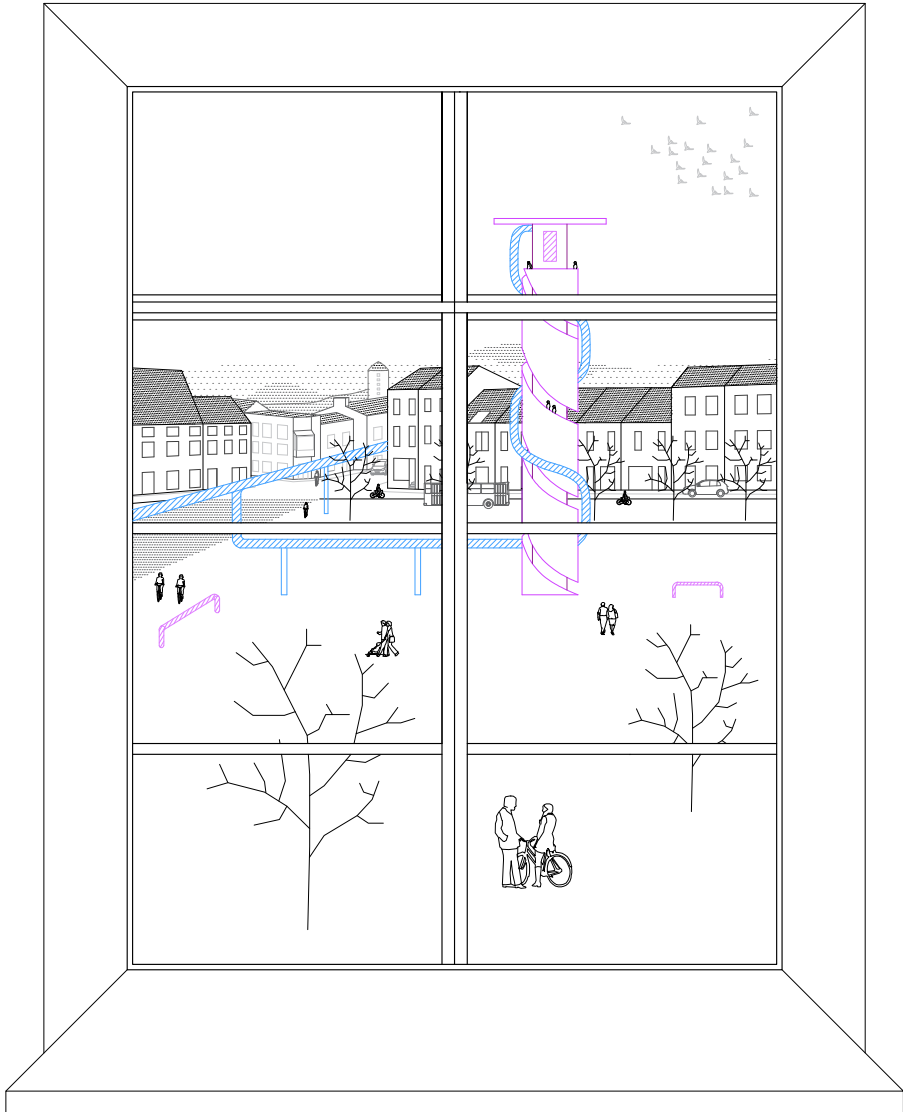


Figure 78
Réseau habitat
Réalisé par les auteurs

6.3 LES PLACES REPÈRES ET POINTS RELAIS

Les places autrefois délaissées et utilisées comme parking reprennent le statut de lieu public fort. Les échangeurs de chaleur du réseau habitat situés au coeur des places se matérialisent par des tours visuelles permettant à la fois de marquer le paysage « carolos » et d'observer ce paysage. Ces places sont les intersections entre le réseau habitat et tertiaire, et permettent de ponctuer les chaussées. Ces places devenant un carrefour de flux d'énergie et de mobilité favoriseraient le développement d'activités de quartiers. La tour permet de laisser l'espace libre au sol pour tous types d'activités.

La coupe ci-dessous montre que la tour sert d'échange entre le réseau tertiaire et le réseau habitat. Celle-ci permet de voir que la place devient le lieu d'échange de mobilité et qu'elle reprend son titre d'espace vide et libre de toutes activités.

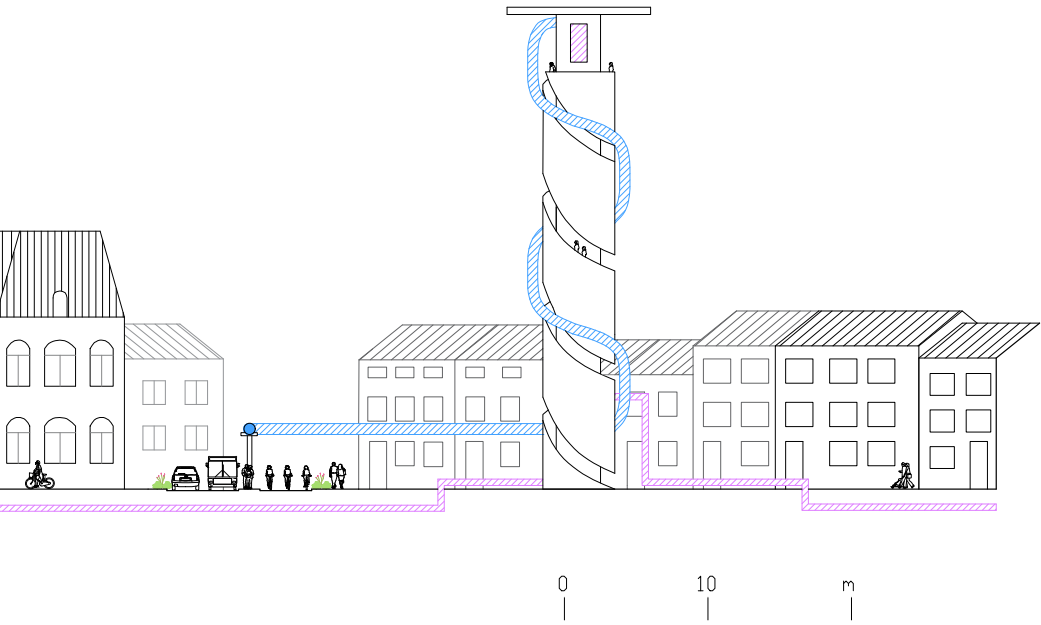


Figure 79
Coupe place repère
Réalisé par les auteurs





Figure 80
Imaginaire du réseau ressource
Réalisé par les auteurs

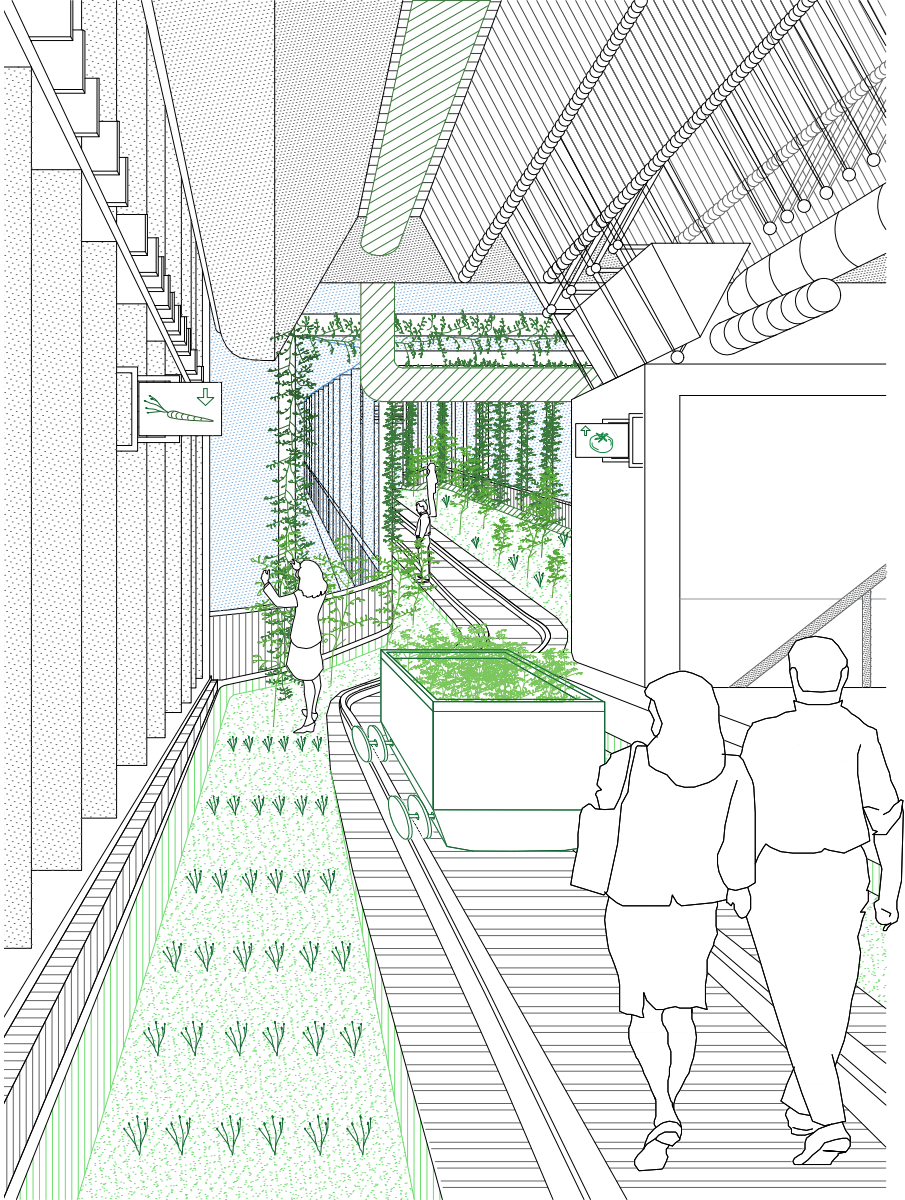
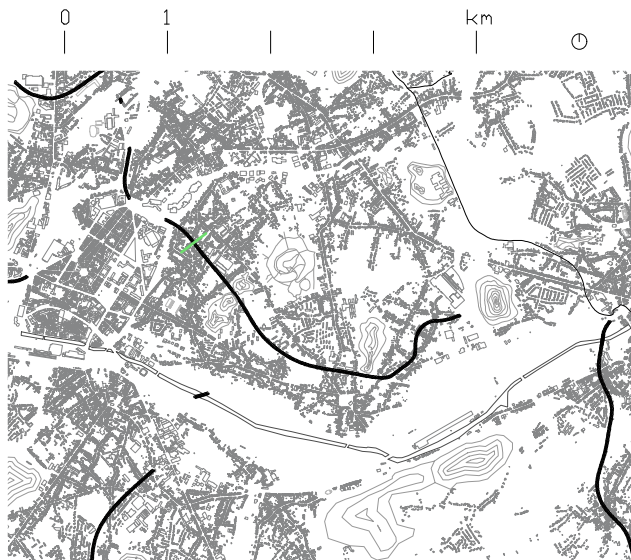
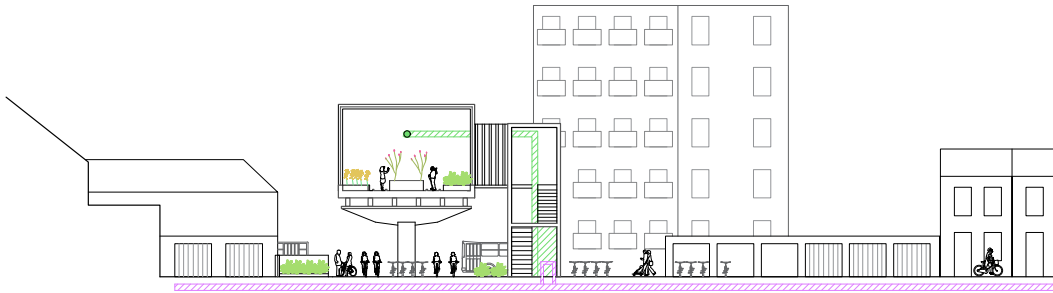


Figure 81
Réseau ressource
Réalisé par les auteurs

6.4 LES ESPACES RÉCRÉATIFS

L'image négative des infrastructures déchets telle que la « ligne fantôme » du métro abandonné laisse désormais place à des lieux productifs et récréatifs. Ceux-ci proposent des interactions sociales et le développement d'une économie locale. Le métro se transforme alors en une serre urbaine pour la ville et permet de dévoiler son patrimoine proche, celui des années 1980. Le réseau ressource se ponctue alors d'une série d'activités profitant à la collectivité. La production agricole de ce réseau alimenterait les différents marchés se déroulant sur les places publiques.

