

## Mémoire

**Auteur** : Jacquemin, Julian

**Promoteur(s)** : Halleux, Jean-Marie

**Faculté** : Faculté des Sciences

**Diplôme** : Master en sciences géographiques, orientation générale, à finalité spécialisée en urbanisme et développement territorial

**Année académique** : 2021-2022

**URI/URL** : <http://hdl.handle.net/2268.2/15755>

---

*Avertissement à l'attention des usagers :*

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

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

---



Faculté des sciences  
Département de géographie  
Université de Liège

# **Comparaison multi-échelle de l'effet de la réduction de la disponibilité foncière au plan de secteur sur les pratiques de recyclage urbain et de densification en Wallonie**

Mémoire présenté par : **Julian JACQUEMIN**

pour l'obtention du titre de

**Master en Sciences géographiques, orientation générale, à finalité  
spécialisée en urbanisme et développement territorial**

Année académique :

**2021 - 2022**

Date de défense :

**Septembre 2022**

Président de jury :

**Pr. Serge SCHMITZ**

Promoteur :

**Pr. Jean-Marie HALLEUX**

Jury de lecture :

**Pr. Jacques TELLER**

**Pr. Aurelia HUBERT**



Faculté des sciences  
Département de géographie  
Université de Liège

# **Comparaison multi-échelle de l'effet de la réduction de la disponibilité foncière au plan de secteur sur les pratiques de recyclage urbain et de densification en Wallonie**

Mémoire présenté par : **Julian JACQUEMIN**

pour l'obtention du titre de

**Master en Sciences géographiques, orientation générale, à finalité  
spécialisée en urbanisme et développement territorial**

Année académique :

**2021 - 2022**

Date de défense :

**Septembre 2022**

Président de jury :

**Pr. Serge SCHMITZ**

Promoteur :

**Pr. Jean-Marie HALLEUX**

Jury de lecture :

**Pr. Jacques TELLER**

**Pr. Aurelia HUBERT**



## Remerciements

Mes remerciements vont, tout d'abord, à mon promoteur, le professeur Jean-Marie Halleux, pour m'avoir suivi dans la réalisation de ce mémoire. Je le remercie en particulier pour le temps qu'il m'a accordé et pour ses précieuses remarques autant pendant mes études que pendant l'écriture de ce mémoire.

Je remercie également mes deux lecteurs, les professeurs Jacques Teller et Aurélia Hubert, pour la lecture de mon travail, ainsi que Sébastien Hendrickx, membre du Lepur et auteur des recherches sur lesquelles se basent ce mémoire, pour sa bienveillance et son aide dans l'acquisition des données.

Enfin, je tiens à remercier sincèrement mes proches pour leur soutien durant l'écriture de ce mémoire et en particulier ma sœur et mon papa pour leurs relectures assidues.

## **Résumé :**

Dans sa Déclaration de Politique Régionale 2019 – 2024, la Wallonie fixe comme objectif de freiner l’artificialisation de son sol jusqu’à sa limitation totale prévue en 2050. Cette intention, inscrite également dans son Schéma de Développement Territorial, poursuit la stratégie européenne mise en place depuis 2011 et communément appelée l’intention « ZAN ». La réalisation de cet objectif ne peut se réaliser qu’en réutilisant les terrains précédemment artificialisés. Le nombre de logements pouvant être créés par la densification résidentielle d’espaces urbanisés a été évalué à environ 300 000 par la CPDT. La mise en œuvre de ce potentiel de recyclage urbain pourrait permettre à la Région wallonne de réaliser son objectif rapidement. En revanche, les pratiques de recyclage urbain et périurbain en Wallonie sont sujettes à de nombreux freins qui handicapent leur mise en place. La surabondance foncière en zone d’habitat au plan de secteur est responsable d’une offre importante de terrains vierges à urbaniser. Cette dernière contribue en partie à poursuivre l’étalement urbain en offrant des territoires urbanisables bon marché et accessibles en périphérie. Ce travail s’appuie sur cette observation et tente de mettre en évidence le rôle que pourrait jouer, à l’inverse, une réduction des surfaces urbanisables sur les pratiques de recyclage urbain et de densification en vue de réorienter les acteurs du territoire vers les gisements et les biens à réutiliser. L’analyse conduite dans ce travail s’appuie sur une comparaison multi-échelle de la relation entre le taux de disponibilité foncière au plan de secteur et les indicateurs du recyclage urbain et de la densification. Il ressort de ces traitements que seul le recyclage urbain réagit de manière significative à une réduction de la superficie disponible, en particulier aux échelles des communes et des bassins de vie. Ce travail soutient que la disponibilité foncière est l’une des composantes qui explique la variation du taux de recyclage urbain en Wallonie et qu’une réduction de l’offre juridiquement urbanisable permettrait de stimuler les pratiques qui y sont liées. Toutefois, la mise en œuvre d’une telle action foncière doit s’accompagner de politiques sectorielles pour garantir un développement inclusif et équitable de la Wallonie.

## **Remarque :**

Les annexes de ce travail sont disponibles dans un fichier séparé. Elles comportent notamment l’ensemble des valeurs des trois indicateurs calculées pour chaque échelle d’analyses. Les données des secteurs statistiques ne sont en revanche pas annexées en raison de leur trop grand nombre d’entités. Elles peuvent toutefois être fournies sur demande.

## **Abstract :**

In its 2019 – 2024 regional policy declaration (*‘Déclaration de Politique Régionale’*), Wallonia sets the objective of slowing down the artificialization of its land until its full limitation by 2050. This intention, which is also included in its territorial development plan (*‘Schéma de Développement Territorial’*), follows the European strategy implemented since 2011 and commonly referred to as "no net land take by 2050". The achievement of this objective can only be reached by reusing previously artificialized lands. The number of dwelling units that can be created by residential densification of urbanized spaces has been evaluated at approximately 300,000 by the CPDT. The implementation of this urban recycling potential could allow Wallonia to achieve its objective quickly. However, urban and peri-urban recycling policies in Wallonia are subject to numerous obstacles that impair their implementation. The overabundance of land in residential zones in the sector plan (*‘Plan de secteur’*) is responsible for a large supply of greenfields for urbanization. This contributes in part to the continuation of urban sprawl by offering cheap and accessible land for residential use in the periphery. This work relies on this observation and attempts to highlight the effects of a reduction in building areas on urban recycling and densification policies with the aim of redirecting the actors towards the lands and dwellings to reuse. The analysis conducted in this work is based on a multi-scale comparison of the relationship between the land availability for residential use and the indicators of urban recycling and densification. It appears from these treatments that only urban recycling reacts significantly to a reduction in available surface, particularly at the municipal scale and at the catchment area (*‘bassins de vie’*) level. This work argues that land availability is one of the components that explains the variation of urban recycling in Wallonia and that a reduction in the supply of legally building surfaces would make it possible to incite land recycling policies. However, the implementation of such a land policy must be followed by sectoral policies to ensure inclusive and equitable development of Wallonia.

## **Note :**

The appendices of this work are available in a separate file. They include all the values of the three indicators calculated for each scale of analysis. The data for the statistical sectors are not appended because of the large number of entities. However, they can be provided on request.

# Table des matières

<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE .....</b>	<b>14</b>
<b>ÉTAT DE L'ART .....</b>	<b>17</b>
1. DU DÉVELOPPEMENT DE L'ÉTALEMENT URBAIN À L'ÉMERGENCE DES PARADIGMES DE L'ENDIGUEMENT ET DE LA COMPACTITÉ.....	17
1.1. <i>L'aménagement du territoire et le développement territorial</i> .....	17
1.2. <i>La modification des morphologies urbaines en faveur de l'étalement urbain</i> .....	21
1.2.1. Les causes de l'étalement urbain .....	23
1.2.2. Les conséquences de l'étalement urbain .....	30
1.3. <i>Le changement des pratiques d'aménagement en faveur de la canalisation de l'étalement urbain</i> .....	34
2. LA LUTTE CONTRE L'ARTIFICIALISATION DES SOLS PAR LE ZAN ET LES POLITIQUES RÉGIONALES .....	36
2.1. <i>Des directives européennes pour limiter la croissance</i> .....	36
2.2. <i>Des politiques régionales pour gérer l'urbanisation</i> .....	37
2.2.1. La transposition du ZAN en Wallonie .....	38
2.2.2. Les acteurs de la transition territoriale .....	41
2.2.3. Les outils de l'aménagement en Wallonie .....	44
3. LE RECYCLAGE, LA DENSIFICATION ET L'INTENSIFICATION DES ESPACES URBAINS ET PÉRIURBAINS COMME OUTILS DE SUBSTITUTION À L'ARTIFICIALISATION .....	48
3.1. <i>Définitions</i> .....	50
3.2. <i>Diagnostic des recherches en Wallonie</i> .....	54
3.2.1. état des lieux du recyclage en Wallonie.....	55
3.2.2. Potentiel de densification résidentielle par le recyclage en Wallonie.....	56
3.2.3. Freins et blocages du recyclage urbain et de la densification.....	57
4. LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE, UN FACTEUR DÉCISIF ? .....	59
<b>MÉTHODOLOGIE.....</b>	<b>61</b>
1. LES INDICATEURS .....	62
1.1. <i>Le taux de disponibilité foncière</i> .....	62
1.1.1. La surface en zone d'habitat.....	62
1.1.2. Le foncier vierge en zone d'habitat .....	63
1.1.3. Le taux de disponibilité foncière .....	64
1.2. <i>Le taux de recyclage urbain</i> .....	64
1.3. <i>Le taux de croissance de la densité</i> .....	68
2. L'ANALYSE SPATIALE .....	69
2.1. <i>Les secteurs statistiques</i> .....	69
2.2. <i>Les communes</i> .....	70

2.3.	<i>Les bassins de vie</i> .....	70
2.4.	<i>Les bassins d'emplois</i> .....	71
2.5.	<i>Les provinces</i> .....	72
3.	L'ANALYSE STATISTIQUE.....	72
3.1.	<i>Le modèle de régression linéaire simple</i> .....	73
3.2.	<i>Éléments de statistique descriptive</i> .....	74
3.3.	<i>Évaluation de la significativité du modèle</i> .....	75
<b>RÉSULTATS</b> .....		<b>76</b>
1.	ANALYSE SPATIALE MULTI-ÉCHELLE DES INDICATEURS.....	76
1.1.	<i>Le taux de disponibilité foncière</i> .....	76
1.2.	<i>Le taux de recyclage dans la production de logements</i> .....	81
1.3.	<i>Le taux de croissance de la densité</i> .....	85
2.	ANALYSE STATISTIQUE MULTI-ÉCHELLE DU RÔLE DE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE AU PLAN DE SECTEUR .....	89
2.1.	<i>Dans la variation du recyclage urbain</i> .....	89
2.1.1.	Par secteur statistique .....	89
2.1.2.	Par commune .....	91
2.1.3.	Par bassin de vie .....	93
2.1.4.	Par bassin d'emplois.....	95
2.1.5.	Par province.....	97
2.1.6.	Bilan des modèles explicatifs pour le recyclage urbain .....	100
2.2.	<i>Dans la variation de la croissance de la densité</i> .....	102
2.2.1.	Par secteur statistique .....	102
2.2.2.	Par commune .....	103
2.2.3.	Par bassin de vie .....	105
2.2.4.	Par bassin d'emplois.....	107
2.2.5.	Par province.....	109
2.2.6.	Bilan des modèles explicatifs pour la croissance de la densité .....	111
<b>DISCUSSION</b> .....		<b>113</b>
1.	LES EFFETS CONTRASTÉS DE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE SUR LE RECYCLAGE ET LA DENSIFICATION DES ESPACES URBAINS ET PÉRIURBAINS .....	113
2.	LES ÉCHELLES SPATIALES DU RECYCLAGE ET DE LA DENSIFICATION .....	114
3.	LIMITATIONS ET AMÉLIORATIONS .....	115
3.1.	<i>Des données à améliorer</i> .....	115
3.2.	<i>Une méthode à perfectionner</i> .....	116
3.3.	<i>Pistes d'amélioration</i> .....	117
4.	LES PERSPECTIVES DU RECYCLAGE URBAIN ET DE LA DENSIFICATION EN WALLONIE.....	119
4.1.	<i>Application de la réduction de l'offre juridiquement urbanisable, et après ?</i> .....	119
4.2.	<i>Développer une politique publique volontariste, cohérente et intégrée</i> .....	121

<b>CONCLUSION .....</b>	<b>122</b>
<b>RÉFÉRENCES .....</b>	<b>124</b>

# Liste des figures

FIGURE 1 : ORIGINES DU DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL.....	19
FIGURE 2 : OFFRES URBANISABLES .....	22
FIGURE 3 : LES TROIS ÂGES DE LA VILLE (NEWMAN & KENWORTHY, 1996) .....	25
FIGURE 4 : LES DIFFÉRENTES MANIFESTATIONS DE L'ÉTALEMENT URBAIN (LEPUR, 2020) .....	30
FIGURE 5 : RELATIONS ENTRE LES ACTEURS (BRUNET, 1990) .....	42
FIGURE 6 : OUTILS DU RECYCLAGE URBAIN .....	45
FIGURE 7 : ARTICULATION DES MÉCANISMES DE RECYCLAGE URBAIN ET DE DENSIFICATION DANS LA LUTTE CONTRE L'ÉTALEMENT URBAIN .....	49
FIGURE 8 : ESSAI DE CLASSIFICATION D'EXEMPLES DE PRATIQUES DE RECYCLAGE PAR LE PROCESSUS DE DENSIFICATION MIS EN ŒUVRE .....	54
FIGURE 9 : TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE PAR SECTEUR STATISTIQUE .....	78
FIGURE 10 : REPRÉSENTATION MULTI-ÉCHELLE DU TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE .....	79
FIGURE 11 : TAUX DE RECYCLAGE BRUT PAR SECTEUR STATISTIQUE .....	82
FIGURE 12 : REPRÉSENTATION MULTI-ÉCHELLE DU TAUX DE RECYCLAGE URBAIN .....	83
FIGURE 13 : TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR SECTEUR STATISTIQUE .....	86
FIGURE 14 : REPRÉSENTATION MULTI-ÉCHELLE DU TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ .....	88
FIGURE 15 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE DANS LA PRODUCTION BRUTE DE LOGEMENTS (2010 - 2016) PAR SECTEUR STATISTIQUE .....	90
FIGURE 16 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR SECTEUR STATISTIQUE .....	91
FIGURE 17 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE DANS LA PRODUCTION BRUTE DE LOGEMENTS (2010 - 2016) PAR COMMUNE .....	92
FIGURE 18 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR COMMUNE .....	93
FIGURE 19 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE DANS LA PRODUCTION NETTE DE LOGEMENTS (2010 - 2016) PAR BASSIN DE VIE .....	94
FIGURE 20 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR BASSIN DE VIE .....	95
FIGURE 21 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE DANS LA PRODUCTION NETTE DE LOGEMENTS (2010 - 2016) PAR BASSIN D'EMPLOIS .....	96
FIGURE 22 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR BASSIN D'EMPLOIS.....	97
FIGURE 23 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE DANS LA PRODUCTION NETTE DE LOGEMENTS (2010 - 2016) PAR PROVINCE .....	98

FIGURE 24 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR PROVINCE.....	99
FIGURE 25 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ (2016 - 2021) PAR SECTEUR STATISTIQUE.....	102
FIGURE 26 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR SECTEUR STATISTIQUE.....	103
FIGURE 27 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ (2016 - 2020) PAR COMMUNE .....	104
FIGURE 28 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR COMMUNE .....	105
FIGURE 29 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ (2016 - 2020) PAR BASSIN DE VIE .....	106
FIGURE 30 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR BASSIN DE VIE.....	107
FIGURE 31 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ (2016 - 2020) PAR BASSIN D'EMPLOIS.....	108
FIGURE 32 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR BASSIN D'EMPLOIS.....	109
FIGURE 33 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ (2016 - 2020) PAR PROVINCE .....	110
FIGURE 34 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR PROVINCE.....	110

## Liste des tableaux

TABLEAU 1 : CRÉATION DE CONSTRUCTIONS ET DE LOGEMENTS PAR TYPE D'OPÉRATION SUR LA PÉRIODE 2010 – 2016 (BOODTS ET AL., 2021) .....	66
TABLEAU 2 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR SECTEUR STATISTIQUE .....	90
TABLEAU 3 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR COMMUNE .....	92
TABLEAU 4 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR BASSIN DE VIE .....	94
TABLEAU 5 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR BASSIN D'EMPLOIS.....	96
TABLEAU 6 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR PROVINCE .....	99
TABLEAU 7 : COMPARAISON DES PARAMÈTRES STATISTIQUES DES RÉGRESSIONS LINÉAIRES ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR ÉCHELLE SPATIALE .....	101
TABLEAU 8 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR SECTEUR STATISTIQUE .....	103
TABLEAU 9 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR COMMUNE.....	104
TABLEAU 10 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR BASSIN DE VIE .....	106
TABLEAU 11 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR BASSIN D'EMPLOIS .....	108
TABLEAU 12 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR PROVINCE .....	109
TABLEAU 13 : COMPARAISON DES PARAMÈTRES STATISTIQUES DES RÉGRESSIONS LINÉAIRES ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR ÉCHELLE SPATIALE .....	112

## Acronymes non explicités

ADEF : Association des études foncières

APW : Association des provinces wallonnes

CCATM : Commission consultative communale d'aménagement du territoire et de mobilité

CPDT : Conférence permanente du développement territorial

CREAT : Centre de recherches et d'études pour l'action territoriale

CWATUPE : Code wallon de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme, du patrimoine et de l'énergie

GCU : Guide communal d'urbanisme

GRU : Guide régional d'urbanisme

INSEE : National institute of statistics and economic studies

IWEPS : Institut wallon de l'évaluation, de la prospective et de la statistique

OCDE : Organisation for economic cooperation and development

ONU : Organisation des Nations Unies

PACE : Plan Air Climat Énergie

PDS : Plan de secteur

PICC : Projet informatique de cartographie continue

PRU : Périmètre de remembrement urbain

SAED : Sites d'activité économique désaffectés

SAR : Site à réaménager

SCOT : Schéma de cohérence territoriale

SDALg : Schéma de développement de l'arrondissement de Liège

SDC : Schéma de développement communal

SDER : Schéma de développement de l'espace régional

SDP : Schéma de développement pluricommunal

SOL : Schéma d'orientation locale

SPDT : Schéma provincial de développement du territoire

SPW : Service public de Wallonie

SRPE : Site de réhabilitation paysagère et environnementale

ZAN : Zéro artificialisation nette

ZIP : Zone d'intérêt protégé

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

Depuis la fin des années 1980, les préoccupations environnementales se sont peu à peu affirmées jusqu'à devenir essentielles aujourd'hui. À l'origine de cette prise de conscience du caractère limité des ressources terrestres, se trouve le Rapport Bruntland (1987). Celui-ci s'articule autour de trois piliers – l'économique, le social et l'environnemental – et constitue le point de départ du paradigme du développement durable. Ce mode de pensée s'est propagé durant plusieurs décennies dans l'ensemble des domaines des sociétés. En aménagement du territoire, le développement durable a suscité un changement dans la manière dont le sol est considéré. Petit à petit, le sol est traité comme une ressource non renouvelable que l'on doit protéger et non plus comme un bien que l'on peut consommer. Cette modification de mentalité est concrétisée par la mise en intention, en 2011, de l'arrêt programmé de l'artificialisation nette des sols à l'horizon 2050 au niveau européen. Cette résolution a ouvert la voie aux États et aux Régions européennes qui se sont progressivement inscrits dans la lutte contre l'artificialisation des sols en choisissant des trajectoires et des objectifs qui leurs sont propres. En Wallonie, la Déclaration de Politique Régionale 2019 – 2024 intègre un chapitre consacré au développement du territoire et y exprime sa volonté d'atteindre un bilan nul d'artificialisation nette d'ici 2050. Cela signifie qu'à partir de cette date, la production de surfaces artificialisées devra se réaliser soit en accompagnement d'une procédure de compensation, soit en réutilisant des terrains qui ont été précédemment artificialisés.

Parallèlement à cet objectif à moyen terme, les projections démographiques mettent en lumière une croissance certaine de la population dans les prochaines décennies. Respectivement, bien que le Bureau Fédéral du Plan identifie un vieillissement de la population et un ralentissement dans la croissance démographique annuelle, il prévoit toutefois une augmentation d'environ 175 000 habitants en Wallonie d'ici 2050. Par ailleurs, l'augmentation de la part de la population urbaine déjà mise en évidence par la Banque Mondiale va tendre à se renforcer dans les prochaines décennies, y compris en Belgique où la population est déjà à majorité urbaine (ONU, 2019).

Face à ce double constat qui combine à la fois une intention de freiner l'artificialisation des sols et une augmentation certaine de la population, le système de production immobilière en Wallonie est sous pression et doit être repensé afin de répondre à ces objectifs. Dès lors, une modification des pratiques du développement du territoire doit s'opérer en faveur d'une

production immobilière axée davantage sur les processus de reconstruction de la ville sur la ville (ou recyclage urbain). L'association de ces nouvelles pratiques avec des opérations de densification des espaces urbains et périurbains doit permettre de créer une offre suffisante pour compenser l'arrêt de l'artificialisation. Le recyclage urbain, qui constitue le cœur de ce travail, permet en effet de rénover, de réhabiliter, de reconstruire et de transformer des parcelles et des bâtiments dont les usages ne répondent plus aux besoins actuels. Ce mode de production est déjà fortement sollicité dans les villes où les héritages du passé ont laissé des traces dans l'urbanisation (friches, halls industriels, etc.).

La croissance des préoccupations environnementales a engendré l'émergence d'un domaine d'études afin de proposer des pistes pour s'inscrire dans l'intention ZAN. Parmi les acteurs qui travaillent sur le devenir des territoires, la CPDT (2021) a récemment développé une recherche qui vise à réfléchir sur la lutte contre l'étalement urbain et l'artificialisation des sols par deux leviers. L'idée est d'« optimiser la consommation foncière » en contrôlant les opérations de production de logements sur terrains vierges et d'« augmenter le renouvellement urbain au sein des villes et villages ». Dans ce contexte, un volet de l'étude se consacre d'une part à l'objectivation de la part du recyclage urbain dans la production de logements et d'autre part à l'estimation du potentiel de densification résidentielle en Wallonie. Il ressort de cette étude menée par Boots *et al.* (2021) que 37 % des logements créés entre 2010 et 2016 l'ont été par recyclage urbain. L'estimation du potentiel a mis en évidence qu'un stock très important de logements peut être créé en Wallonie via des modes de recyclage urbain. À condition que les efforts soient concentrés vers ces gisements et ces 2. bâtiments, les objectifs du ZAN devraient pouvoir être atteints.

Ce travail s'intègre dans la continuité de cette recherche de la CPDT en proposant une analyse spatiale et statistique du rôle particulier de la disponibilité foncière au plan de secteur à différentes échelles. Cette double analyse est menée de façon analogue à la fois sur le recyclage urbain et sur les processus de densification. Le plan de secteur est l'outil de référence du développement du territoire en Wallonie et il est globalement accepté que la surface dédiée à l'habitat y est trop importante. Cette surabondance foncière constitue une raison pour laquelle l'étalement urbain s'est si facilement propagé avec le relâchement des contraintes de mobilité en Wallonie. Ce travail s'interroge sur les effets que pourrait avoir une restriction des surfaces d'habitat disponibles au plan de secteur dans la stimulation des opérations de recyclage urbain et de densification. L'objectif de ce travail est d'apporter un éclairage sur la formulation de deux hypothèses :

- **H<sub>1</sub>** : Le manque de disponibilité foncière en zone d'habitat au plan de secteur entraîne une part plus importante du recyclage urbain dans la production de logements.
- **H<sub>2</sub>** : Le manque de disponibilité foncière tend également à renforcer les opérations de densification au sein des tissus urbanisés.

Afin d'y répondre, ce travail s'organise en cinq chapitres. En premier lieu, un passage en revue de la littérature scientifique permet de retracer brièvement l'évolution du phénomène d'étalement urbain qui a contribué à intégrer l'intention ZAN en Wallonie. Cet état de l'art montre également quel est la situation d'avancement en Wallonie en matière de compréhension et d'application des notions de recyclage urbain et de densification. Le deuxième chapitre de ce travail consiste à présenter les données utilisées et la méthode qui leur est appliquée pour répondre aux hypothèses. Trois indicateurs sont calculés, à savoir le taux de disponibilité foncière, le taux de recyclage urbain et le taux de croissance de la densité de population. Le chapitre suivant expose les résultats de l'analyse spatiale multi-échelle de chacun des indicateurs et les résultats de l'analyse statistique multi-échelle de la relation entre le taux de disponibilité foncière et les deux autres indicateurs. La méthode de la régression linéaire simple a été choisie pour déterminer le rôle de la disponibilité foncière au plan de secteur. Le quatrième chapitre présente les résultats au travers d'une discussion au sujet des réponses aux hypothèses et de la pertinence des échelles utilisées. Les limites de ce travail sont également explorées en vue de proposer des pistes d'amélioration pour les futurs travaux. Le dernier chapitre est consacré à la conclusion qui met en évidence des éléments essentiels.

# ÉTAT DE L'ART

Ce chapitre a pour objectif d'établir le contexte autour duquel s'articule ce travail en mettant à plat l'étendue des recherches et des concepts qui ont permis de progressivement se préoccuper du recyclage urbain et de la densification. Afin de cadrer exhaustivement les composantes de ces processus d'aménagement, la première partie de ce chapitre rappelle les étapes qui ont fait du recyclage urbain et de la densification un sujet de recherche à part entière. Spécifiquement, les causes et les conséquences de l'étalement urbain – et *a fortiori* de l'artificialisation des sols – sont retracées et les changements de paradigmes induits en faveur de la limitation de l'artificialisation sont détaillés. La deuxième partie de ce chapitre présente la propagation progressive des préoccupations environnementales à travers l'analyse de la politique européenne et wallonne. Respectivement, les objectifs du ZAN et du « stop béton » sont contextualisés et une attention particulière est portée sur la politique wallonne via l'examen des acteurs de la transition du territoire et des outils de l'aménagement. La dernière partie de ce chapitre concentre les définitions et les recherches qui sont spécifiques aux outils du recyclage urbain et de la densification dans l'atteinte de l'objectif ZAN. L'état des lieux en Wallonie est également réalisé via l'exposition des principales recherches dans ce domaine.

## 1. DU DÉVELOPPEMENT DE L'ÉTALEMENT URBAIN À L'ÉMERGENCE DES PARADIGMES DE L'ENDIGUEMENT ET DE LA COMPACTITÉ

### 1.1. L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET LE DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL

#### **Définitions**

L'**aménagement du territoire** est, selon Halleux (2012, p. 4), défini comme une « politique publique qui vise à modifier l'organisation physique de l'espace et la distribution spatiale des populations et de leurs activités ». Cette définition peut être complétée par celle de Merlin (2002, p. 1, cité par Halleux, 2020) qui décrit cette pratique comme « l'action de disposer avec ordre les hommes et leurs activités ainsi que les équipements et les moyens de communication qu'ils peuvent utiliser à travers l'espace et dans une vision prospective ».

Le **développement régional**, quant à lui, est une discipline qui vise à transformer les territoires. Il se manifeste sous la forme de politiques publiques destinées à améliorer la performance des territoires en valorisant des ambitions collectives de développement (Halleux, 2021a). Les ambitions sont fixées grâce à un projet commun établi par la coordination entre les acteurs publics et les politiques. La maîtrise de l'information territoriale est donc une condition nécessaire à l'élaboration de projets de développement.

### **Une confusion progressive des termes**

On retrouve dans ces deux concepts une influence importante de l'époque durant laquelle leurs principes se sont développés. On introduit la notion de **paradigme** pour définir chaque courant de pensée inscrit dans le temps dont les effets sont visibles par des réalisations concrètes en aménagement du territoire ou par des choix stratégiques de développement régional. Mérenne-Schoumaker (2010) expose ces changements de paradigme dans le développement des régions et identifie trois grandes influences dans la seconde moitié du 20<sup>ème</sup> siècle (annexe 1). Selon elle, l'aménagement du territoire et le développement régional sont aujourd'hui des disciplines confondues sous l'appellation de « développement territorial ». La conjonction des préoccupations du développement durable et l'inscription des territoires dans la globalisation a provoqué la fusion progressive des termes dans les années 1990.

Le CREAT (Bottieu & Sinzot, 2016, p. 3) écrit sur ce sujet : « progressivement, le concept d'aménagement du territoire s'est élargi à la notion de « développement territorial », qui – au-delà d'une simple organisation spatiale – rend compte du fait que l'aménagement et l'urbanisme doivent répondre à un véritable projet stratégique pour le territoire. » La figure 1 illustre l'évolution des paradigmes propres à l'aménagement du territoire et au développement régional avant leur rassemblement sémantique sous le terme de « développement territorial ».

Les réflexions autour du développement des régions trouvent une origine dans les années 1950 lorsque l'attraction de grandes entreprises industrielles sur les territoires était souhaitée afin de susciter leur développement. Ce paradigme qualifié par De Bernis (1966) d'« industries industrialisantes » considère que le processus de développement ne peut avoir lieu sans une prise en charge de certains investissements industriels par les pouvoirs publics (De Bernis, 1966, cité par Halleux, 2021a). Cette tendance est plus généralement introduite sous la notion d'**approche industrialiste**. Jusqu'en 1980, cette thèse consacrant le secteur industriel

comme pilier de l'économie a été largement soutenue en Wallonie. Le territoire est alors considéré comme le réceptacle du développement.

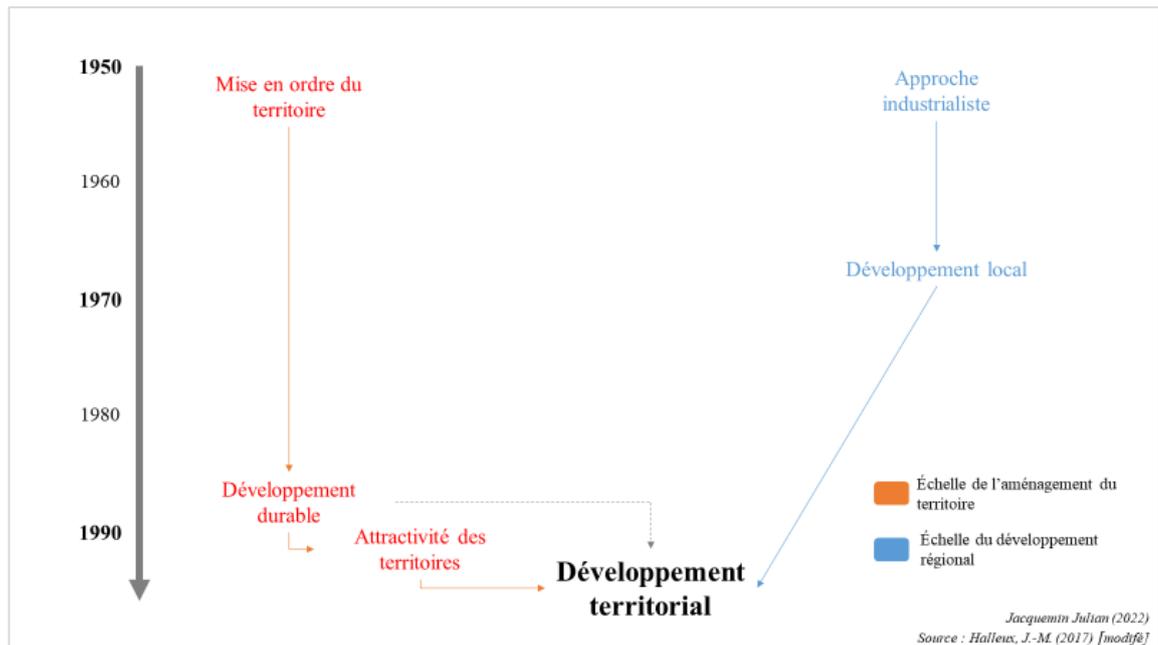


FIGURE 1 : ORIGINES DU DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL

Peu à peu, les préoccupations des décideurs publics se sont orientées vers le caractère endogène des initiatives. Le **paradigme du développement local**, influant entre 1970 et 1990, présuppose que le territoire est une matrice de réseaux denses et dynamiques établissant des liens entre les acteurs et la vie des entreprises (Halleux, 2021a). Cette tendance s'est développée en réaction à la panne des politiques venant d' « en-haut ». Le paradigme redécouvre les réseaux d'acteurs et les spécificités locales ainsi que le rôle des entrepreneurs locaux (Mérenne-Schoumaker, 2010). Un changement dans la démarche fondamentale des pratiques est observé avec un rejet de la démarche *top-down* au profit d'une démarche *bottom-up*.