Le document suivant montre que ces activités se développeraient à l'intersection des réseaux habitat et ressource. Les échangeurs de chaleur deviennent alors des liens entre le haut et le bas des infrastructures. Dans ce cas-ci, le « sous-infrastructure » laisse quant à lui place à la mobilité active. Si l'ensemble des réseaux permettent de lutter contre la précarité énergétique et de mobilité, le réseau ressource permet également de lutter contre la précarité alimentaire. Les personnes les plus précaires ne disposant pas nécessairement de jardins pourraient profiter de cet espace pour cultiver.



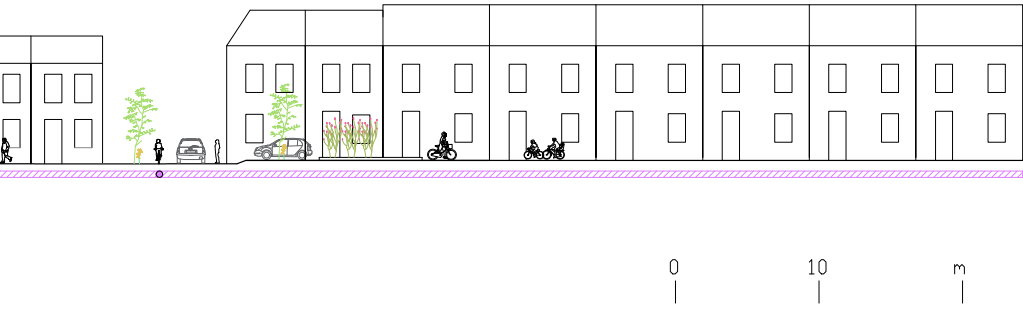


Figure 82
Coupe espace récréatif
Réalisé par les auteurs



Figure 83
4 imaginaires
Réalisé par les auteurs

6.5 CONCLUSION

En conclusion, en plus de répondre à une problématique liée à la précarité, l'association synergique permet le développement de types d'actions et d'imaginaires répondant aux problématiques de franchissements, de chaussées automobiles, de places parkings et d'infrastructures « déchets » sur le territoire « Carolos ». Ces imaginaires ont pour but d'apporter une vision spatiale au réseau approprié à la troisième révolution industrielle et d'enrichir des scénarios de réalisation de celui-ci.

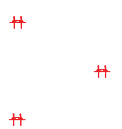

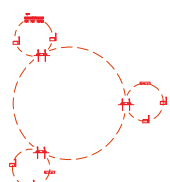

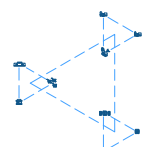
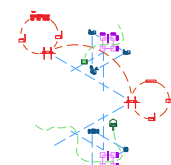

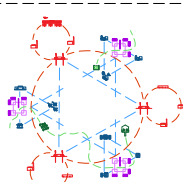

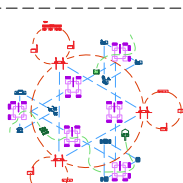
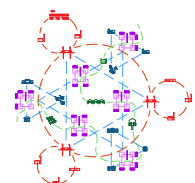
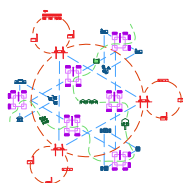
	Scénario 1	Scénario 2	Commentaire
Temps 1			Scénario 1 : Construction de toutes les stations Scénario 2 : Construction d'une seule station
Temps 2			Scénario 1 : Construction du réseau économique Scénario 2 : Construction des 4 réseaux autour de la première station
Temps 3			Scénario 1 : Construction du réseau tertiaire Scénario 2 : Construction d'une deuxième station et de ses 4 réseaux qui complètent le temps 2
Temps 4			Scénario 1 : Construction du réseau habitat Scénario 2 : Construction d'une troisième station et de ses 4 réseaux qui complètent le temps 2 et 3
Temps 5			Scénario 1 : Construction du réseau ressource Scénario 2 : Enrichissement du réseau global
Temps 6			Scénario 1 : Réseau global finalisé Scénario 2 : Réseau global finalisé

Figure 84
2 scénarios de passage de la stratégie
Réalisé par les auteurs

7 DES SCÉNARIOS DE RÉALISATION

La réalisation d'un projet d'une telle ampleur ne peut se concrétiser sans un phasage dans le temps. Afin de développer tout le territoire de Charleroi, le projet peut être un outil d'aide à la décision pour la création des puits géothermiques. Ces puits géothermiques sont d'ailleurs l'origine du projet. De ce fait, deux scénarios de réalisation sont possibles dans le temps.

Le premier scénario, divisé en six temps, propose la construction de chaque réseau séparément. Tout d'abord, l'ensemble des puits géothermiques sont réalisés. Ensuite, dans l'ordre chronologique se construisent les réseaux industriel, tertiaire, habitat et ressource. Dans ce scénario au niveau de la géothermie, la logique de réutilisation de résidus de température ne peut se faire de manière optimale qu'au temps six. De plus, en terme de mobilité cette logique ne permet pas la construction d'un maillage complet de mobilité active reliant diverses fonctions. L'association synergique ne prend son sens qu'au temps six de ce scénario. Finalement, ce scénario ne permet pas de lutter d'urgence contre la précarité vu que le réseau habitat (destiné aux habitants) n'intervient qu'au temps quatre.

Le deuxième scénario, contrairement au premier, permet, par zones, la construction simultanée des quatre réseaux. Cette logique offre la possibilité de venir directement en aide aux plus précaires de la société. L'association synergique prend alors tout son sens car elle se concrétise directement au temps deux. Elle est donc développée sur une portion du territoire et se complète au fur et à mesure afin de couvrir tout le territoire de Charleroi. Ce scénario, dès le début, donne la possibilité de relier l'ensemble des diverses fonctions en mobilité active et rend les échanges des résidus de température possibles.

Le deuxième scénario étant le plus en accord avec notre stratégie et remplissant tous les critères, se pose alors une question : Où faut-il intervenir en premier lieu ?

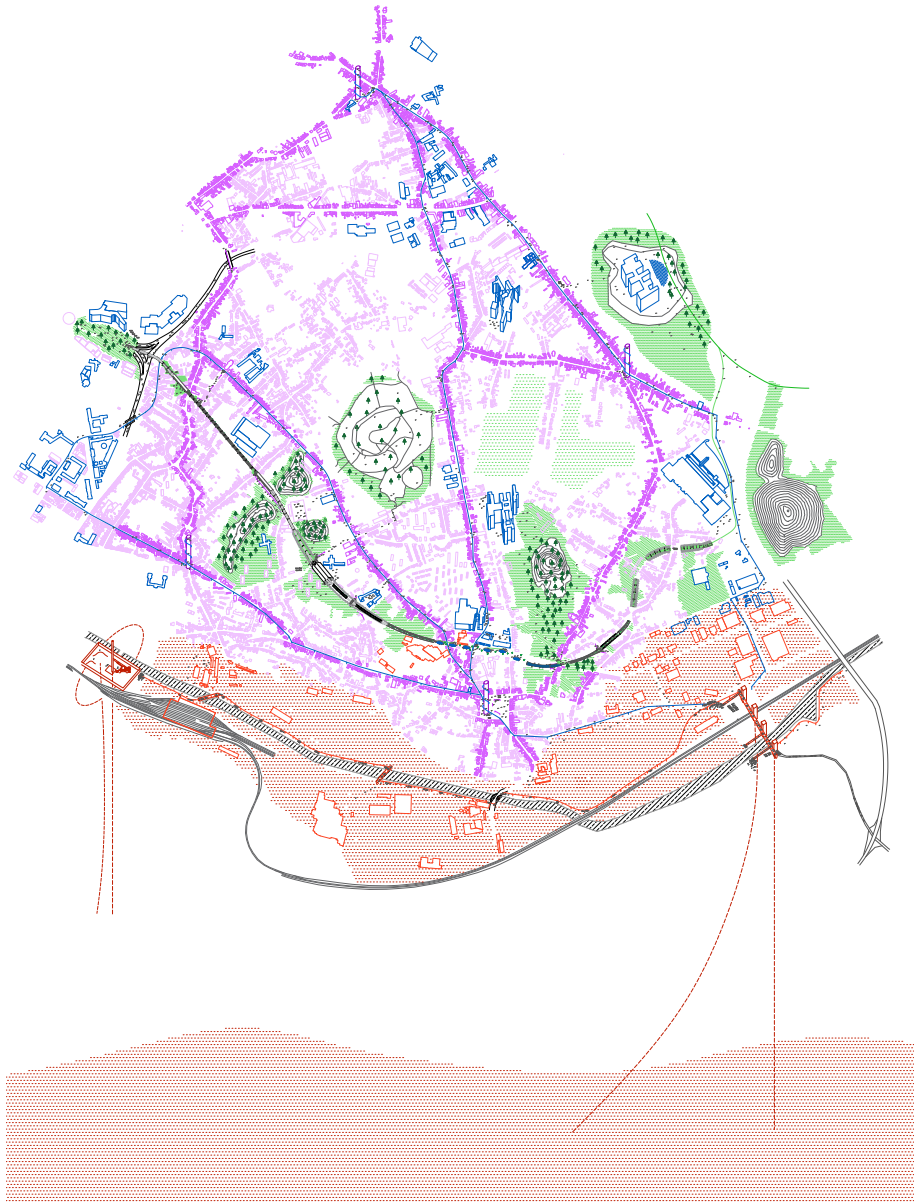
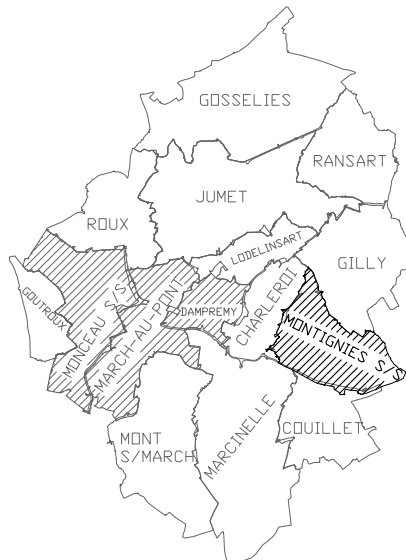


Figure 85
Projet pilote (Montignies-sur-Sambre) + localisation des communes précaires de Charleroi
Réalisé par les auteurs

Pour répondre à cette question, agir là où la précarité est la plus présente à Charleroi est primordial. Comme le précise l'étude *Analyse dynamique des quartiers en difficulté dans les régions urbaines belges*¹⁰⁴ : « Au-delà de la partie centrale de la ville, les quartiers en difficulté sont localisés immédiatement au nord du ring (Dampremy), et surtout le long de la vallée industrielle de la Sambre en amont (Monceau-sur-Sambre, Marchienne-au-Pont) et en aval de la ville (Montignies-sur-Sambre, Châtelet). »

En conséquence, le projet pilote (scénario 2 - temps 2) est développé sur la zone de Montignies-sur-Sambre. Si cette localité est en situation de grande précarité, elle présente sur son territoire des industries, des écoles, la plupart des hôpitaux de Charleroi, des places délaissées et enfin une infrastructure déchet, à savoir la « ligne fantôme » du métro léger de la ville.