Si entre les années 1950 et 1980 l'aménagement du territoire s'apparente principalement à l'action de disposer avec ordre les fonctions, il a fallu attendre les années 1990 pour intégrer la dimension de prospective avec la définition des piliers du développement durable. Selon le Rapport Brundtland (1987), le **paradigme du développement durable** se définit comme un « développement qui répond aux besoins des générations actuelles sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins ». À partir des années 1990,

l'aménagement du territoire et le développement régional intègrent un questionnement sur les aspects environnementaux, sociaux et économiques. Ce point de convergence amorce une future confusion des termes.

Actuellement, on peut définir le paradigme contemporain comme le **paradigme du développement territorial**. Depuis 1990, celui-ci suppose que le territoire s'inscrit dans un contexte supra-local avec lequel il entretient des logiques de compétition pour capter les investissements (Halleux, 2021a). Selon cette logique, ce sont les territoires les plus attractifs qui vont réussir à capter l'investissement venu de l'étranger initié par la mondialisation. Ce paradigme se développe en réaction au volet endogène du développement local. S'il s'en écarte en s'ouvrant vers l'extérieur, il en conserve toutefois les grands principes dont la démarche *bottom-up* et le rôle important des aides aux réseaux d'acteurs (Mérenne-Schoumaker, 2010). Le développement durable est également intégré dans ce paradigme via un mode d'intervention plus global. Plus que disposer, l'aménageur doit composer le territoire afin de l'inscrire dans un développement à long terme capable de répondre aux questions environnementales, sociales et économiques. L'émergence du développement territorial a été très importante et sa montée en puissance a pu être observée dans le milieu politique via son intégration dans les agendas nationaux et internationaux, dans le milieu de l'emploi via une croissance des offres dans ce domaine, et dans le milieu juridique via la multiplication des schémas de développement à plusieurs niveaux territoriaux (Halleux, 2017).

En ce qui concerne le développement futur, un large courant se consacre à formaliser les bases d'un **paradigme de la décroissance** qui se développerait en réaction à la croissance excessive précédente. Il s'agit d'une approche radicale en rupture avec le capitalisme et qui vise à dénoncer la relation entre la nécessité de la croissance pour l'amélioration du bien-être et la création d'emplois. Ce point de vue plutôt malthusien<sup>1</sup> critique le concept de développement durable qui serait, selon ce paradigme, responsable de la propagation du virus du développement (Halleux, 2021a).

---

<sup>1</sup> Malthusianisme : doctrine de Malthus (1766 – 1834) qui préconisait la limitation des naissances pour remédier au danger de la surpopulation (Halleux, 2021a).

## 1.2. LA MODIFICATION DES MORPHOLOGIES URBAINES EN FAVEUR DE L'ÉTALEMENT URBAIN

### **Étalement urbain et périurbanisation**

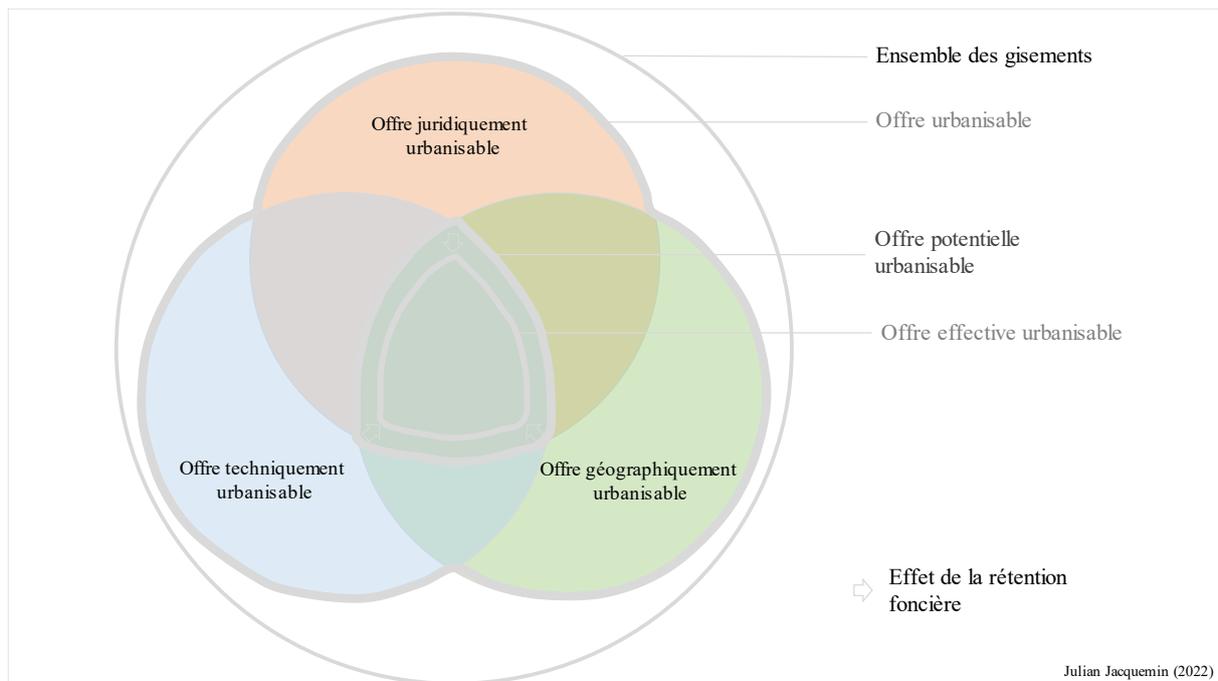
Le développement territorial associé à l'essor de la voiture individuelle a largement contribué à l'**étalement urbain** vers les zones périphériques moins densément peuplées et dont le cadre de vie est supérieur à celui que propose la ville. Ces formes urbaines de relâchement des tissus urbanisés vers les espaces périurbains se sont généralisées dans un grand nombre de pays développés. À l'heure actuelle, l'explication de ce phénomène est largement renseignée par les acteurs territoriaux et les académiciens. La Wallonie ne fait pas exception à ce phénomène et en est même un exemple tant ce processus y est marqué.

Au sens large, l'Agence Européenne de l'Environnement (EEA) définit l'**étalement urbain** comme une « expansion peu dense des grandes zones urbaines, sous l'influence des conditions du marché, principalement au détriment des zones agricoles voisines ». Concrètement, ce phénomène traduit « une évolution des espaces urbanisés supérieure au rythme moyen d'évolution de la population » (EEA, 2006, p. 6).

L'étalement urbain est également associé à un usage peu parcimonieux du sol et à la **périurbanisation** qui se définit par mode d'urbanisation peu dense en dehors des centres urbains et villageois (Bernier *et al.*, 2021b). Dans le contexte wallon, Godart et Ruelle (2019, p. 12) reviennent sur cette définition et identifient un double aspect dans la **périurbanisation**. D'une part, l'expansion se fait dans la continuité des tissus urbains déjà constitués et, d'autre part, les tissus nouvellement constitués proposent des densités plus faibles que les territoires urbains autant en termes d'utilisation efficiente de la parcelle que de concentration de l'urbanisation. Les termes de déconcentration ou de désurbanisation sont également retrouvés dans la littérature pour décrire ce phénomène (De Keersmaecker *et al.*, 2002 ; Halleux, 2017).

### **L'augmentation de l'offre foncière urbanisable**

Une conséquence importante de l'étalement urbain est l'augmentation de l'offre urbanisable, également utilisée dans ce travail pour désigner le foncier disponible. Cette notion permet de caractériser l'offre en terrains disponibles en fonction du type de gisement. La figure 2 illustre l'articulation entre les différentes formes d'offre urbanisable.



*FIGURE 2 : OFFRES URBANISABLES*

On entend par **offre urbanisable** l'ensemble des terrains (ou gisements) qui peuvent faire l'objet d'une opération foncière ou immobilière. Cependant, il est possible de distinguer les offres géographiquement, juridiquement et techniquement urbanisables :

- L'**offre géographiquement (ou physiquement) urbanisable** concerne l'ensemble des gisements qui intéresse une demande (Halleux, 2021b). Ces terrains dépendent fortement de leur accessibilité et de leur localisation.
- L'**offre juridiquement urbanisable** concerne l'ensemble des gisements pour lesquels il existe une autorisation administrative pour urbaniser (Halleux, 2021b). En Wallonie, on se réfère au plan de secteur pour déterminer si une parcelle est urbanisable ou non. Des mécanismes de dérogation sont prévus mais sont généralement sujets à compensation.
- L'**offre techniquement urbanisable** concerne l'ensemble des gisements pour lesquels il existe une méthode technique permettant de mettre le foncier en œuvre (Halleux, 2021b). Elle peut être contrainte par la pente de la parcelle, l'existence de zones à risque pour l'urbanisation, etc.

Enfin, une dernière distinction est réalisée entre l'**offre potentielle**, qui est composée de l'ensemble des gisements d'un certain type, et l'**offre effective** (Halleux, 2021b). Cette dernière ne considère que les gisements qui sont disponibles sur le marché, c'est-à-dire ceux dont les propriétaires ont manifesté un intérêt à les vendre. En Wallonie, il existe parfois une grande différence entre offre potentielle et offre effective à cause de la rétention foncière, mécanisme qui pousse un propriétaire à conserver un bien foncier en vue d'en capter les plus-values potentielles.

Dans le cadre de ce travail, lorsqu'il est question de foncier vierge disponible, il est entendu l'**offre foncière potentielle juridiquement urbanisable**. Le foncier utilisé pour établir le taux de disponibilité foncière est calculé sur la base du plan de secteur et aucune distinction n'est réalisée entre offre potentielle et effective au vu de la difficulté d'obtenir des données sur la volonté de vendre des propriétaires.

### 1.2.1. LES CAUSES DE L'ÉTALEMENT URBAIN

#### **Les causes générales de l'étalement urbain en Europe**

##### *1. Le relâchement des contraintes de mobilité*

La cause principale qui caractérise le développement de l'étalement urbain et de la périurbanisation en Europe est l'apparition de la voiture individuelle (Newman & Kenworthy, 1996 ; Wiel, 1998 ; Halleux, 2001, 2002, 2012 ; Carruthers & Ulfarsson, 2003 ; EEA, 2016 ; OCDE, 2018 ; Ostermeijer *et al.*, 2022). En effet, la démocratisation de l'« automobilité » et le relâchement des contraintes liées à la mobilité ont permis aux individus de se relocaliser à l'extérieur des villes selon leurs envies. Ostermeijer *et al.* (2022) ont étudié l'effet à long terme de la possession d'une automobile sur les densités urbaines. Il en résulte que la possession d'une voiture réduit de façon non négligeable la densité urbaine. Plus que la possession, l'augmentation de la vitesse de transport que proposent la voiture et ses nombreuses améliorations contribue à l'étalement urbain. Elle a permis aux individus d'étendre la spatialité des territoires de la quotidienneté<sup>2</sup> tout en maintenant un budget-temps de déplacements quotidiens constant (Halleux, 2012, p. 2).

---

<sup>2</sup> L'aire de la quotidienneté peut être définie pour chaque individu et correspond à l'espace au sein duquel se déroule la vie quotidienne (Halleux, 2002). La motorisation du style de vie d'un individu peut donc contribuer à une dilatation de son territoire de la quotidienneté.

Halleux (2002 ; 2015 ; 2020 ; 2021b) confronte la logique des villes et le modèle des trois âges de la ville. Les villes existent et se développent parce qu'elles permettent conjointement de maximiser les interactions socio-économiques et de minimiser la pénibilité des déplacements. Il décrit la ville comme un « potentiel de proximité et d'accessibilité ainsi qu'un facilitateur de contacts et d'interactions » (Halleux, 2015, p. 50). Cette « logique des villes » est attribuée à Claval *et al.* (1981, cités par Halleux, 2015). Dès lors, des relations entre la forme des villes et l'organisation des systèmes de transports existent : l'augmentation des vitesses de déplacement entraîne un éclatement des composantes urbaines (populations, entreprises, services, etc.).

La contribution de la conjecture de Zahavi (Zahavi, 1976) permet de comprendre pourquoi un tel éclatement spatial a pu être observé. La loi de Zahavi (1976) ou « loi de constance des budgets-temps de transport » montre la relation qu'il existe entre le temps de déplacement et le budget alloué au déplacement. Cette loi, aujourd'hui globalement acceptée (Halleux, 2002), postule que les individus cherchent à maximiser leurs déplacements spatiaux selon deux contraintes : le budget-temps (environ une heure à une heure et demie de trajet par jour) et le budget financier (environ 20 % des dépenses), peu importe leur localisation. Par conséquent, la périurbanisation observée indique que les individus n'ont pas profité de l'avantage technologique des transports en commun puis de la voiture pour réduire leur temps de transport vers les lieux d'activités mais bien pour gagner de l'espace (Halleux, 2002 ; 2015).

Par ailleurs, la relation entre les formes urbaines et les pratiques de mobilité est théorisée par le modèle des trois âges de la ville (Newman & Kenworthy, 1996). Ce modèle caractérise l'évolution des villes en trois phases distinctes liées aux modes de déplacement préférentiels : la ville piétonne (depuis – 3500), la ville « transports en commun » (depuis 1850) et la ville « voiture » (depuis 1950). Newman et Kenworthy (1996, pp. 1 – 4) présentent l'évolution des villes selon ces trois âges comme une dédensification progressive des villes avec un renforcement de la monofonctionnalité (figure 3).

Le passage de la ville piétonne à la ville « voiture » représente une multiplication par dix des vitesses de déplacement. Étant donné que l'aire évolue par le carré du rayon (vitesse x temps de déplacement), la surface disponible pour un budget-temps de déplacement constant est centuplée entre le déplacement à pied et le déplacement en voiture. L'aire disponible peut s'apparenter au foncier géographiquement urbanisable. Par conséquent, la conjecture de Zahavi met en évidence qu'une surabondance foncière s'est développée lors de l'essor de la voiture individuelle. Comme le rappelle Halleux (2015, p. 53), « avec une telle évolution des

surfaces potentiellement urbaines, il n'est pas étonnant que le relâchement des contraintes de mobilité entraîne une tendance lourde vers la dédensification ainsi qu'une accentuation des fragmentations et des discontinuités morphologiques, en particulier par une urbanisation dite en "saute-mouton" (*'leapfrog development'*) qui laisse des terrains vacants pour s'établir dans des espaces plus éloignés du centre-ville. »

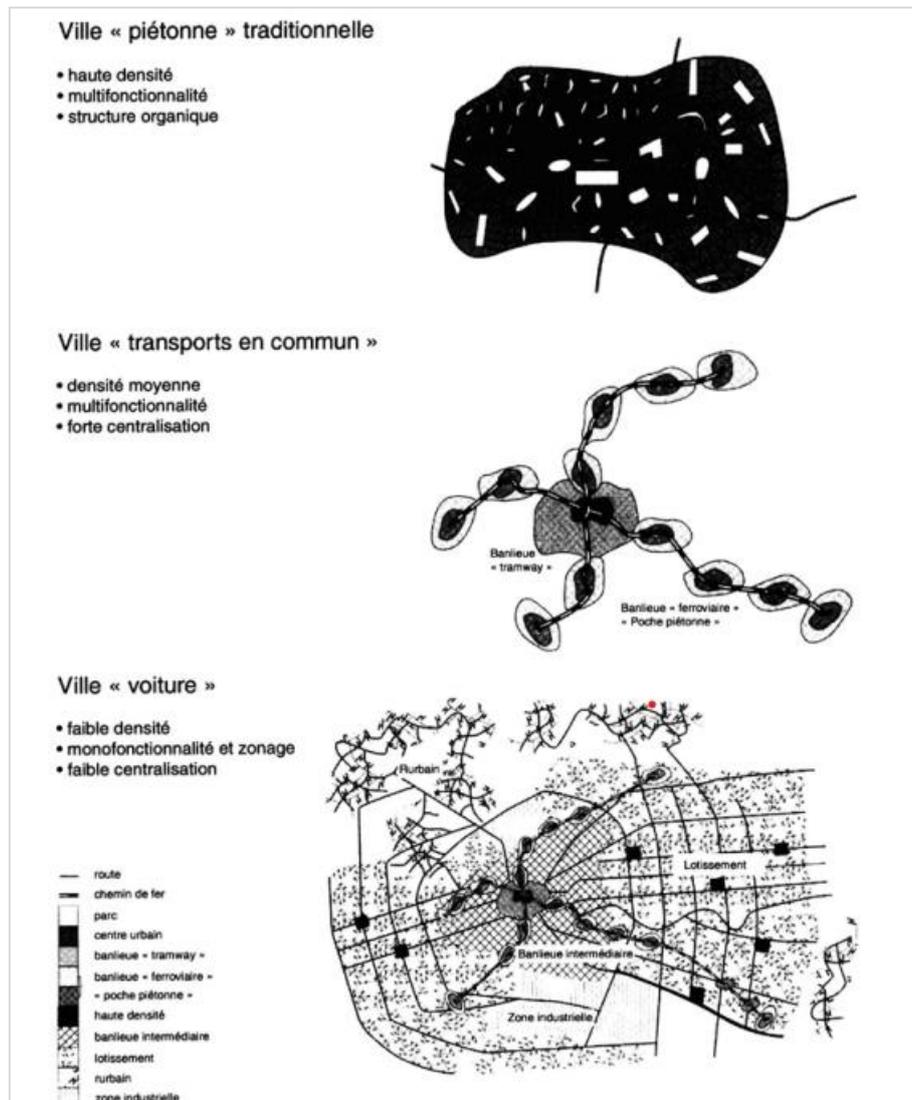


FIGURE 3 : LES TROIS ÂGES DE LA VILLE (NEWMAN & KENWORTHY, 1996)

Certains auteurs ont qualifié de « transition (péri)urbaine » cette transformation des villes européennes en villes « voiture ». Wiel (1999, cité par Halleux, 2002) qualifie de « transition urbaine » la recomposition des villes sous l'impact de l'automobile tandis que Halleux (2001) préfère parler de « transition périurbaine ».

## 2. *La répulsion des centres-villes et le poids des aspirations individuelles en faveur des faibles densités*

Une deuxième cause à l'étalement des populations et des activités est représentée par la fuite des centres urbains souvent associés à une concentration d'externalités négatives. Une externalité (ou économie externe) caractérise le fait qu'un agent économique influence un autre agent économique sans contrepartie monétaire (Halleux, 2021a). L'influence est donc externe au marché.

Avec la voiture, les frontières de la ville, au sens de Halleux (2015), sont totalement remodelées par l'explosion de l'offre géographiquement disponible. Les populations aisées pouvant plus facilement se délocaliser avec l'acquisition d'une voiture ont préféré les densités faibles et le cadre de vie plus vert qu'offrent les périphéries aux externalités négatives générées par les centres urbains (pollution sonore, visuelle, hautes densités, faiblesse en espaces verts, etc.) (De Keersmaecker, 2002a). La dégradation des centres urbains peut également être un facteur influent dans des contextes où leurs externalités négatives sont à l'origine de puissantes forces centrifuges (EEA, 2016). En effet, le relâchement des contraintes de mobilité offert par la démocratisation de la voiture ainsi que les dynamiques centrifuges générées par les hautes densités urbaines sont les principaux facteurs contributifs qui ont permis de concrétiser les aspirations individuelles vers la dédensification (Halleux, 2012, p. 1 ; Halleux *et al.*, 2012). L'OCDE (2018) souligne également le poids des préférences pour les faibles densités dans l'explication de l'étalement urbain des villes. Ces aspirations ont également été observées dans le monde économique qui s'est peu à peu décentralisé à la recherche d'espaces accessibles et d'une offre variée (Halleux, 2012).

Cette aspiration à la déconcentration est mise en évidence dans la comparaison des parcs de logements européens. Cette dernière montre une aspiration culturelle propre à l'« Europe Atlantique » en faveur de la maison unifamiliale et des espaces de faible densité (Wiel, 1999, cité par Halleux, 2020). Ces parcs de logements regroupent une part plus importante de maisons (75%) que d'appartements (25%) (Halleux *et al.*, 2002). Cela signifie que dans les modèles de parcs de logements « atlantiques », la tendance naturelle est à la dédensification et à l'individualisation des habitations.

À propos de la Belgique, Halleux *et al.* (2002, pp. 348 – 349) écrit que « si elle la population belge est "atlantique" par son orientation pour l'habitat unifamilial, elle est par contre "méditerranéenne" quant à la conception qu'elle entretient avec la ressource foncière. Rendue possible par l'abondance des terres utiles, mais héritée de facteurs historiques que nous ne

faisons encore qu'entrevoir, cette conception consiste à considérer le sol comme une marchandise ordinaire, comme une source de plus-value à valoriser ». Cette conception typiquement belge a largement contribué à l'étalement urbain. Le résultat est une forme d'extension des tissus urbains vers les périphéries avec des maisons unifamiliales possédant une faible part bâtie au niveau de la parcelle.

### 3. *L'action de la puissance publique*

Le rôle des acteurs publics est également très important dans la diffusion de l'étalement urbain. La capacité des aménageurs à canaliser les aspirations individuelles lors des périodes de construction est importante en vue de limiter l'étalement urbain. Halleux *et al* (2012) préfèrent parler de l' *'adaptive efficiency'* pour décrire l'adaptation dynamique des politiques de planification à l'étalement urbain. En Europe, certains pays de tradition aménagiste, tels que l'Angleterre et les Pays-Bas, se sont rapidement dotés d'une politique d'aménagement du territoire qui vise à endiguer l'étalement urbain et dont la réussite relative a été mise en évidence (Halleux, 2004 ; Halleux *et al.*, 2012). En revanche, des freins spécifiques au contexte belge ont retardé cette mise en place et l'étalement n'a pas pu être limité durant les grandes périodes de construction (Mérenne-Schoumaker, 2010 ; Halleux, 2012).

Selon Halleux (2012), les pouvoirs publics demeurent susceptibles de moduler l'intensité de la périurbanisation. Différents indicateurs rendent compte de l'étalement surdéveloppé en Wallonie, notamment le standard d'habitat (Halleux, 2020) et la surface imperméabilisée par personne (EEA, 2016). À titre d'exemple, sur la base de données de 2006, Halleux et Vermeer ont démontré que le standard d'habitat (surface occupée par le tissu urbain divisée par le volume de population) s'élevait à 626 m<sup>2</sup>/habitants en Wallonie contre 196 m<sup>2</sup>/habitants au Pays-Bas et 212 en Angleterre (Halleux, 2020).

De plus, l'EEA (2016) souligne le poids d'autres causes politiques plus générales, comme l'existence de réglementations sur l'utilisation du sol pouvant restreindre les objectifs de densification (par exemple la limitation sur la taille des immeubles), la faible taxation de l'essence automobile lors de la démocratisation de la voiture ou encore le manque de législation claire.

### 4. *Les causes démographiques, socio-économiques, technologiques et géophysiques*

En plus des causes susmentionnées, l'EEA (2016) dresse un inventaire des causes de l'étalement urbain (*'urban sprawl'*) en Europe. Celles-ci sont différenciées en fonction du domaine d'application duquel elles émergent. Du point de vue démographique, le taille de la

population et sa croissance ont un impact direct sur le développement de l'étalement urbain (Halleux, 2012 ; EEA, 2016). L'âge de la population, en déclin en Europe, peut également être un facteur d'étalement en plus des migrations.

En ce qui concerne les causes socio-économiques, le revenu moyen de la population est un élément influent. En effet, plus celui-ci est élevé, plus l'accès à une voiture individuelle est banalisé. Cela contribue à une déconcentration qui entraîne une dépendance à cette voiture, seule opportunité de transport dans certaines périphéries (Carruthers & Ulfarsson, 2003 ; Halleux, 2002, 2012 ; Ostermaier, 2022). Le style de vie est également un paramètre important qui explique le changement dans la demande en biens immobiliers. Halleux (2012) et l'EEA (2016) remarquent en effet une tendance vers l'augmentation de la demande pour les biens d'une personne.

Du point de vue technologique, l'innovation derrière la croissance de la performance des automobiles permet d'accroître le territoire de la quotidienneté (Halleux, 2002 ; OCDE, 2018) tout en diminuant l'importance de choisir une localisation de résidence proche de son travail (Halleux, 2002 ; EEA, 2016). L'émergence des voitures autonomes pose question quant au relâchement supplémentaire que pourrait amener une conduite assistée qui permettrait au conducteur de faire autre chose de son temps durant son déplacement. La banalisation du télétravail pourrait également encore contribuer à la décorrélacion entre le lieu de résidence et le lieu de travail.

Enfin, des causes géophysiques peuvent être vues comme des causes de l'étalement urbain. En Belgique, la stabilité du contexte physique a permis de développer les périphéries sans contraintes (EEA, 2016). Halleux *et al.* (2002, p. 348) identifient ces causes sur la base de la comparaison avec les systèmes d'aménagement suisses et danois : « Comme aux Pays-Bas, il existe dans ces deux pays des raisons physiques objectives qui expliquent que la planification y soit significativement mieux ancrée. »

### **Les causes spécifiques de l'étalement urbain en Wallonie**

Additionnellement aux causes générales déjà développées, le contexte belge – et donc wallon – est marqué par une forte aspiration culturelle en faveur de la maison unifamiliale, de l'autopromotion et des espaces de faible densité. De plus, Acosta (1994, cité par Halleux *et al.*, 2002) a déjà mis en évidence qu'en Belgique, le territoire est depuis longtemps considéré

comme un bien que l'on consomme et non comme une ressource naturelle à protéger. Le droit aux plus-values incite à la propriété et il est légitime pour le propriétaire de faire fructifier son patrimoine foncier. Dans ce contexte spécifique, l'aménagement du territoire n'a pas su être efficace pour contrer l'étalement urbain. Par ailleurs, une série d'autres causes spécifiques au contexte belge et wallon peut être identifiée sur la base de problématiques techniques, culturelles, politiques et historiques (Halleux & Lambotte, 2008 ; Halleux *et al.*, 2012 ; Halleux, 2020) :

- les conséquences du rapport de force entre les intérêts politiques urbains et ruraux lors du démarrage industriel ont provoqué une favorisation des espaces ruraux face aux problèmes urbains ;
- la dimension historique de la propriété en Belgique a fait en sorte d'accumuler un retard du système d'aménagement (Halleux, 2004) ;
- le système d'aménagement belge est lié à un équilibre favorable au droit de propriété ;
- le rapport de force entre les aménageurs et les intérêts d'un puissant secteur de la construction a influencé l'adoption de larges zones résidentielles dans les plans de secteur ;
- la fragmentation des pouvoirs et le clientélisme propre aux systèmes belges ont largement contribué à ralentir le système d'aménagement en Belgique ;
- le milieu physique est peu fragile, ce qui favorise l'urbanisation en tout endroit (EEA, 2016), à l'inverse des contextes néerlandais, danois et suisses qui ont dû, très tôt, mettre en place une planification contre les déterminants physiques (Halleux *et al.*, 2002 ; Halleux *et al.*, 2012).

## 1.2.2. LES CONSÉQUENCES DE L'ÉTALEMENT URBAIN

### Les dimensions de l'étalement urbain

Bernier *et al.* (2021b) identifient quatre dimensions de l'étalement urbain :

- l'artificialisation des sols ;
- une faible efficacité dans l'utilisation du sol marquée par des densités et des intensités peu élevées ;
- l'éloignement spatial des nouvelles urbanisations ;
- l'émiettement de l'artificialisation contribuant à la fragmentation (mitage) des espaces ouverts.

Ces dimensions sont indépendantes les unes des autres puisqu'un même projet urbain peut se révéler performant au regard d'une dimension mais avoir des effets négatifs pour les autres (Bernier *et al.*, 2021b). Le Lepur<sup>3</sup> (2020, cité par Bernier *et al.*, 2021b) propose la figure 4 qui rend compte des différentes manifestations de l'étalement urbain.

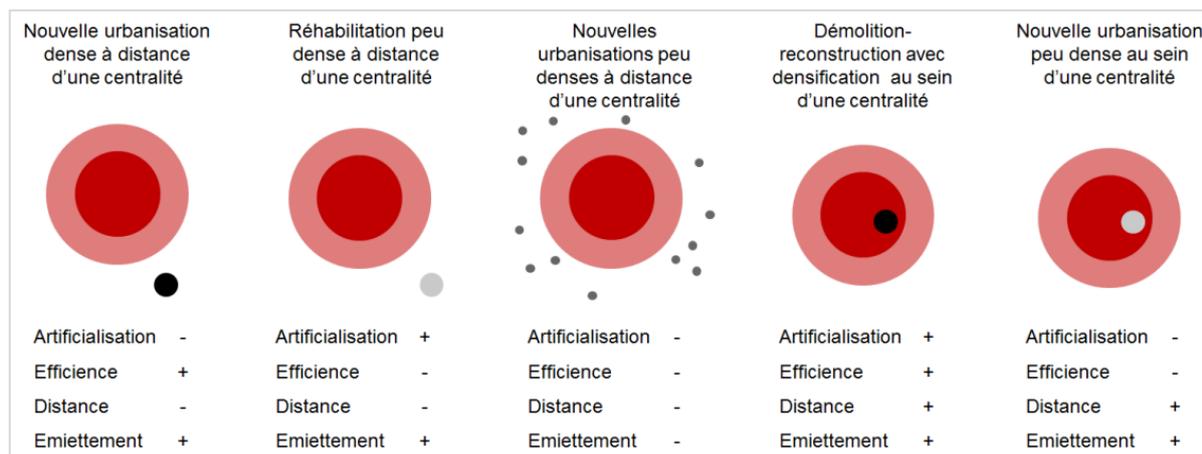


FIGURE 4 : LES DIFFÉRENTES MANIFESTATIONS DE L'ÉTALEMENT URBAIN (LEPUR, 2020)

Il est intéressant de mettre en évidence que la forme « démolition – reconstruction avec densification au sein d'une centralité » est celle dont les effets positifs sont les plus nombreux.

<sup>3</sup> « Le Lepur est le Centre de Recherche en Sciences de la Ville, du Grand Territoire et du Milieu rural. Il fédère les laboratoires actifs dans le domaine du développement territorial au sein de l'Université de Liège. Ses activités visent à améliorer les pratiques d'intervention sur les territoires. » (Lepur, 2018)

Ce mode de production est souhaité pour limiter l'artificialisation et augmenter le nombre de logements. Il s'agit d'un type d'opération de « recyclage urbain ». Les nouvelles constructions sur terrains artificialisés ou les modifications de bâtiments existants sont également des mécanismes de recyclage urbain.

### **Les effets négatifs de l'étalement urbain**

En ce qui concerne les conséquences, celles-ci sont également multiples et très bien documentées de manière générale (De Keersmaecker *et al.*, 2002 ; EEA, 2016) ou de manière spécifique (Guelton & Navarre, 2010 ; OCDE, 2018). L'état de l'art l'EEA (2016) dresse une liste abondante d'articles ayant repéré un effet de l'étalement urbain. Ces conséquences peuvent être réparties en trois domaines : les conséquences environnementales, les conséquences économiques et les conséquences sociales ou de qualité de vie.

#### *1. Les conséquences environnementales*

Du point de vue environnemental, l'étalement urbain contribue à renforcer la dépendance à l'automobile dont les émissions sont néfastes pour notre planète (EEA, 2016 ; OCDE, 2018 ; Halleux, 2020 ; INSEE 2021). Newman et Kenworthy (1989) ont démontré la relation qu'il existe entre la consommation en carburant et la densité urbaine pour 1980. Il en ressort que les villes les moins denses (principalement les villes américaines et australiennes) sont les plus consommatrices en carburant (Newman & Kenworthy, 1989, cités par Halleux, 2008). En Belgique, l'automobile desserre mais ne structure pas l'urbanisation.