Le projet accueille les différents types d'actions et imaginaires développés précédemment. Une station géothermique à l'est est développée et permet le franchissement de la Sambre, ainsi que des échanges intermodaux. Afin de répéter le schéma, une station à l'ouest est en cours de construction. Le réseau tertiaire se développe sur les chaussées et dessert notamment les différents hôpitaux (Saint-Joseph, Fabiola, Sainte-Thérèse, Notre-Dame, ainsi que le nouveau GHDC déjà en construction). Trois places, dont la place communale de Montignies-sur-Sambre deviennent des repères. La « ligne fantôme » du métro léger de Charleroi complète le RAVeL existant et intègre de nouvelles fonctions telles que des serres urbaines, des piscicultures et des piscines urbaines.



104 GRIPPA T. (ULB) : <http://forms.mi-is.be/Atlas_FR.pdf>

8 SYNTHÈSE

Pour synthétiser, le travail de recherche en et sur l'architecture a permis d'explorer d'autres facettes du métier d'architecte. Ce travail a permis de comprendre que le métier d'architecte touche continuellement de nouveaux enjeux, qui évoluent au cours du temps. Le projet explore le potentiel d'une alliance entre la mobilité active et l'énergie géothermique. Il s'inscrit dans une démarche économique, sociale, écologique et environnementale. Le travail de recherche en et sur l'architecture a permis d'explorer une hypothèse de projet territorial : Peut-on intervenir sur la précarité en pensant simultanément l'énergie et la mobilité ?

L'exploration par le projet a permis de répondre favorablement à cette hypothèse. En effet, la recherche est concluante sur la diminution de la précarité (énergétique et de mobilité). Effectivement, la récupération des résidus de chaleur actuellement inutilisés permettrait de diminuer les coûts du chauffage, et le développement d'une mobilité active permettrait un déplacement à moindre coût par rapport à la voiture par exemple. Si le coût de l'énergie peut passer de 60 à 40 €/Mwh¹⁰⁵ pour les habitants, on peut imaginer une autre hypothèse comme rendre cette énergie « gratuite ». En effet, la chaleur servant aux habitants étant le résidu du premier consommateur (l'industrie), celle-ci pourrait être entièrement payée par ce consommateur. De plus, cette association s'est avérée agir par la même occasion sur le prix de l'alimentation puisque le réseau ressource permet de développer une agriculture urbaine locale profitant aux habitants. Et enfin, en tant qu'architecte, cette association offre la possibilité d'imaginer une nouvelle lecture de la ville et de nouvelles spatialités propices à la troisième révolution industrielle. En plus de créer des nouvelles relations, la subtilité de l'association est de pouvoir réutiliser les ressources du territoire, comme le maximum de chaleur et la réactivation d'infrastructures « déchets ».

105 Information donnée par mail par IDEA (Intercommunale de Développement Économique et d'aménagement du coeur du Hainaut)

Le travail s'est limité à explorer le potentiel géothermique de la ville de Charleroi avec l'association de la mobilité active. Pour aller plus loin dans la recherche, d'autres hypothèses peuvent être explorées, dont notamment l'ajout d'autres énergies (solaires, éoliennes, hydroliques, biomasses, ...) ainsi que l'exploration d'autres moyens de déplacements (train, voiture, métro, ...) associés à la géothermie et aux autres énergies.

En tant qu'architecte, la méthode de recherche s'est faite par le projet d'architecture, permettant d'inventer de nouvelles visions, de nouvelles stratégies, et de nouvelles spatialités. L'opportunité du travail est de pouvoir être confronté avec d'autres professions, tels que des ingénieurs, disposant d'autres visions. C'est finalement l'ensemble des approches et l'apport de chaque discipline qui produira un projet encore plus riche. Les enjeux de la transition énergétique doivent être traités et réfléchis par différentes disciplines puisque nous sommes tous concernés par cette question. De plus, la réflexion collective permettra une diminution des coûts et de la précarité, ainsi qu'un développement d'habitudes éco-responsables.

La transition énergétique nous contraint à adopter de nouveaux modes de vie et une nouvelle réflexion stratégique sur l'aménagement du territoire. La troisième révolution industrielle est là, et touche des enjeux territoriaux. Charleroi a toujours évolué par grandes poussées, où la ville s'est toujours réinventée et métamorphosée. Notre projet s'inscrit dans une vision architecturale, où Charleroi sera de nouveau poussé et réinventé par cette nouvelle révolution industrielle.

Enfin, le travail nous a permis d'exposer nos idées à de réels acteurs lors d'une réunion à l'Hôtel de Ville de Charleroi. Ces acteurs étant : l'échevin des travaux et des entreprises (Éric Goffart), l'échevin de la mobilité et de l'énergie (Xavier Desgain), et enfin un architecte paysagiste du bureau du Bouwmeester (Arthur Hardy). Le débat que nous avons créé était prometteur et constructif. L'opportunité d'échanger notre stratégie et notre travail en dehors du cadre scolaire nous a permis de voir que nous touchions à des enjeux réels et que nous ne laissons pas ces différents acteurs du territoire de Charleroi indifférents après la réunion. Nous avons reçu quelques conseils pour pouvoir enrichir notre vision, ainsi que des numéros à contacter pour que le travail devienne concret, comme l'intercommunal IGRETEC.

9 BIBLIOGRAPHIE

9.1 LIVRES

BERTOLINI, Gérard ; VIGNERON, Jacques. *Déchet mode d'emploi*. Economica, Paris : environnement et écologie industriels, 1996, 168 p.

BUISSET, Paul-Émile. *Les transports en commun de la région de Charleroi*. Souris frères & Riboux, Charleroi, juin 1924.

COLLOT, Olivier. *Van Cau arrête les frais : mort du grand métro carolos*. In quotidien, 106° année n° 137, Le Soir, samedi 13 et dimanche 14 juin 1992, p. 1.

COLLOT, Olivier. *Le métro de Charleroi prend le bus*. In quotidien, 106° année n° 137, Le Soir, samedi 13 et dimanche 14 juin 1992, p. 19.

CONSIGNY, Kim. *«Junkspace», «Non-Lieux», «Délaissés» : des réserves pour la ville d'aujourd'hui ?* Mémoire de fin d'études sous la direction de SARANO Florence, Marseille : ENSAM – École Nationale Supérieure d'Architecture de Marseille Luminy.

CULOT, Maurice ; PIRLET, Lola. *Charleroi d'Arthur Rimbaud à Jean Nouvel 150 ans d'imaginaire urbain*. Archives d'Architecture Moderne asbl, Bruxelles : AAM Éditions, 384 p.

ESPINASSE, Catherine ; LE MOUËL, Éloi. *Lieux et liens, Tome 1 : Des lieux qui créent des liens*. L'Harmattan, Paris : Colloque de Cerisy, 2012, 340p.

ESPINASSE, Catherine ; LE MOUËL, Éloi. *Lieux et liens, Tome 2 : Des liens qui créent des lieux*. L'Harmattan, Paris : Colloque de Cerisy, 2012, 340p.

FOURNIER, Laurent Sébastien ; CROZAT, Dominique ; BERNIÉ-BOISSARD, Catherine ; CHASTAGNER, Claude. *Patrimoine et valorisation des territoires*. L'Harmattan, Paris, 2012, 304 p.

HASQUIN, Hervé ; POULAIN, Michel ; VERSCHUEREN, Laurent ; & al., *Charleroi 1666-2016 : 350 ans d'histoire des hommes, des techniques et des idées*, s.l., Académie Royal de Belgique, 2016.

MERTENS, Sven ; STAS, Michaël ; VANBRABANT, Benjamin, *Exploring le pays noir, Design investigations for a productive Landscape in the Charleroi region*. Thesis for Master of urbanism, Academic year : 2015-2016

MINISTÈRE DE LA RÉGION WALLONNE, *Les cahiers de l'urbanisme*. Mardaga, septembre 2002, n°40-41.

MONSAINGEON, Baptiste. *HOMOS DETRITUS : critique de la société du déchet*. Édition du Seuil, Paris, mai 2017, 289 p.

PAQUOT, Thierry, « Transition en avant toute ! », dans : Ecologik, n°51, 2016, pp. 62-63.

PRISTA VON BONHORST, Guida, *Métabolisme, énergie et territoire, Flux d'énergie et impact sur le territoire : déclin et futur de la zone industrielle de Naples*, s.l.

SIJMONS, Dirk ; HUGTENBURG, Jasper ; FEDDES, Fred, *Landschap en energie : ontwerpen voor transitie*, Rotterdam : nai010, 2014.

DAILLY, Marie-Noëlle ; LE MAIRE, Louise ; STRAUVEN, Iwan, *Guide architecture moderne et contemporaine 1881-2017 Charleroi métropole*. Mardaga & FWB, 2017, 368 p.

9.2 SOURCES INTERNET

- ACADEMIC, *Métro de Charleroi* – En ligne : <<http://fracademic.com/dic.nsf/frwiki/1213238>> [18.02.2019].
- ASSEMBLÉE DES CHAMBRES FRANÇAISES DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE, *Les réseaux d'entreprises* – En ligne : <https://www.cci.fr/documents/10903/8122654/Les_reseaux_d_entreprises.pdf?fbclid=IwAR0-u5MApD-s5PfwOnL2dWZPjXmg0enOdJJZKpWIZ52JnBTE3zb6OVsrQY> [30.04.2019].
- BAUPIN Denis, *Tout voiture, nos future* - En ligne : <https://www.liberation.fr/tribune/2005/10/18/tout-voiture-no-future_536069> [07.03.2019].
- BEAUNE, Jean-Claude. *Le déchet, le rebut, le rien. Champ Vallon*, 1999, 232 p. - En ligne : <<http://flipbook.cantook.net/?d=%2F%2Fwww.edenlivres.fr%2Fflipbook%2Fpublications%2F41397.js&oid=181&c=&m=&l=fr&r=&f=pdf>> [13.02.2019].
- BERTOLINI, Gérard. *Rebut ou ressources ? : la socio-économie du déche*. Revue économique, 1980, 789 p. - En ligne : <https://www.persee.fr/doc/estat_0336-1454_1992_num_258_1_6564> [13.02.2019].
- BOTMAN, Etienne, DECONINCK, Clément, *VILLE DE CHARLEROI - Plan d'Actions en faveur de l'Energie Durable et du Climat (PAEDC)* – En ligne (01.08.2017) : <https://www.charleroi.be/sites/default/files/kcfinder/files/paedc/PAEDC_Ville%20de%20Charleroi_v50%20ConseilCo%20170904.pdf> [19.04.2019].
- BOUWMEESTER, *Charleroi métropole, Un schéma stratégique édition 2018* - En ligne : <<http://www.charleroi-bouwmeester.be/charleroi-metropole4>> [08.03.2019].
- BRANDELEER CÉLINE, THOMAS ERMANS, MICHEL HUBERT, ISABELLE JANSSENS, PIERRE LANNOY, CHRISTOPHE LOIR ET PIERRE VANDERSTRAETEN, *Cahiers de l'Observatoire de la mobilité de la Région de Bruxelles-Capitale* - En ligne : <https://mobilite-mobiliteit.brussels/sites/default/files/le_partage_de_lespace_public.pdf> [05.04.2019].
- BUREAU FEDERAL DU PLAN, *Le paysage énergétique belge à l'horizon 2050* - En ligne (01.10.2017) : <https://www.plan.be/admin/uploaded/201710270928090.For_Energy_2017_11531_F.pdf> [17.04.2019].
- CAMBIER SIMON, CAMILIA FARES, NICOLAS JONARD, THOMAS NOCETO, BORIS PAPPEIANS, SOUS LA COORDINATION DE IWAN STRAUVEN. - En ligne : <<https://alisl.wordpress.com/travaux/articles/cartographie-et-morphologie-urbaine/>> [06.04.2019].
- CARTON VINCENT, *Les choix de mobilité opérés depuis les années 1950* - En ligne : <https://arau.org/uploads/assets/actes_journee_d_etude_bruxelles_sans_viaduc_ni_tunnel_22-11-2016.pdf> [06.04.2019].
- CELLULE MOBILITÉ (union wallonne des entreprises), *Quelques chiffres de la mobilité en wallonie* - En ligne : <<http://www.mobilite-entreprise.be/index.php/la-mobilite-en-wallonie-competences-chiffres/#1484426804483-1342c706-c5c5>> [08.03.2019].
- COMMISSION EUROPEENNE, *Feuille de route vers une économie compétitive à faible intensité de carbone à l'horizon 2050* – En ligne (08.03.2011) : <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0112&from=ET>> [26.04.2019].
- CHARLEROI, *La mobilité en ville* - En ligne : <<https://www.charleroi.be/mobilite>> [05.04.2019].
- CHARLEROI BOUWMEESTER, *Place Destrée à Gilly* - En ligne : <<http://www.charleroi-bouwmeester.be/gilly>> [29.04.2019].
- CHARLEROI MÉTROPOLE, *Un schéma stratégique, 2018* – En ligne : <<http://www.charleroi-bouwmeester.be/>> [18.02.2019].