L'objectivation de cette conséquence montre une diminution des émissions de gaz à effet de serre (GES) en Wallonie depuis la fin des années 1990. Cependant, la répartition sectorielle des GES entre 1990 et 2020 met en évidence que le milieu des transports est toujours à la hausse avec + 6 % (IWEPS, 2022). Selon ces données, la diminution générale est plutôt liée au secteur de la production d'électricité tandis que le tertiaire (chauffage des bâtiments) est en augmentation (+ 4 %). Des efforts sont encore à fournir dans le domaine des émissions des GES et l'aménagement des formes urbaines peut contribuer à diminuer ces valeurs en augmentant la performance des bâtiments par la densification et en suscitant les transports collectifs par la production de logements dans des lieux centraux. L'objectif fixé par la DPR est le suivant : « La Région vise la neutralité carbone au plus tard en 2050 (dont 95% de réduction d'émissions GES par rapport à 1990), sur la base d'une trajectoire progressive de réduction des

émissions de GES avec une étape intermédiaire de réduction des émissions de GES de 55 % par rapport à 1990 d'ici 2030 » (Gouvernement wallon, 2019, p. 54).

Parmi les autres conséquences environnementales, l'EEA (2016) en décrit un certain nombre lié à l'imperméabilisation des sols telles que la perte de biodiversité et de surface agricole disponible ou encore la perturbation des cycles biologiques. Les changements liés à la géomorphologie (ravinement, coulées de boues, etc.), l'augmentation des températures urbaines liées à la production d'îlots de chaleur, les mauvaises performances énergétiques, la perturbation du cycle de l'eau et la pollution des nappes, les effets sur la faune et la flore, la destruction de paysages naturels ou encore l'utilisation non parcimonieuse du sol laissant des espaces de friches dans les centres urbains sont autant de conséquences environnementales de l'étalement urbain mises en évidence dans la littérature (Halleux & Lambotte, 2002 ; EEA, 2016 ; INSEE 2021).

L'objectif en termes d'artificialisation des sols est de ne plus consommer de ressources foncières supplémentaires d'ici 2050. De 1985 à 2021, le rythme moyen d'artificialisation a été de 15,6 km<sup>2</sup>/an (IWEPS, 2022). Bien que l'artificialisation tende à évoluer moins rapidement depuis 2000, l'évolution moyenne entre 2015 et 2019 était encore de 11,2 km<sup>2</sup>/an. L'objectif intermédiaire fixé par le SDT est d'atteindre une artificialisation nette proche de 6 km<sup>2</sup>/an d'ici 2030. Selon Godart et Ruelle (2019), l'urbanisation résidentielle contribue majoritairement à l'artificialisation du territoire wallon. Des efforts doivent donc être réalisés en aménagement du territoire afin de recycler le foncier urbain pour produire des logements sans urbaniser le foncier vierge.

## *2. Les conséquences économiques*

Les conséquences économiques sont également lourdes. Les formes linéaires d'urbanisation entraînent des surcoûts en matière d'infrastructures qui peuvent devenir très importants en fonction des équipements à aménager (De Keersmaecker, 2002b ; Carruthers & Ulfarsson, 2003 ; Halleux *et al.*, 2008 ; Guelton & Navarre, 2010 ; Halleux, 2012 ; OCDE, 2018). Les coûts des transports dans tous leurs aspects interviennent également ainsi que la dépendance des villes pour la production de nourriture (EEA, 2016). La baisse d'attractivité des espaces périurbains tant économique que touristique peut encore être mentionnée.

Les coûts financiers de l'étalement urbain font l'objet de publications depuis longtemps. Il est avéré que des surcoûts d'équipements doivent être levés par la collectivité lorsque

l'urbanisation se déroule par périurbanisation (De Keersmaecker, 2002b). En 2008, Halleux, Lambotte et Brück ont estimé, sur la base des deux services de la distribution d'eau alimentaire et de l'assainissement, la différence entre l'équipement d'un terrain au sein d'un tissu déjà bâti (ou en lotissements) et d'un terrain décentré. Ils ont déterminé que pour ces deux systèmes, « des lotissements excentrés et caractérisés par des parcelles de plus de mille mètres carrés sont globalement deux fois plus coûteux à équiper que des opérations plus en contiguïté avec l'urbanisation préexistante [...] ». Bien qu'un peu daté, le surcoût lié à l'urbanisation « en ruban » est toujours vérifié. Par ailleurs, si cela est vrai pour l'eau, il en va de même pour les surcoûts liés aux autres impétrants, à la voirie ou encore à l'éclairage public.

### *3. Les conséquences sociales et de qualité de vie*

Enfin, des conséquences sociales sont observables en lien avec l'augmentation des coûts individuels des services publics de première importance (OCDE, 2018). L'aspiration aux faibles densités et le rejet des externalités négatives des villes ne peuvent être assouvis que par les populations ayant un revenu leur permettant de s'affranchir des surcoûts liés à la désurbanisation. En d'autres termes, des ségrégations socio-économiques s'observent dans les paysages urbains. En Belgique, les populations plus aisées ont fui les centres-villes où se concentrent aujourd'hui plus de populations pauvres (De Keersmaecker, 2002a). Par ailleurs, des effets négatifs sur l'homme et son fonctionnement peuvent être développés tels que des problèmes respiratoires, de l'insomnie, du stress, de l'obésité, etc.

### **Bilan de l'étalement urbain**

Angel *et al.* (2021b) ont étudié l'évolution de la population et de l'aire urbaine de 200 villes de pays développés et non-développés entre 1990 et 2014. Parmi les 194 villes qui ont augmenté leur population, les auteurs ont différencié que 144 ont principalement densifié leur aire urbaine ancienne contre 50 qui ont obtenu des gains plutôt périphériques. Cependant, ils renseignent également que, de manière générale, la densification des empreintes de 1990 a échoué à augmenter la densité urbaine moyenne des villes. La densité moyenne urbaine des villes réunies a diminué à un taux de 1,4 % par an durant la période d'analyses. Par conséquent, bien que certaines villes aient été performantes dans la densification de leur aire urbaine, une tendance à la dédensification est encore observée.

En Wallonie, l'observation de ces quelques conséquences de l'étalement urbain met en évidence les efforts qui doivent encore être fournis dans l'ensemble des secteurs pour réduire la production de GES de 95 % par rapport à 1990 et l'artificialisation des sols à 0 km<sup>2</sup>/an d'ici 2050. Une partie de cette responsabilité est portée sur l'aménagement du territoire et l'urbanisme, lesquels ont la capacité d'influencer les formes urbaines et les habitations. De cette manière, l'arrêt de l'artificialisation des sols est au centre des préoccupations et les mécanismes de lutte se mettent en place.

### 1.3. LE CHANGEMENT DES PRATIQUES D'AMÉNAGEMENT EN FAVEUR DE LA CANALISATION DE L'ÉTALEMENT URBAIN

Depuis les années 1950, plusieurs paradigmes en aménagement du territoire ont vu le jour afin de s'interroger sur le développement périphérique des villes et les effets néfastes qui lui sont liés. Le **paradigme de l'endiguement** est resté influent notamment dans les pays de tradition aménagiste, comme l'Angleterre, les Pays-Bas ou l'Allemagne. Cette vision de l'aménagement consiste à limiter la constructibilité et à protéger les espaces non-urbanisés en créant, par exemple, des ceintures vertes autour des villes et en privilégiant l'urbanisation en lotissements (Halleux, 2020). Le désavantage de cette méthode est de renforcer la monofonctionnalité des espaces, ce qui a poussé des chercheurs à proposer des alternatives.

Dès lors, à partir des années 1980, le **paradigme de la ville compacte** devient influent à son tour. Nourri par la théorisation des débats idéologiques sur le contrôle de l'étalement par Newman et Kenworthy en 1989 (Halleux, 2020), cette méthode propose un modèle alternatif où le développement de la ville doit se faire sur des logiques de qualité des espaces et d'attractivité des lieux (Halleux, 2020). Là où les ambitions de l'endiguement acceptent un développement des faibles densités tant que l'urbanisation se déroule dans la continuité du tissu urbain, les ambitions de la compacité sont plus restrictives (Halleux, *et al.*, 2012). En pratique, c'est le réseau de transports en commun qui structure le développement en jouant un rôle de colonne vertébrale du système urbain. À partir de celui-ci, l'urbanisation est contrôlée à proximité des points du réseau. L'automobile permet de desservir les lieux de vie mais se substitue entièrement au réseau de transports en commun. C'est dans ce paradigme que les premières notions de densification des espaces urbains sont initiées (Halleux, *et al.*, 2012). En particulier, la densification des espaces vise à limiter les superficies parcellaires, à augmenter la mixité des fonctions et à accompagner le recyclage urbain (Halleux *et al.*, 2012 ; Angel &

Lamson-Hall, 2020). En Europe, la ville de Copenhague a mis en place un plan semblable dès 1947 et est devenue un exemple de ville compacte qualitative. Elle est aujourd'hui la seule ville d'Europe sans problème majeur de congestion (Vuk, 2005, p. 224, cité par Halleux, 2020). L'acceptabilité de ce paradigme repose sur la qualité des réalisations, condition qui restera importante au cours des décennies. Adams et Watkins (2002) définissent la ville compacte comme un ensemble d'espaces urbains multifonctionnels et de haute densité qui reflètent la forme et les fonctions traditionnelles de beaucoup de villes européennes (Halleux, 2021a). Les résultats de la ville compacte qualitative sont assez décevants au vu des ambitions portées par les acteurs du développement. Angel et Lamson-Hall (2020) écrivent que les résultats décevants observés sont dus à de puissantes forces de résistance politique ou de tendances économiques, culturelles, sociales et démographiques irréversibles qui empêchent les efforts de la densification. D'autres réflexions ont vu le jour afin de déterminer des méthodes plus efficaces pour limiter l'artificialisation des sols.

Un autre paradigme porté par S. Angel est celui du « **faire de la place** » (*'Making room paradigm'*). Le constat de départ repose sur l'observation que la densification parfaite (celle qui arrête définitivement l'étalement) ne peut être atteinte et c'est pourquoi le paradigme de la ville compacte a échoué à modifier l'espace urbain. D'après Angel *et al.* (2021b), il existe trois mécanismes pour augmenter la surface plancher disponible d'une ville afin de répondre à l'augmentation de la population urbaine attendue : construire vers le haut, remplir les dents creuses et s'étaler. Selon Angel et Lamson-Hall (2020), faire de la place pour la densification et faire de la place pour l'étalement urbain sont à la fois des substituts et des compléments. Cela signifie que quand les outils de la densification ne peuvent plus fournir assez de place, alors faire de l'espace méthodiquement pour l'étalement peut permettre aux villes de rester productives, inclusives et durables (Angel & Lamson-Hall, 2020). Dans ce cadre, les politiques doivent faciliter les procédures de recyclage urbain pour les promoteurs et les ménages ainsi qu'améliorer la qualité des espaces publics afin d'inciter et de réussir la densification. Angel et Lamson-Hall (2020) propose entre autres de retirer les difficultés intégrées dans le recyclage foncier et immobilier, d'ajuster les réglementations, de contrôler les incitations fiscales et financières, et d'améliorer les infrastructures. Angel et Lamson-Hall (2020) ne croient pas que ce paradigme doive remplacer celui de la ville compacte mais que les efforts anti-étalement mis en place par la ville compacte doivent prendre en compte des efforts pro-densification s'ils veulent arriver à des résultats. « Sans cette inclusion, il [le paradigme de la ville compacte] continuera de décevoir pendant que du temps précieux sera gaspillé. »

## 2. LA LUTTE CONTRE L'ARTIFICIALISATION DES SOLS PAR LE ZAN ET LES POLITIQUES RÉGIONALES

Lorsque l'on s'intéresse à la question de l'étalement urbain et de ces conséquences, l'artificialisation des sols ressort prioritairement dans la littérature. Bernier *et al.* (2021) ont d'ailleurs identifié l'artificialisation des sols comme une des composantes de l'étalement urbain (*cf.* la partie 1.1.2. de l'état de l'art).

Une définition au sens large est proposée par l'EEA (2018). Elle définit l'**artificialisation des sols** ou '*land take*' comme « l'augmentation de la quantité de terres agricoles, forestières, semi-naturelles et naturelles qui disparaît en raison du développement de la ville et d'autres terres artificielles » (EEA, 2018, cité par Bernier *et al.*, 2021b, p. 15). Cette définition est confirmée par l'IWEPS (2021). Selon l'institut wallon, on entend par **sol artificialisé** une « surface dont l'état naturel, forestier ou agricole lui a été retiré, qu'elle soit bâtie ou non et qu'elle soit revêtue ou non ». En d'autres termes, on considère comme surfaces artificialisées des surfaces bâties (constructions, infrastructures, etc.), des surfaces non bâties (espaces verts urbains, équipements de sports, etc.), des surfaces revêtues (parking, etc.) et des surfaces non revêtues (jardins, etc.). L'INSEE (2021) et le ministère de la transition écologique français (2021) proposent une définition semblable centrée davantage sur la dimension environnementale de la perte d'espaces agricoles, naturels ou forestiers. Ils décrivent l'artificialisation comme une transformation pouvant entraîner l'imperméabilisation totale ou partielle des sols, la perturbation des cycles biochimiques et écologiques, la transformation des habitats ou encore le blocage du stockage du carbone.

### 2.1. DES DIRECTIVES EUROPÉENNES POUR LIMITER LA CROISSANCE

Pour que les objectifs d'un paradigme puissent démontrer leurs réels impacts, il faut que ceux-ci soient transcrits au travers de politiques. Dès lors, une fois que le virus de l'endiguement, de la compacité ou encore du recyclage urbain s'est propagé de la littérature vers les politiques territoriales, des stratégies en lien avec ces évolutions commencent à se mettre en place. De cette manière, de nombreuses politiques en faveur de l'arrêt de l'artificialisation des sols ont vu le jour à différents niveaux de décision au cours des dernières décennies.

La quantification de l'artificialisation des sols et la large documentation existante sur les effets négatifs de celle-ci ont contribué à intégrer la lutte contre l'artificialisation dans les agendas politiques de ces dernières années. La Commission Européenne (CE) communique le 20 septembre 2011 une « feuille de route en faveur d'une Europe efficace dans l'utilisation des ressources » (COM(2011) 571). Ce document s'inscrit dans une vision prospective de ce que sera l'Europe en 2050 et vise à identifier les défis et les opportunités qui sont liés à son développement futur. La feuille de route propose une série de jalons qui illustrent des recommandations afin d'orienter le développement vers une croissance durable. Parmi les ressources envisagées, la problématique du sol y est développée et fait l'objet d'un jalon précis : « d'ici à 2020, les politiques de l'UE tiendront compte de leur incidence directe et indirecte sur l'utilisation des sols dans l'UE et ailleurs dans le monde, et nous serons en bonne voie pour atteindre notre objectif consistant à supprimer d'ici à 2050 toute augmentation nette de la surface de terres occupée ; [...] » (CE, 2011, p. 19). Cette orientation est plus couramment appelée **intention ZAN** (zéro artificialisation nette).

À la suite de cette première communication, d'autres publications plus spécifiques se sont développées. Parmi celles-ci, un nouveau travail de la CE (SWD(2012) 101) établit les « lignes directrices pour une meilleure pratique face à l'imperméabilisation des sols ». Ce document s'organise comme un guide de bonnes pratiques observées dans les politiques régionales des états membres et établit une triple recommandation pour l'aménagement des territoires : limiter l'imperméabilisation, atténuer ses effets et compenser sa mise en place (CE, 2012). Le document souligne également l'importance du rôle des pouvoirs publics et des entités de gouvernance dans la mise en place d'une planification (soutenue par des actes législatifs). Afin de limiter l'imperméabilisation des sols, deux formes de planification sont souvent développées : soit une réduction progressive du rythme de l'artificialisation dans l'objectif d'un arrêt total, soit une poursuite de l'imperméabilisation mais uniquement sur des espaces déjà bâtis.

## 2.2. DES POLITIQUES RÉGIONALES POUR GÉRER L'URBANISATION

À l'échelle européenne, un taux de croissance de 9% des zones urbanisées entre 1990 et 2006 a été enregistré (Prokop *et al.*, 2011). Dans ce contexte, l'intention ZAN s'est intégrée progressivement dans les visions stratégiques des États membres et des régions. Chacun d'entre eux est libre de fixer des seuils, des horizons et des trajectoires qui lui sont propres (Teller,

2021a). Parmi tous les contextes, les constats dressés ont rapidement montré du doigt le cas de Belgique, jugé comme un des plus préoccupants en Europe (Prokop *et al.*, 2011 ; EEA, 2016, 2021 ; OCDE 2018, cité par OCDE 2020). L'enjeu de l'artificialisation du sol y est particulièrement fort.

En Wallonie, cette intention est officieusement appelée « **stop béton** ». Celle-ci est décrite dans la Déclaration de Politique Régionale (DPR) et est énoncée dans le Schéma de Développement Territorial (SDT). Elle prévoit de réduire la consommation des terres non artificialisées à 6km<sup>2</sup>/an d'ici 2030 (aujourd'hui la consommation est environ de 12km<sup>2</sup>/an) et de tendre vers 0km<sup>2</sup>/an à l'horizon 2050 (SPW Territoire, 2019, p. 99 ; Gouvernement wallon, 2019, p. 70).

### 2.2.1. LA TRANSPOSITION DU ZAN EN WALLONIE

Dans un souci de clarté et de concision, seuls les plans wallons et de niveau inférieur sont envisagés. Il est toutefois important de souligner l'importance de la thématique de la limitation de l'artificialisation des sols en Belgique tant pour le niveau fédéral via des plans et des documents stratégiques (PACE 2030, Bureau Fédéral du Plan, etc.) que pour la région flamande via sa législation en termes d'aménagement (Ruimtelijk structuurplan Vlaanderen, Vlaamse Codex Ruimtelijke Ordening, etc.).

Du côté wallon, la **Déclaration de Politique Régionale (DPR)** est à la base des réflexions. Ce document à valeur indicative réunit la vision des autorités dans une série de domaines qu'il est nécessaire de concrétiser via un cadre juridique. La DPR est mise à jour tous les cinq ans lors du changement de législature et s'inscrit dans la poursuite des grands objectifs mondiaux et européens qu'elle décline à l'échelle de la région (objectifs de développement durable de l'ONU, intention ZAN, etc.). Dans la DPR 2019 – 2024, on retrouve plusieurs éléments en lien avec la limitation de l'artificialisation des sols (Gouvernement wallon, 2019, pp. 70 et suivantes) tels que :

- freiner l'étalement urbain
  - en réduisant la consommation de terres non artificialisées en la plafonnant d'ici 2025 ;
  - en préservant au maximum les surfaces agricoles ;
  - en maintenant, en réutilisant ou en rénovant le bâti existant ;

- en localisant au maximum les bâtiments à construire dans les tissus bâtis existants (urbains, ruraux ou périurbains) situés à proximité des services et transports en commun ;
- en restaurant la biodiversité.
- renforcer la politique de la ville en vue de la rénovation des quartiers et en concentrant les moyens de la prochaine programmation Feder sur les projets de développement urbain et sur les anciens sites industriels.
- simplifier des processus et perspectives claires pour les porteurs de projets.

Ces aspects, déjà mis en évidence par les DPR 2009 – 2014 et 2014 – 2019, sont intégrés dans l'élaboration du **Code du Développement Territorial (CoDT)**, principal document en Wallonie en matière d'aménagement du territoire. Après plusieurs années de concrétisation, il est entré en vigueur le 1<sup>er</sup> juin 2017 en lieu et place du CWATUPE. Il vise à assurer un développement durable et attractif du territoire (CoDT, *art. D.I.1*) en élaborant des outils spécifiques. Ce document se développe dans une idée d'opérationnalisation des projets avec une partie décrétable et une partie réglementaire. La réforme du CWATUPE en CoDT a principalement permis de simplifier et d'accélérer les procédures, de les rendre plus lisibles et d'assouplir les outils. Dans le but de transcrire la vision stratégique du développement du territoire, il établit en outre les schémas, les plans et les guides nécessaires pour y arriver. En d'autres termes, on peut associer le CoDT à une boîte à outils pour les aménageurs wallons. Une autre facette importante de ce document est qu'il définit quatre objectifs régionaux pour le développement l'aménagement du territoire :

- la lutte contre l'étalement urbain et l'utilisation rationnelle des territoires et des ressources ;
- le développement socio-économique et de l'attractivité territoriale ;
- la gestion qualitative du cadre de vie ;
- la maîtrise de la mobilité.

Ces quatre priorités régionales sont les fondements de la stratégie territoriale que vise à définir le **Schéma de Développement Territorial (SDT)**. Ce dernier est prévu par le CoDT (CoDT, *art. D.II.2.*) et est le principal document en Wallonie en termes de développement stratégique. Il révisé le précédent SDER adopté en 1999. Il se définit comme « l'outil de nature juridique à travers lequel les autorités régionales définissent la stratégie qu'elles comptent mettre en œuvre pour traduire le projet qu'elles proposent sur le territoire » (SPW Territoire,

2019, p. 7). Ce document est au sommet de la hiérarchie des outils prévus dans le Code : il s'applique au plan de secteur, aux autres schémas d'échelle infrarégionale et aux guides d'urbanisme (CoDT, *art. D.II.17*). En d'autres termes, chacun des outils cités doit s'inscrire dans la vision générale du territoire qui est explicitée dans le SDT et cela, peu importe l'échelle d'action.

Son contenu décline les quatre priorités définies par le CoDT en dix défis à relever pour le territoire à l'horizon 2050. Ces derniers ont permis de fixer quatre modes d'action pour le développement territorial et l'aménagement du territoire :

- se positionner et structurer (SS) ;
- anticiper et muter (AM) ;
- desservir et équilibrer (DE) ;
- préserver et valoriser (PV).

Le SDT met en lien à la fois les engagements de la Wallonie à tous les niveaux (mondial, européen, politique, stratégique, ...), les quatre objectifs régionaux décrits dans le CoDT, les dix défis à relever et le contexte afin d'établir une vision stratégique qui se base sur l'élaboration de ces quatre modes d'actions associés à cinq objectifs chacun. Parmi ceux-ci, on retrouve des objectifs précis en termes de limitation de l'artificialisation des sols dont notamment :

- AM.1 - Rencontrer les besoins actuels et futurs en logements accessibles et adaptés aux évolutions sociodémographiques, énergétiques et climatiques.
- AM.3 - Anticiper les besoins économiques dans une perspective de développement durable et de gestion parcimonieuse du sol.
- PV.2 - Valoriser les patrimoines naturels, culturels et paysagers et les préserver des pressions directes et indirectes de l'urbanisation.
- PV.3 - Soutenir une urbanisation et des modes de production économes en ressources.

Au regard des documents qui ont été présentés à l'échelle de la Région Wallonne, on comprend comment les idées d'un certain paradigme de l'aménagement du territoire sont entrées peu à peu dans les considérations des pouvoirs publics nationaux et supranationaux pour se voir décliner ensuite dans des politiques régionales. L'enjeu de la limitation de l'artificialisation des sols est identifié à toutes les échelles mais les réalisations sont de la

responsabilité des régions. À l'heure actuelle, la vision stratégique wallonne pour la limitation de l'artificialisation est inscrite dans le SDT et est officieusement appelée « stop béton ».

À l'échelle des provinces, des arrondissements ou des communes, d'autres plans stratégiques se développent et entrevoient l'urbanisation de leur territoire selon ce prisme. On peut évoquer les schémas de développement pluricommunaux (**SDP**), communaux (**SDC**) ou locaux (**SOL**) pour ceux qui sont prévus dans le CoDT. Mais on peut également trouver des documents à d'autres échelles et à valeur indicative tels que des schémas de développements territoriaux à l'échelle des arrondissements (par exemples le SDALg pour l'arrondissement de Liège et le SDT de l'arrondissement Meuse – Condroz – Hesbaye), des schémas à l'échelle des provinces (SPDT Liège Europe Métropole, ...) ou encore des documents communaux informels tels que le SCoT. Chacun de ces éléments s'articule autour de la vision stratégique dictée par le SDT comprenant un intérêt marqué pour la limitation de l'artificialisation des sols.

L'objet de ce travail se trouve précisément à la charnière de ces considérations. Il vise à mettre en perspective la problématique du « stop-béton » avec les enjeux et les besoins futurs des territoires. En effet, l'évolution démographique et les tendances de mobilité résidentielle montrent que la Wallonie va devoir accueillir de plus en plus de résidents dans les prochaines décennies et que ces résidents s'établiront de plus en plus dans les zones urbaines (Banque Mondiale 2022 ; Duyck *et al.*, 2022a). En plus de la croissance attendue, le Bureau Fédéral du Plan (Duyck *et al.*, 2022b) ajoute que la récente guerre en Ukraine a un impact certain sur la démographie de 2022 avec une vague de migration importante faisant passer les prévisions de croissance pour 2022 de 50 000 à 130 000 habitants. La Wallonie devrait accueillir 20 % de cette demande en 2022. Un enjeu majeur derrière ces phénomènes est d'évaluer leur ampleur, c'est-à-dire de quantifier les besoins en termes de logements à produire pour ensuite les localiser ces derniers. Afin de rencontrer à la fois l'enjeu de l'arrêt de l'artificialisation des sols et de l'évolution démographique, il faut « reconstruire la ville sur la ville » (ADEF, 1998, cité par Halleux & Lambotte, 2008).

### 2.2.2. LES ACTEURS DE LA TRANSITION TERRITORIALE

Plusieurs acteurs peuvent avoir une influence sur l'aménagement du territoire et sur la limitation de l'artificialisation du sol. Chaque groupe d'acteurs possède des caractéristiques et des moyens différents qui rendent les impacts de leurs actions plus ou moins significatives. Les catégories d'acteurs proposées par Brunet (1990, p. 70, cité par Halleux, 2020) sont utilisées

pour structurer cette partie. Brunet décrit un système simplifié en étoile qui illustre la relation entre chaque groupe d'acteurs. Les acteurs qui ont une compétence territoriale se trouvent à la base de l'étoile et sont les états et les collectivités territoriales. La figure 5 propose une adaptation via le prisme du recyclage urbain pour décrire le rôle des acteurs.

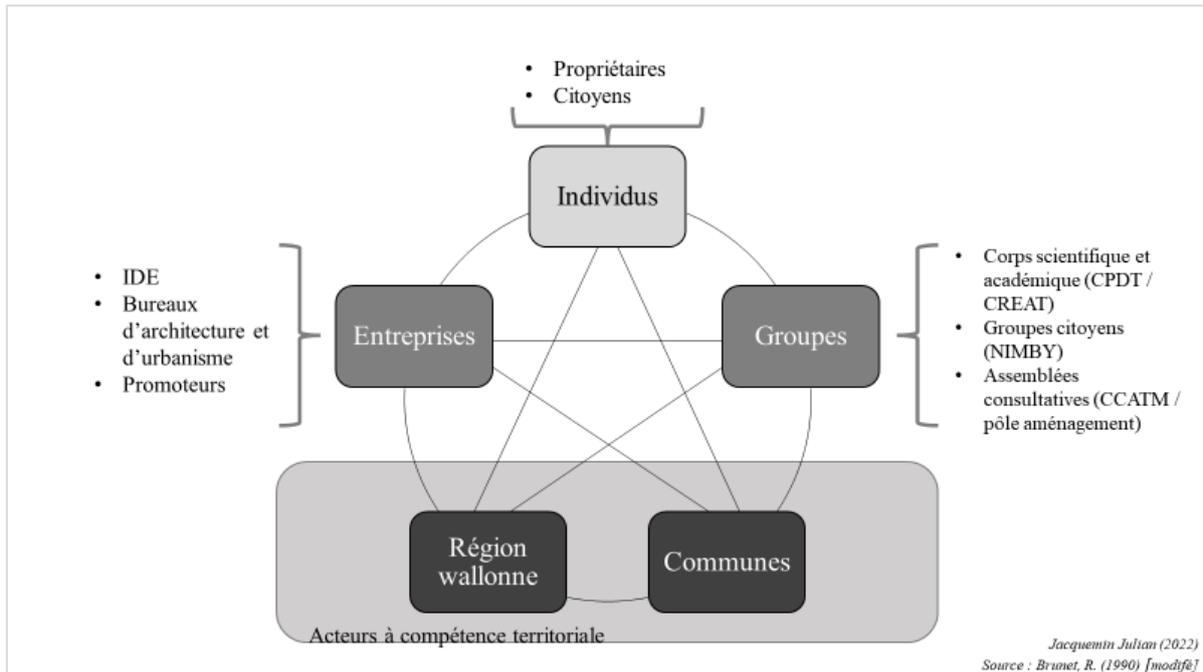


FIGURE 5 : RELATIONS ENTRE LES ACTEURS (BRUNET, 1990, [MODIFIÉ])

En premier lieu, les acteurs à compétence territoriale sont principalement les régions et les communes en Belgique. L'aménagement du territoire est une compétence régionalisée depuis 1980 (Vandemortten, n.d.). Comme évoqué précédemment, ce sont les **régions** qui insufflent les directions stratégiques en termes d'aménagement au travers du SDT pour la Wallonie. Les **communes** sont également compétentes pour une série d'opérations. Elles délivrent les permis sur leur territoire et peuvent se doter de documents stratégiques à leur échelle (SDC) voire à une échelle plus petite (SOL). De plus, le CoDT prévoit pour ces acteurs une série d'outils, à savoir l'aménagement stratégique (schémas et guides) et la politique foncière, afin de promouvoir le recyclage urbain sur leur territoire. Cependant, il existe souvent une contradiction entre les acteurs de l'aménagement du territoire en Wallonie. En effet, le niveau régional tend à limiter l'étalement urbain alors que le niveau communal a des intérêts à urbaniser son territoire liés au captage de la rente foncière et à son financement (Halleux, 2020).

Les entreprises et les groupes ont peu d'influence dans l'aménagement du territoire. Toutefois, il est intéressant de spécifier certains rôles. D'abord, le **corps académique et scientifique** est à la base de travaux de réflexion et de théories sur différents aspects de l'aménagement du territoire. En Wallonie, les travaux de la CPDT et du CREAT ont été particulièrement utilisés dans ce travail. Ensuite, des assemblées consultatives en aménagement du territoire existent au niveau des communes (**CCATM**) et sont prévues par le CoDT (CoDT, *art. D.I.7 à 10*). Les avis de ces assemblées sont obligatoires dans certains cas et sont facultatifs dans d'autres (Région Wallonne, n.d.). La CCATM a également la possibilité de proposer des initiatives au conseil communal. À l'échelle régionale, le « **pôle aménagement** » a pour principe de rendre également des avis au Gouvernement wallon en matière de développement du territoire, d'aménagement du territoire et d'urbanisme (CoDT, *art. D.I.4 à 5*). Enfin, certains **groupes de citoyens** peuvent être à l'origine de blocage de projets urbains en faisant valoir la possibilité de recours. Des modifications du projet sont souvent nécessaires pour en éviter l'abandon total. Parmi ces groupes, le mouvement NIMBY<sup>4</sup> est un exemple caractéristique de résistance à la densification en milieu périurbain.

Chez les professionnels, le **promoteur immobilier** joue également un rôle majeur dans l'application du recyclage urbain. En effet, il est une pièce importante dans la production de logements. Cependant, le promoteur est contraint, comme les autres acteurs, au marché. Cela signifie que tant que l'achat d'un terrain en périphérie demeure plus avantageux que la réexploitation d'un gisement précédemment artificialisé, il y a peu de chance pour que le recyclage soit stimulé (Halleux & Lambotte, 2008). Au vu des importants coûts liés au recyclage urbain et des faibles moyens publics, des opérations de partenariat public – privé (PPP) sont souvent nécessaires pour lever les freins financiers qui pèsent sur leur mise en œuvre (Halleux & Lambotte, 2008). Les Intercommunales de Développement Économique (**IDE**) peuvent également exercer un rôle sur la réutilisation des friches industrielles dans les milieux post-industriels. Quant aux **architectes et urbanistes**, ils influencent le milieu par la conception de leurs projets.