DESGAIN, Xavier, *L'intermodalité sera la solution pour remplacer la E420 au sud de Charleroi* - En ligne : <<http://www.levertpays.be/index.php?post/2016/11/10/lintermodalite-sera-la-solution-pour-remplacer-la-e420-au-sud-de-charleroi#.XmbuyGzAM8>> [29.04.2019].

DIRECTION GENERALE OPERATIONNELLE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE, DU LOGEMENT, DU PATRIMOINE ET DE L'ENERGIE (DGO4), *Développement de la plate-forme Géothermique de la Wallonie* – En ligne (01.12.2011) : <<https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/rapport-final-plateforme-geothermie-rw-dgo4.pdf?ID=30511>> [05.01.2019].

DIRECTION GENERALE OPERATIONNELLE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE, DU LOGEMENT, DU PATRIMOINE ET DE L'ENERGIE (DGO4), *Etude des obstacles à la géothermie profonde (basse et haute énergie)* – En ligne (01.07.2011) : <<https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/rapport-final-obstacles-a-la-geothermie-profonde-rw-dgo4.pdf?ID=30510>> [05.01.2019].

DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE DES ROUTES ET DES BÂTIMENTS (DGO1), *Les vélos électriques, Enjeux et recommandations* - En ligne (01.11.2016) : <https://ravel.wallonie.be/files/pdf/Documentation/Amenagements_cyclables/Fiche_VAE.pdf> [29.04.2019].

DU BRULLE, Christian. *L'agriculture urbaine, ingrédient de l'économie « globale »* - En ligne : <<http://dailyscience.be/03/07/2014/lagriculture-urbaine-ingredient-de-leconomie-globale/>> [13.02.2019].

ÉCOHABITATION, *L'accès à la mobilité active* - En ligne (16.01.2014) : <<https://www.ecohabitation.com/guides/2929/lacces-a-la-mobilite-active/>> [29.04.2019].

EMISPEC, *Étude de cas : Serre pour culture de tomates* – En ligne : <<http://emispec.ca/medias/etude-de-cas-chiptec-p20-gasifier-pour-serre-de-tomates.pdf>> [16.05.2019].

EMISSIONS-ZERO, *4 nouvelles centrales hydroélectriques à construire* – En ligne : <<https://www.emissions-zero.coop/page/hydroelectricite>> [19.04.2019].

ESPACE ENVIRONNEMENT, *Carnet des villes de Charleroi, Liège et Namur* - En ligne : <https://www.espace-environnement.be/wp-content/uploads/2015/09/brochure_carnet_de_ville.pdf> [05.04.2019].

ÉVOLUTION CAROLO, *Inauguration du grand hôpital de Charleroi à l'horizon 2022!* - En ligne (27.03.2017) : <<https://evolutioncarolo.be/inauguration-grand-hopital-de-charleroi-a-lhorizon-2022/>> [17.05.2019]

FONDATION ROI BAUDOIN, *Baromètre de la précarité énergétique (2009-2016)* - En ligne : <[file:///C:/Users/Vincent/Downloads/PUB2018_3545_BarometrePrecariteEnergetique%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Vincent/Downloads/PUB2018_3545_BarometrePrecariteEnergetique%20(3).pdf)> [17.04.2019].

GÉOTHERMIE PERSPECTIVES, *Forage et autres techniques d'accès à la ressource* – En ligne (01.01.2016) : <<http://www.geothermie-perspectives.fr/article/forage-autres-techniques-dacces-ressource>> [17.04.2019].

GHDC, *Le Grands Hôpital De Charleroi de demain* - En ligne : <<http://www.ghdc-demain.be/fr/accueil/>> [08.04.2019].

GOUVERNEMENT WALLON, *Une garantie régionale pour le risque géothermique* – En ligne (24.01.2019) : <<http://gouvernement.wallonie.be/home/presse/publications/une-garantie-regionale-pour-le-risque-geothermique.publicationfull.html>> [05.05.2019].

IDDRI, *La mobilité, l'autre vulnérabilité énergétique* - En ligne (01.04.2012) : <<https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/propositions/la-mobilite-lautre-vulnerabilite-energetique>> [09.05.2019]

IFP, CCFA, OICA, *La place de l'automobile dans nos sociétés : faits et chiffres* - En ligne : <<https://www.notre-planete.info/ecologie/transport/placeauto.php>> [08.04.2019].

INSTITUT WALLON DE L'ÉVALUATION, DE LA PROSPECTIVE ET DE LA STATISTIQUE (IWEPS), *Directive efficacité énergétique 2012/27-art14* – En ligne (12.12.2016) : <<http://clusters.wallonie.be/servlet/Repository/dg04-presentation-cluster-tweed-v-3-0.pdf?ID=102261&saveFile=>> [17.04.2019].

INSTITUT WALLON DE L'ÉVALUATION, DE LA PROSPECTIVE ET DE LA STATISTIQUE (IWEPS), *Indicateurs statistiques, enquête de mobilité auprès des ménages wallons* - En ligne : < <https://www.iweps.be/indicateur-statistique/enquete-de-mobilite-aupres-menages-wallons/> > [08.03.2019].

INSTITUT WALLON DE L'ÉVALUATION, DE LA PROSPECTIVE ET DE LA STATISTIQUE (IWEPS), *Part d'énergie renouvelable dans la consommation énergétique* - En ligne (01/03/2019): < <https://www.iweps.be/indicateur-statistique/part-denergie-renouvelable-consommation-energetique/> > [29/04/2019].

INSTITUT WALLON DE L'ÉVALUATION, DE LA PROSPECTIVE ET DE LA STATISTIQUE (IWEPS), *Typologie des communes belges selon le degré de densité de population au 01/01/2011* – En ligne (01.10.2017) : < <https://www.iweps.be/indicateur-statistique/degre-de-densite-de-population-communes-belges-methode-dg-regio/> > [20.04.2016].

INSTITUT WALLON DE L'ÉVALUATION, DE LA PROSPECTIVE ET DE LA STATISTIQUE (IWEPS), *Walstat* – En ligne (05.07.2018) : < https://walstat.iweps.be/walstat-catalogue.php?indicateur_id=811400 > [20.04.2016].

JOURNAL OFFICIEL DE L'UNION EUROPEENNE, *Directive 2009/28/CE du parlement européen et du conseil* – En ligne (23.04.2009) : < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&qid=1545647522168&from=FR> > [05.01.2019].

LABO RUIMTE, *Atelier diepe geothermie* – En ligne (01.12.2015) : < https://www.vlaamsbouwmeester.be/sites/default/files/uploads/20151216_ADG_no_bleed_A4_web.pdf > [05.01.2019].

LABO RUIMTE, *Rapport Energielandschappen* - En ligne (10.03.2016) : < <https://www.vlaamsbouwmeester.be/nl/nieuws/rapport-energielandschappen> > [05.01.2019].

LA LIBRE.BE, *Le «retard énorme» de la mobilité à vélo à Charleroi*, Publié le lundi 04 septembre 2017 à 10h56 - En ligne : < <https://www.lalibre.be/regions/hainaut/le-retard-enorme-de-la-mobilite-a-velo-a-charleroi-59ac4deccd70d65d25c48bed> > [08.03.2019].

L'ECHO, *La Belgique à la traîne dans les renouvelables* - En ligne (26/01/2018): < <https://www.lecho.be/entreprises/energie/la-belgique-a-la-traine-dans-les-renouvelables/9976060.html> > [29/04/2019].

PLANÈTOSCOPE, *Emissions de CO2 par les voitures en Europe* - En ligne : < <https://www.planetoscope.com/automobile/311-emissions-de-co2-par-les-voitures-en-europe.html> > [07.04.2019].

RAVEL, *Ravel et véloroutes* - En ligne < <https://ravel.wallonie.be/home.html> > [07.03.2019].

RTBF, *Inutilisée, la ligne est du métro de Charleroi coûte 15 000 euros par mois.* - En ligne : < https://www.rtbf.be/info/regions/detail_inutilise-la-ligne-est-du-metro-de-charleroi-coute-15-000-euros-par-mois?id=9455590 > [13.02.2019].

SIJMONS, Dirk, *Energie & Ruimte – een nationaal perspectief* – en ligne : < <https://www.dropbox.com/s/z5hm9thtejjudp8/20171108%20Energie%20en%20Ruimte%202e%20druk%20HR.pdf?dl=0> > [19.04.2019].

SNCV et TEPCE/STIC, *Histoire SNCV et STIC* – En ligne : < <http://www.t-e-commun-charleroi.be/pages/le-tec-charleroi/histoiresncv-stic/> > [14.02.2019].

TEC, *Rapport d'activité 2017* – En ligne : < https://rapportannuel.groupetec.be/charleroi/?fbclid=IwAR1xacw9FnVTWVE8qAYSiy3U1UCQPoyfPLl5krF0X3_dRWV1cbvgafw8mg#mot-de-la-direction > [16.02.2019].

TIBI, *Uve* – en ligne : < <http://www.tibi.be/uve.htm> > [19.04.2019].

GRIPPA Taïs (ULB), LOOPMANS Maarten (KUI), MARISSAL Pierre (ULB), MAY Xavier (ULB), VAN HAMME Gilles (ULB), WERTZ Isaline (ULB), *dynamiques des quartiers en difficultés dans les régions urbaines belges*, IGEAT-ULB - En ligne (01.02.2015) : < http://forms.mi-is.be/Atlas_FR.pdf >

UNION EUROPÉENNE (politique régionale), Les villes de demain Défis, visions et perspectives - En ligne : <https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/citiesoftomorrow/citiesoftomorrow_final_fr.pdf> [08.04.2019].

VIVRE EN VILLE, *Intermodalité* - En ligne : <<http://collectivitesviables.org/articles/intermodalite.aspx>> [29.04.2019].

VÉLO CITÉ, Pourquoi se déplacer à vélo ? - En ligne : <<https://velo-cite.org/pourquoi-se-deplacer-a-velo/>> [08.04.2019].