À l'échelle individuelle, il est également difficile d'estimer la part du citoyen dans le recyclage urbain. Ces acteurs ne sont pas directement compétents en aménagement du territoire mais ils peuvent l'impacter par leurs comportements spatiaux ou leurs choix. En effet, il est fréquent que les **particuliers** modifient leurs biens en vue de les diviser ou de les étendre

---

<sup>4</sup> 'Not in my backyard' est un comportement d'opposition résidentielle aux développements de la densification au sein du voisinage dans lequel on habite (Wicki & Kaufman, 2021).

lorsque la taille de ceux-ci n'est pas ou plus adaptée aux besoins familiaux. La division interne est un processus courant qui passe souvent sous les radars des différentes données mais qui contribue au recyclage urbain (Bibby *et al.*, 2018). Ces processus de « densification douce » sont souvent informels et initiés par des particuliers.

### 2.2.3. LES OUTILS DE L'AMÉNAGEMENT EN WALLONIE

Une fois que l'intention est inscrite dans les grands documents stratégiques à l'échelle wallonne (DPR, SDT), les acteurs du territoire sont invités à utiliser les outils de l'aménagement pour atteindre les objectifs fixés. En Wallonie, le **CoDT** (Code du développement du territoire) décrit l'ensemble des outils réglementaires de l'aménageur pour mettre en œuvre le territoire. Parmi eux, le **plan de secteur** est le plus important. Défini aux articles *D.II.18* et après, le plan de secteur fixe l'aménagement du territoire pour l'ensemble de la Wallonie. Cet outil n'est pas récent et a été progressivement réalisé entre les années 1977 et 1987 (Dubois *et al.*, 2002). Par ailleurs, l'élaboration des plans de secteur (vingt-trois plans au total) est profondément hétérogène tant les bureaux d'urbanisme ont peu travaillé de la même manière et au même moment (Mérenne-Schoumaker, 2010 ; Halleux & Strée, 2012). Les affectations arrêtées dans le CoDT peuvent être divisées entre les zones destinées à l'urbanisation et les zones non destinées à l'urbanisation. Dès lors, l'ensemble des gisements affectés en zone destinée à l'urbanisation au plan de secteur peut être associé à l'offre foncière juridiquement disponible en Wallonie. Dans ce travail, seules les zones d'habitat et les zones d'habitat à caractère rural ont été considérées.

#### **Outils contre l'artificialisation**

Concernant les outils qui peuvent permettre de lutter contre l'artificialisation et donc de contribuer au recyclage, on peut différencier les outils prévus directement par le CoDT (figure 6) et ceux qui sont le résultat de choix individuels.

##### *1. Les outils prévus par le code de l'aménagement*

Un premier outil défini par le CoDT est lié à l'**aménagement stratégique** sous forme de schémas et de guides à différentes échelles (Halleux, 2020). Bien que ces outils ne participent pas à une évolution concrète du territoire, ils contribuent à le préparer à ces évolutions (Halleux, 2020). Associés à des seuils de densité ou complétés par une priorisation des gisements à

urbaniser ou à recycler, ils peuvent contribuer à orienter les promoteurs et les particuliers vers les évolutions souhaitées. Le SDT, le SDP, SDC et le SOL sont les schémas stratégiques définis par le code. Les guides d'urbanisme (GRU et GCU) peuvent également y participer.

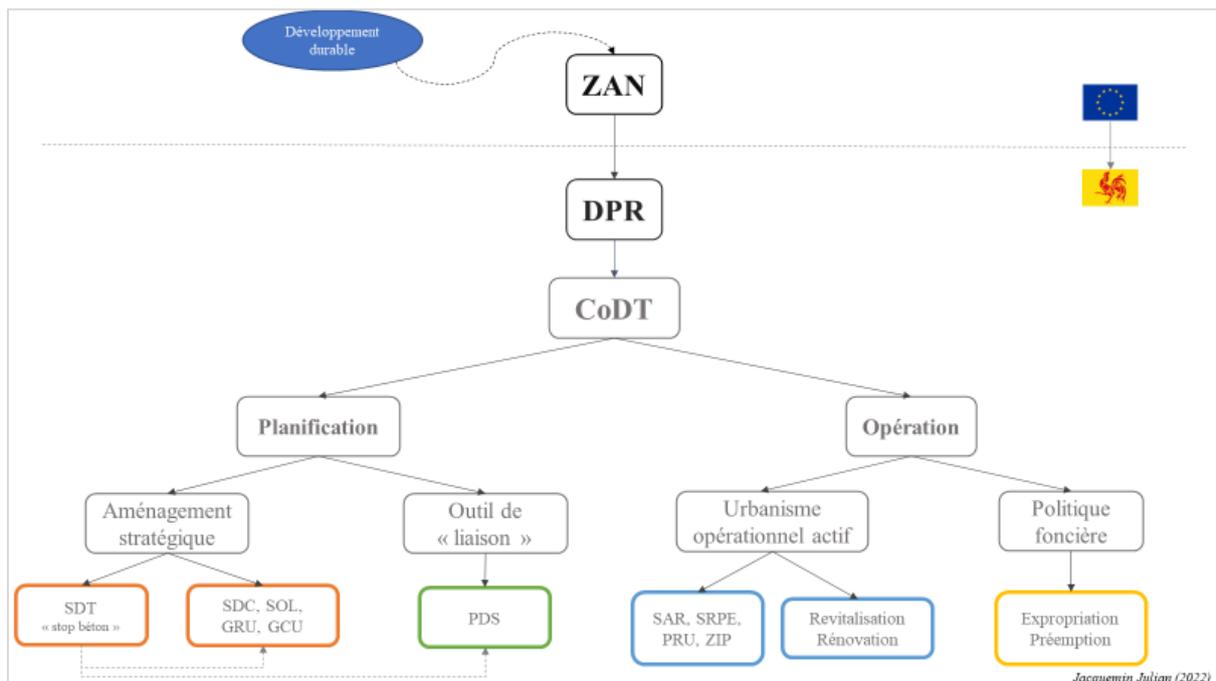


FIGURE 6 : OUTILS DU RECYCLAGE URBAIN

Un deuxième outil est le **plan de secteur** qui a une valeur réglementaire et qui fixe l'aménagement du territoire par un zonage des affectations autorisées. Le plan de secteur est composé de plusieurs couches dont une carte des affectations, les infrastructures principales et certains périmètres importants. Le plan de secteur est composé de vingt-trois plans de secteurs qui ont été réalisés à des périodes différentes entre 1977 et 1987 (Mérenne-Schoumaker, 2010). De manière générale, le plan de secteur présente une surabondance foncière en zones d'habitat (Halleux, 2020 ; Bernier *et al.*, 2021b). Cela est lié à l'ancienneté de ces plans pensés sur la base des recensements des années 1960 qui ont annoncé un peuplement bien supérieur à celui réellement observé. De plus, l'hétérogénéité entre les bureaux d'études choisis et la temporalité entre les réalisations ont eu un impact sur certaines régions (Halleux, 2020). À l'heure actuelle, aucune révision en faveur d'une diminution de la superficie en zone d'habitat n'a été aboutie principalement à cause des indemnités qu'il faudrait octroyer aux propriétaires sur les moins-values (CoDT, art. D.IV.38) (Halleux *et al.*, 2012 ; Defer *et al.*, 2021) et sur la crainte

de la hausse des prix qui pourrait accompagner une rareté foncière sur le marché (Bernier *et al.*, 2021a). Associé aux réflexions sur l'accessibilité financière au logement (*'housing affordability'* ou « abordabilité ») que cela produirait, il est possible de comprendre l'inertie du plan de secteur. Par ailleurs, ce dernier est souvent montré comme responsable de l'étalement urbain et de l'autopromotion en Wallonie à cause de la surabondance en foncier disponible. Il peut être vu comme un outil « de liaison » entre les outils de l'aménagement stratégique et ceux de l'aménagement opérationnel (Halleux, 2020).

Un troisième outil défini par le CoDT est un paquet d'outils issu de l'**aménagement opérationnel** actif et passif. Dans l'aménagement opérationnel actif, la puissance publique « fait », contrairement à l'aménagement opérationnel passif où la puissance publique « délivre » (principalement les permis d'urbanisme et les permis d'urbanisation) (Halleux, 2020). Ces outils visent explicitement à dynamiser le recyclage et le renouvellement urbain. Ils définissent des périmètres opérationnels à l'intérieur desquels les procédures sont facilitées et des mécanismes de financement peuvent être appliqués indépendamment du plan de secteur, des schémas et des guides. Pour les opérations de rénovation et de revitalisation, le Gouvernement wallon arrête la composition de la demande sur la base d'un dossier et non d'un périmètre. Les outils pouvant stimuler le recyclage urbain sont décrits ci-après.

- La « rénovation urbaine », créée en 1975, vise à restructurer, assainir ou réhabiliter des quartiers dégradés afin d'y favoriser le maintien ou le développement des fonctions urbaines (CoDT, *D.V.14*).
- Les ZIP sont apparues en 1994 et visent à octroyer des aides spécifiques et à adapter les aides existantes dans une zone donnée. Les ZIP de type 2, 3 et 4 ont un lien avec la rénovation urbaine (CoDT, *art. D.V.15*).
- La « revitalisation urbaine » est apparue en 1990 sur la base des PPP, méthode de financement dont les effets ont été démontrés en Angleterre (Halleux, 2002). Elle vise à améliorer et à développer l'habitat de manière intégrée grâce à la mise en œuvre de conventions public – privé (CoDT, *art. D.V.13*)
- Les périmètres SAR créés en 2006 sont la suite des SAED. Les SAR sont explicitement créés pour la réexploitation des friches industrielles et visent à

réaménager un site dont l'état actuel est contraire au bon aménagement des lieux (CoDT, *art. D.V.1*).

- Les SRPE concernent la réhabilitation de sites d'intérêt régionaux aux niveaux paysagers et environnementaux (CoDT, *art. D.V.7*).
- Les PRU participent également au recyclage urbain. Le PRU est intéressant dans la logique de reconstruction de la ville sur la ville notamment dans la requalification des espaces publics (CoDT, *art. D.V.9*)

Un dernier paquet d'outils est lié à la **politique foncière**. Ceux-ci sont destinés aux acteurs publics afin d'établir une politique foncière cohérente. Dans de nombreux pays dont les Pays-Bas, ce type d'outil est abondamment utilisé afin de permettre aux pouvoirs publics de contrôler l'urbanisation. Cela consiste à acquérir les terrains qu'elle souhaite protéger ou urbaniser et à viabiliser ceux destinés à l'urbanisation. La puissance publique vend ensuite ces terrains à des promoteurs qui produisent du logement. La politique foncière est très peu utilisée en Belgique à cause de la forte rétention des propriétaires terriens. Le CoDT prévoit des outils pour acquérir des terrains dont l'expropriation (CoDT, *art. IV.1*) et la préemption (CoDT, *art. D.IV.17*). Il est intéressant de souligner que les biens situés dans des périmètres SAR, SRPE et PRU ainsi que les biens arrêtés par un dossier de rénovation ou de revitalisation urbaine peuvent faire l'objet d'expropriation pour cause d'utilité publique ou de droit de préemption. Certaines actions dans les ZIP peuvent également faire l'objet d'une expropriation pour cause d'utilité publique.

## 2. *Les outils non réglementaires*

À côté de cette boîte à outils des aménageurs, d'autres mécanismes existent et peuvent contribuer au recyclage urbain. Parmi ceux-ci, des schémas stratégiques informels peuvent avoir le même rôle que les schémas définis par le CoDT à partir du moment où ils sont suivis par les acteurs. À l'échelle des communes, le SCOT peut être utilisé et, à l'échelle infra-communale, le Master Plan<sup>5</sup> est souvent employé pour décrire la vision stratégique de projets

---

<sup>5</sup> Le Master Plan est un récent outil d'urbanisme non réglementaire et indicatif lié à la transposition des démarches de planification stratégique depuis le domaine de l'entreprise vers celui de la ville et l'urbanisme. Il repose sur la coordination de plusieurs acteurs (publics et privés) qui s'associent pour transformer en profondeur les structures spatiales d'une partie d'une ville. Cet outil s'est particulièrement développé dans le cadre de programmes de régénération urbaine dans des espaces marqués par la désindustrialisation (Teller, 2017).

urbains. La reconversion du site Caterpillar à Charleroi (Dermine & Moritz, 2017), le projet Paradis Express de Liège (Eischen, 2016) ou la reconversion du site des casernes à Namur (Naiken, 2019) sont des exemples de projets de recyclage initiés par des Master Plan en Wallonie. L'avantage de ces outils est qu'ils sont bien plus rapides à mettre en place qu'un SDC ou qu'un SOL et qu'ils sont plus flexibles car ils ne répondent pas à la structure type imposée par le code. La mise en place du portage des projets doit cependant être prévue dans le cadre de la législation (par exemple un SAR ou un PRU).

À l'échelle du bâtiment et de la parcelle, les modifications de bâti font partie des mécanismes de « densification douce ». Ils peuvent être de plusieurs sortes : une division interne du logement en plusieurs unités, une densification avec extension de l'emprise au sol, une densification avec augmentation du nombre d'étages, une démolition-reconstruction, une réhabilitation d'un ancien bâtiment, etc. L'ensemble de ces processus contribue à la densification des quartiers et certains contribuent au recyclage urbain en permettant une réutilisation de bâtiments ou de surfaces urbanisées. Les actes et les travaux de transformation sont, pour la plupart, sujets à un permis d'urbanisme. La prochaine partie s'intéresse à définir ces processus de densification et de recyclage.

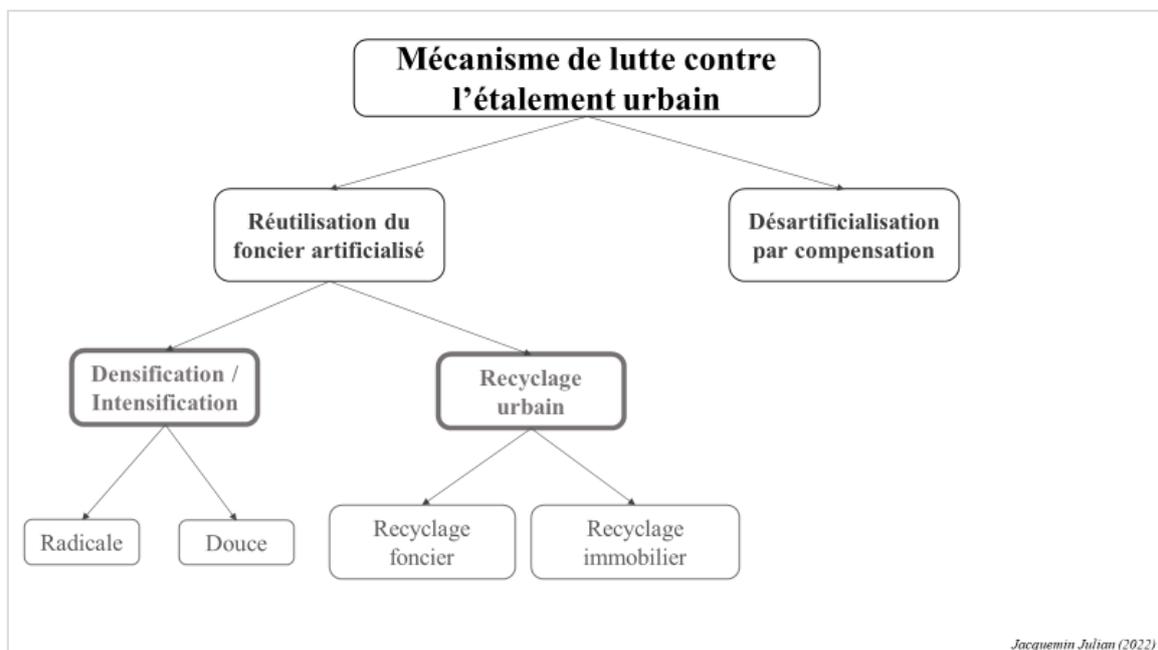
En plus de certains mécanismes susmentionnés, Godart et Ruelle (2019) ajoutent que les communes peuvent également utiliser d'autres outils tels que bspace.be. Cette base de données vise à promouvoir la mise en réseau des opérateurs actifs dans l'accueil d'activités économiques et des sociétés désireuses de s'implanter en Wallonie (Godart & Ruelle, 2019, p. 61). L'inscription de l'offre communale en friches et les informations utiles peuvent permettre de stimuler l'investissement. L'encouragement des Intercommunales de Développement Économique (IDE) vers la réhabilitation de friches peut également constituer un outil pour les pouvoirs publics wallons pour réutiliser le territoire. Par exemples, la SPI pour la Province de Liège, IDELUX dans la Province du Luxembourg ou encore IDEA pour Mons – Borinage.

### **3. LE RECYCLAGE, LA DENSIFICATION ET L'INTENSIFICATION DES ESPACES URBAINS ET PÉRIURBAINS COMME OUTILS DE SUBSTITUTION À L'ARTIFICIALISATION**

L'enjeu actuel réside dans la convergence de la volonté politique de limiter l'artificialisation du sol dans les prochaines années (ZAN, « stop béton », etc.) avec la croissance démographique attendue. En effet, un arrêt de la consommation des ressources

foncières associé à une augmentation de la pression démographique sur les marchés fonciers et immobiliers entraînent corolairement une demande accrue en logements. Une part importante de ces logements doit donc être créée uniquement en utilisant les outils de recyclage et de densification des centres urbains et périurbains.

Boodts *et al.* (2021, p. 4) décrivent bien cette situation. Selon eux, « répondre à ces objectifs [celui du ZAN et *a fortiori* du « stop béton »] ne peut s’envisager que par l’application du concept de « recyclage des sols artificialisés ». Ce concept concerne la réutilisation du foncier déjà artificialisé (de manière à éviter l’artificialisation de nouvelles terres) d’une part, à travers le recyclage urbain et d’autre part, à travers la désartificialisation des sites qu’il apparaît opportun de rendre aux fonctions « non urbaines » (agriculture, sylviculture et espaces naturel) en compensation de l’artificialisation de nouvelles superficies (BIO, 2014 ; EEA, 2018). Le recyclage repose à la fois sur la densification ou l’intensification de certains quartiers urbains, sur la réexploitation de terrains délaissés (friches) et sur la réhabilitation de tissus urbains anciens. Ce recyclage passe notamment par une exploitation plus efficace du stock bâti existant et des terrains déjà artificialisés ». La figure 7 synthétise l’essai de définition de Boodts *et al.* (2021) en articulant les concepts énoncés entre eux avec d’autres sources. La suite de ce travail se rapporte à cette articulation lorsqu’on parle de recyclage urbain et de densification.



**FIGURE 7 : ARTICULATION DES MÉCANISMES DE RECYCLAGE URBAIN ET DE DENSIFICATION DANS LA LUTTE CONTRE L'ÉTALEMENT URBAIN**

### 3.1. DÉFINITIONS

#### **Reconstruire la ville sur la ville par le recyclage des formes urbaines**

Il n'existe pas une définition propre au **recyclage urbain**. Cependant, il peut être décrit comme un ensemble de pratiques de l'aménagement qui visent à reconstruire ou réutiliser des surfaces qui ont été préalablement utilisées et dont les performances ne répondent plus aux ambitions actuelles. Selon Godart et Ruelle (2019), il est possible de différencier le recyclage foncier du recyclage immobilier. D'une part, « le recyclage foncier vise à optimiser l'utilisation des terres artificialisées via le recyclage des "friches" pour de nouveaux usages. [...] L'intérêt de ce recyclage est qu'il permet d'accueillir de nouvelles activités (principalement du logement ou de l'activité économique) sur des terrains déjà artificialisés qui ont perdu leur usage initial, sans devoir consommer de nouvelles terres. Cette "reconstruction de la ville sur la ville" participe par ailleurs à ramener de la vitalité dans les espaces concernés (ancien quartier industriel dégradé, village, etc.) » (Godart & Ruelle, 2019, p. 60). D'autre part, « le recyclage immobilier vise les opérations permettant une réutilisation des bâtiments qui ne sont plus adaptés aux besoins et/ou qui sont inoccupés ou risquent de l'être. Le recyclage peut consister en une simple rénovation ou en une reconversion (modifier la fonction, réaliser une nouvelle division) qui peut impliquer une transformation plus lourde visant à adapter le bâtiment à ses nouvelles fonctions » (Godart & Ruelle, 2019, p. 64). Le recyclage immobilier fait écho à l'exploitation plus efficace du stock bâti existant énoncé par Boodts *et al.* (2021).

#### **Augmenter les performances des territoires par la densification**

La densité est un concept complexe à définir. Elle exprime un rapport entre une quantité observée (population, bâtiments, etc.) et une surface de référence. « Densifier » signifie donc augmenter la valeur reprise au numérateur (Godart & Ruelle, 2019, p. 14). Cependant, Teller (2021b) a mis en évidence dans le cadre d'une revue de la littérature sur la relation entre la densité urbaine et le Covid 19 que les divergences observées entre les articles proviennent en partie d'une différence de définition et de choix de variables pour décrire la densité urbaine. Si un manque de consensus sur la définition de la densité urbaine existe, il en est de même pour la densification (augmenter la densité). Afin d'éclaircir ce débat, ce travail appréhende le concept de densification à travers la nature de la relation de densification, le but, l'échelle d'analyses et

le processus mis en œuvre. Cette décomposition de la densification est empruntée à Teller (2021a).

La nature de la relation de densification peut être soit structurelle, soit fonctionnelle (Teller, 2021a). La densification fonctionnelle est privilégiée pour décrire l'augmentation de la population ou des emplois et la densification structurelle pour la densité bâtie. La définition de la « **densité urbaine** » proposée par Angel et Lamson-Hall (2020) est fonctionnelle car, selon eux, elle correspond à la densité de population moyenne dans l'entière de l'étendue urbaine d'une ville. Ils représentent la densité urbaine comme le ratio entre la population totale d'une ville et l'aire totale de l'étendue urbaine (Angel & Lamson-Hall (2020)). Une distinction peut s'opérer entre densité « brute » et densité « nette ». La première s'applique lorsque la surface reprend uniquement les espaces privés (emprises des bâtiments, cours et jardins privés, etc.), soit la superficie du territoire considéré moins la superficie des voiries, places, espaces verts publics, cours d'eau, etc. (Godart & Ruelle, 2019, p. 14 ; Bernier *et al.*, 2021b, p. 15). La densité est « nette » lorsque la surface comprend l'ensemble du territoire considéré.

Le but ou l'objectif de la densification peut être soit normatif soit descriptif. La densification est normative quand elle décrit une intention ou une résolution d'augmentation de la densité urbaine en vue d'atteindre des objectifs définis (Teller, 2021a). La densification est descriptive lorsque le phénomène peut être mesuré et lié à d'autres variables (Teller, 2021a). Cette seconde approche est particulièrement utilisée dans le cadre d'études en sciences environnementales et écologiques (Teller, 2021a ; 2021b). La distinction entre le but normatif et le but descriptif est mise en évidence par Angel et Lamson-Hall (2020) puis par Angel *et al.* (2021b) lorsqu'ils proposent une approche de la densification comme une division en sept facteurs. Selon eux, la multiplication de ces sept facteurs constitue la « densité urbaine ». Ces facteurs sont : l'occupation des unités de logements, le taux d'occupation, la part de logements dans l'aire urbaine, l'efficacité de la surface plancher, la taille des bâtiments, le taux de couverture des bâtiments et la part résidentielle dans l'aire urbaine. Chacun de ces facteurs est mesuré par un indicateur. Augmenter la valeur d'un de ces indicateurs revient à augmenter la densité de l'aire urbaine.

L'échelle d'analyses de la densification joue un effet sur la compréhension des phénomènes étudiés (Teller, 2021a). Celle-ci peut être décrite à l'échelle du bâtiment

(densification par division de logements), de la parcelle (BIMBY<sup>6</sup>), de l'îlot, du quartier ou encore de la ville.

Enfin, le processus de densification peut être décomposé. Dans la littérature, une distinction entre « densification radicale » (*'hard densification'*) et « densification douce » (*'soft densification'*) est couramment utilisée pour différencier les processus de densification (Bibby & Halleux, 2018 ; Bibby *et al.*, 2018 ; Teller, 2021a). Cette dernière distinction est utilisée dans ce travail pour différencier les pratiques de densification (figure 7).

D'un côté, la densification « radicale » accompagne généralement les opérations de régénération des centres urbains (Bibby & Halleux, 2018 ; Teller 2021a) et intègre souvent les opérations de constructions neuves sur terrains précédemment artificialisés (Bibby *et al.*, 2018 ; Teller 2021a). Teller (2021a) décrit la densification « radicale » comme des opérations réalisées dans des « développements à grande échelle dirigés par des politiques incluant le redéveloppement de structures urbaines existantes » (Teller, 2021a, p. 308, *traduction personnelle*). La reconstruction planifiée sur des friches est un exemple de densification radicale.

De l'autre côté, la densification douce – en comparaison avec la densification radicale – est associée à des opérations plutôt informelles de transformations d'un bâtiment réalisées par des opérateurs privés (Bibby & Halleux, 2018 ; Vigneron, 2018 ; Llorente & Vilmin, 2018 ; Bibby *et al.*, 2018 ; Teller, 2021a). Selon Teller (2021a) et Llorente et Vilmin (2018), la densification douce se réalise par incrémentation (ou « à l'unité ») en réalisant des ajustements à petite échelle dans la continuité du bâti existant et sans en modifier significativement les formes. L'approche de la densification douce est plutôt caractérisée comme une démarche *'bottom-up'*, contraire d'une logique *'top-down'* propre à la densification radicale. Cette démarche permet aux particuliers d'ajuster leur bien à leurs besoins. La quantification de la part relative de la densification douce est difficile à estimer à cause de son caractère non conventionnel. Les travaux de Bibby *et al.* (2018) sur l'Angleterre et ceux de Boodts *et al.* (2021) sur la Wallonie permettent d'estimer la part du recyclage urbain dans ces régions. Des données sur la densification douce sont fournies dans leurs analyses mais sont souvent

---

<sup>6</sup> *'Build in my backyard'* est un phénomène apparu d'abord en Angleterre (*'a bungalow in my backyard'*) qui décrit un processus de production de logements à l'intérieur d'îlot urbanisés visant à construire des maisons individuelles dans le jardin d'autres maisons individuelles, généralement de type quatre façades (Bibby & Halleux, 2018 ; Boodts *et al.*, 2021). Vigneron (2018, p. 102) décrit la filière BIMBY comme un « circuit de production court d'autopromotion individuelle où l'habitant est le maître d'ouvrage de son habitat et la collectivité le chef d'orchestre d'un processus piloté par les opérateurs BIMBY ».

confondues avec celles de la densification radicale lorsqu'il est question d'estimer la part de recyclage dans la production de logements.

Léger et Mariolle (2018, p. 17) confirment ces éléments de définition et proposent de parler de densification « douce » pour les pratiques visant à « densifier le tissu pavillonnaire existant par l'insertion de nouveaux logements qui ne changent pas de manière significative les formes urbaines du quartier en mutation et qui ne nécessitent pas de destruction du parc existant. [...] Par non-changement significatif, il était entendu la partition d'une maison en plusieurs logements, son extension horizontale ou verticale ou bien la construction d'une nouvelle unité à la suite d'une division parcellaire ». Bibby et Halleux (2018) ont également démontré sur le cas de l'Angleterre que la densification douce était un mode de croissance urbaine significatif et qu'elle était spatialement concernée. Elle est principalement utilisée dans les quartiers multiculturels des grandes villes tandis que les banlieues pavillonnaires favorisées lui échappent grâce à la résistance des résidents plus aisés (NIMBY).

### **Privilégier la mixité fonctionnelle des quartiers par l'intensification**

L'explication du phénomène de densification par la seule approche de la densification résidentielle occulte une partie des réflexions qui sont menées sur le sujet. L'**intensification** est un cas particulier de densification qui prend en compte les populations et les emplois au sein d'une région donnée. Bernier *et al.* (2021b, p. 15) décrivent l'intensité comme une « notion récente qui vise à valoriser la mixité fonctionnelle (soit la diversité des fonctions ou activités sur un territoire) en tenant compte à la fois du nombre d'habitants et du nombre d'emplois et en rapportant ceux-ci à la superficie nette du territoire considéré ». Godart et Ruelle (2019) utilisent la même définition. Selon la décomposition proposée par Teller (2021a), l'intensification peut être appréhendée comme une forme de densification structurelle. Par ailleurs, l'intensification des quartiers pavillonnaires par des activités économiques est qualifiée par Linossier (2018) de WIMBY ou '*Work in my Backyard*' en réponse à l'acronyme BIMBY dont la terminologie ne prend en compte que l'aspect résidentiel de la densification.

La figure 8 est un essai de classification des opérations de recyclage urbain en fonction du processus de densification. Elle permet de classer les opérations mentionnées dans les différentes définitions proposées dans cette partie. Il est évident qu'une opération de recyclage urbain n'est pas obligatoirement accompagnée d'une densification de l'espace bâti. Comme précédemment évoqué, les pratiques de densification « radicale » doivent leur nom à la

modification de l'environnement urbain qu'elles entraînent. La forme la plus caractéristique est la construction d'immeubles collectifs. Cette forme de production immobilière permet de créer un grand nombre d'unités de logements en minimisant l'espace au sol. La densification « douce » regroupe les pratiques qui visent principalement à modifier et à optimiser le stock immobilier existant sans implications majeures sur l'environnement. Les pratiques de division parcellaire dont la construction sur jardin (BIMBY) font partie de ce processus de densification.

	Recyclage foncier	Recyclage immobilier
Densification douce	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nouvelle construction après division de parcelle (BIMBY / WIMBY)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Division de logements</li> <li>Extension verticale</li> <li>Extension horizontale</li> <li>Reconversion de cellules commerciales</li> <li>Réhabilitation de logements inoccupés</li> </ul>
Densification radicale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Constructions neuves sur terrains artificialisés</li> <li>Comblement des dents creuses</li> <li>Recyclage des friches</li> <li>Aménagement opérationnel</li> <li>Régénération</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construction d'immeubles collectifs</li> <li>Démolition – reconstruction</li> <li>Rénovation</li> </ul>

FIGURE 8 : ESSAI DE CLASSIFICATION D'EXEMPLES DE PRATIQUES DE RECYCLAGE PAR LE PROCESSUS DE DENSIFICATION MIS EN ŒUVRE

### 3.2. DIAGNOSTIC DES RECHERCHES EN WALLONIE

L'arrêt programmé de l'artificialisation des sols et la forte de demande en logements attendue ne peuvent être rencontrés qu'à condition de produire des nouvelles unités de logements à l'intérieur des espaces déjà urbanisés (Bernier *et al.*, 2021b). Cet enjeu territorial,

déjà mis en évidence, contribue à nourrir l'intérêt de nombreuses recherches dans ce domaine. Plusieurs types de production de logements, dont le recyclage urbain et la densification, peuvent contribuer à répondre à cet enjeu (Godart & Ruelle, 2019).

### 3.2.1. ÉTAT DES LIEUX DU RECYCLAGE EN WALLONIE

L'examen de la littérature portant sur la Wallonie est orienté vers les travaux de la CPDT. La recherche 1 de la CPDT intitulée « Intensification et requalification des centralités pour lutter contre l'étalement urbain et la dépendance à la voiture » (Bernier *et al.*, 2021b) constitue un point de départ dans les recherches sur le recyclage urbain. Cette recherche s'établit dans la continuité de travaux antérieurs ayant démontré l'importance de l'augmentation de l'efficacité de l'urbanisation tant en termes de localisation, de densité que d'intensité. Deux leviers sont identifiés pour lutter contre l'étalement urbain : l'optimisation de la consommation foncière et l'augmentation du renouvellement urbain (CPDT, s.d). En vue d'éclairer les possibilités concrètes qu'offrent ces leviers, cinq volets sont intégrés à cette recherche pour l'année 2021. Ce travail s'appuie particulièrement sur le second : « Objectivation des mesures liées à l'aménagement du territoire visant à réduire l'étalement urbain ». Dans ce volet, les recherches entreprises visent à quantifier les variables liées à l'arrêt de l'artificialisation. L'annexe C de ce volet concerne la variable du recyclage urbain et vise à contribuer à la réflexion sur l'exploitation optimale du stock bâti. Ce travail intitulé « Recyclage urbain et exploitation optimale du stock bâti et du foncier artificialisé » a été réalisé en 2020 et 2021 par Boodts, Hendricks, Halleux (ed.) et Ruelle (ed.). Il est la base de ce travail puisque les données utilisées proviennent de cette recherche.