WALEUROPE, *Plateforme multimodale de Charleroi-Châtelet* - En ligne : <[http://europe.wallonie.be/node/43?fbclid=IwAR2d4gyh2_6_gvSYsqUQ3QivkrCit0\]x8V0c0XyLd3q\]6R5K7GIPQP\]qZzM](http://europe.wallonie.be/node/43?fbclid=IwAR2d4gyh2_6_gvSYsqUQ3QivkrCit0]x8V0c0XyLd3q]6R5K7GIPQP]qZzM)> [29.04.2019].

WALLONIE ÉNERGIE SPW, *Valoriser la chaleur du ventre de la terre, c'est possible !* - En ligne < [https://energie.wallonie.be/fr/la-geothermie-profonde.html?IDC=6173&fbclid=IwAR2Dpr_XzakXxutQ9o170Ye2Hf-BZBoT7obTY\]VN7x9BWF\]cLCiLvkCfeAM](https://energie.wallonie.be/fr/la-geothermie-profonde.html?IDC=6173&fbclid=IwAR2Dpr_XzakXxutQ9o170Ye2Hf-BZBoT7obTY]VN7x9BWF]cLCiLvkCfeAM)> [28.04.2019].

WILLEM, Michaël, *Historique SNCV et TEPCE/STIC* - En ligne : <<http://www.t-e-commun-charleroi.be/pages/le-tec-charleroi/historique-sncv-stic/>> [06.04.2019].

10 ICONOGRAPHIE

10.1 PHOTOS

Photo 1 : Réalisée par les auteurs, *Les usines et la Sambre*.

Photo 2 : Réalisée par les auteurs, «*Ligne fantôme*» du *métro léger*.

Photo 3 : VANFLETEREN, Stephan, *Belgium Charleroi* - En ligne : <https://library.panos.co.uk/features/stories/charleroi.html#0_00145501> [11.05.2019].

Photo 4 : VANFLETEREN, Stephan, *Belgium Charleroi* - En ligne : <https://library.panos.co.uk/features/stories/charleroi.html#0_00145501> [11.05.2019].

Photo 5 : URBEX.NL, *Métro léger Charleroi, ligne Châtelet* - En ligne : <<https://www.urbex.nl/metro-leger-charleroi-ligne-chatalet/>> [19.05.2019].

Photo 6 : Auteur inconnu, *Locomotive 1850* - En ligne : <<http://docpix.fr/caddie/docpix002824/0/locomotive-1850>> © Docpix [11.05.2019].

Photo 7 : Auteur inconnu, Carte postale ancienne, *Histoire(s) et patrimoine de Charleroi, Les tramways à Charleroi* - En ligne : <<https://www.charleroi-decouverte.be/pages/index.php?id=434>> © <http://www.charleroi-decouverte.be/> / F. Dierick [11.05.2019].

Photo 8 : Auteur inconnu, *Place du haut du village à Dampremy* - En ligne : <<https://www.facebook.com/groups/Charleroienphoto/>> [11.05.2019].

Photo 9 : Auteur inconnu, *Tram SNCV Charleroi (1971)* - En ligne : <https://www.flickr.com/photos/megaanorak/25679584875> [11.05.2019].

Photo 10 : VANFLETEREN, Stephan, *Belgium Charleroi* - En ligne : <https://library.panos.co.uk/features/stories/charleroi.html#0_00145501> [11.05.2019].

Photo 11 : FORTI, Alain ; SCHUELGEN, Clemens, *Charleroi entre noir et blanc*, 19 décembre 2018.

Photo 12 : FORTI, Alain ; SCHUELGEN, Clemens, *Charleroi entre noir et blanc*, 19 décembre 2018.

Photo 13 : FORTI, Alain ; SCHUELGEN, Clemens, *Charleroi entre noir et blanc*, 19 décembre 2018.

Photo 14 : VANFLETEREN, Stephan, *Belgium Charleroi* - En ligne : <https://library.panos.co.uk/features/stories/charleroi.html#0_00145501> [11.05.2019].

Photo 15 : VANFLETEREN, Stephan, *Belgium Charleroi* - En ligne : <https://library.panos.co.uk/features/stories/charleroi.html#0_00145501> [11.05.2019].

Photo 16 : DAILLY, Marie-Noëlle ; LE MAIRE, Louise ; STRAUVEN, Iwan, *Guide architecture moderne et contemporaine 1881-2017 Charleroi métropole*. Mardaga & FWB, 2017, 368 p.

Photo 17 : EMISSIONS ZERO, *4 nouvelles centrales hydroélectriques à construire !* - En ligne : <https://www.emissions-zero.coop/page/hydroelectricite?fbclid=IwAR0IH2h1kkWRNourYnrFMmHQmHRdETnkGmxOphcU15Ut_5MdfBefqEMepl4> [14.05.2019].

Photo 18 : Auteur inconnu, *Incinérateur (ICDI) de Pont de Loup et la Sambre* - En ligne : <https://mapio.net/pic/p-15252446/?fbclid=IwAR1zqGGzdr3AJ4epM72QGeX9lfjAIBG-r_MVfciMg_zLY13zFXVBgmaQzI> [14.05.2019].

Photo 19 : ENGIE, *Première installation photovoltaïque de Belgique sur le site d'une centrale au gaz* – En ligne : <http://www.engie.be/fr/premiere-installation-photovoltaïque-de-belgique-sur-le-site-dune-centrale-au-gaz/?fbclid=IwAR032RMJMFgd14p_aOvMZHWt4sG-6YPm8ZrxLSjxhbDD1RSw6zv2dzCHc8c> [14.05.2019].

Photo 20 : TELESAMBRE, *Courcelles: octroi du permis pour le parc éolien* – En ligne (20.02.2019) : <https://www.telesambre.be/courcelles-octroi-du-permis-pour-le-parc-eolien?fbclid=IwAR2K7zyke_S1BjCXsu6Uyldde2FZZi5fEkqpxZoqjxhGylS7rfrIwhsW6Y8> [14.05.2019].

Photo 21 : Auteur inconnu, *La 7444 de la ligne M3 du Tec Charleroi* – En ligne (17.04.2018) : <<https://twitter.com/asvithuin/status/986172077530144768>> [14.05.2019].

Photo 22 : LE SOIR, *Charleroi: «Trop peu de nouvelles pistes cyclables»* – En ligne (11.10.2016) : <<https://plus.lesoir.be/63382/article/2016-10-11/charleroi-trop-peu-de-nouvelles-pistes-cyclables?fbclid=IwAR3EdnbI8v5zsjAm1gmnQ1CELJRuyvgipMFacEr8GW3Bt-7KK3jJS0c4Uj8>> [14.05.2019].

Photo 23 : Auteur inconnu, *Ravel 1 : Roux – Chatelet* – En ligne : <<http://www.velo-ravel.net/2008-06-08.html?fbclid=IwAR1M8ttZh28svHH4cMdZi2qvW2-rIT5qde-LEH3Y4ZYkvz3ADpMIst1Qo6U>> [14.05.2019].

Photo 24 : Réunion avec les acteurs de la ville de Charleroi déroulée le 16.04.2019, l'échevin des travaux et des entreprises (Goffart Éric), l'échevin de la mobilité et de l'énergie (Desgain Xavier), un responsable du Bouwmeester de Charleroi (Hardy Arthur), une historienne de l'art et du patrimoine (Wautelet Marie).

Photo 25 : COURRIER PICARD, *Amiens: première réussite sur le réseau de chaleur* - En ligne : <<https://www.courrier-picard.fr/art/96664/article/2018-03-13/amiens-premiere-reussie-sur-le-reseau-de-chaleur>> [19.05.2019].

Photo 26 : WIKIPÉDIA, *Fernwärmespeicher* - En ligne : <<https://de.wikipedia.org/wiki/Fernw%C3%A4rmespeicher#/media/File:Chemnitz-Waermespeicher.jpg>> [19.05.2019].

Photo 27 : ECOLE FONDAMENTALE DES URSULINES, *Visite à la centrale géothermique de Saint-Gbislain* : - En ligne (12.06.2017) : <http://ursulines-tournai.be/IMG/jpg/19105077_10210595692862934_1365772502_o.jpg> [19.05.2019].

Photo 28 : GÉOSCIENCES POUR UNE TERRE DURABLE, *Géothermie profonde : le site de Soultz-sous-Forêts en phase de production durable* - En ligne (15.07.2012) : <<https://www.brgm.fr/projet/geothermie-profonde-site-soultz-sous-forets-phase-production-durable>> [19.05.2019].

Photo 29 : VILLOUREC, *Tubes OCTG fournis pour une centrale de géothermie* - En ligne (18.09.2018) : <<http://www.vallourec.com/FR/group/MEDIA/News/Pages/geothermal-munich.aspx>> [19.05.2019].

Photo 30 : ENGIE, *La première centrale de géothermie profonde en Belgique* - En ligne (12.10.2017) : <<http://www.engie.be/fr/la-premiere-centrale-de-geothermie-profonde-en-belgique/>> [19.05.2019].

Photo 31 : LIFE BY ESSENT, *Une centrale électrique sous nos pieds* - En ligne : <<http://lifebyessent.be/fr/une-centrale-electrique-sous-nos-pieds/>> [19.05.2019].

Photo 32 : Auteur inconnu, *Boring loopt vast op 3148 meter diepte* - En ligne (26.11.2015) : <https://www.nieuwsblad.be/cnt/dmf20151126_01990997> [19.05.2019].

Photo 33 : Auteur inconnu, *Châtelineau: le complexe commercial du Cora va s'agrandir!* – En ligne (22.10.16) : <<https://www.dhnet.be/regions/charleroi/chatelineau-le-complexe-commercial-du-cora-va-s-agrandir-56b37df23570fdeb5b816d1>> [19.05.2019].

Photo 34 : GROUPE WAGNER, *City Nord -Espace Nord* – En ligne : <<http://www.groupewagner.be/project/city-nord-espace-nord/>> [19.05.2019].

Photo 35 : CHARLEROI, *L'extension de Ville 2* – En ligne : <<https://www.charleroi.be/content/lextension-ville-2>> [19.05.2019].

Photo 36 : Réalisé par les auteurs, *Place Destrée à Gilly*.

Photo 37 : CENTRAL (office for architecture and urbanism), *Place Destrée à Gilly* - En ligne : <<http://www.charleroi-bouwmceester.be/gilly>> [19.05.2019].

Photo 38 : Réalisé par les auteurs, *Place Émile Vandervelde à Montignies-sur-Sambre*.

Photo 39 : Réalisé par les auteurs, *Place Mattéoti à Jumet*.

Photo 40 : JOVERWIMP, *Ligne 119 Roux-Canal* - En ligne (13 .07.2011) : <<http://velo-ravel.forumactif.org/t657-08-itineraire-n4-w4-canaux-fleuves-et-rivieres-partie-roux-chatelet-ravel-1-centre>> [19.05.2019].

Photo 41 : CHEMINS DU RAIL A.S.B.L., *Ligne 112* - En ligne (10.10.2010) : <<http://www.chemindurail.be/voies-vertes/wallonie/ligne/112>> [19.05.2019].

Photo 42 : Réalisé par les auteurs, *Ravel ligne 119 à Gosselies*.

Photo 43 : LE SOIR, *Cure de jouvence pour la flotte du métro léger de Charleroi* - En ligne (01.10.2018) : <<https://plus.lesoir.be/181662/article/2018-10-01/cure-de-jouvence-pour-la-flotte-du-metro-leger-de-charleroi>> [19.05.2019].

Photo 44 : Réalisé par les auteurs, *Station Pensée du métro abandonné*.

Photo 45 : Réalisé par les auteurs, *Station Pensée du métro abandonné*.

Photo 46 : Dr GONZO, *Apocalypse Demain* - En ligne (29.12.2013) : <<http://apocalypsedemain.blogspot.com/2013/>> [19.05.2019]

Photo 47 : Réalisé par les auteurs, *Sous-infrastructures du métro abandonné à Montignies-sur-Sambre*.

Photo 48 : Réalisé par les auteurs, *P+R de Jumet (Métro - Bus - Voiture)*.

Photo 49 : Réalisé par les auteurs, *P+R de Gilly (Métro - Bus - Voiture)*.

10.2 FIGURES

L'ENSEMBLE DES DOCUMENTS GRAPHIQUES CRÉÉS PAR LES AUTEURS SONT RÉALISÉS SUR BASE DE DWG REÇU PAR LA COMMUNE DE CHARLEROI.

Figure 1 : Document graphique réalisé avec pour base : GOUVERNEMENT DE LA WALLONIE, *Le Plan wallon de Lutte contre la Pauvreté* - En ligne (08.03.2018) : <http://www.armoedebestrijding.be/Planluttepauvret%C3%A9_documentcomplet%20mars2018.pdf> [13.05.2019] ; IWEPS, *Taux d'épargne et consommation des ménages* - En ligne : <https://www.iweps.be/wp-content/uploads/2017/12/E018-CONS.EPARGN-122017_full1.pdf> [13.05.2019] ; DIRECTION GENERALE OPERATIONNELLE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE, DU LOGEMENT, DU PATRIMOINE ET DE L'ENERGIE (DGO4), *Développement de la plate-forme Géothermique de la Wallonie* - En ligne (01.12.2011) : <<https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/rapport-final-plateforme-geothermie-rw-dgo4.pdf?ID=30511>> [05.01.2019].

Figure 2 : Document graphique réalisé avec pour base : GOUVERNEMENT DE LA WALLONIE, *Le Plan wallon de Lutte contre la Pauvreté* - En ligne (08.03.2018) : <http://www.armoedebestrijding.be/Planluttepauvret%C3%A9_documentcomplet%20mars2018.pdf> [13.05.2019] ; IWEPS, *L'enquête de mobilité auprès des ménages wallons* - En ligne : <<https://www.iweps.be/indicateur-statistique/enquete-de-mobilite-aupres-menages-wallons/>> [13.05.2019] ; IWEPS, *Taux d'épargne et consommation des ménages* - En ligne : <https://www.iweps.be/wp-content/uploads/2017/12/E018-CONS.EPARGN-122017_full1.pdf> [13.05.2019] ; IWEPS, *Consommation d'énergie par secteur / vecteur* - En ligne (01.03.2019) : <<https://www.iweps.be/indicateur-statistique/consommation-denergie-secteur-vecteur/?fbclid=IwAR0-ianzDpj6GT1wGnmjAWXzrmcQbgpjOcssAjUorPur4FGbS26DHA1tk>> [13.05.2019] ; BUREAU FEDERAL DU PLAN, *Le paysage énergétique belge à l'horizon 2050* - En ligne (01.10.2017) : <https://www.plan.be/admin/uploaded/201710270928090.For_Energy_2017_11531_F.pdf> [13.05.2019].

Figure 3 : Document graphique réalisé avec pour base : INSTITUT WALLON DE L'EVALUATION, DE LA PROSPECTIVE ET DE LA STATISTIQUE (IWEPS), *Directive efficacité énergétique 2012/27-art14* – en ligne (12.12.2016) : < <http://clusters.wallonie.be/servlet/Repository/dg04-presentation-cluster-tweed-v-3-0.pdf?ID=102261&saveFile=> > [17.04.2019] ; INSTITUT WALLON DE L'EVALUATION, DE LA PROSPECTIVE ET DE LA STATISTIQUE (IWEPS), *Typologie des communes belges selon le degré de densité de population au 01/01/2011* – en ligne (01.03.2019) : < <https://www.iweps.be/indicateur-statistique/taux-de-defaut-de-paiement-electricite-gaz/> > [20.04.2016] ; INSTITUT WALLON DE L'EVALUATION, DE LA PROSPECTIVE ET DE LA STATISTIQUE (IWEPS), *Typologie des communes belges selon le degré de densité de population au 01/01/2011* – en ligne (01.03.2019) : < <https://www.iweps.be/indicateur-statistique/degre-de-densite-de-population-communes-belges-methode-dg-regio/> > [20.04.2016].

Figure 4 : Document graphique réalisé avec pour base : GÉOPORTAIL DE LA WALLONIE - En ligne : <<http://geoportail.wallonie.be/home.html>> [19.05.2019]

Figure 5 : Réalisé par les auteurs

Figure 6 : Document graphique réalisé avec pour base : MERTENS, Sven ; STAS, Michaël ; VANBRABANT, Benjamin, *Exploring le pays noir, Design investigations for a productive Landscape in the Charleroi region*. Thesis for Master of urbanism, Academic year : 2015-2016

Figure 7 : DUC DE CROY, *Le Charnoy* - En ligne : <http://carolosc.cluster014.ovh.net/caroloscope.forteresse/wp-content/uploads/2010/12/de-cro%C3%BF-charnoy.jpg?fbclid=IwAR05cqSX_uK0irkNCcddIbUhcprpxoiD-k4p35RnSHFdtArMT8TA16mzSo> [13.05.2019]

Figure 8 : CAROLOSCOPE, *Een boer met zijn vrouw en kind voor de boerderij* - En ligne : < http://carolosc.cluster014.ovh.net/caroloscope.forteresse/avant-1666-charnoy-un-petit-village/800px-david_teniers_-_een_boer_met_zijn_vrouw_en_kind_voor_de_boerderij/ > [19.05.2019].

Figure 9 : Document graphique réalisé avec pour base : MERTENS, Sven ; STAS, Michaël ; VANBRABANT, Benjamin, *Exploring le pays noir, Design investigations for a productive Landscape in the Charleroi region*. Thesis for Master of urbanism, Academic year : 2015-2016

Figure 10 : VAN DER MEULEN, *La conquête de la citadelle de Charleroi par les Français en 1667* - En ligne : < https://wikivisually.com/wiki/Siege_of_Maastricht_%281673%29 > [13.05.2019]

Figure 11 : Document graphique réalisé avec pour base : MERTENS, Sven ; STAS, Michaël ; VANBRABANT, Benjamin, *Exploring le pays noir, Design investigations for a productive Landscape in the Charleroi region*. Thesis for Master of urbanism, Academic year : 2015-2016

Figure 12 : LUCE, Maximilien, *Hauts fourneaux à Charleroi (1896)* - En ligne : < https://www.flickr.com/photos/mazanto/20484679593/in/photostream/?fbclid=IwAR2gV1a-JuCnTIRVa2p_5V1aZ76EzW65gXcN7JfdAYHul-h45oP3IO8MUM > [13.05.2019]

Figure 13 : LUCE, Maximilien, *Terrils de charbonnage (1896)* - En ligne : <https://www.flickr.com/photos/mazanto/21105760295/in/photostream/?fbclid=IwAR0ucj7eDuPjBDrZnwPzv4p0P6dbhcWpzbmRtXLAWVxDybkj_5452SmsBs8> [13.05.2019]

Figure 14 : Document graphique réalisé avec pour base : MERTENS, Sven ; STAS, Michaël ; VANBRABANT, Benjamin, *Exploring le pays noir, Design investigations for a productive Landscape in the Charleroi region*. Thesis for Master of urbanism, Academic year : 2015-2016

Figure 15 : Auteur inconnu, *Plan du MLC prévu dans les années 1960* - En ligne : <<https://fracademic.com/dic.nsf/frwiki/1213464>> © Academic, 2000-2019 [11.05.2019].

Figure 16 : Document graphique réalisé avec pour base : MERTENS, Sven ; STAS, Michaël ; VANBRABANT, Benjamin, *Exploring le pays noir, Design investigations for a productive Landscape in the Charleroi region*. Thesis for Master of urbanism, Academic year : 2015-2016

Figure 17 : Réalisé par les auteurs, *Collage d'un recyclage des ressources du territoire et création d'un réseau de chaleur géothermique*.

Figure 18 : PLANET TERRE, *Le centre de la Terre dessiné par un géologue du XVII^{ème} siècle, Athanasius Kircher (1602-1680) dans son célèbre Mundus subterraneus* - En ligne : <<http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/objets/Images/chaleur-Terre-geothermie/chaleur-Terre-geothermie-01.jpg>> [19.05.2019].

Figure 19 : Document graphique réalisé avec pour base : ASSOCIATION VENDENNE DE GÉOLOGIE, *Schéma de la structure et de la composition de la terre interne* - En ligne : <<http://avg85.over-blog.com/article-schemas-de-la-structure-et-de-la-composition-de-la-terre-interne-97448399.html>> [19.05.2019].

Figure 20 : Document graphique réalisé avec pour base : DIRECTION GENERALE OPERATIONNELLE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE, DU LOGEMENT, DU PATRIMOINE ET DE L'ENERGIE (DGO4), *Développement de la plate-forme Géothermique de la Wallonie* - En ligne (01.12.2011) : <<https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/rapport-final-plateforme-geothermie-rw-dgo4.pdf?ID=30511>> [19.05.2019].

Figure 21 : Document graphique réalisé avec pour base : WALLONIE ÉNERGIE SPW, *Valoriser la chaleur du ventre de la terre, c'est possible !* - En ligne < https://energie.wallonie.be/fr/la-geothermie-profonde.html?IDC=6173&fbclid=IwAR2Dpr_XzakXxutQ9o170Ye2HfBZBoT7obTYjVN7x9BWFjCLCLvkCfeAM> [19.05.2019].

Figure 22 : Document graphique réalisé avec pour base : Les explications orales de la géologues Estelle Petitclerc (15.02.2019).

Figure 23 : Document graphique réalisé avec pour base : LABO RUIMTE, *Atelier diepe geothermie* - En ligne (01.12.2015) : <https://www.vlaamsbouwmeester.be/sites/default/files/uploads/20151216_ADG_no_bleed_A4_web.pdf> [19.05.2019].

Figure 24 : Document graphique réalisé avec pour base : INSTITUT WALLON DE L'EVALUATION, DE LA PROSPECTIVE ET DE LA STATISTIQUE (IWEPS), *Directive efficacité énergétique 2012/27-art14* - En ligne (12.12.2016) : < <http://clusters.wallonie.be/servlet/Repository/dg04-presentation-cluster-tweed-v-3-0.pdf?ID=102261&saveFile=>> [19.05.2019] ; INSTITUT WALLON DE L'EVALUATION, DE LA PROSPECTIVE ET DE LA STATISTIQUE (IWEPS), *Part d'énergie renouvelable dans la consommation énergétique* - En ligne (01/03/2019): < <https://www.iweps.be/indicateur-statistique/part-denergie-renouvelable-consommation-energetique/>> [19.05.2019] ; INSTITUT WALLON DE L'EVALUATION, DE LA PROSPECTIVE ET DE LA STATISTIQUE (IWEPS), *Walstat* - En ligne (05.07.2018) : < https://walstat.iweps.be/walstat-catalogue.php?indicateur_id=811400> [19.05.2019].

Figure 25 : CHARLEROI DISTRICT CRÉATIF, *Construction d'une unité de production d'énergie pour les infrastructures publiques / 3 385 583 €* - En ligne : <<http://www.charleroi-dc.be>> [19.05.2019].

Figure 26 : Document graphique réalisé avec pour base : LABO RUIMTE, *Atelier diepe geothermie* - En ligne (01.12.2015) : <https://www.vlaamsbouwmeester.be/sites/default/files/uploads/20151216_ADG_no_bleed_A4_web.pdf> [19.05.2019].