Les auteurs ont réalisé une analyse comparative entre 2010 et 2016 qui vise à apporter un éclairage sur la production de logements via le recyclage urbain ainsi que sur le potentiel de création de logements par recyclage. L'intérêt et l'originalité de la méthode proposée sont qu'elle s'appuie sur la comparaison diachronique des natures cadastrales des parcelles, contrairement aux études précédentes basées sur les permis (Charlier & Reginster, 2014 ; Jungers *et al.*, 2015). Les données patrimoniales permettent d'améliorer les estimations de la part de recyclage urbain car elles intègrent des données sur la nature cadastrale avant l'opération immobilière et sur l'évolution du nombre de logements de chaque parcelle. Trois composantes de recyclage urbain sont identifiées : la construction de nouveaux bâtiments (sur terrains vierges et urbanisés), la modification de bâtiments existants (avec création ou diminution du nombre

de logements) et la démolition de bâtiments existants. De ces composantes sont développés plusieurs modes de production par recyclage urbain :

- la construction de nouveaux logements sur terrains artificialisés ;
- la modification de bâtiments avec augmentation du nombre de logements ;
- la modification de bâtiments avec diminution du nombre de logements ;
- la suppression de logements.

Il ressort de l'analyse que les nouvelles constructions représentent environ 78 % des logements créés entre 2010 et 2016. Parmi celles-ci, 63 % ont été construites sur terrains vierges et ont donc contribué à l'artificialisation. Les 22 % restants représentent les modifications de logements. Les résultats de cette analyse sont relativement concordants avec les études précédentes (Charler & Reginster, 2014 ; Jungers *et al.*, 2015). La part totale du recyclage urbain dans la production nette<sup>7</sup> de logements est estimée par Boodts *et al.* (2021) à 37 % sur la période 2010 – 2016. Un autre aspect important de ce rapport est qu'il fournit une analyse du recyclage à l'échelle communale et infra-communale qui met en évidence une disparité entre les communes.

### 3.2.2. POTENTIEL DE DENSIFICATION RÉSIDENIELLE PAR LE RECYCLAGE EN WALLONIE

La revue de la littérature internationale expose que les opérations de densification « radicale » ou « douce » sont complémentaires aux pratiques de reconstruction de la ville sur la ville (*cf.* figure 8). En effet, pour stopper l'artificialisation des sols, l'offre en logements doit augmenter au sein des espaces urbanisés. En revanche, il serait réducteur de concentrer les efforts exclusivement sur la densification urbaine. La densification périurbaine doit pouvoir également être mise en place notamment en stimulant les pratiques BIMBY dans les périphéries pavillonnaires (Vignerou, 2018) ou en complétant les dents creuses laissées par l'urbanisation en « saute-mouton » (Boodts *et al.*, 2021). Dans les centralités, les pratiques de densification douce sont plus faciles à mettre en place en ce qu'elles permettent d'augmenter significativement la densité des quartiers sans en modifier la forme bâtie (Bibby *et al.*, 2018 ; Léger & Mariolle, 2018 ; Llorente & Vilmin, 2018 ; Teller, 2021a). Les opérations de division

---

<sup>7</sup> La production nette de logements est évaluée en prenant en compte à la fois les logements créés durant la période considérée et les logements supprimés ou détruits durant cette même période.

de logements, ou d'extensions raisonnables des bâtiments en hauteur ou en profondeur sont souvent mises en place.

En Wallonie, Boodts *et al.* (2021) ont identifié le potentiel de densification résidentielle, c'est-à-dire les « superficies artificialisés, foncières et immobilières, affectées à la fonction résidentielle et susceptibles de constituer des gisements pour la production de nouveaux logements » (Boodts *et al.*, 2021, p.39). À titre indicatif, il ressort de l'analyse que plus de 300 000 logements pourraient être produits via le recyclage urbain à proximité de services et d'arrêts de transports en commun structurants (moins de mille mètres). Ce potentiel impressionnant permettrait de rencontrer les besoins en logements futurs malgré la fin de l'artificialisation à condition qu'une politique volontariste soit mise en place en vue de limiter l'offre en terrain urbanisable en périphérie (Bernier *et al.*, 2021a). Les modes de production de logements traités sont les nouvelles constructions sur terrains artificialisés, les extensions horizontales et verticales des bâtiments existants, la démolition – reconstruction et la division de logements. Parmi ces modes, on peut différencier les modes qui ressortent de la densification radicale (nouvelles constructions et démolitions – reconstructions) et ceux qui ressortent de la densification douce (extensions et division de logements). La littérature met en évidence que d'autres mécanismes que ceux répertoriés dans les travaux de la CPDT permettent de recycler le foncier désaffecté et l'immobilier ne répondant plus aux besoins actuels. À titre d'exemples, le comblement des dents creuses ou la reconversion vers le logement de cellules commerciales peuvent y contribuer (*cf.* figure 8).

### 3.2.3. FREINS ET BLOCAGES DU RECYCLAGE URBAIN ET DE LA DENSIFICATION

Toutefois, il est illusoire de penser que le recyclage et la densification peuvent être mis en place sans rencontrer des freins qui leurs sont propres. Le principal frein du recyclage est son coût (Haleux, 2004 ; Halleux & Lambotte, 2008). En effet, à l'heure actuelle il est bien plus rentable de construire sur un terrain vierge en périphérie. Le fonctionnement des marchés immobiliers et fonciers fait en sorte que le prix du foncier en milieu urbain reste très élevé à acquérir. De plus, les surcoûts liés à la reconversion d'anciens sites urbanisés sont importants. Parmi ces coûts, la dépollution et la déconstruction sont les principaux freins qui peuvent décourager les acteurs du territoire dans les projets d'aménagement. « En comparaison des chantiers sur site vierge, la phase technique de construction en tissu urbain présente aussi des

charges supplémentaires. Pensons aux surcoûts de la destruction et aux risques d'une réhabilitation lourde (mérule, stabilité et étanchéité ...) » (Halleux & Lambotte, p. 10).

Concrètement, bien que des outils soient mis en place par l'autorité publique via le CoDT (politique foncière et aménagement opérationnel actif), des incitations supplémentaires en faveur du recyclage urbain ou l'ajout de contraintes à l'urbanisation sur terrains vierges doivent être mis en place afin de concentrer les efforts des acteurs de la transition vers la production par recyclage (Halleux & Lambotte, 2008). Les incitations ou les contraintes financières et fiscales semblent être les plus déterminantes mais leur impact réel devrait être mesuré afin de quantifier les efforts complémentaires à fournir par la puissance publique.

Les freins principaux à la densification sont multiples. Un premier frein est lié à l'absence de seuil de densité juridiquement contraignant pour les promoteurs de nouvelles constructions (Godart & Ruelle, 2019). La mise en place d'un seuil de densité modulable en fonction de la typologie du tissu urbain pourrait contraindre les développeurs à assurer systématiquement un nombre de logements qui réponde aux critères fixés par l'autorité responsable. Le Fort *et al.* (2012, p. 11) écrivent que « dans certains cas il est plus opportun de définir des fourchettes de densité, par exemple un seuil minimum uniquement pour les zones denses et maximum uniquement pour les zones très peu denses ». Ce type de contrainte serait particulièrement intéressant dans le cadre d'opérations de démolition – reconstruction ou de réexploitation de friche par des SAR ou d'autres outils de l'urbanisme opérationnel. Bibby et Halleux (2018, p. 67) ajoutent que dans le cadre de la multiplications de petits projets urbains isolés de densification douce, les effets négatifs sont difficiles à prévoir dans cette perspective, les décideurs locaux s'interrogent sur les « points de basculement » et les « seuils de tolérance et d'acceptabilité ». Par ailleurs, des freins techniques à la densification peuvent également exister en ce qui concerne les modifications de bâtiments existants en milieu urbain (Halleux & Lambotte, 2008). L'âge de certains bâtiments en milieu urbain et rural peut entraîner des difficultés techniques voire financières. Des surcoûts liés à ces travaux peuvent être rencontrés.

En outre, un frein important en ce qui concerne la densification des espaces urbains et périurbains est lié aux mouvements protestataires des populations riveraines. Ce type de blocage est bien connu notamment par le mouvement NIMBY très actif dans les milieux périurbains (Bibby & Halleux, 2018 ; Vigneron, 2018 ; Wicki & Kaufman, 2021). La procédure d'aménagement prévu par le CoDT prévoit pour une série d'actes et travaux une participation publique sous la forme de réunion d'information préalable, d'annonce de projet et surtout d'enquête publique (CoDT, *art. D.VIII.5 à 7*). Il en résulte que des projets urbains se retrouvent

souvent bloqués par des introductions de recours. Une autre condition à la praticabilité de la densification est donc d'informer le public sur les modalités des opérations de densification surtout en milieu périurbain où les blocages souvent plus importants sont dus aux caractéristiques socio-économiques des populations qui y résident.

En outre, de nombreux travaux sur l'acceptabilité de la densification voient le jour. Parmi ces réalisations, le travail de Wicki et Kaufmann (2021) établit une comparaison entre les différents types de voisinage et la question de l'acceptabilité de la densification. Leur travail se base sur des enquêtes dans différents voisinages en Suisse et démontre que les résistances locales sont souvent motivées par une perception négative des effets de la densification. Ils démontrent également que plus les habitants vivent au sein de quartiers relativement denses, plus ils sont susceptibles d'accepter un projet de densification. Ce résultat appuie ceux de Mustafa *et al.* (2018). Construire une argumentation ciblée afin de modifier la perception négative de la densification par les résidents doit être une priorité afin d'accompagner au mieux les projets urbains de densification vers leur réussite. Il est nécessaire de démontrer que les effets de la densification ne sont pas toujours négatifs et peuvent même contribuer à améliorer les performances énergétiques des bâtiments, à augmenter la demande et la performance des réseaux de transports en commun, à préserver les terres agricoles périphériques de l'urbanisation, à diminuer les coûts collectifs d'infrastructure, à améliorer l'accessibilité aux services pour les populations ainsi qu'à augmenter la mixité sociale et le capital social (Teller, 2021a). En France, les travaux menés par le Cerema (2021) sur l'île de France insistent sur le besoin d'associer les habitants le plus possible en amont des projets de densification afin de prendre en compte leur expertise et de recenser leurs besoins. Une piste de réflexion récurrente dans la littérature est le recours à l'urbanisme transitoire, appelé également urbanisme tactique (Teller, 2017) ou urbanisme temporaire (A'Urba, 2020), pour utiliser provisoirement les espaces vacants ou sous-utilisés en attendant la mise en œuvre d'un projet définitif (Godart & Ruelle, 2019, p. 72). Ce type d'initiative publique ou privée contribue à réutiliser le territoire et peut, dans certains cas, permettre aux riverains d'accepter plus facilement une opération de transformation de leur quartier via une « pré-occupation » éphémère.

#### 4. LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE, UN FACTEUR DÉCISIF ?

Ce travail prend son sens à la suite de l'ensemble de ces observations. En effet, si le rôle de la disponibilité foncière au plan de secteur est à peu près accepté en tant que cause de

l'étalement urbain en Wallonie, son potentiel rôle dans sa limitation doit encore être prouvé. Dès lors, en vue d'estimer si une limitation de l'offre juridiquement urbanisable en Wallonie est efficace pour s'inscrire dans les objectifs du ZAN et du « stop béton », ce travail propose d'estimer le rôle de la disponibilité foncière sur le taux de recyclage urbain et sur la densification à différentes échelles d'analyses. Les objectifs sont doubles et visent à déterminer si la rareté foncière au plan de secteur explique, d'une part, une forte part du recyclage urbain dans la production de logements ( $H_1$ ) ainsi que, d'autre part, des densités plus élevées ( $H_2$ ). Une analyse multi-échelle de ces deux relations doit également mettre en évidence quel est le niveau d'agrégation spatial qui rend le mieux compte du phénomène de recyclage urbain et de densification. Respectivement, l'échelle des secteurs statistiques, des communes, des bassins de vie, des bassins d'emplois et des provinces sont confrontées.

# MÉTHODOLOGIE

La méthodologie utilisée consiste à réaliser une analyse spatiale et statistique de la relation entre le taux de disponibilité foncière en zone d'habitat au plan de secteur (situation de 2016 et de 2021), le taux de recyclage urbain (calculé dans la production nette ou brute de logements sur la période 2010 – 2016) ainsi que le taux de croissance de la démographie (évolution entre 2016 – 2021). Pour chacun de ces trois taux, une analyse multi-échelle est proposée afin de comparer les résultats statistiques et d'évaluer quelle échelle d'analyses est la plus adaptée pour appréhender les phénomènes de recyclage urbain et de densification. Cinq échelles sont traitées dans le cadre de ce travail :

- les secteurs statistiques ;
- les communes ;
- les bassins de vie (CPDT, 2003) ;
- les bassins d'emplois (De Wasseige *et al.*, 2000) ;
- les provinces.

Dans un premier temps, une analyse spatiale des trois variables est proposée afin de rendre compte des caractéristiques du territoire wallon et de mettre en évidence les points communs et les divergences entre les entités spatiales. Des supports cartographiques ont été créés afin de visualiser les résultats et les interpréter.

Dans un second temps, une analyse statistique de l'évolution du taux de recyclage et du taux de croissance de la densité par rapport au taux de disponibilité foncière est réalisée. Deux variables dépendantes, à savoir le taux de recyclage urbain et le taux de croissance de la densité, sont successivement mises en relation avec la même variable explicative, à savoir le taux de disponibilité foncière. Cette partie vise à vérifier les deux hypothèses de recherche par la réalisation de modèles de régression linéaire simples. Chacune de ces deux relations fait l'objet d'une analyse multi-échelle et les paramètres de statistique descriptive sont calculés en vue de caractériser les modèles. La robustesse et la significativité des modèles sont évalués par le calcul des coefficients de détermination et de corrélation ainsi que par la réalisation d'un test de Fischer (F-test). Le calcul des p-valeurs associées permet de conclure quant à la significativité des modèles de régression. L'analyse des résidus de la régression fait également l'objet d'un traitement particulier. Une représentation graphique et cartographique des résidus

permet de déterminer si d'autres variables explicatives permettent d'enrichir l'explication de la variation des taux de recyclage urbain et de croissance de la densité.

Les deux hypothèses qui doivent être testées sont les suivantes :

- ❖  $H_1$  : Le manque de disponibilité foncière en zone d'habitat au plan de secteur entraîne une part plus importante du recyclage urbain dans la production de logements.
- ❖  $H_2$  : Le manque de disponibilité foncière tend à renforcer les opérations de densification au sein des tissus urbanisés.

## 1. LES INDICATEURS

### 1.1. LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE

Le taux de disponibilité foncière au plan de secteur est calculé par le rapport entre la surface vierge en zone d'habitat et la surface de ces zones au plan de secteur. L'obtention de ces données est donc nécessaire afin de calculer ce taux.

#### 1.1.1. LA SURFACE EN ZONE D'HABITAT

L'acquisition de cette donnée est réalisée par une extraction dans l'attribut « DESCRIPTION » de la couche de l'affectation du plan de secteur disponible (WalOnMap, 2022). Bien que la dernière mise à jour de cette donnée date de 2022, cette version a été utilisée en postulant que les modifications de plan de secteur sont des événements rares et qu'elles ne perturbent pas de manière significative la répartition des zones d'habitat. Les entités extraites concernent les zones d'habitat (CoDT, *art. D.II.24*) et les zones d'habitat à caractère rural (CoDT, *art. D.II.25*). Le regroupement de ces entités définit la surface totale en zone d'habitat au plan de secteur. C'est cette superficie que ce travail considère comme « zone d'habitat » en vue de définir le taux de disponibilité foncière. En effet, cette surface correspond à l'offre potentielle juridiquement urbanisable<sup>8</sup> en Wallonie et couvre environ 180 800 hectares. Dans ces zones caractérisées en rouge au plan de secteur, les actes et les travaux sont sujets à un

---

<sup>8</sup> cf. partie 1.2. de l'état de l'art.

permis d'urbanisme ou d'urbanisation qui est délivré directement par l'autorité compétente puisque leur inscription en zone d'habitat dans l'outil du plan de secteur leur donne ce statut.

Afin de décliner ces données à toutes les échelles d'analyses, des traitements cartographiques sont appliqués via le logiciel « QGIS » aux zones d'habitat afin de joindre à chacune d'entre elles les informations concernant leur localisation (secteur statistique, commune, bassin de vie, bassin d'emplois et province). L'objectif de cette manipulation est de créer un jeu de données distinct pour chacune des échelles d'analyses afin de vérifier les hypothèses de recherche à chaque niveau.

### 1.1.2. LE FONCIER VIERGE EN ZONE D'HABITAT

L'identification des parcelles non urbanisées situées en zones d'habitat a été réalisée dans le cadre de l'annexe C du volet 2 de la recherche 1 de la CPDT (Boodts *et al.*, 2021). Ces données ont donc été fournies par les auteurs du travail pour contribuer à cette recherche. Seule une jointure cartographique des données de localisation des parcelles a été réalisée afin de spatialiser les gisements vierges au sein des cinq échelles d'analyses.

Le traitement réalisé par les chercheurs de la CPDT (Boodts *et al.*, 2021) consiste à croiser les données patrimoniales avec celles des zones d'habitat au plan de secteur. Le cadastre contient une information quant à l'urbanisation d'une parcelle qui est appelée « nature cadastrale ». Les situations des parcelles au 1<sup>er</sup> janvier 2017 ont été utilisées dans le travail de la CPDT afin de les rendre utilisables avec les données de recyclage calculées sur la période 2010 – 2016. Au total, 53 559 hectares ont été identifiés comme foncier vierge en zone d'habitat au plan de secteur d'après les données cadastrales au 1<sup>er</sup> janvier 2017.

Cependant, un manquement dans les données de la CPDT existe pour neuf communes germanophones. Afin d'assurer une couverture totale de la Wallonie dans ce travail, l'indicateur du « taux d'offre foncière potentielle pour l'habitat au plan de secteur » de l'IWEPS (2021) a été utilisé pour ces neuf communes. Ce taux est basé sur la même méthodologie que celle de la CPDT (Boodts *et al.*, 2021) et les résultats à l'échelle communale proposés s'écartent de moins d'un pourcent de ceux calculés par les données de la CPDT (2021). « [La méthodologie de l'IWEPS] croise spatialement à l'aide d'un logiciel SIG des données d'occupation/utilisation du sol issues de l'information cadastrale du SPF Finances/Administration Générale de la Documentation Patrimoniale (AGDP) avec les limites zonales du plan de secteur vectoriel

fournies par la DGO4 du Service Public de Wallonie (SPW) » (IWEPS, 2019, p. 6). La moyenne des taux communaux est utilisée comme valeur de disponibilité foncière pour les entités spatiales de niveau supérieur concernées par ce manque de données<sup>9</sup>.

En ce qui concerne les secteurs statistiques, l'absence de données pour les communes germanophones constitue un problème pour la détermination des taux de disponibilité foncière infra-communaux. Bien que le calcul n'ait pas été réalisé pour les données de 2017, les gisements vierges de ces communes sont identifiés pour 2021. Le taux de disponibilité foncière de 2021 est donc utilisé pour la présentation des résultats à l'échelle infra-communale.

### 1.1.3. LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE

Le rapport des données recueillies aux points 1.1.1. et 1.1.2. définit le taux de disponibilité en zone d'habitat au plan de secteur **(1)**. Cet indicateur permet d'évaluer le stock foncier encore disponible dans les différentes entités étudiées. Sur l'ensemble de la Wallonie, le taux corrigé par les données de l'IWEPS pour les communes germanophones (2021) s'élève à 33,2 % selon cette méthode. Comparativement, le taux calculé de l'IWEPS (2021) pour la situation au 1<sup>er</sup> janvier 2017 est de 31,1 %. En 2021, selon l'IWEPS (2021), le taux de disponibilité est descendu à 30,1 %.

$$(1) \text{ Taux de disponibilité foncière } [\%] = \frac{\text{Foncier vierge en ZH [ha]}}{\text{Surface en ZH [ha]}}$$

### 1.2. LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN

Le calcul du taux de recyclage urbain suit la méthodologie employée dans le cadre de la Recherche 1, Volet 2 (Annexe 2.C) de la CPDT (Boodts *et al.*, 2021). Contrairement aux travaux menés par l'IWEPS de Charlier et Reginster (2014), qui utilisaient les statistiques relatives à l'octroi des permis, cette méthode repose sur une comparaison diachronique des données cadastrales entre les années 2010 et 2016. L'intérêt de ces données réside dans l'identification des types d'opérations réalisées par parcelle. En effet, les données patrimoniales

---

<sup>9</sup> Il s'agit des bassins de vie de Eupen et de Saint-Vith, des bassins d'emplois d'Eupen, de Malmédy et de Saint-Vith et de la province de Liège (les annexes 6 à 9 représentent ces valeurs modifiées en rouge dans les tableaux).

renseignent des informations en ce qui concerne la date de première construction sur la parcelle et la date de sa dernière modification. La construction de nouveaux bâtiments, la modification de bâtiments existants et la démolition de bâtiments sont les trois types d'opérations considérées. Afin de structurer l'acquisition des données, les chercheurs traitent de façon analogue chaque type d'opération :

1. identification des terrains concernés grâce à la comparaison des attributs décrivant la situation de la parcelle pour les deux périodes ;
2. quantification de l'évolution du nombre de logements sur les parcelles permettant de différencier les opérations d'augmentation et de création de logements des opérations de diminution ou de suppression de logements ;
3. qualification de cette évolution réalisée en observant l'évolution de la nature cadastrale renseignant l'occupation du sol.

La comparaison des données cadastrales repose sur une observation de l'évolution d'une parcelle sur la base de son identifiant CAPAKEY. Lorsque la parcelle a fait l'objet d'un remaniement durant la période 2010 – 2016 qui lui a valu une modification de son identifiant, une analyse spatiale des données cadastrales est réalisée en y joignant les données du bâti du PICC pour assurer la comparaison. « Le recours à l'emprise bâtie [PICC] a pour objectif de localiser le plus précisément possible où se trouvent les logements sur les parcelles considérées. Dès lors, la position de ces logements doit permettre d'indiquer sur quelle parcelle ils se trouvent dans les deux années observées, indépendamment du remaniement du plan parcellaire » (Boodts *et al.*, 2021, p. 13).

Les résultats de ce travail ont été transmis dans quatre fichiers spatialisés (*shapefiles*) dont les entités sont les parcelles identifiées en fonction des types d'opération. Ces données reprennent 62 019 entités réparties sur l'ensemble de la région wallonne et distribuées entre les types d'opérations de recyclage comme l'illustre le tableau 1.

**TABLEAU 1 : CRÉATION DE CONSTRUCTIONS ET DE LOGEMENTS PAR TYPE D'OPÉRATION SUR LA PÉRIODE 2010 – 2016 (BOODTS ET AL., 2021)**

	<b>Opération</b>	<b>Constructions</b>	<b>Logements</b>
(a)	Nouvelles constructions sur terrain vierge	35 138	52 915
(b)	Nouvelles constructions sur terrain artificialisé	4 267	12 498
(c)	Modifications de bâtiments avec augmentation du nombre de logements	10 656	36 618
(d)	Modifications de bâtiments avec diminution du nombre de logements	4 386	- 6 107
(e)	Démolitions (retour de la parcelle résidentielle en affectation non urbanisée)	7 572	- 10 322
	<b>TOTAL</b>	<b>62 019</b>	<b>85 602</b>

L'ensemble de ces entités obtenues par le travail de la CPDT fait ensuite l'objet de plusieurs traitements cartographiques afin d'associer à chacune des parcelles faisant l'objet d'une opération de recyclage ses informations de localisation : secteur statistique, commune, bassin de vie, bassin d'emplois et province. Ces données de localisation permettent ensuite de calculer la part du recyclage foncier dans la production de logements à différentes échelles. Ce taux est comparé ultérieurement à celui de la disponibilité foncière.

Les données recueillies peuvent être ventilées par le nombre de logements créés ou supprimés. Avant de calculer la part du recyclage urbain, la part relative des logements créés sur terrains artificialisés **(2)** et celle des logements créés par modification de bâtiments existants **(3)** peuvent être identifiées. Ces deux parts constituent les deux aspects du recyclage urbain dans ces données.

(2)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Nombre de logements créés sur terrains artificialisés}}{\text{Nombre de logements créés par tous les types d'opération}} \\
 &= \frac{(b) + (c)}{(a) + (b) + (c)}
 \end{aligned}$$

(3)

$$= \frac{\text{Nombre de logements créés par modification} - \text{Nombre de logements supprimés par modification}}{\text{Nombre de logements créés par tous les types d'opération}}$$
$$= \frac{(b) + (c) - (d)}{(a) + (b) + (c)}$$

La part du recyclage urbain (ou taux de recyclage) est défini par Boodts *et al.* (2021) comme l'association de ces parts relatives : **(1)** + **(2)**. Celle-ci est obtenue en « associant les valeurs relatives de la création de logements sur terrain artificialisé et celle de la création de logements par modification de constructions existantes et en soustrayant à ces dernières le nombre de logements supprimés. Le résultat est rapporté à la production nette de logements et exprimé en pourcentage » (Boodts *et al.*, 2021, p. 27).

Chaque calcul est réalisé pour toutes les échelles d'analyses (commune, bassin de vie, bassin d'emplois, province). Le taux identifié par cette méthode représente le taux de recyclage urbain dans la production nette de logements, c'est-à-dire en prenant en compte les diminutions et les démolitions de logements. Le taux de recyclage dans la production brute de logements est calculé également et est utilisé pour les échelles des secteurs statistiques et des communes. Celui-ci représente l'association des parts de logements construits sur terrains artificialisés et modifiés sans prise en compte des logements supprimés et détruits. La formule **(4)** donne l'équation utilisée.

(4)

$$= \frac{\text{Nombre de logements créés sur terrains artificialisés} + \text{Nombre de logements créés par modification}}{\text{Nombre de logements créés par tous les types d'opération}}$$
$$= \frac{(b) + (c)}{(a) + (b) + (c)}$$

Ce taux permet de s'affranchir d'un problème lié à l'obtention d'un taux de recyclage dans la production nette de logements qui soit négatif. En effet, la faible empreinte spatiale de ces entités les rend sensibles aux modifications. De cette manière, si une opération de démolition importante a eu lieu durant la période 2010 – 2016 sur ce territoire, il est possible d'obtenir un taux de recyclage négatif. Bien que l'observation des communes avec un taux de production

négalif soit intéressante, elle n'a pas d'intérêt dans l'analyse du taux de recyclage urbain proposée dans ce travail. Huit communes sont concernées par cette situation : Boussu (- 35,7 %), Cerfontaine (- 18,6 %), Stavelot (- 16,9 %), Wasseiges (- 8,0 %), Havelange (- 5,4 %), Gedinne (- 4,1 %), Herbeumont (- 2,9 %) et Houyet (- 2,8 %).

### 1.3. LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ

Les données de densité sont calculées sur les données Statbel de la population de 2016 et de 2021. Chacune des indications de population a été rapportée à la superficie de l'entité de référence afin de produire des données de densité pour 2016 et 2021. L'indicateur de croissance de la densité a ensuite été calculé sur base de la comparaison entre les densités de 2016 et de 2021. Cette donnée permet de mettre en évidence les quartiers qui ont gagné ou perdu en densité durant la période d'études. On définit le taux de croissance de la densité par la différence de densité entre les périodes d'analyses rapportée à la densité de la première date (5).

$$(5) = \frac{\text{Densité 2021} - \text{Densité 2016}}{\text{Densité 2016}}$$

L'indicateur calculé varie théoriquement de - 100 % à l'infini. La limite inférieure reprend les secteurs dont la dédensification s'est développée jusqu'au dépeuplement total de l'entité spatiale et la borne supérieure caractérise l'évolution la plus grande observée en termes de densité. Une évolution de + 100 % correspond à une multiplication par deux de la densité, une évolution de + 400 % à une multiplication par cinq et ainsi de suite.

Une différenciation entre les jeux de données est opérée entre celui utilisé pour les secteurs statistiques et celui utilisé pour les autres échelles. Cette différence provient du fait que les données de Statbel sont produites soit à l'échelle des secteurs statistiques soit à l'échelle des communes. Pour les secteurs statistiques, ce travail utilise les données de population par secteur de 2016 (Statbel, 2016) et de 2021 (Statbel, 2021). Pour les autres échelles, ce travail utilise la série de données de population par commune de 1992 à 2022 (Statbel, 2022).

## 2. L'ANALYSE SPATIALE

Les trois indicateurs précédemment calculés font l'objet d'une analyse spatiale multi-échelle. Chacun d'entre eux est mis en évidence par cinq cartographies de la Wallonie en vue d'interpréter le territoire au regard de la disponibilité foncière, du recyclage urbain et de la densification. L'analyse multi-échelle est réalisée de l'échelle la plus fine (secteurs statistiques) vers l'échelle la plus large (provinces). L'objectif de l'analyse spatiale est de mettre en évidence les points communs et les différences entre certaines parties du territoire. Les résultats des indicateurs pour chaque commune, bassin de vie, bassin d'emplois et province sont disposés en annexe de ce travail (annexes 6 à 9). Au vu du grand nombre de secteurs statistiques, les données ne sont pas jointes en annexes<sup>10</sup>.

### 2.1. LES SECTEURS STATISTIQUES

Le découpage en secteurs statistiques est proposé à l'échelle de la Belgique. Sur la page d'informations de Statbel, il est précisé que « le secteur statistique est l'unité territoriale de base qui résulte de la subdivision du territoire des communes et anciennes communes par Statbel pour la diffusion de ses statistiques à un niveau plus fin que le niveau communal » (Jamagne, 2012, p. 4). Depuis 2011, le découpage en secteurs statistiques n'a plus subi de modification. La couche utilisée dans ce travail est celle disponible en *open access* sur la plateforme WalOnMap qui est déjà découpée aux limites de la Wallonie (WalOnMap, 2019b). Chaque secteur est identifié par un code unique qui sert d'élément de jointure entre les indicateurs et la couche vectorielle spatiale.

La Wallonie est composée de 9 876 entités à géométrie valide. Cependant, en fonction de l'indicateur calculé, il est fréquent qu'à ce niveau d'analyse, certains secteurs soient labellisés « NO DATA ». Dans la plupart des cas, cela signifie que l'information nécessaire pour former l'indicateur choisi n'existe pas pour le secteur statistique. Par exemple, les zones d'habitat ne couvrent que 9 508 secteurs wallons. Les secteurs résiduels sont donc classés de la sorte. Cet exemple se répète pour le recyclage urbain dont 8 187 secteurs sont concernés et pour la densification dont 9 677 sont peuplés en 2016.

---

<sup>10</sup> Voir remarque page 5 et 6.

## 2.2. LES COMMUNES

Le découpage communal wallon se compose en 262 entités. Le découpage utilisé provient d'une série de données fournies par l'AGDP et composées des différents niveaux hiérarchiques sous forme de données polygonales. Ces données sont en téléchargement libre sur WalOnMap et leur dernière modification date de 2019 (WalOnMap, 2019a).

Le découpage communal est utilisé dans ce travail car il constitue l'échelle de base en Wallonie pour plusieurs domaines. L'urbanisme est traité par les services communaux qui sont directement concernés par la délivrance des permis d'urbanisme et des permis d'urbanisation. Les communes ont également la capacité de développer une stratégie d'ensemble pour le logement et pour l'urbanisme qui est souvent déclinée dans un SDC voire à l'échelle infra-communal par l'élaboration d'un SOL.

## 2.3. LES BASSINS DE VIE

Le découpage en bassins de vie est une classification territoriale proposée dans le cadre du Tableau de Bord du Développement Territorial (TBDDT) rédigé par la CPDT en 2003. Le concept de « bassin de vie » est envisagé en vue de comprendre le territoire wallon par les comportements des habitants. Ils sont définis comme des « regroupements de communes dont les habitants partagent globalement les mêmes comportements spatiaux en matière de recours aux services, de culture, d'emploi, etc. » (CPDT, 2003, p. 200) Le découpage du territoire wallon en bassins de vie permet d'appréhender une échelle d'analyses moins fine de la disponibilité foncière. En effet, lors de l'élaboration du TBDDT (2003), les chercheurs ont été confrontés à des problèmes d'échelle : « par commune, les résultats sont parfois difficiles à interpréter du fait de leur trop grande disparité, et par arrondissement, ils ne correspondent que peu ou prou à une quelconque réalité de terrain. C'est pourquoi la nécessité d'une échelle intermédiaire s'est peu à peu imposée, qui exprimerait nos indicateurs en fonction d'entités cohérentes, fondées sur les comportements spatiaux effectifs des populations locales : les "bassins de vie" (CPDT, 2003, p. 209). »

La méthodologie employée pour définir ces entités fonctionnelles est décrite dans l'annexe 1 du TBDDT (p. 209). Synthétiquement, l'appartenance d'une commune à un bassin de vie est basée sur la comparaison de quatre autres bassins qui sont les bassins scolaires, les bassins d'achats semi-courants, les zones d'influence des hôpitaux et les bassins d'emplois. Ce

travail réutilise les délimitations proposées en 2003 en postulant que les comportements spatiaux des habitants ont peu changé pendant deux décennies, ce qui rend le découpage toujours cohérent. La répartition des communes dans les bassins de vie est décrite dans l'annexe 2 et est illustrée dans l'annexe 3.

Au total, un découpage en quarante-neuf entités est proposé. Chacune de ces entités est composée de plusieurs communes à l'exception des bassins de vie de Spa, de Mouscron et de Comines qui ne sont représentés que par la commune centrale. Cet élément constitue un premier point de discussion puisqu'une perte d'intérêt pour ces bassins est donc liée à une faible représentativité. Un second élément de discussion concerne cette méthode de classification basée sur des critères fonctionnels dont la pertinence par rapport à la disponibilité foncière est critiquable. Cependant, l'objectif des analyses de ce travail est de proposer une échelle intermédiaire à celle des communes et des provinces en vue d'établir une comparaison multi-échelle.

#### 2.4. LES BASSINS D'EMPLOIS

Le découpage en bassins d'emplois proposé par De Wasseige *et al.* (2000) propose une division en vingt-six groupements de communes dont la répartition prend en compte des logiques socio-économiques et de marché (annexe 4 et 5). L'objectif poursuivi par l'équipe de recherches était de proposer un découpage sous-régional qui permette de comprendre les disparités locales au sein des entités régionales dont l'autonomie était en croissance (De Wasseige *et al.*, 2001). La variable utilisée pour former les bassins d'emplois correspond aux flux inter-communaux « domicile-travail » quotidiens (De Wasseige *et al.*, 2000 ; De Wasseige *et al.*, 2001). Les appellations de « migrations pendulaires » ou de « navettes » sont plus souvent utilisées dans la littérature.

L'intérêt du découpage en bassins d'emplois proposé par De Wasseige *et al.* (2000) réside dans le fait qu'il respecte les logiques économiques entre les territoires. L'analyse des navettes quotidiennes permet d'appréhender les choix de localisation résidentielle. Halleux et Strée (2012, p. 50) ont utilisé ce découpage pour démontrer que « les grands équilibres de marché qui déterminent les choix d'investissement se forment à une échelle supra-communale plutôt qu'à une échelle définie par les frontières communales ». La classification en bassins d'emplois permet de mieux rendre compte des marchés via les choix de localisation. Ce critère de classification est intéressant car il approche une vision plus mésoscopique du territoire.

En revanche, le découpage proposé par De Wasseige *et al.* (2000) prend en compte l'ensemble du territoire belge dans son analyse. Il ressort donc que certaines communes wallonnes sont associées à un bassin d'emplois d'une ville flamande, à savoir le bassin de Courtrai et celui de Ronse, ou à celui de Bruxelles. Étant donné que ce travail s'intéresse à la Wallonie, ces communes sont « isolées » par rapport au reste de leur bassin qui s'établit de part et d'autre de la frontière régionale.

## 2.5. LES PROVINCES

Avec le découpage en communes, le découpage provincial est le second à posséder des compétences. Le découpage provincial est arrêté au niveau de la Constitution depuis la création de la Belgique en 1831. L'*article 41* consacrant l'existence du conseil provincial et de son territoire d'action est resté inchangé (APW, 2017). En région wallonne, cinq provinces sont arrêtées : la Province du Luxembourg, la Province du Hainaut, la Province de Liège, la Province de Namur et la Province du Brabant wallon. L'analyse des résultats par province permet d'évaluer une échelle plus macroscopique de spatialisation des données. Les limites provinciales font également partie de la série de données fournies par l'AGDP et disponibles depuis WalOnMap (2019a) au même titre que les communes.

## 3. L'ANALYSE STATISTIQUE

L'analyse statistique consiste à étudier la relation entre le taux de disponibilité foncière et les indicateurs de recyclage urbain et de densification. L'objectif de cette analyse est d'une part, de caractériser la nature de la relation qui unit les variables et d'autre part, d'en tester la validité statistique. Pour ce faire, le recours au modèle de régression linéaire simple est appliqué à l'ensemble des échelles d'analyses pour chacune des deux relations.

L'ensemble des traitements présentés sont réalisés dans l'outil d'analyse de données du logiciel Microsoft Excel. Cet outil est une extension d'Excel permettant de réaliser divers traitements statistiques sur des données scientifiques.

### 3.1. LE MODÈLE DE RÉGRESSION LINÉAIRE SIMPLE

La régression linéaire simple a pour objectif d'observer le comportement d'une variable dépendante Y par l'évolution d'une variable explicative X. Dans le cadre de ce travail, deux relations sont testées : la variation du taux de recyclage (Y) avec le taux de disponibilité foncière (X) et la variation du taux de croissance de la densité (Y) avec le taux de disponibilité foncière (X). Dans les deux cas, le taux de disponibilité foncière est la variable à tester afin de déterminer quelle part de celle-ci permet d'expliquer les variations de Y. Cette relation a pour but de répondre respectivement aux hypothèses H<sub>1</sub> et H<sub>2</sub>.

La régression linéaire simple consiste à établir une droite de régression à partir d'un nuage de points formé par les données. La droite de régression caractérise l'évolution des données l'une par rapport à l'autre. L'équation de la droite est la position qui minimise les écarts (résidus) entre la droite et les variables. L'ajustement de la régression peut s'écrire comme l'équation d'une droite (6).

$$(6) \quad y = \beta_0 + \beta_1 x + \epsilon$$

Avec :

**Y** = la variable dépendante. Il s'agit de la variable à expliquer. Elle reprend les valeurs observées qui sont fonction de la taille de l'échantillon (Teller *et al.*, 2011).

**X** = la variable explicative ou indépendante.

**$\beta_0$**  = l'ordonnée à l'origine.

**$\beta_1$**  = pente de la droite de régression. Elle indique le signe de la relation qui peut être soit positive (augmentation de la valeur de la variable Y pour chaque augmentation de X) ou négative (diminution de la valeur de Y pour chaque augmentation de X).

**$\epsilon$**  = le résidu. Il représente la déviation de la valeur observée par rapport à celle attendue par le modèle. Idéalement, ce terme doit avoir une distribution normale (Teller *et al.*, 2011, p. 31).

### 3.2. ÉLÉMENTS DE STATISTIQUE DESCRIPTIVE

Chacune des droites de régression créée fait l'objet du calcul de différents paramètres permettant de décrire la relation établie. En plus de la pente de la droite déjà calculée qui donne une indication sur le signe de la relation entre les variables, les paramètres suivants sont calculés :

**R<sup>2</sup>** : il s'agit du coefficient de détermination du modèle de régression. Celui-ci mesure la force explicative du modèle. Il peut être appréhendé comme la fraction de la variance de Y qui est expliquée par la corrélation de Y avec X. Lorsqu'il est multiplié par 100, il décrit le pourcentage de la variance expliqué par le modèle (Teller *et al.*, 2011, p. 31).

**R<sup>2</sup> ajusté** : il s'agit d'un R<sup>2</sup> calculé en prenant en compte la taille de l'échantillon. En règle générale, il permet aussi de prendre en considération le nombre de variables mais celui-ci est limité à une dans le cadre d'une régression linéaire simple. Il donne également une indication sur la robustesse du modèle.

**Le coefficient de corrélation** : ce coefficient renseigne le niveau de corrélation entre les deux variables. Plus le coefficient est proche de 1, plus le niveau de corrélation entre les variables est élevé. Le signe du coefficient renseigne également sur le sens de la relation.

En plus des éléments susmentionnés, une analyse complémentaire des résidus de la régression est proposée afin de caractériser la part non expliquée par le modèle de régression. Le résidu est défini comme l'écart entre la valeur réelle d'une donnée et la valeur calculée par la droite de régression. En d'autres termes, les résidus représentent les écarts au modèle. Deux analyses complémentaires sont développées :

**Le graphique des résidus** : il permet de visualiser la distribution des résidus autour de la droite de régression reportée sur l'axe X. Afin que le modèle soit valide, aucune tendance dans la distribution des résidus ne doit être observée. En effet, comme évoqué plus haut, le résidu  $\varepsilon$  doit idéalement suivre une distribution normale qui signifie un dispersement aléatoire du nuage des résidus sur le graphique.

**La cartographie des résidus** : un point supplémentaire proposé dans l'analyse de ce travail vise à cartographier les résidus afin de mettre en évidence quels sont les territoires qui suivent le moins bien le modèle de régression. Deux cas de figure sont

envisageables. Si le résidu est positif, alors la variable dépendante réelle est supérieure à ce que laisse prévoir la variable explicative. Le modèle sous-estime la valeur réelle. Si le résidu est négatif, alors la variable dépendante réelle est inférieure à ce que laisse prévoir la variable explicative (Triola & Triola, 2006, cités par Stevens, 2019). Le modèle surestime la valeur réelle.

### 3.3. ÉVALUATION DE LA SIGNIFICATIVITÉ DU MODÈLE

La description statistique du modèle de régression ne peut donner aucune information sur la significativité de ce modèle. Afin de la tester, la p-valeur de la régression est utilisée et un F-test est également ajouté sur les données.

**p-valeur** : la p-valeur est une valeur de probabilité utilisée pour un test d'hypothèse. Dans les cas analysés dans ce travail, l'intervalle de confiance choisi est de 95 %. Cela signifie qu'une p-valeur inférieure à la valeur critique de 0,05 induit un rejet de l'hypothèse nulle ( $H_0$ ). Cette dernière est que la relation linéaire est nulle ( $\beta_I = 0$ ). En d'autres termes, cela signifie que la relation entre X et Y n'est pas linéaire ou que la variation de X influe peu ou pas sur la variation de Y. Rejeter  $H_0$  implique que la variation de X influe sur la variation de Y (Le Digabel, s.d). Donc la variation est significative.

**F-test** : Le test de Fischer permet de tester également la significativité du modèle. « Il teste la probabilité qu'aucune des variables explicatives X ne soit liée à la variable à expliquer Y (hypothèse nulle telle que  $R^2 = 0$ ). Généralement, on considère que le modèle est significatif lorsque p est inférieur à 0,05. C'est-à-dire qu'il y a moins de 5% de chances que le modèle n'explique pas la variable observée Y » (Teller *et al.*, 2011, pp. 31 – 32).

# RÉSULTATS

La présentation des résultats obtenus à la suite des traitements réalisés sur les différents jeux de données est structurée en trois parties. D'abord, le résultat des calculs des indicateurs est mis en évidence par des représentations cartographiques. Ainsi, le taux de disponibilité foncière, le taux de recyclage urbain et le taux de croissance de la densité font chacun l'objet d'une analyse multi-échelle afin de rendre compte des dynamiques du territoire wallon. Ensuite, le taux de disponibilité foncière est mis en relation avec les indicateurs de recyclage urbain et de croissance de la densité afin de mettre en évidence le caractère explicatif de la disponibilité au plan de secteur dans les pratiques de recyclage et de densification. Une analyse statistique multi-échelle des relations entre ces variables est développée pour le recyclage urbain et pour la densification. Enfin, les résultats importants ainsi que la réponse aux hypothèses de travail sont présentés dans une conclusion synthétique.

## 1. ANALYSE SPATIALE MULTI-ÉCHELLE DES INDICATEURS

### 1.1. LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE

Pour rappel, le taux de disponibilité foncière est calculé différemment pour les secteurs statistiques. Le foncier vierge en 2021 est utilisé pour cette échelle car le manque de données communales pour neuf communes germanophones ne permet pas d'utiliser les données des gisements vierges de 2017 (CPDT, 2021). Par ailleurs, le manquement pour ces communes a dû être complété par les taux communaux de l'IWEPS pour 2017. La moyenne des taux communaux est utilisée pour construire l'indicateur de recyclage urbain pour les bassins de vie, les bassins d'emplois et la province concernés.

La disposition du taux de disponibilité foncière par secteur statistique met en évidence deux phénomènes (figure 9). D'une part, les taux de disponibilité foncière au plan de secteur sont plus élevés dans le sud et dans l'est de la Wallonie. Ils y dépassent les 40 % pour la plupart des secteurs. Les taux de disponibilité foncière sont plus faibles à l'ouest de la Wallonie et dans le Brabant wallon. Le nord de la province de Namur est également concerné par de faibles taux de disponibilité. Par ailleurs, il est intéressant de mettre en évidence que les secteurs labellisés

« NO DATA » comprennent ceux qui ne possèdent pas d'affectation « zone d'habitat » au plan de secteur. La disposition de ceux-ci montre que la périphérie de Chimay et certains secteurs des Hautes-Fagnes ne participent pas à la superficie foncière juridiquement urbanisable. D'autres secteurs dans le sud de la province du Luxembourg et dans certaines campagnes sont également identifiés.

D'autre part, il peut également être observé sur base de la cartographie de la disponibilité par secteur statistique que les centres urbains des grandes villes wallonnes ont des taux de disponibilité faibles. Cela s'explique par une urbanisation déjà très développée. Les miniatures proposées sur la figure 9 présentent le contexte de trois villes wallonnes (Liège, Namur et Charleroi) en illustrant une vue agrandie de leurs agglomérations.

Le calcul du taux de disponibilité foncière à l'échelle communale met en évidence une grande disparité entre les communes wallonnes (figure 10). Les taux les plus élevés sont observés pour les communes d'Amblève (58 % selon IWEPS, 2021) et de Manhay (57,6 %). En revanche, les taux les plus bas sont observés dans les communes de Nivelles (10,9 %) et de Waterloo (8,9 %). Les calculs de la disponibilité foncière en Wallonie montrent que près d'un tiers des terrains juridiquement urbanisables sont vierges de toute occupation. De manière absolue, le plan de secteur octroie environ 180 800 hectares aux affectations d'habitat et environ 55 000 hectares étaient disponibles en 2017.

La spatialisation de ces données met en évidence que les communes avec le moins d'espaces disponibles au plan de secteur se concentrent principalement dans l'ouest du Brabant wallon et dans le Hainaut (figure 10a). Les grandes villes wallonnes telles que Liège (15,2 %) et Charleroi (15 %) sont également mises en évidence par une faible disponibilité en foncier vierge. Les communes dont l'espace disponible pour le logement au plan de secteur est élevé se localisent principalement dans le sud et dans l'est de la province de Liège, dans le centre de la province du Luxembourg et dans le sud de la province de Namur. Les taux de disponibilité calculés y varient entre 40 % et 60 %.

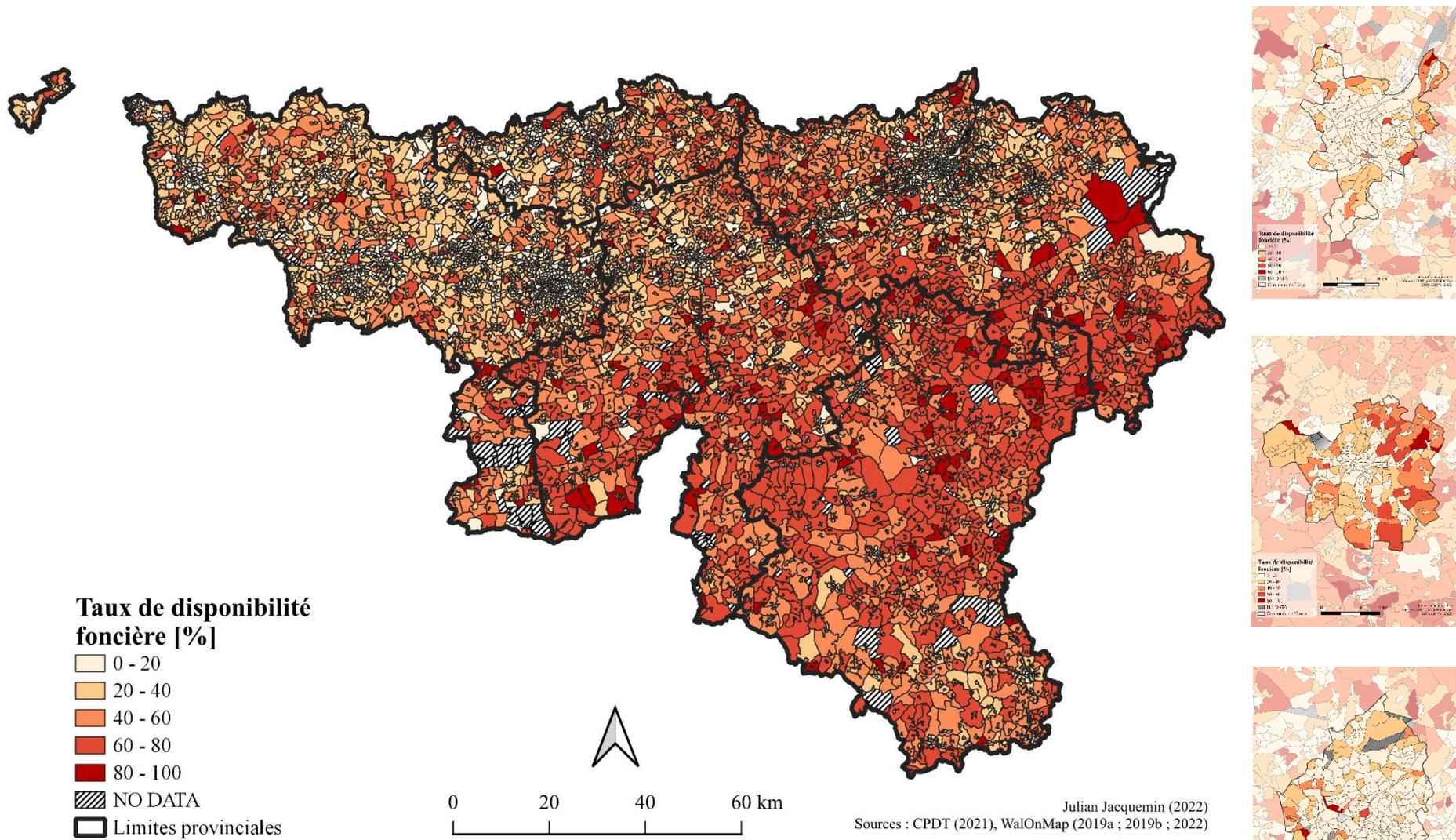


FIGURE 9 : TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE PAR SECTEUR STATISTIQUE

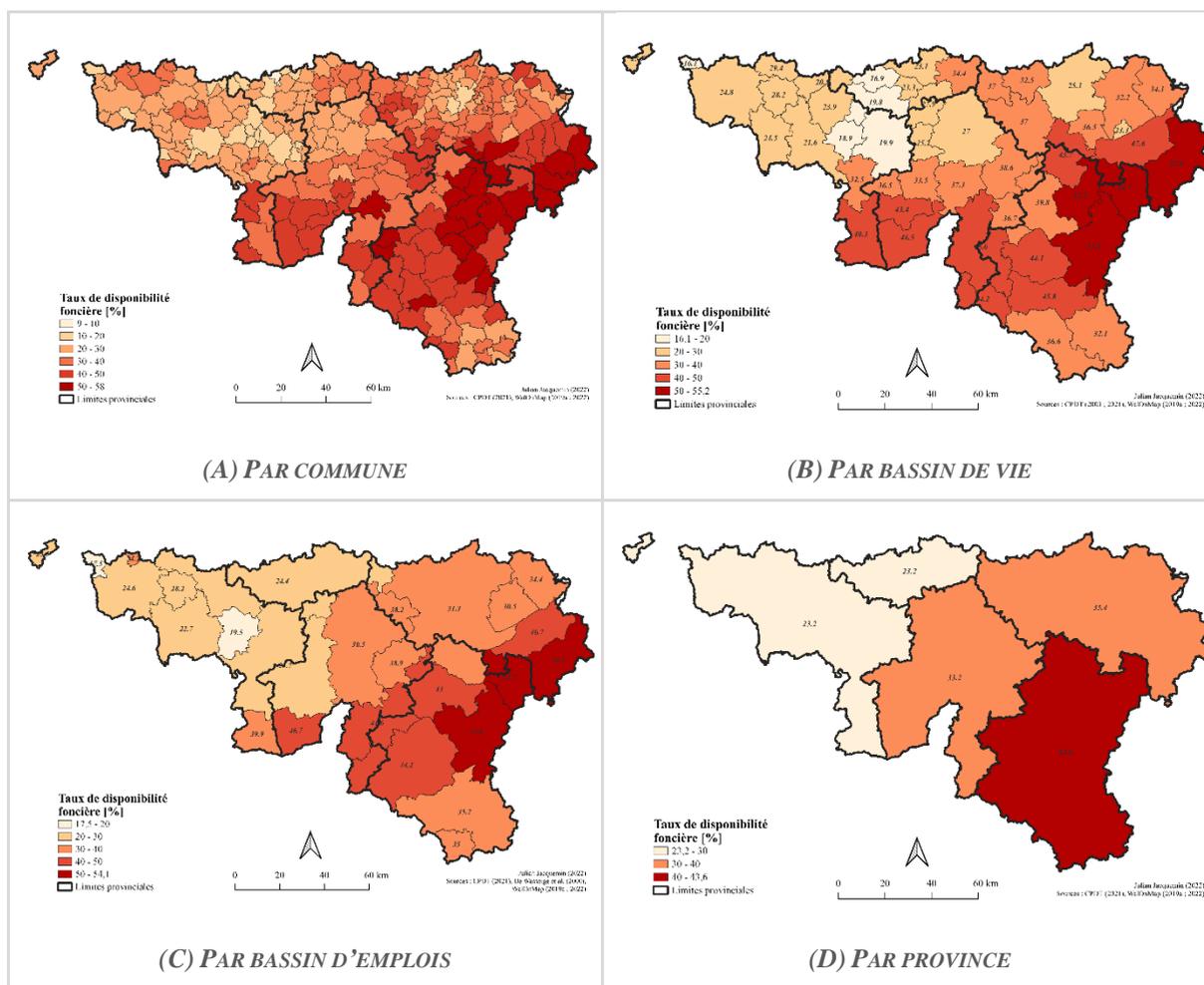


FIGURE 10 : Représentation multi-échelle du taux de disponibilité foncière

La variation en offre foncière juridiquement disponible entre les bassins de vie est également observable et présente les mêmes caractéristiques que la distribution par commune (figure 10b). Effectivement, les taux les plus élevés sont observés dans les bassins de la province du Luxembourg comme dans le bassin de La Roche-en-Ardenne (55 %), de Vielsalm (53 %) ou encore de Bastogne (52 %). Les bassins de vie dont le taux de disponibilité foncière est le plus restrictif sont ceux de Mouscron (16 %), de Braine-l'Alleud (17 %), de La Louvière (19 %), de Nivelles (20 %) ou encore de Charleroi (20 %). Le bassin de vie de Liège fait exception par rapport à la moyenne des bassins environnant en présentant un taux inférieur à 30 % d'espace disponible. Cette observation peut s'expliquer par l'hétérogénéité des communes comprises dans le bassin de vie et par la présence de la commune de Liège dont le taux de disponibilité foncière est de 15,2 %.

Sans surprise par rapport aux résultats précédents, les bassins d'emplois de Vielsalm (Lierneux, Vielsalm et Gouvy) et de Bastogne (Bastogne, Bertogne, Fauvillers, Houffalize, Vaux-sur-Sure, Sainte-Ode et Tenneville) ont les taux les plus élevés de disponibilité foncière (supérieur à 50 %). Les bassins d'emplois de Couvin (47 %), de Libramont (44 %), de Marche (43 %) et de Beauraing-Rochefort (42 %) sont également parmi ceux qui offrent le plus d'opportunités foncières. En revanche, les bassins de Mouscron (Mouscron et Estaimpuis), de La Louvière (Chapelle-Lez-Herlaimont, Manage, La Louvière, Le Roeulx, Binche, Estinnes et Morlanwez) et de Mons proposent respectivement 10 %, 20 % et 23 % de disponibilité foncière, soit les taux les plus faibles (figure 10c).

Bien que le découpage par province soit relativement peu important en ce qui concerne la démonstration de la variation de disponibilité foncière entre les différentes entités géographiques, il permet d'observer les grandes tendances du territoire wallon en les synthétisant grossièrement. Un peu moins de 50 % des terrains dédiés aux zones d'habitat est encore disponible dans la province du Luxembourg (43,7 %) alors qu'un quart est encore disponible dans les provinces du Hainaut (23,2 %) et du Brabant wallon (23, 2 %). Le taux de disponibilité foncière dans l'analyse provinciale est intéressant car il permet de mettre en évidence les différences de pressions sur le foncier au sein des différentes provinces (figure 10d).

La disparité de l'offre foncière peut s'expliquer par la réalisation du plan de secteur. En effet, la mise en place de cet outil a été étalée dans le temps. La couverture totale de la Wallonie s'est déroulée entre 1977 et 1987 et vingt-trois plans de secteur la compose (Dubois *et al.*, 2002 ; Mérenne-Schoumaker, 2010). « Les planificateurs ayant délimité les zones d'habitat n'ont pas travaillé de manière homogène sur l'ensemble du territoire » (Halleux & Strée, 2012, p. 54). En effet, certains plans ont été plus contraignants que d'autres. De manière générale, on retrouve une plus grande offre en zones d'habitat dans l'est et dans le sud de la région wallonne. Par ailleurs, Halleux et Strée (2012) identifient que l'offre a été plus restreinte dans l'ouest (majeure partie de la province du Hainaut) et dans les entités reprises dans le plan de secteur de Nivelles. Cette observation est particulièrement visible sur la cartographie des bassins de vie et des bassins d'emplois (figures 10b et 10c). Dubois *et al.* (2002, p. 9) soulignent le « caractère obsolète de ces plans, empreint de paradigme appartenant au passé ». Ils soutiennent également qu'un « certain laxisme dans leur conception a notamment permis à l'étalement urbain de perdurer » (*cf.* la partie 2.2.3. de l'état de l'art).

## 1.2. LE TAUX DE RECYCLAGE DANS LA PRODUCTION DE LOGEMENTS

L'analyse du taux de recyclage urbain dans la production de logements est calculée selon deux bases différentes en fonction de l'échelle d'analyses. La faible emprise spatiale des secteurs statistiques et des communes fait en sorte que le calcul du taux de recyclage dans la production nette de logements entraîne des taux de recyclage négatifs. L'utilisation du taux de recyclage brut est préférée pour ces analyses afin de mieux rendre compte du recyclage.

La spatialisation montre que les secteurs statistiques des centres urbains obtiennent les plus hauts taux de recyclage. Cela peut s'expliquer par la forte densité initiale de logements par secteur statistique. Le nombre d'opérations d'aménagement est plus grand. La faible disponibilité foncière des centres urbains peut également expliquer pourquoi la production de logements est principalement réalisée par recyclage. Cette hypothèse est celle que cherche à prouver ce travail. La figure 11 montre que les centres des villes wallonnes ont produit souvent plus de 80 % des nouveaux logements par des opérations de recyclage. Le même constat s'applique dans les centres des villes de petite taille.

À l'échelle communale, les taux de recyclage brut les plus élevés sont observés dans certaines grandes villes wallonnes telles que Charleroi (85,6 %) et Liège (82,4 %). Les communes de Nivelles (70,6 %), de Waterloo (70,1 %) et de Quiévrain (72,8 %) développent également une grande part de leur production de logements par le recyclage. Les communes de Martelange (5,9 %) et de Burdinne (8,9 %) établissent les taux de recyclage les plus bas (figure 12a). La comparaison avec le taux de recyclage net montre une diminution globale de l'ensemble des valeurs présentées ainsi que de légers changements dans le classement des communes. L'annexe 10 présente la distribution communale selon le taux de recyclage net.

Globalement, la distribution à l'échelle des communes – et *a fortiori* des secteurs statistiques – est sensible aux opérations immobilières importantes qui peuvent grandement influencer les valeurs calculées. Par conséquent, si une opération de recyclage importante a eu lieu durant la période 2010 – 2016, les taux peuvent augmenter rapidement. Mise à part cette précaution quant aux résultats, il est intéressant d'observer que les grandes villes wallonnes ressortent de l'analyse par des taux de recyclage élevés tant bruts que nets. Dans le cas de Liège, la première couronne est également mise en évidence. Les taux les plus bas sont plutôt observés dans le sud de la Wallonie et en dehors des grandes agglomérations. Il ressort de cette analyse que les tendances observées à l'échelle des secteurs statistiques ont encore une influence marquée à l'échelle des communes.