Figure 27 : Document graphique réalisé avec pour base : LABO RUIMTE, *Atelier diepe geothermie* - En ligne (01.12.2015) : <https://www.vlaamsbouwmeester.be/sites/default/files/uploads/20151216_ADG_no_bleed_A4_web.pdf> [19.05.2019].

Figure 28 : Document graphique réalisé avec pour base : Auteur inconnu, *Faire 3 km en ville* - En ligne : <http://web.ac-reims.fr/dsden52/ercom/documents/sciences/2017/170405_expo_08_je_suis_ecomobile/170405_transport_ecomobilité.pdf> [19.05.2019] ; INSTITUT WALLON DE L'EVALUATION, DE LA PROSPECTIVE ET DE LA STATISTIQUE (IWEPS), *Indicateurs statistiques, enquête de mobilité auprès des ménages wallons* - En ligne : <<https://www.iweps.be/indicateur-statistique/enquete-de-mobilite-aupres-menages-wallons/>> [08.03.2019].

Figure 29 : Réalisé par les auteurs, *schéma de mobilité actuel - La voiture très développée.*

Figure 30 : Réalisé par les auteurs, *schéma de mobilité actuel - Le métro peu développé.*

Figure 31 : Document graphique réalisé avec pour base : FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES, *RAVeL et véloroutes* - En ligne : <<https://ravel.wallonie.be/home/carte-interactive.html>> [19.05.2019].

Figure 32 : VK Architects & Engineers et Reservoir A, *GRAND HÔPITAL DE CHARLEROI À L'HORIZON 2022!* - En ligne : <<https://evolutioncarolo.be/inauguration-grand-hopital-de-charleroi-a-lhorizon-2022/>> [19.05.2019].

Figure 33 : Réalisé par les auteurs, *La « ligne fantôme » du métro léger de Charleroi*.

Figure 34 : Document graphique réalisé avec pour base : BOUWMEESTER, *Charleroi métropole, Un schéma stratégique édition 2018* - En ligne : <<http://www.charleroi-bouwmeester.be/charleroi-metropole4>> [08.03.2019].

Figure 35 : Document graphique réalisé avec pour base : BOUWMEESTER, *Charleroi métropole, Un schéma stratégique édition 2018* - En ligne : <<http://www.charleroi-bouwmeester.be/charleroi-metropole4>> [08.03.2019].

Figure 36 : Document graphique réalisé avec pour base : BOUWMEESTER, *Charleroi métropole, Un schéma stratégique édition 2018* - En ligne : <<http://www.charleroi-bouwmeester.be/charleroi-metropole4>> [08.03.2019].

Figure 37 : Document graphique réalisé avec pour base : NOTRE-PLANETE.INFO, *La place de l'automobile dans nos sociétés : faits et chiffres* - En ligne : <<https://www.notre-planete.info/ecologie/transport/placauto.php>> [19.05.2019]

Figure 38 : Document graphique réalisé avec pour base : GÉOPORTAIL DE LA WALLONIE - En ligne : <<http://geoportail.wallonie.be/home.html>> [19.05.2019]

Figure 39 : Réalisé par les auteurs, *Une hypothèse pour la ville de Charleroi*.

Figure 40 : Réalisé par les auteurs, *Vers la troisième révolution industrielle à Charleroi - Couplage de l'énergie et de la mobilité*.

Figure 41 : Document graphique réalisé avec pour base : GÉOPORTAIL DE LA WALLONIE - En ligne : <<http://geoportail.wallonie.be/home.html>> [19.05.2019]

Figure 42 : Réalisé par les auteurs, *Collage réseau industriel*.

Figure 43 : Réalisé par les auteurs, *Schéma conceptuel d'interactions du réseau industriel*.

Figure 44 : Document graphique réalisé avec pour base : BOTMAN, Etienne, DECONINCK, Clément, *VILLE DE CHARLEROI - Plan d'Actions en faveur de l'Energie Durable et du Climat (PAEDC)* - En ligne (01.08.2017) : <https://www.charleroi.be/sites/default/files/kcfinder/files/paedc/PAEDC_Ville%20de%20Charleroi_v50%20ConseilCo%20170904.pdf> [19.04.2019]; COMMISSION DE REGULATION DE L'ELECTRICITE ET DU GAZ, le niveau et l'évolution des prix de l'énergie - En ligne : <<https://www.creg.be/sites/default/files/assets/Publications/Studies/F1134FR.pdf>> [15.05.2019].

Figure 45 : Réalisé par les auteurs, *La rupture*

Figure 46 : Document graphique réalisé avec pour base : BOTMAN, Etienne, DECONINCK, Clément, *VILLE DE CHARLEROI - Plan d'Actions en faveur de l'Energie Durable et du Climat (PAEDC)* - En ligne (01.08.2017) : <https://www.charleroi.be/sites/default/files/kcfinder/files/paedc/PAEDC_Ville%20de%20Charleroi_v50%20ConseilCo%20170904.pdf> [19.04.2019]; ETAT DE L'ENVIRONNEMENT WALLON, Consommation d'énergie de l'industrie - En ligne (23.04.2019) : <<http://etat.environnement.wallonie.be/contents/indicator sheets/INDUS%201.html>> [15.05.2019].

Figure 47 : Réalisé par les auteurs, *Réseau industriel*.

Figure 48 : Réalisé par les auteurs, *Collage réseau tertiaire*.

Figure 49 : Réalisé par les auteurs, *Schéma conceptuel d'interactions du réseau tertiaire*.

Figure 50 : Document graphique réalisé avec pour base : BOTMAN, Etienne, DECONINCK, Clément, *VILLE DE CHARLEROI - Plan d'Actions en faveur de l'Energie Durable et du Climat (PAEDC)* - En ligne (01.08.2017) : <https://www.charleroi.be/sites/default/files/kcfinder/files/paedc/PAEDC_Ville%20de%20Charleroi_v50%20ConseilCo%20170904.pdf> [19.04.2019]; COMMISSION DE REGULATION DE L'ELECTRICITE ET DU GAZ, le niveau et l'évolution des prix de l'énergie - En ligne : <<https://www.creg.be/sites/default/files/assets/Publications/Studies/F1134FR.pdf>> [15.05.2019].

Figure 51 : Réalisé par les auteurs, *Les chaussées automobiles*

Figure 52 : Document graphique réalisé avec pour base : BOTMAN, Etienne, DECONINCK, Clément, *VILLE DE CHARLEROI - Plan d'Actions en faveur de l'Energie Durable et du Climat (PAEDC)* – En ligne (01.08.2017) : <https://www.charleroi.be/sites/default/files/kcfinder/files/paedc/PAEDC_Ville%20de%20Charleroi_v50%20ConseilCo%20170904.pdf> [19.04.2019] ; INSTITUT DE CONSEIL ET D'ETUDES EN DEVELOPPEMENT DURABLE, Bilan énergétique Wallonie 2016 – en ligne : <<https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/bilanenergetiquedomestiquewallonie2016etbilanprovisoire2017.pdf?ID=54009>> [15.05.2019].

Figure 53 : Réalisé par les auteurs, *Réseau tertiaire*.

Figure 54 : Réalisé par les auteurs, *Collage réseau habitats*.

Figure 55 : Réalisé par les auteurs, *Schéma conceptuel d'interactions du réseau habitats*.

Figure 56 : Document graphique réalisé avec pour base : BOTMAN, Etienne, DECONINCK, Clément, *VILLE DE CHARLEROI - Plan d'Actions en faveur de l'Energie Durable et du Climat (PAEDC)* – En ligne (01.08.2017) : <https://www.charleroi.be/sites/default/files/kcfinder/files/paedc/PAEDC_Ville%20de%20Charleroi_v50%20ConseilCo%20170904.pdf> [19.04.2019] ; COMMISSION DE REGULATION DE L'ELECTRICITE ET DU GAZ, le niveau et l'évolution des prix de l'énergie – En ligne : <<https://www.creg.be/sites/default/files/assets/Publications/Studies/F1134FR.pdf>> [15.05.2019].

Figure 57 : Réalisé par les auteurs, *Les places délaissées*.

Figure 58 : Document graphique réalisé avec pour base : BOTMAN, Etienne, DECONINCK, Clément, *VILLE DE CHARLEROI - Plan d'Actions en faveur de l'Energie Durable et du Climat (PAEDC)* – En ligne (01.08.2017) : <https://www.charleroi.be/sites/default/files/kcfinder/files/paedc/PAEDC_Ville%20de%20Charleroi_v50%20ConseilCo%20170904.pdf> [19.04.2019] ; INSTITUT DE CONSEIL ET D'ETUDES EN DEVELOPPEMENT DURABLE, Bilan énergétique Wallonie 2016 – en ligne : <<https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/bilanenergetiquedomestiquewallonie2016etbilanprovisoire2017.pdf?ID=54009>> [15.05.2019].

Figure 59 : Réalisé par les auteurs, *Réseau habitats*.

Figure 60 : Réalisé par les auteurs, *Collage réseau ressource*.

Figure 61 : Réalisé par les auteurs, *Schéma conceptuel d'interactions du réseau ressources*.

Figure 62 : Réalisé par les auteurs, *Un maillage vert discontinu*.

Figure 63 : Réalisé par les auteurs, *Réseau ressource*.

Figure 64 : Réalisé par les auteurs, *Réseau global - 4 réseaux*.

Figure 65 : Réalisé par les auteurs, *Réseau global - 4 Réseaux - Impact sur les émissions de CO₂*.

Figure 66 : Réalisé par les auteurs, *4 problématiques*.

Figure 67 : Réalisé par les auteurs, *Réseau industrielle*.

Figure 68 : Réalisé par les auteurs, *Réseau tertiaire*.

Figure 69 : Réalisé par les auteurs, *Réseau habitat*.

Figure 70 : Réalisé par les auteurs, *Réseau ressource*.

Figure 71 : Réalisé par les auteurs, *Imaginaire du réseau industrielle*, sur base de : DEZEEN, *Pedestrian bridge for La Roche-sur-Yon by Bernard Tschumi and Hugh Dutton* – En ligne (09.03.2010) : <<https://www.dezeen.com/2010/03/09/pedestrian-bridge-for-la-roche-sur-yon-by-bernard-tschumi-and-hugh-dutton/>> [27.05.2019]

CHARLEROI DISTRICT CREATIF, *Assainissement des chancres du cœur urbain* – 2.957.500 – En ligne : < <http://www.charleroi-dc.be/espaces-publics2?fbclid=IwAR0ALLATVoT5secyevl55UHuhHOKQFsQLsnbNA8eU8lK2vTJm1ZRxRhnuX18> > [27.05.2019]

Figure 72 : Réalisé par les auteurs, *Réseau industrielle*.

Figure 73 : Réalisé par les auteurs, *Coupe franchissement et pôle d'échange*.

Figure 74 : Réalisé par les auteurs, *Imaginaire du réseau tertiaire*, sur base de : CHARLEROI, *Projet de ville 2019-2024* – En ligne : <<https://www.charleroi.be/projet-de-ville-2019-2024>> [27.05.2019]

Figure 75 : Réalisé par les auteurs, *Réseau tertiaire*.

Figure 76 : Réalisé par les auteurs, *Coupe chaussée partagée*.

Figure 77 : Réalisé par les auteurs, *Imaginaire du réseau habitat*, sur base de : CHARLEROI DISTRICT CREATIF, *Revitalisation de l'espace urbain* – En ligne : <http://www.charleroi-dc.be/espaces-publics2?fbclid=IwAR2IbiFcl0VQXxArK2zlZxB6yQiWoks_QfVJ_2TSsynahpxTfcyjrISDY> [27.05.2019]

Figure 78 : Réalisé par les auteurs, *Réseau habitats*.

Figure 79 : Réalisé par les auteurs, *Coupe place repère*.