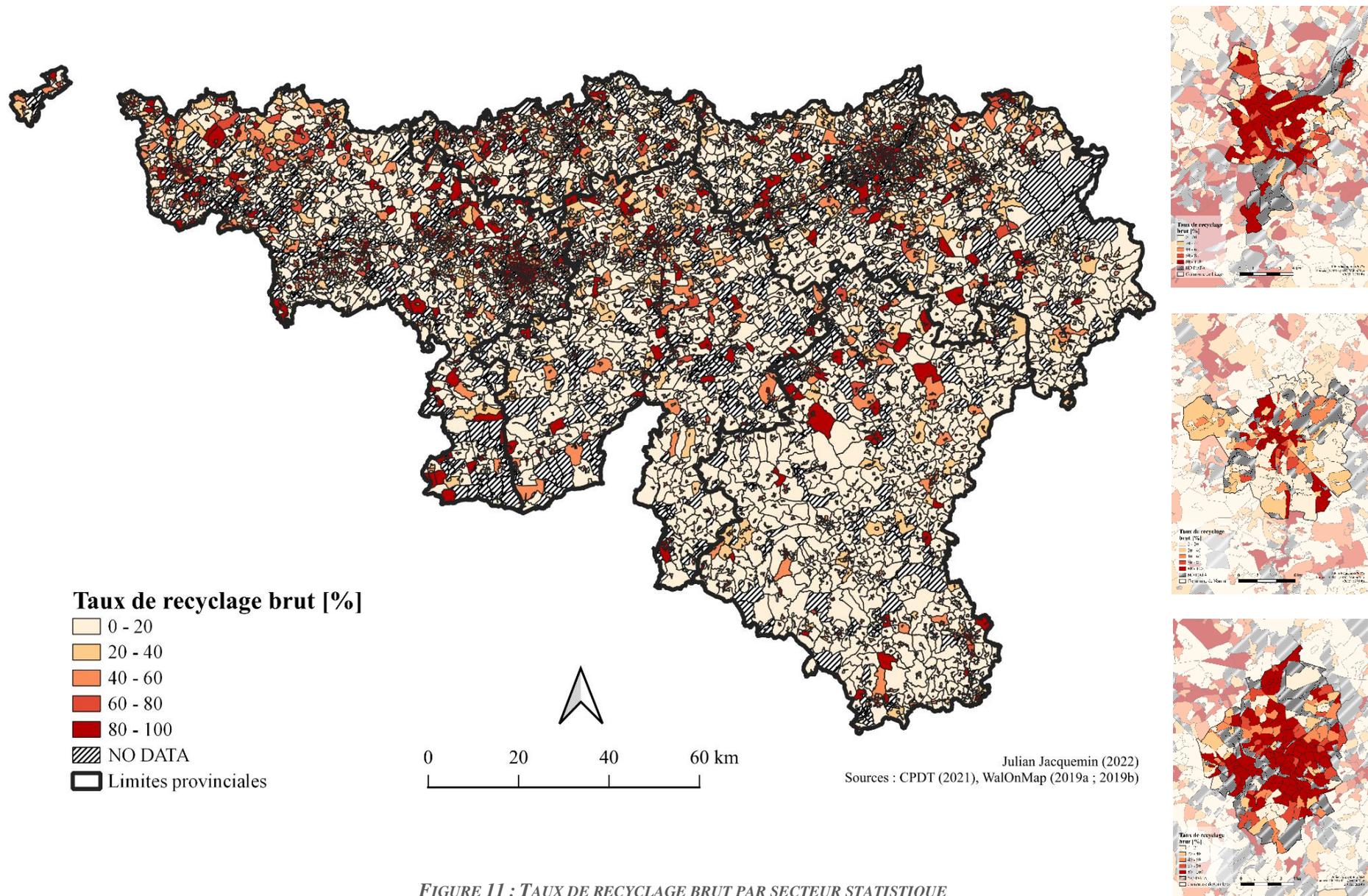


FIGURE 11 : TAUX DE RECYCLAGE BRUT PAR SECTEUR STATISTIQUE

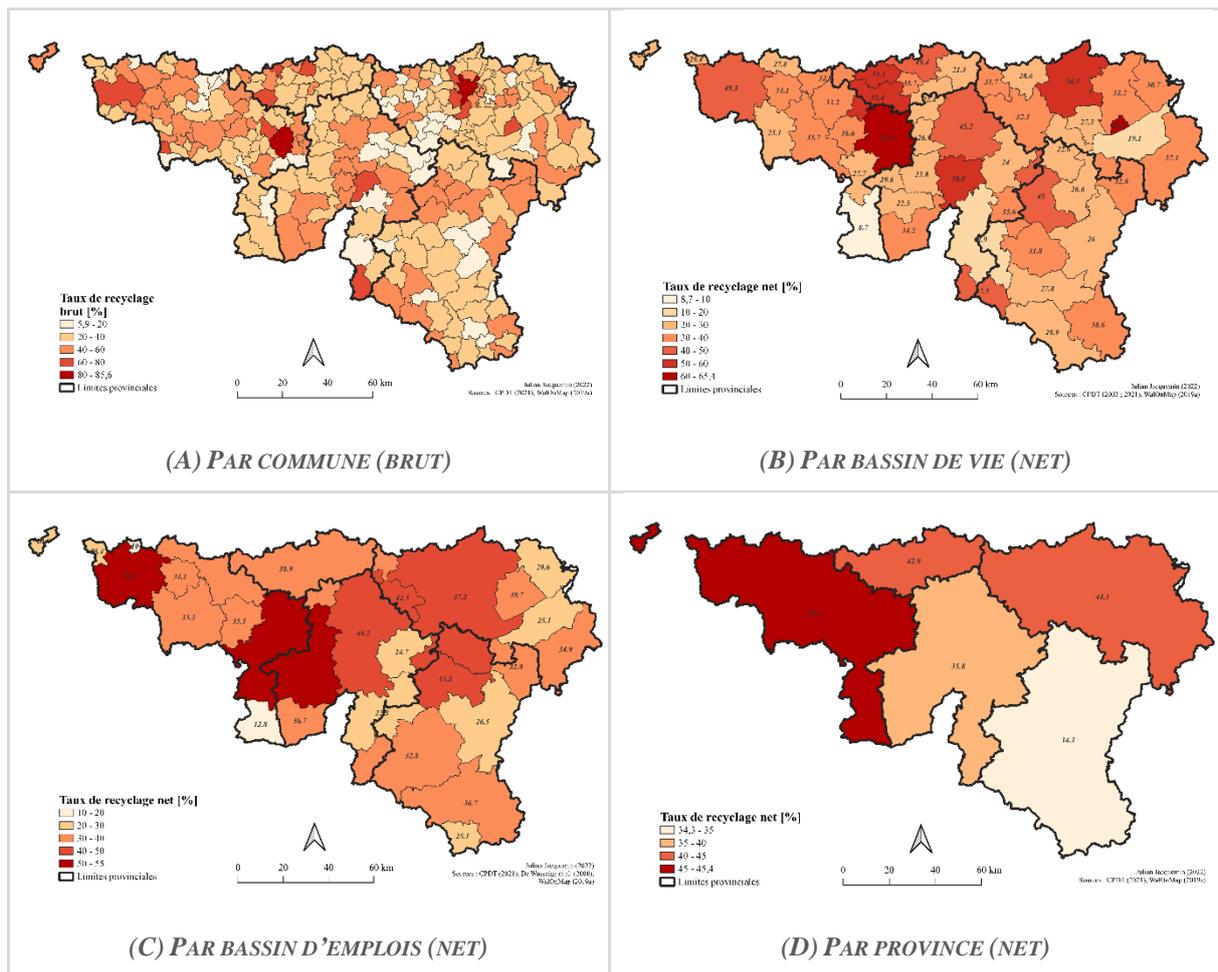


FIGURE 12 : REPRÉSENTATION MULTI-ÉCHELLE DU TAUX DE RECYCLAGE URBAIN

Le découpage présenté par la CPDT (2003) par bassin de vie permet d’approcher une vision plus « mésoscopique » de la part de recyclage. Compte tenu du fait que la production de logements répond principalement à des logiques de marché dont les facteurs de modification s’établissent à des niveaux supra-communaux (Halleux & Strée, 2012), il est attendu que les résultats pour l’analyse des bassins de vie et des bassins d’emplois démontrent une plus grande robustesse. Vu qu’un bassin de vie représente une plus grande emprise spatiale, les taux de recyclage dans la production nette de logements sont préférés afin de prendre en compte les déconstructions dans la part que représente le recyclage.

L’analyse spatiale par bassin de vie (figure 12b) met en évidence que les taux les plus élevés dans la production nette de logements sont atteints dans le bassin de vie de Charleroi avec 65 %. Ensuite, les bassins de Liège (56 %), de Verviers (56 %), de Nivelles (55 %), de Braine-l’Alleud (51 %) et de Dinant (51 %) ont produit sur la période 2010 – 2016 plus de la moitié des logements par des opérations de recyclage. Les bassins ayant créé le plus de

logements sur terrains vierges sont les bassins de Chimay (9 % par recyclage), de Beauraing (13 % par recyclage) et de Stavelot-Malmedy (19 % par recyclage), lesquels ont produit moins d'un cinquième de leurs logements par des opérations de recyclage.

L'échelle des bassins d'emplois met également en évidence le fait que les bassins des grandes villes wallonnes sont ceux dont la part de recyclage dans la production nette de logements est la plus élevée (figure 12c). En effet, les bassins de Charleroi (55 %), de Tournai (51,3 %), de Liège (47,2 %) et de Namur (44,2 %) ont les taux les plus élevés. Les bassins de Verviers (39,7 %) et de Bruxelles (38,9 %) occupent respectivement la 8<sup>ème</sup> et la 9<sup>ème</sup> place parmi les bassins d'emplois ayant la plus grande part de recyclage. Les bassins de Ronse (10 %), de Chimay (12,8 %) et de Courtrai (20,6 %) ont produit la plus grande part de leurs logements par artificialisation de terrains vierges. De manière générale, les bassins d'emplois situés à l'est de la province de Liège et dans la province du Luxembourg, hormis le bassin de Marche (44,2 %), ont les taux de recyclage les plus faibles. D'autres bassins du sud de la province de Namur (Chimay) et du nord-ouest du Hainaut (Comines, Mouscron, Ronse) présentent des taux de recyclage plus faibles. Les taux de recyclage du reste du territoire wallon sont plutôt semblables et varient entre 35 et 45 %.

Les provinces du Brabant wallon (42,9 %), du Hainaut (45,4 %) et de Liège (44,1 %) ont développé une part de recyclage supérieure à la moyenne régionale (42,15 %) au cours de la période 2010 - 2016. Les provinces du Luxembourg (34,3 %) et de Namur (35,8 %) sont sous la part régionale pour cette même période.

L'agrégation des données du taux de recyclage à l'échelle provinciale (figure 12d) représente un presque négatif des données du taux de recyclage (figure 10d). Cette observation uniquement spatiale tend à valider l'hypothèse selon laquelle les espaces les plus restreints en foncier vierge développent une part plus importante de leur production de logements par recyclage urbain. Cette relation fait l'objet d'une étude statistique dans la partie suivante de ce travail.

### 1.3. LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ

Les données mises à disposition par Statbel existent à l'échelle des secteurs statistiques et des communes. La première a été utilisée pour les secteurs et la seconde pour les communes, les bassins de vie, les bassins d'emplois et les provinces. Pour ce travail, il a été choisi une évolution entre les situations au premier janvier 2017 et 2021 afin de faire concorder les analyses avec les données de disponibilité foncière.

La cartographie des données montre que peu de tendances générales caractérisent l'évolution wallonne. Les données par secteurs statistiques de Statbel (2022) montrent que la population wallonne au 1<sup>er</sup> janvier 2021 était de 3 646 844 habitants contre 3 601 104 habitants en 2016. En termes de densité, cela équivaut respectivement à 2,16 et 2,13 habitants par hectare. Le taux de croissance calculé sur la base de l'indicateur précédemment présenté illustre une croissance de + 1,27 % de la densité démographique entre 2016 et 2021. La moyenne des taux de croissance de l'ensemble des secteurs statistiques wallons est de + 4,36 %. L'annexe 11 illustre la densité de la population par secteur statistique au 1<sup>er</sup> janvier 2021. En Wallonie, la population se concentre principalement dans le nord de la région en suivant l'axe industriel du 19<sup>ème</sup> siècle allant de Liège à Mons (Thomas *et al.* 2008, cités par Mustafa *et al.*, 2018). L'annexe 11 montre également que les plus hautes concentrations sont observées dans les secteurs des grands centres urbains tandis que les secteurs ruraux concentrent moins de population. Les secteurs statistiques des pôles secondaires et des petits centres urbains sont visibles sur la carte.

Les secteurs labellisés « NO DATA » sur la figure 13 sont caractérisés par une évolution nulle de la densité liée à une absence de résidents tant en 2016 qu'en 2021. Cela concerne 184 secteurs. Les secteurs dont l'entièreté de la population de 2016 a disparu en 2021 sont caractérisés par un taux de croissance égal à - 100 %. Ils sont au nombre de vingt-trois. 15 secteurs inoccupés en 2016 accueilleraient des résidents en 2021.

Le choix de l'utilisation du taux de croissance de la densité permet de mettre en évidence les secteurs ayant fait l'objet de grandes opérations de densification ou de dédensification. En termes d'évolution brute, 139 secteurs ont accueilli plus de 100 nouveaux résidents au cours de la période d'analyses. Pour la plupart, il s'agit de secteurs déjà fortement densifiés ou ayant de larges superficies. 4 299 secteurs ont perdu de la population dont 241 ont perdu plus de 50 habitants. En termes de densité, 23 secteurs ont totalement été désertés et 78 secteurs ont perdu plus de la moitié de leurs résidents. 382 secteurs n'ont ni perdu ni gagné durant cette période et

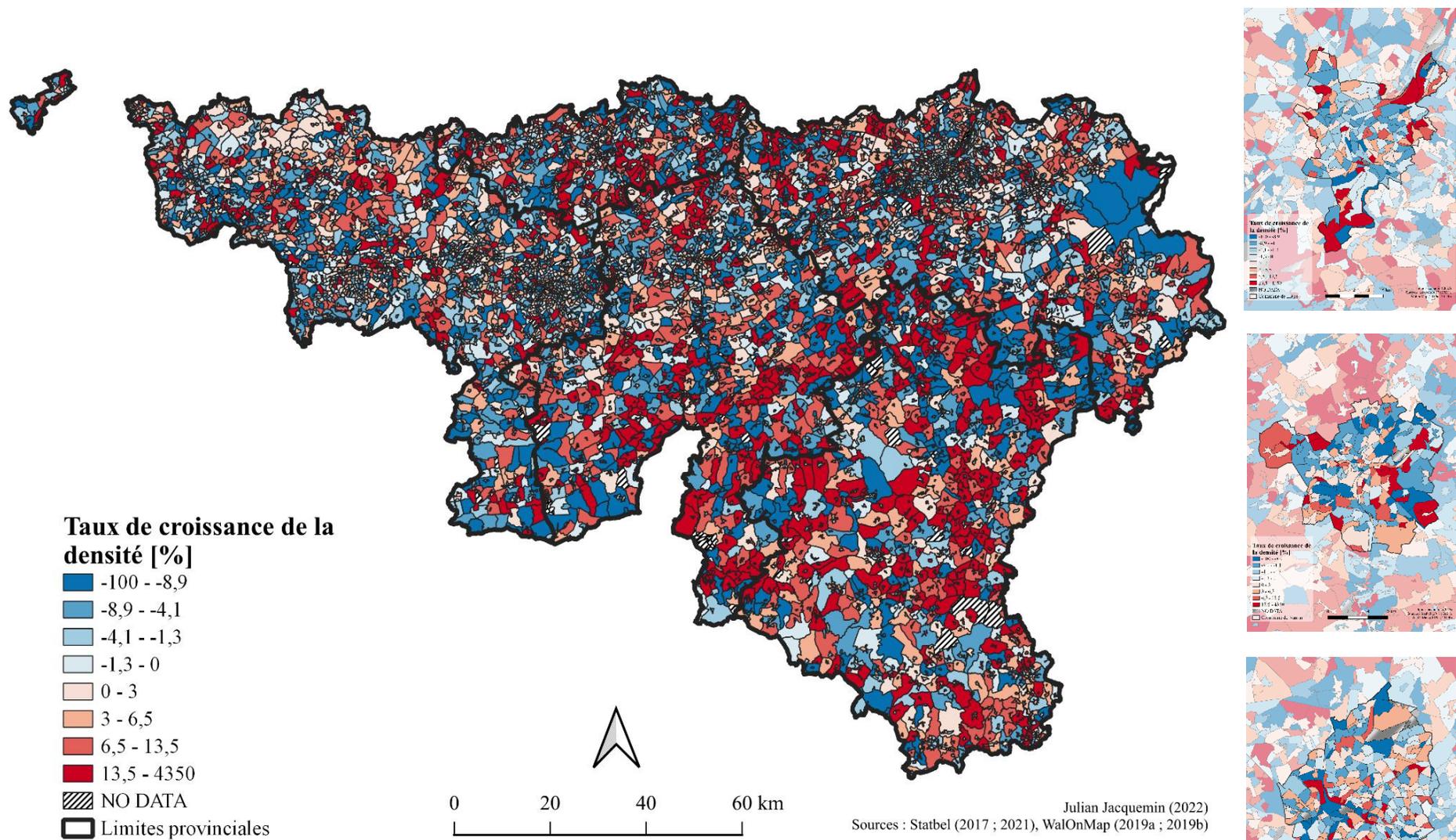


FIGURE 13 : TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR SECTEUR STATISTIQUE

4 996 secteurs ont augmenté leur population. Parmi ces derniers, 92 ont vu leur population – et *a fortiori* leur densité - doubler par rapport à 2016. 28 secteurs ont augmenté par un facteur supérieur à trois leur densité et quatre d’entre eux par un facteur supérieur à dix :

- Le secteur des « Bassins » à Mons est passé d’une population de 22 en 2016 à une population de 322 en 2021, soit une augmentation de la densité de + 1 364 %.
- Le secteur de la « Zone Industrielle » à Namur a augmenté de densité de 1 660 % en passant de 5 à 88 habitants, soit un gain de 83 nouveaux résidents.
- Le secteur de la « Grange à la Dime » à Mont-Saint-Guibert avec une augmentation de 5 à 172 habitants (densité + 3 340 %).
- Le secteur des « Quatres Abias » à Waremme s’est densifié de + 4 350 % entre 2016 et 2021 en passant de 2 à 89 habitants.

La spatialisation du taux de croissance calculé sur les données communales montre un gain important de densité dans les communes de la province du Luxembourg et du Brabant wallon (figure 14a). Les communes du Hainaut et de la province Liège présentent des variations internes qui contrastent la croissance. La ville de Liège et la commune de Verviers présentent un taux négatif (- 0,8 % et - 0,1 %) alors que les autres villes wallonnes ont gagné relativement en densité avec des taux toutefois peu élevés, comme Charleroi (+ 0,3 %) et Namur (+ 0,9 %). De manière générale, les communes situées à l’ouest de la Wallonie semblent s’être dédensifiées au cours de la période d’analyses.

La tendance générale des valeurs des bassins de vie montre une tendance à la croissance sur le territoire wallon hormis pour certains bassins situés à l’ouest de la Wallonie (Tournai, Saint-Ghislain, Chimay, Couvin et Dinant par exemples). Les bassins situés au nord du sillon Sambre-et-Meuse se sont généralement densifiés ou maintenus (figure 14b). Les bassins du sud de la Wallonie se sont également généralement densifiés à l’exception du bassin de Bouillon dont le taux de dédensification est estimé à - 0,9 %.

Il est observable que plus l’échelle d’analyses est grossière, plus les taux affichés ont tendance à montrer une croissance dans la densification. Cette observation est mise en évidence par le passage à l’échelle des bassins d’emplois (figure 14c). Seuls quatre bassins présentent un taux négatif. Il s’agit des bassins d’emplois de Chimay (- 1,6 %), de Couvin (- 0,9 %), de Verviers

(- 0,6 %), de Tournai (- 0,3 %) et de Courtrai (- 0,1 %). Ce dernier est composé uniquement de la commune de Comines, comme expliqué précédemment. Les taux les plus élevés sont observés dans les bassins d'emplois du sud de la Belgique : Bastogne (+ 3,3 %), Arlon (+ 2,8 %) et Marche (+ 2,7 %) sont les plus élevés.

L'agrégation des données pour l'échelle provinciale confirme les observations réalisées aux échelles inférieures (figure 14d). La province du Luxembourg présente le taux le plus élevé de croissance de la densité avec un taux de (+ 2,4 %) et la province du Hainaut le taux le plus faible (+ 0,5 %). La province de Liège présente également un taux de densification faible (+ 0,6 %). Les provinces du Brabant wallon et de Namur présentent des taux moyens de respectivement + 2 % et de + 1,2 %.

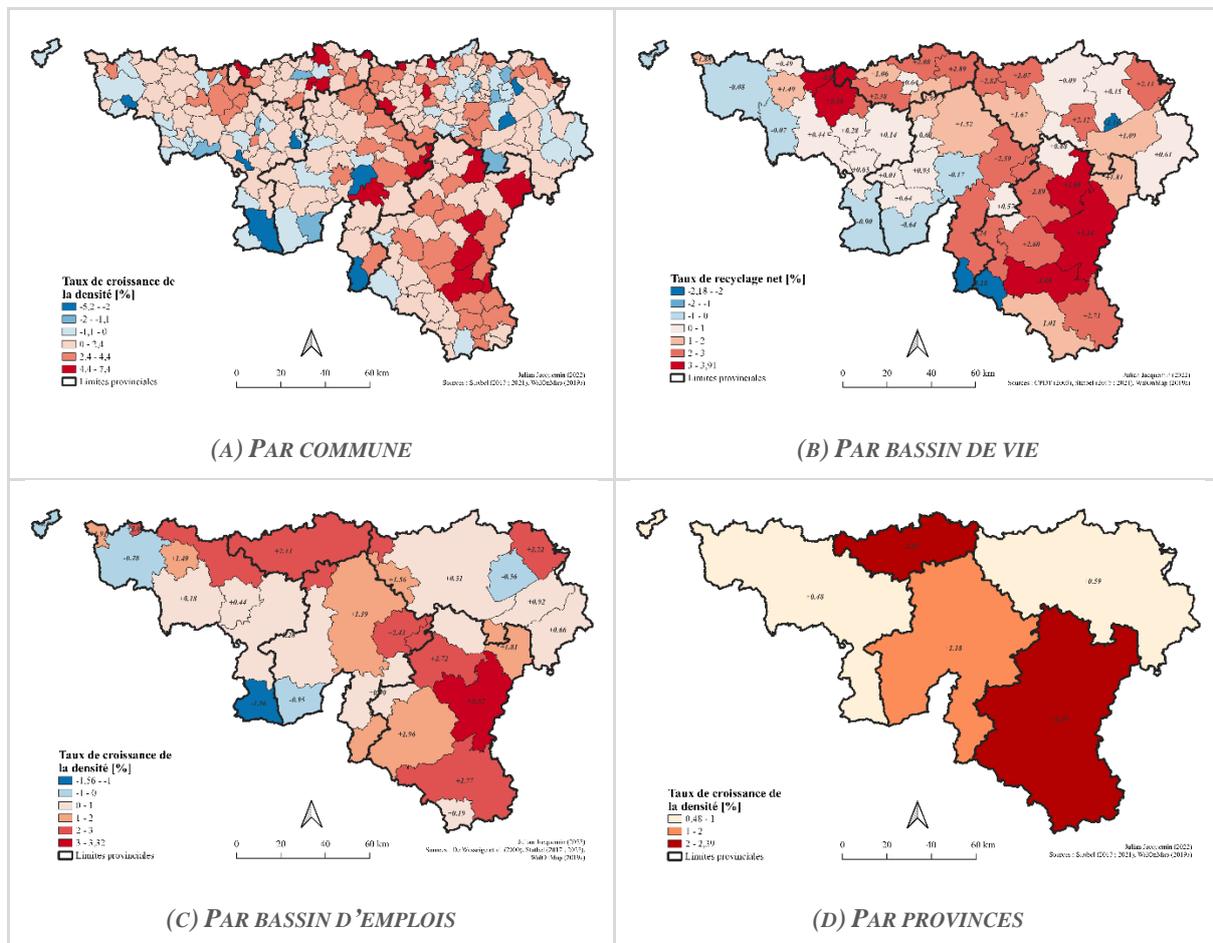


FIGURE 14 : REPRÉSENTATION MULTI-ÉCHELLE DU TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ

## 2. ANALYSE STATISTIQUE MULTI-ÉCHELLE DU RÔLE DE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE AU PLAN DE SECTEUR

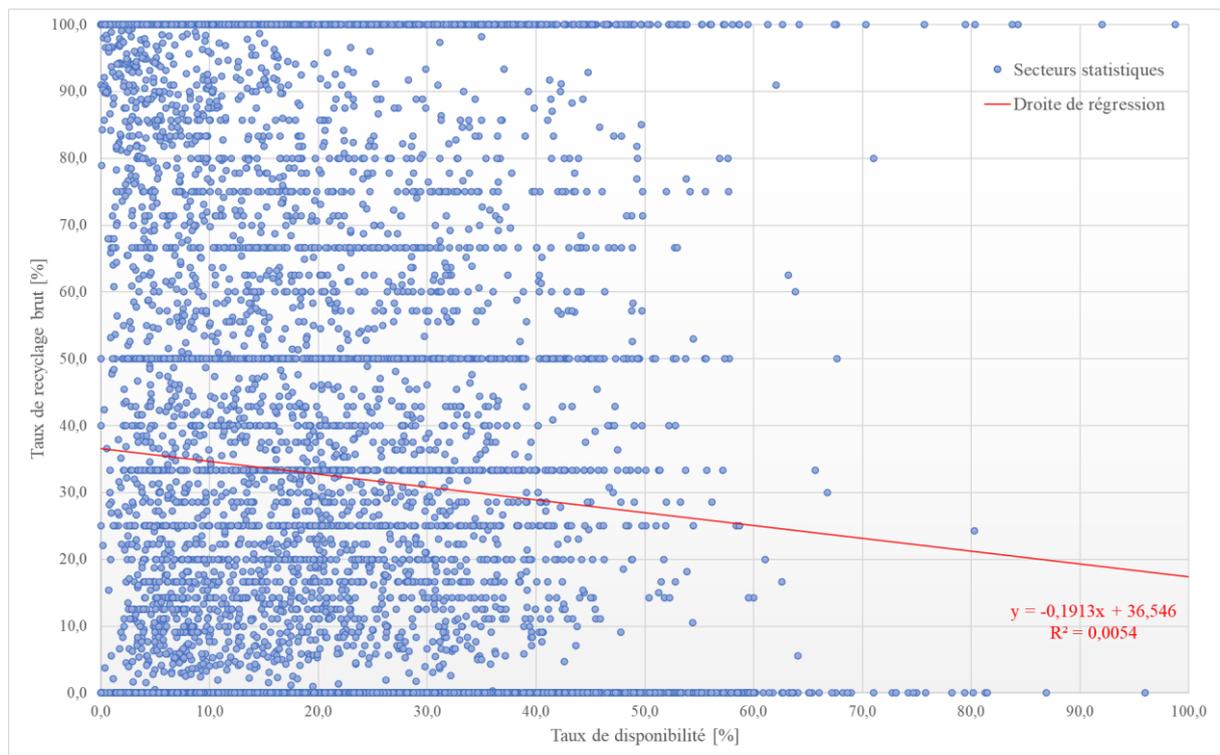
Cette seconde partie de la présentation des résultats vise à exposer le rôle de la disponibilité foncière au plan de secteur dans l'explication de la part du recyclage urbain et de la densification des espaces wallons. Deux sous-sections composent cette partie : les relations statistiques pour le recyclage urbain et les relations statistiques pour la densification. Pour chacune d'entre elles, les résultats font l'objet d'une présentation multi-échelle qui a pour objectif de déterminer laquelle est la plus pertinente pour expliquer chacune des relations.

### 2.1. DANS LA VARIATION DU RECYCLAGE URBAIN

#### 2.1.1. PAR SECTEUR STATISTIQUE

Le modèle de régression ajusté aux variables des secteurs statistiques met en évidence une droite de régression dont la pente est caractérisée par un signe négatif (figure 15). Cela signifie qu'une augmentation de la part de recyclage urbain est associée à une diminution du taux de disponibilité foncière.

L'alignement de valeurs particulières des données telles que l'on peut l'observer pour les valeurs de 0 %, de 20 %, de 25 %, de 33 %, etc. dans le taux de recyclage correspond à des divisions particulières dans la formule. En effet, les secteurs statistiques sont des petites entités où le nombre de logements est souvent faible. Le calcul de l'indicateur avec des petits nombres donne plus de probabilités que le résultat soit une division par 2, par 3 ou par 4. Ainsi les valeurs caractéristiques des divisions par ces chiffres sont plus fortement représentées sur la figure. Un grand nombre de secteurs est encore composé d'une disponibilité foncière de 100 % et un nombre comparable est composé de secteurs sans disponibilité.



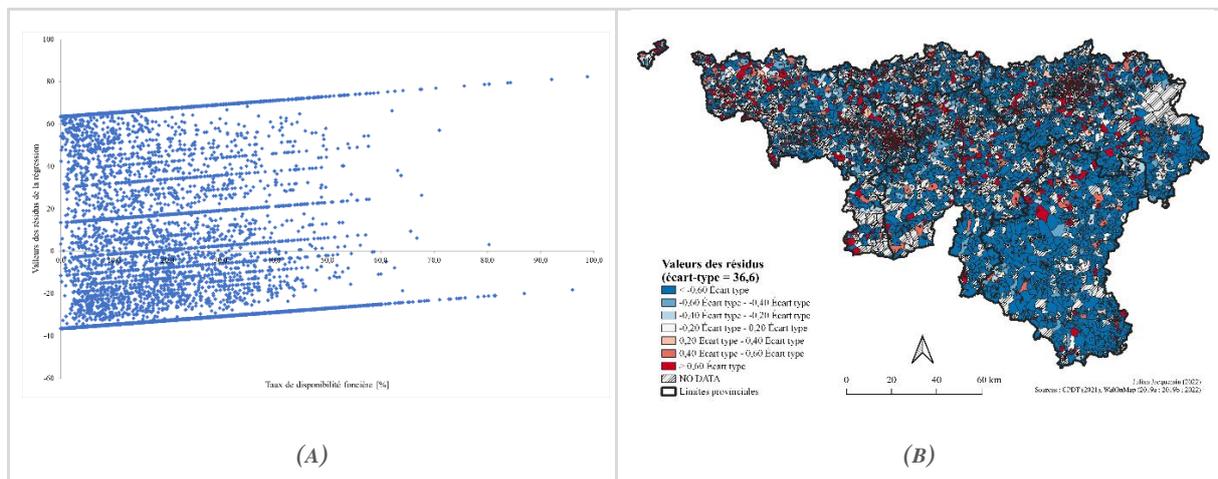
**FIGURE 15 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE DANS LA PRODUCTION BRUTE DE LOGEMENTS (2010 - 2016) PAR SECTEUR STATISTIQUE**

Les paramètres calculés, présentés dans le tableau 2, mettent en avant que la corrélation entre les variables est très faible voire nulle (- 0,07) et que la part explicative du taux de recyclage par le taux de disponibilité foncière l'est également ( $R^2 = 0,5 \%$ ). L'analyse des résidus est donc de grand intérêt à cette échelle d'analyses. La p-valeur associée à la régression est inférieure au seuil de 0,05 ce qui implique que le modèle statistique est significatif. Le F-test confirme également la significativité entre les données.

**TABEAU 2 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR SECTEUR STATISTIQUE**

Taux de recyclage	Coefficient de corrélation	p-valeur	Résumé
Secteurs statistiques	-0,07	1,20E-10	$R^2 = 0,5 \%$ $R^2$ ajusté = 0,5 % F-test (p-valeur) = 0 Ecart-type résidus = 36,6 n = 7599

Le graphique des résidus montre une tendance des valeurs résiduelles à devenir positives plus le taux de disponibilité est élevé (figure 16a). Cependant, le nombre de cas diminue avec l'augmentation de la disponibilité foncière. Graphiquement, la plupart de la Wallonie est composée par des résidus négatifs, en particulier les espaces périphériques et ruraux (figure 16b). Le cœur des centres urbains et l'ouest de la Wallonie sont marqués par des résidus plutôt positifs.

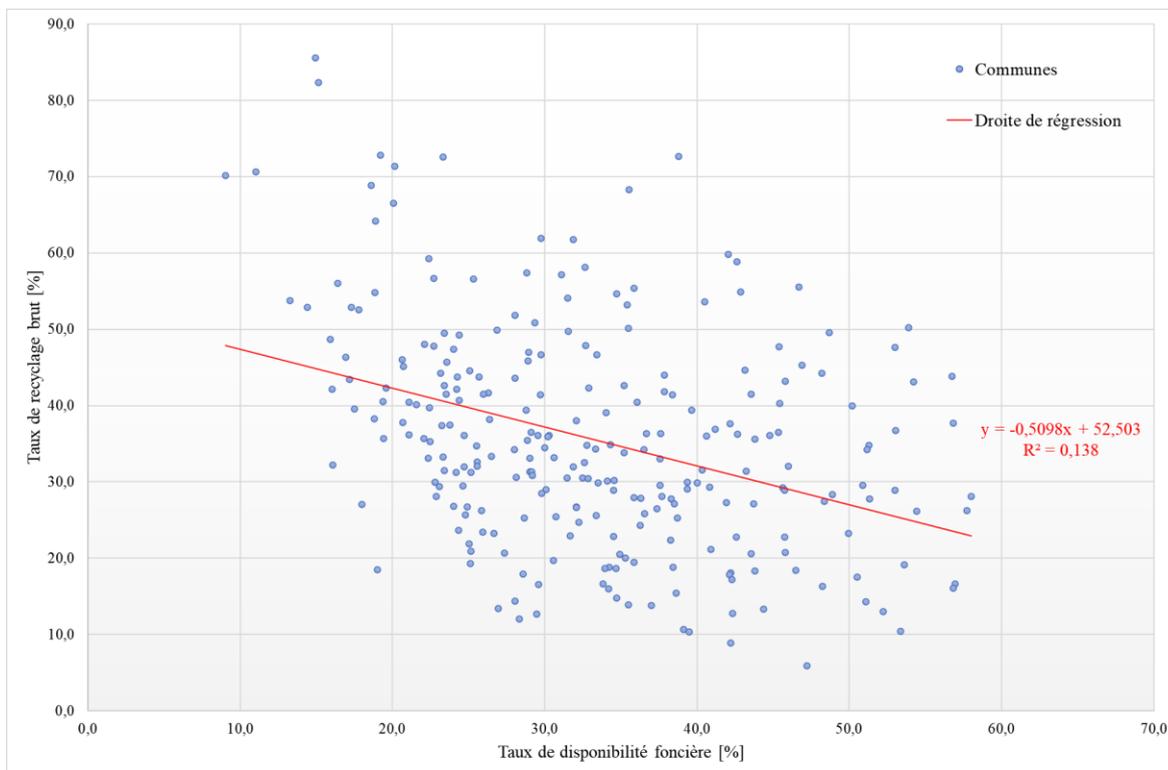


**FIGURE 16 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR SECTEUR STATISTIQUE**

### 2.1.2. PAR COMMUNE

Le taux de recyclage calculé dans la production brute de logements est préféré pour l'analyse des résultats à l'échelle communale car il rend mieux compte de l'allure de la relation.