Figure 80 : Réalisé par les auteurs, *Imaginaire du réseau ressource*, sur base de : LABO RUIIMTE, *Atelier diepe geothermie* – En ligne (01.12.2015) : <https://www.vlaamsbouwmeester.be/sites/default/files/uploads/20151216_ADG_no_bleed_A4_web.pdf> [05.01.2019].

Figure 81 : Réalisé par les auteurs, *Réseau ressource*.

Figure 82 : Réalisé par les auteurs, *Coupe espace récréatif*.

Figure 83 : Réalisé par les auteurs, *4 imaginaires*.

Figure 84 : Réalisé par les auteurs, *2 scénarios de phasage de la stratégie*.

Figure 85 : Réalisé par les auteurs, *Projet pilote (Montignies-sur-Sambre) + localisation des communes précaires de Charleroi*.

11 ANNEXES



JEAN-LUC CRUCKE
MINISTRE WALLON DU BUDGET, DES FINANCES,
DE L'ÉNERGIE, DU CLIMAT ET DES AÉROPORTS

Namur, le 24 janvier 2019

COMMUNIQUÉ DE PRESSE

Une garantie régionale pour le risque géothermique

Le Gouvernement wallon, sur proposition du Ministre Jean-Luc Crucke, a adopté en première lecture l'avant-projet de décret instaurant une garantie géothermique pour les projets d'exploration dans le sous-sol profond. Ce nouveau dispositif vise à couvrir un risque naturel que les acteurs privés ne peuvent assurer.

Contexte

La finalité de l'énergie géothermique profonde consiste à utiliser de la chaleur à basse température (~70°C en Wallonie) principalement pour chauffer des bâtiments, en substitution de combustibles fossiles.

La zone la plus prometteuse en Wallonie est le réservoir des calcaires d'âge Carbonifère (1 à 5 km de profondeur), localisés directement sous les gisements houillers, dans l'axe Mons-Charleroi-Namur-Liège-Verviers. S'agissant également d'une zone dense, le besoin en chaleur y est également important, permettant ainsi une correspondance entre l'offre et la demande. Des analyses géologiques de cette zone ont permis d'estimer le potentiel total à 2.500-3.000 GWh thermique.

Or aujourd'hui, divers obstacles compromettent le développement de projets de géothermie profonde en Wallonie. L'un des principaux est l'importance du risque financier en raison d'une ressource non garantie sujette à un risque naturel.

Objectif

Compte tenu des coûts d'investissement importants, du risque de ne pas atteindre la ressource géothermique escomptée et de l'inexistence d'une police d'assurance couvrant ce risque « naturel », un système de garantie régionale est considéré comme nécessaire pour créer un climat d'investissement favorable à la production de chaleur à partir de géothermie profonde. Ce type de garantie existe déjà en Flandre et en France.

Le décret comporte deux parties :

- Le dispositif de garantie géothermique régionale : la région couvre le risque, sur base de l'avis d'un comité technique et indemnise le cas échéant ;
- La création d'une section « garantie géothermique » dans le Fonds Kyoto, disposant d'un budget spécifique (à prévoir lors de la programmation budgétaire) utilisé pour



JEAN-LUC CRUCKE

MINISTRE WALLON DU BUDGET, DES FINANCES,
DE L'ÉNERGIE, DU CLIMAT ET DES AÉROPORTS

l'indemnisation. Pour pouvoir bénéficier de l'indemnisation, les investisseurs contribuent au fonds en payant une prime proportionnelle au coût d'un projet.

La particularité de cette garantie régionale est que le coût est lié au premier forage du doublet et couvre la quasi-totalité de l'investissement avant de savoir si la ressource atteint le niveau escompté.

Principe de la garantie

Un développeur étudie un projet et évalue la ressource escomptée qu'il pourrait exploiter du sous-sol (puissance thermique). Il introduit une demande de garantie auprès du gouvernement afin de pouvoir bénéficier de la couverture.

Le comité technique (composé de l'administration et d'experts scientifiques en géologie et géothermie) valide le projet dans sa globalité sur base de la meilleure connaissance scientifique et recommande au gouvernement wallon d'octroyer ou non la garantie (sous conditions).

Le demandeur qui a obtenu la garantie paie une prime (une sorte de police d'assurance). Ensuite, il réalise son premier forage et évalue la ressource réelle qui sera exploitée. Si celle-ci est inférieure à la ressource escomptée (en débit ou température), il peut introduire une demande d'indemnisation.

Le comité technique valide la ressource réelle et détermine le montant effectif de l'indemnisation afin de couvrir partiellement les pertes dues à une ressource moindre qu'escompté.

Contact

Stéphanie Wyard

Porte-parole

0473/80.66.47

stephanie.wyarde@gov.wallonie.be

RE: Re : TFE Adrien Mangon



DEGUELDRE Isabelle <Isabelle.Degueuldre@Charleroi.be>
11/04/2019 14:29



De : Adrien Mangon [<mailto:adrien.mangon@outlook.com>]

Envoyé : lundi 8 avril 2019 19:39

À : DEGUELDRE Isabelle

Objet : Re : Re : TFE Adrien Mangon

Madame,

J'ai contacté Monsieur l'échevin Éric Goffart à propos de la réunion du 16 avril dont je vous avais fait part dans un mail précédent.

Cachera Vincent, un autre étudiant et moi-même avons décidé de mener un sujet commun pour la ville de Charleroi alliant le thème de l'énergie et de la mobilité. Actuellement, ces deux sujets sont souvent traités et pensés individuellement. Vincent s'intéresse plus particulièrement à l'énergie géothermique et son réseau, et moi, à la mobilité vélo et son réseau. Sur base de nos recherches, nous avons constaté que nos deux réseaux concordent car ils doivent se rendre le plus rapidement possible aux mêmes points d'intérêts.

Nous avons donc développé une vision et une stratégie s'intégrant à la ville de Charleroi. Notre vision reste une vision d'architecte urbaniste et peut générer des potentiels spatiaux.

Nous souhaitons organiser une réunion de travail afin de réunir les différents acteurs concernés et leur soumettre notre stratégie.

L'objectif est de se dire que notre recherche ne se limite pas uniquement à un travail scolaire, mais bien à une recherche utile et concrète pour l'avenir de Charleroi dans sa dimension de transition énergétique et de mobilité.

Une réunion a été fixée pour le 16 avril. Nous pourrions d'abord expliquer le projet et ensuite fixer une nouvelle date rassemblant les différents acteurs. Ou s'il est déjà possible pour le 16 avril de rassembler les acteurs pour expliquer notre stratégie.

Voici la liste des acteurs que nous aimerions rassembler. Pourriez-vous jouer le rôle d'organisatrice de cette réunion ?

Pour la mobilité – l'énergie : l'Echevin Xavier Desgain

Pour les travaux publics : Monsieur l'échevin Eric

Pour la ville de Charleroi : Paul Magnette

Pour la gestion et la réalisation d'études techniques et économiques, ainsi qu'investisseur : Un responsable de IGRETEC

Nous comptons aussi inviter le responsable des énergies renouvelables du SPW.

L'idéal serait de rassembler tout le monde. Cependant, déjà pouvoir rassembler quelques acteurs parmi ceux énoncés dans la liste serait intéressant.

Bien à vous,

Bonjour Monsieur Mangon,

Contacts pris, Xavier Desgain sera bien présent à la réunion.

Par contre, Paul Magnette n'est pas disponible et son chef de cabinet non plus.

Vous contactez le responsable IGRETEC et la responsable SPW ?

Pouvez-vous me revenir pour me tenir au courant du nombre de participants à la réunion ?

Merci d'avance

N'hésitez pas à m'appeler si nécessaire

Bonne journée,

Isabelle

Isabelle DEGUELDRE

VILLE

DE CHARLEROI

Cabinet de l'Echevin Eric GOFFART

Echevin des Travaux publics, Entreprises, Indépendants, Développement numérique.

Hôtel de Ville-Place Charles II,14-15

B-6000 CHARLEROI

Tél +32 (0)71/ 86.10.81

Mobile +32 (0) 495/94.21.39

isabelle.degueuldre@charleroi.be

De : Adrien Mangon [<mailto:adrien.mangon@outlook.com>]
Envoyé : mardi 9 avril 2019 17:21
À : DEGUELDRE Isabelle
Objet : Re : Re : Re : TFE Adrien Mangon

Bonjour Madame Degueldre,

Tout d'abord, un grand merci, pour votre participation.

Nous contactons les différents acteurs, et puis nous reviendrons vers vous pour vous communiquer le nombre.

MANGON Adrien

----- Message original -----

Objet : RE: Re : Re : TFE Adrien Mangon
De : DEGUELDRE Isabelle
À : 'Adrien Mangon'
Cc :

Super !
Merci beaucoup
Bonne journée,
Isabelle

Isabelle DEGUELDRE
VILLE
DE CHARLEROI
Cabinet de l'Echevin Eric GOFFART
Echevin des Travaux publics, Entreprises, Indépendants, Développement numérique.
Hôtel de Ville-Place Charles II,14-15
B-6000 CHARLEROI
Tél +32 (0)71/ 86.10.81
Mobile +32 (0) 495/94.21.39
isabelle.degueldre@charleroi.be

De : Adrien Mangon [<mailto:adrien.mangon@outlook.com>]
Envoyé : jeudi 11 avril 2019 12:55
À : DEGUELDRE Isabelle
Objet : Re : TFE Adrien Mangon

Bonjour Madame Degueldre,

Je reviens vers vous pour vous dire qu'un architecte du Bouwmeester sera présent à la réunion du 16 avril de 10h30.

Ce qui fait un acteur de plus, sachez que nous essayons d'inviter la responsable de la SPW mais que nous n'avons toujours pas de réponse. Le responsable d'IGRETEC ne sera lui par contre pas présent.

Merci,
Bonne journée,

MANGON Adrien

----- Message original -----

Objet : RE: Re : Re : Re : TFE Adrien Mangon
De : DEGUELDRE Isabelle
À : 'Adrien Mangon'
Cc :

De : Arthur Hardy <ah@charleroi-bouwmeester.be>
Envoyé : jeudi 11 avril 2019 11:15:44
À : Vincent Cachera
Cc : Paolo Ruaro
Objet : Re: Invitation- réunion de travail du 16 avril à 10h30

Bonjour Monsieur Cachera, Monsieur Mangon,

Nous vous remercions pour l'intérêt que vous portez pour la Ville de Charleroi et pour l'initiative menée au travers de votre travail de fin d'étude.

Nous vous informons que nous serons présents lors de la réunion de mardi prochain. Moi-même ou mon collègue Paolo Ruaro, en copie de ce mail, ferons en sorte de nous rendre disponibles.

Bien à vous,

—
ARTHUR HARDY

**CHARLEROI
BOUWMEESTER**

Hôtel de Ville
Place Charles II
B-6000 Charleroi

www.charleroi-bouwmeester.be

Demande informations

Frederic.Habils@idea.be

ven. 17-05-19 10:20

À : Vincent Cachera <vincent.cachera@student.uclouvain.be>

Monsieur Cachera,

Suite à votre demande, le coût par MWh de l'énergie géothermique peut être considéré dans une fourchette de 40 à 50 € HTVA pour l'énergie géothermique.

Au niveau de notre intercommunale, il n'y a pas de différences de prix entre les clients (public, industriel, ..).

Espérant avoir répondu à votre demande.

Cordialement,

Ir Frédéric HABILS
Ingénieur - Gestionnaire de Projet
Service 'Infrastructures'
Direction 'Etudes & Réalisations'



Rue de Nimy, 53 à 7000 Mons
Tel : +32 (0)65/375.845
GSM : + 32 (0)473/80.95.41
Mail : frederic.habils@idea.be