La figure 17 présente l'allure générale de la relation et montre une décroissance du taux de recyclage lorsque les disponibilités foncières sont plus grandes. Autrement dit, les communes pour lesquelles le taux de disponibilité foncière au plan de secteur est le plus faible ont produit en moyenne une part plus importante de leurs logements par des opérations de recyclage.



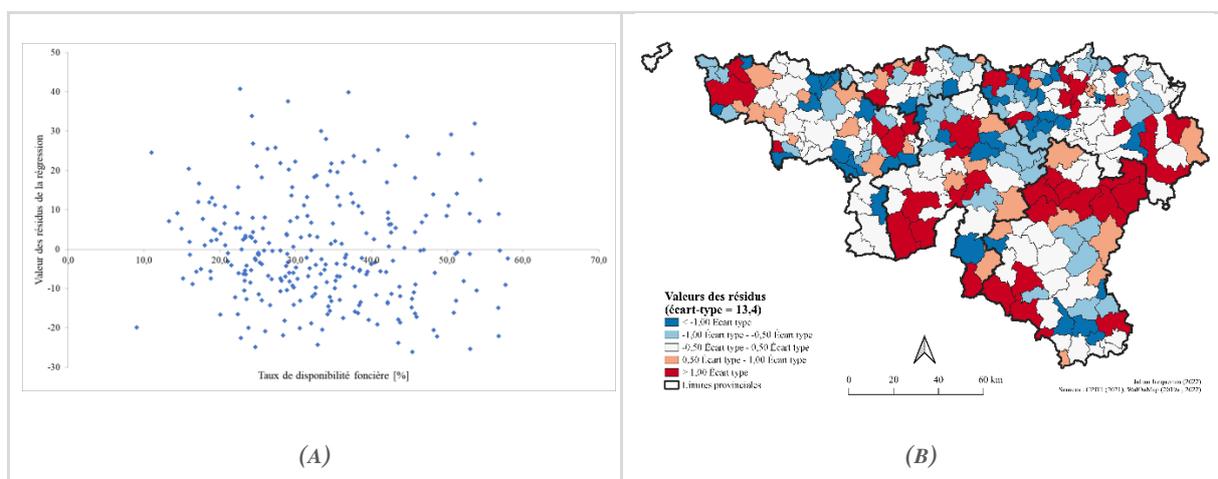
**FIGURE 17 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE DANS LA PRODUCTION BRUTE DE LOGEMENTS (2010 - 2016) PAR COMMUNE**

Statistiquement, la relation linéaire calculée sur la base des deux indicateurs montre un coefficient de corrélation entre les données de - 0,37 et un coefficient de détermination ( $R^2$ ) de 13,8 %. Une valeur de - 0,37 indique que la relation entre les variables est négative et que ces deux variables sont modérément corrélées. Le  $R^2$  renseigne que la droite de régression explique 13,8 % de la distribution des points. Il est possible de conclure que, bien que l'hypothèse initiale semble se confirmer, le taux de disponibilité n'explique qu'une faible part du taux de recyclage. La p-valeur calculée du modèle est de  $5,34 \cdot 10^{-10}$ . Plus cette valeur est petite, plus le pouvoir prédictif de la variable indépendante est élevé.

**TABLEAU 3 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR COMMUNE**

Taux de recyclage	Coefficient de corrélation	p-valeur	Résumé
Communes	-0,37	5,34E-10	$R^2 = 13,8 \%$ $R^2$ ajusté = 13,5 % F-test (p-valeur) = 2,06E-07 Ecart-type résidus = 13,44 n = 262

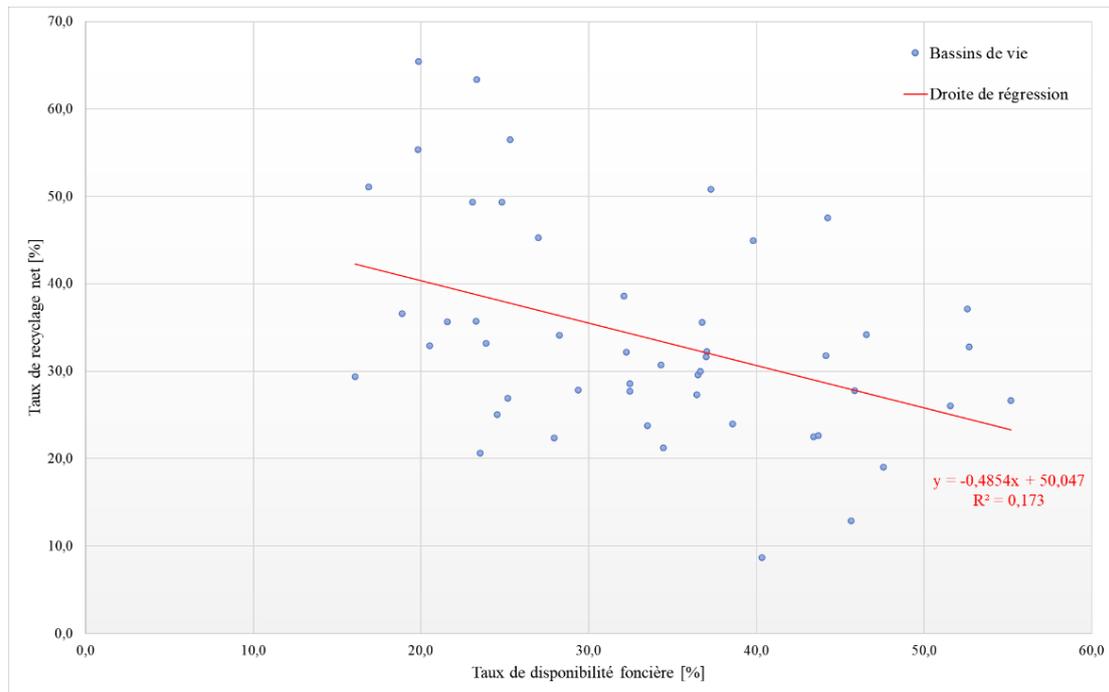
L'analyse des résidus permet d'évaluer la partie non expliquée par la relation. Pour que le modèle soit valide, il faut que la distribution des résidus ne présente aucune tendance spécifique comme cela est le cas sur la figure 18a. La cartographie des résidus montre une dispersion importante des résidus sur le territoire wallon. Une analyse poussée permet de mettre en évidence que les résidus positifs les plus élevés concernent principalement les communes urbaines ayant une densité déjà importante. Les communes de Charleroi (40,7), de Liège (37,6) et de Tournai (29,1) se trouvent parmi celles ayant les résidus les plus élevés. D'autres communes, plutôt urbaines, telles que Seraing, Ans, Wavre, Nivelles ou Huy sont également concernées. Les résidus négatifs les plus élevés concernent plutôt des communes rurales telles que Fexhe-le-Haut-Clocher, Gerpinnes, Silly, Martelange ou encore Burdinne.



**FIGURE 18 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR COMMUNE**

### 2.1.3. PAR BASSIN DE VIE

L'analyse par bassin de vie est calculée par le taux de recyclage dans la production nette de logements. La prise en compte des logements supprimés permet d'affiner la part relative du recyclage. La distribution du nuage de points met en évidence une légère tendance au recyclage urbain dans la production nette de logements lorsque le taux de disponibilité foncière est faible (figure 19).



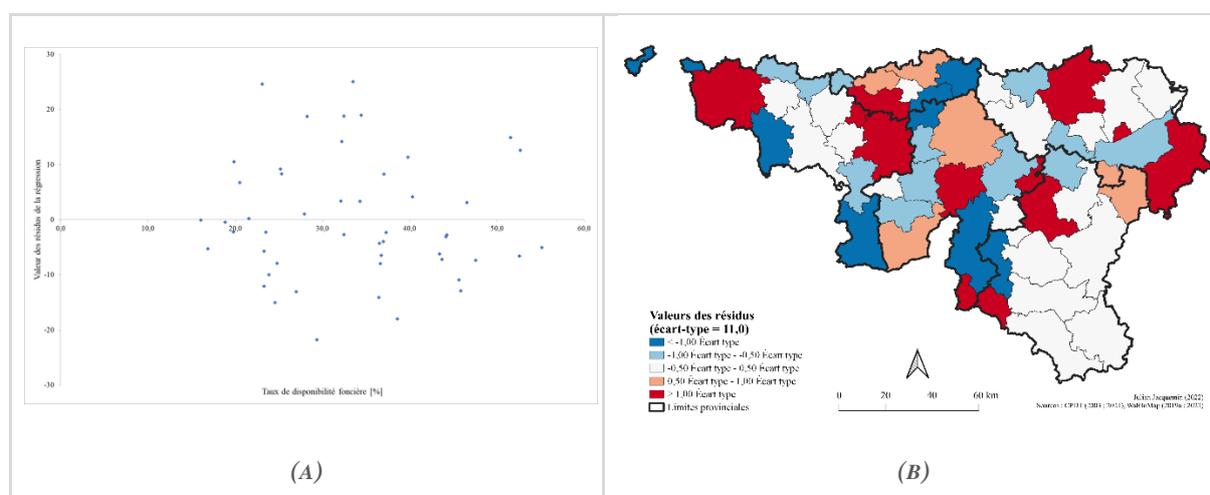
**FIGURE 19 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE DANS LA PRODUCTION NETTE DE LOGEMENTS (2010 - 2016) PAR BASSIN DE VIE**

Cette tendance est confirmée par un coefficient de corrélation de - 0,42 (tableau 4). De plus, celui-ci indique une corrélation modérée entre les variables. Le coefficient de détermination vaut 17,3 %. Cela signifie que la disponibilité foncière explique une part plus importante du recyclage à l'échelle des bassins de vie qu'à l'échelle des communes dont le  $R^2$  vaut 13,8 %. La p-valeur calculée est toujours inférieure au seuil maximal. La significativité est prouvée pour la relation. En revanche, la p-valeur du F-test ne l'est pas.

**TABLEAU 4 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR BASSIN DE VIE**

<b>Taux de recyclage</b>	<b>Coefficient de corrélation</b>	<b>p-valeur</b>	<b>Résumé</b>
Bassins de vie	-0,42	0,003	$R^2 = 17,3 \%$ $R^2$ ajusté = 15,5 % F-test (p-valeur) = 0,14 Ecart-type résidus = 11,01 n = 49

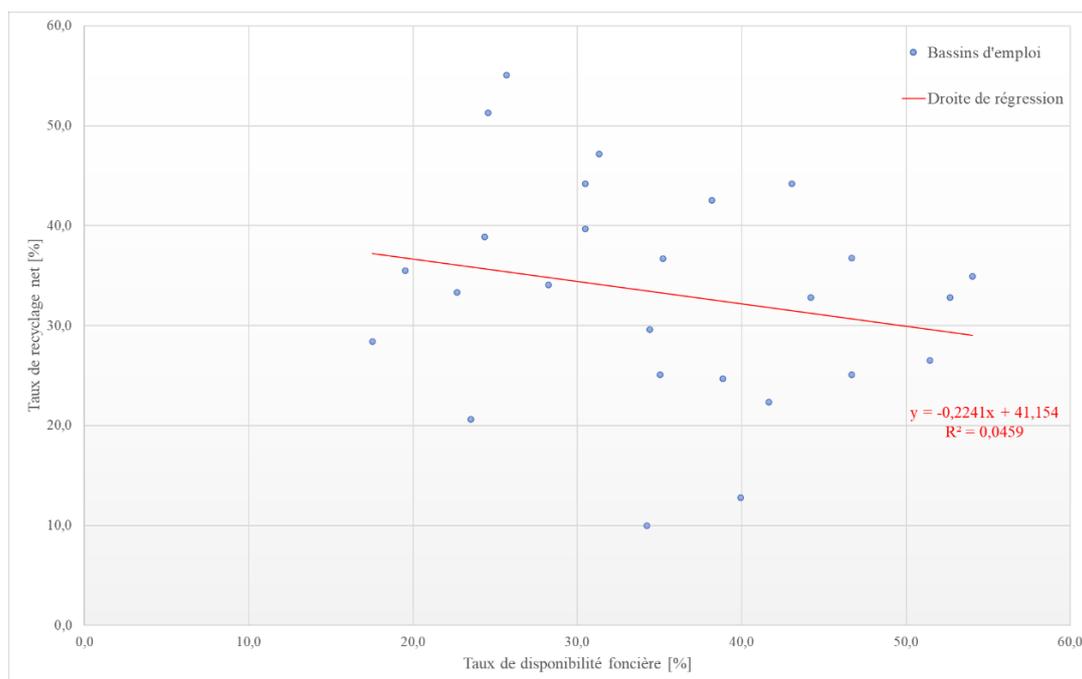
Le graphique des résidus ne présente pas de dispersion caractéristique (figure 20a). Les écarts au modèle sont relativement importants. Certaines données s'écartent de la valeur calculée par la régression de plus de 20 %. Ces écarts sont toutefois inférieurs à ceux observés pour les résidus du recyclage urbain par commune, lesquels s'élevaient parfois à plus de 30 %. La spatialisation des résidus montre que les bassins de vie de Chimay (- 21,8), de Beauraing (- 15), de Comines (- 18) et de Saint-Ghislain (- 13) présentent les résidus négatifs les plus élevés des territoires à l'ouest et au sud de la Wallonie (figure 20b). Ceux de Gembloux et de Jodoigne au nord présentent également des résidus négatifs élevés. Le reste du territoire suit relativement bien la régression à l'exception des bassins de certaines villes wallonnes dont Liège (18,7), Charleroi (25), Nivelles (14,9) ou encore Tournai (11,3).



**FIGURE 20 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR BASSIN DE VIE**

#### 2.1.4. PAR BASSIN D'EMPLOIS

À l'instar des bassins de vie, l'échelle des bassins d'emplois est calculée sur le taux de recyclage dans la production nette. L'étendue plus importante des bassins permet également de s'affranchir du problème du bilan net négatif observé à l'échelle des communes dans le taux de recyclage net. La droite de régression calculée présente un profil décroissant qui confirme l'hypothèse de recherche (figure 21).



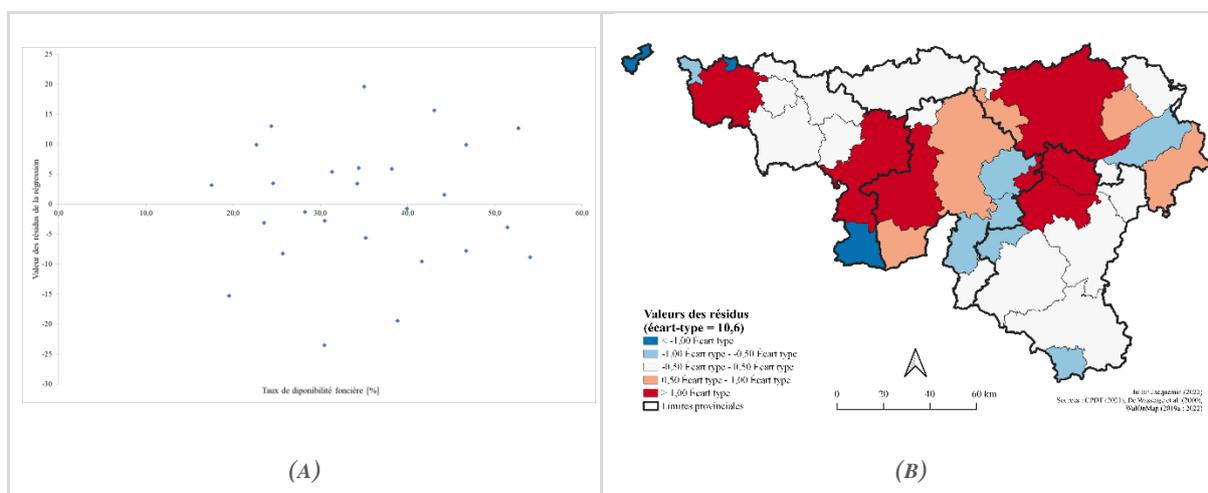
**FIGURE 21 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE DANS LA PRODUCTION NETTE DE LOGEMENTS (2010 - 2016) PAR BASSIN D'EMPLOIS**

Le tableau 5 montre que la corrélation entre les données est faible (-0,21) mais n'est pas pour autant inexistante. L'analyse statistique met également en évidence que le coefficient de détermination ( $R^2$ ) est très faible pour le découpage en bassins d'emplois (4,6 %). Les groupements de communes plus importants que constituent les bassins d'emplois entraînent une diminution de l'échantillon statistique ( $n = 26$ ), ce qui favorise l'hétérogénéité. En effet, plus la taille du découpage est grande en termes de communes rassemblées, plus le découpage comporte des risques de rassembler des données hétérogènes. Aucune des p-valeurs n'est inférieure à 0,05 donc aucune conclusion quant à la significativité de la relation ne peut être tirée.

**TABLEAU 5 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR BASSIN D'EMPLOIS**

Taux de recyclage	Coefficient de corrélation	p-valeur	Résumé
Bassins d'emplois	-0,21	0,3	$R^2 = 4,6 \%$ $R^2$ ajusté = 0,6 % F-test (p-valeur) = 0,41 Ecart-type résidus = 10,62 $n = 26$

L'observation des résidus et leur représentation graphique confirme la validité du modèle en ne décrivant pas de formes particulières (figure 22a). Les écarts observés sont de l'ordre d'environ 20 %. En ce qui concerne leur cartographie (figure 22b), les bassins d'emplois de Liège, de Charleroi et de Tournai présentent une nouvelle fois des résidus positifs élevés (supérieurs à un écart type). Le bassin d'emplois de Marche, au sud de celui de Liège, présente également un résidu élevé. La part des résidus négatifs dans la cartographie diminue à l'échelle des bassins d'emplois et les valeurs extrêmes concernent les bassins de Chimay (- 23,5), de Ronse (- 19,4) et de Courtrai (- 15,3). D'autres bassins d'emplois présentent des valeurs intermédiaires comprises entre un demi écart type et un écart type.

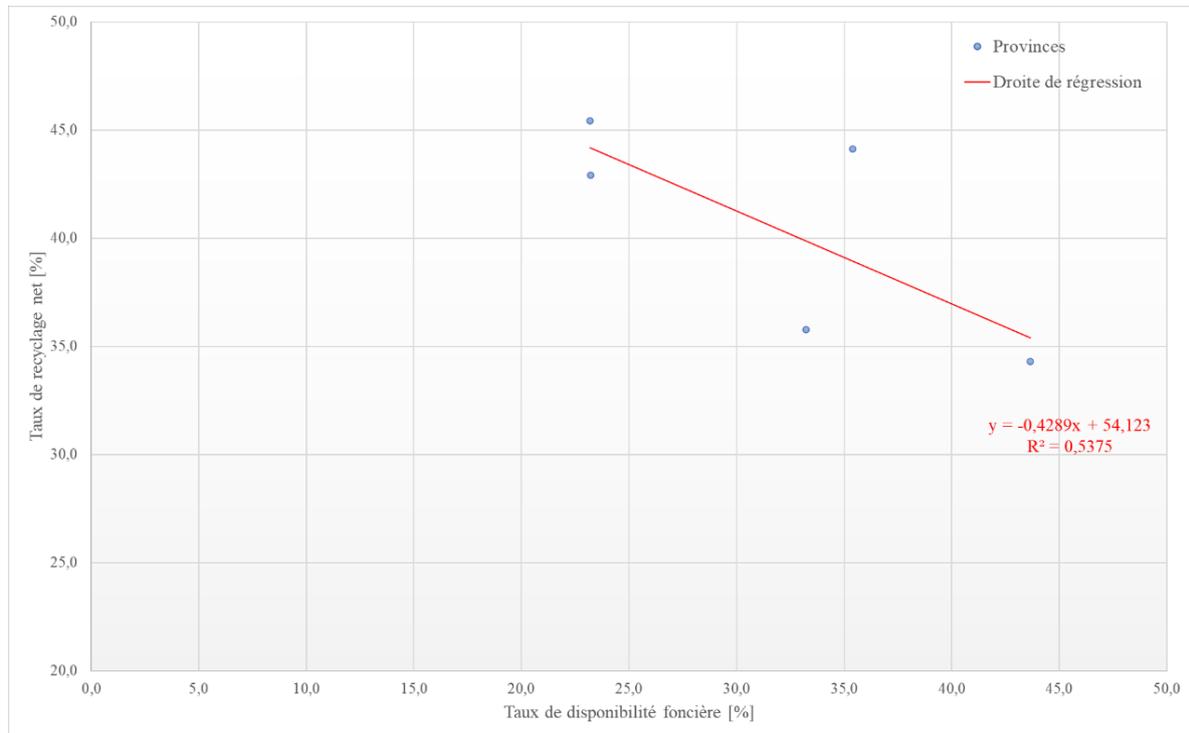


**FIGURE 22 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR BASSIN D'EMPLOIS**

### 2.1.5. PAR PROVINCE

La faible taille de l'échantillon permet de bien visualiser les données. L'ensemble que représente une province est toutefois une entité fondamentalement hétérogène dont les contextes infra-provinciaux sont très différents. La figure 23 montre que les provinces du Brabant wallon et du Hainaut présentent de faibles taux de disponibilité foncière (environ 23 %). Cependant, ces mêmes provinces présentent les taux de recyclage parmi les plus élevés observés (supérieurs à 40 %). Bien qu'elle présente un taux de disponibilité supérieur à ces

deux provinces, la province de Liège affiche un taux de recyclage du même ordre. La province de Namur, dont la disponibilité foncière est semblable à celle de la province de Liège (environ 35 %), présente un taux de recyclage bien inférieur (35 %). Ce même taux de recyclage est observé dans la province du Luxembourg qui propose le plus d'espaces disponibles en zone d'habitat.



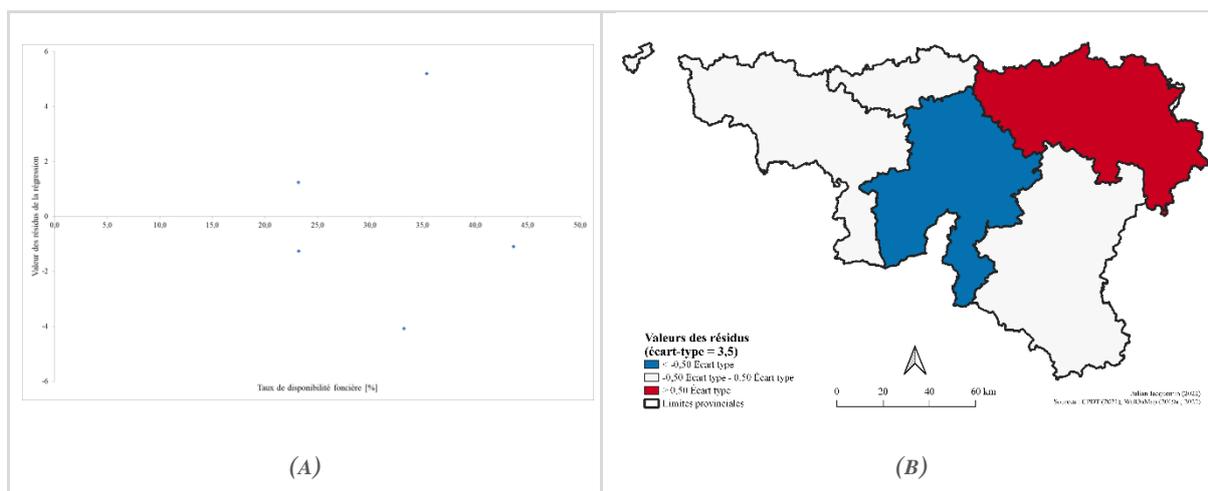
**FIGURE 23 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE DANS LA PRODUCTION NETTE DE LOGEMENTS (2010 - 2016) PAR PROVINCE**

Les observations réalisées à l'échelle des provinces décrivent la plus grande robustesse dans les explications ( $R^2 = 53,7 \%$ ). La relation linéaire entre les données soutient également l'hypothèse de départ (- 0,73). Les deux coefficients calculés présentent les valeurs les plus élevées parmi l'ensemble des échelles analysées pour décrire les relations (tableau 6). La taille de l'échantillon relativement faible ( $n = 5$ ) constitue cependant un désavantage statistique puisque l'hétérogénéité des données diminue également.

**TABEAU 6 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR PROVINCE**

Taux de recyclage	Coefficient de corrélation	p-valeur	Résumé
Provinces	-0,73	0,16	R <sup>2</sup> = 53,7 % R <sup>2</sup> ajusté = 38,3 % F-test (p-valeur) = 0,16 Ecart-type résidus = 3,46 n = 5

La représentation des résidus est anecdotique compte tenu de la faible taille de l'échantillon (figure 24a). Cependant, aucune distribution spécifique n'est observable, ce qui contribue à valider le modèle explicatif. La faible hétérogénéité des données fait également en sorte que les écarts observés avec le modèle soient plus faibles. Les écarts maximums sont de l'ordre de 4 % à 6 %. Les résidus observés sont relativement limités. Seules les provinces de Liège et de Namur s'écartent de plus d'un demi écart type de la relation respectivement dans un sens positif et négatif (figure 24b).



**FIGURE 24 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR PROVINCE**

## 2.1.6. BILAN DES MODÈLES EXPLICATIFS POUR LE RECYCLAGE URBAIN

Le tableau 7 rassemble les différents paramètres étudiés sur la relation entre le taux de disponibilité foncière et le taux de recyclage dans la production de logements. Les éléments d'analyses descriptives mettent en évidence qu'une relation négative unit les variables. Les coefficients de corrélation montrent que les relations au niveau des communes, des bassins d'emplois et de vie sont modérément corrélées, alors que les relations au niveau des provinces le sont plus fortement. L'estimation de la part explicative de la disponibilité foncière sur le recyclage urbain est toutefois limitée. Le coefficient de détermination ( $R^2$ ) calculé pour ces régressions montre que le découpage en bassins d'emplois explique très peu la variation du recyclage urbain (4,6 %), les bassins de vie et les communes l'expliquent un peu plus (17,3 % et 13,8 %) et les provinces l'expliquent mieux (53,7 %). Les résultats obtenus suggèrent une grande importance des résidus dans le modèle car ils concernent souvent plus de 50 % des explications.

L'analyse des résidus contribue à renforcer les observations faites aux différentes échelles. L'absence de tendance dans leurs graphiques vise à conforter la validité des observations. Les écarts enregistrés varient en fonction des échelles et ont tendance à diminuer plus l'échantillon est faible, comme le montrent les écarts types des résidus. En revanche, la spatialisation des résidus montre que les valeurs extrêmes positives ont tendance à être retrouvées dans les entités spatiales comprenant une ou plusieurs communes urbaines. Cela signifie que dans ces entités, la variable dépendante réelle est supérieure à ce que laisse prévoir la variable explicative. Les résidus négatifs sont plutôt observés dans des communes ou des bassins plus ruraux. Dans ces cas, la variable dépendante réelle est inférieure à ce que laisse prévoir la variable explicative (Triola & Triola, 2006, cités par Stevens, 2019). Cette distribution tend à confirmer l'idée que, dans les centres urbains, un plus grand nombre de facteurs explicatifs influencent le recyclage urbain.

L'observation des paramètres statistiques permet de valider le modèle choisi ou non au regard des différents découpages. La p-valeur associée à la régression linéaire doit être inférieure à 0,05 pour que le modèle soit jugé correct dans l'interprétation des résultats. Il ressort de cette valeur que seules les régressions aux échelles communales et des bassins de vie sont inférieures à la valeur limite. Les p-valeurs des régressions des bassins d'emplois et des provinces surpassent ce seuil. En ce qui concerne l'analyse de la significativité du modèle, des

tests F ont été réalisés. Ceux-ci permettent de connaître la probabilité pour que la variable explicative ne soit pas liée à la variable dépendante (Teller et al., 2011, p. 31). L'analyse de cette donnée montre que seule l'échelle relative aux communes propose un modèle explicatif significatif.

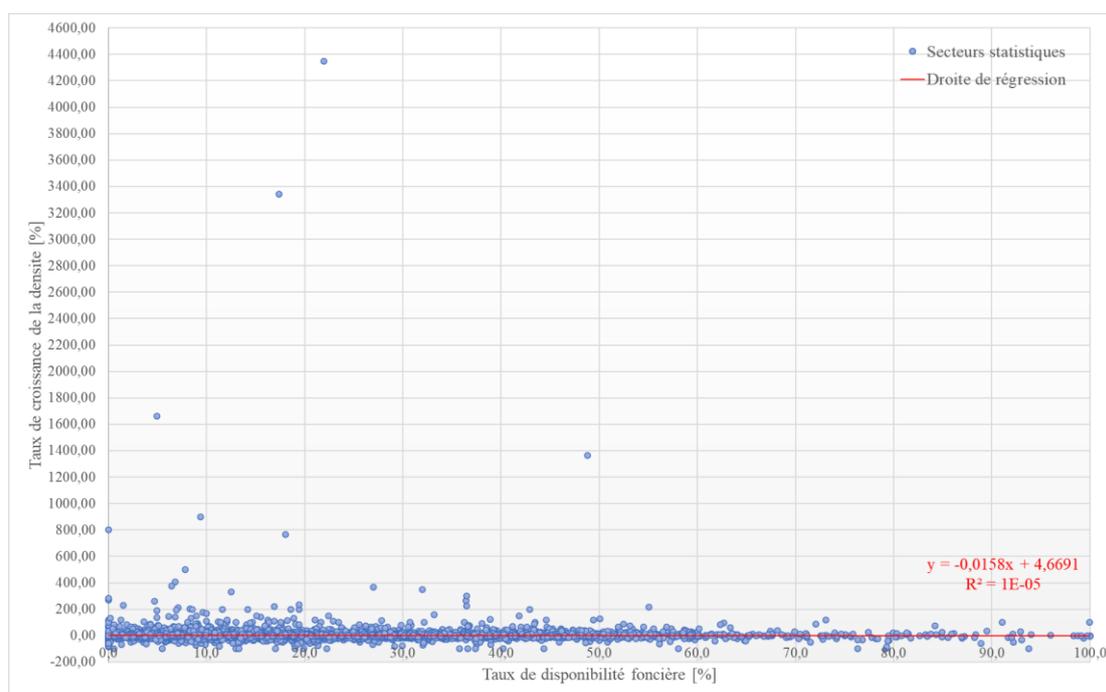
**TABLEAU 7 : COMPARAISON DES PARAMÈTRES STATISTIQUES DES RÉGRESSIONS LINÉAIRES ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE RECYCLAGE URBAIN PAR ÉCHELLE SPATIALE**

<b>Taux de recyclage</b>	<b>Coefficient de corrélation</b>	<b>p-valeur</b>	<b>Résumé</b>
Secteurs statistiques	-0,07	1,20E-10	R <sup>2</sup> = 0,5 % R <sup>2</sup> ajusté = 0,5 % F-test (p-valeur) = 0 Ecart-type résidus = 36,6 n = 7599
Communes	-0,37	5,34E-10	R <sup>2</sup> = 13,8 % R <sup>2</sup> ajusté = 13,5 % F-test (p-valeur) = 2,06E-07 Ecart-type résidus = 13,44 n = 262
Bassins de vie	-0,42	0,003	R <sup>2</sup> = 17,3 % R <sup>2</sup> ajusté = 15,5 % F-test (p-valeur) = 0,14 Ecart-type résidus = 11,01 n = 49
Bassins d'emplois	-0,21	0,3	R <sup>2</sup> = 4,6 % R <sup>2</sup> ajusté = 0,6 % F-test (p-valeur) = 0,41 Ecart-type résidus = 10,62 n = 26
Provinces	-0,73	0,16	R <sup>2</sup> = 53,7 % R <sup>2</sup> ajusté = 38,3 % F-test (p-valeur) = 0,16 Ecart-type résidus = 3,46 n = 5

## 2.2. DANS LA VARIATION DE LA CROISSANCE DE LA DENSITÉ

### 2.2.1. PAR SECTEUR STATISTIQUE

L'analyse graphique de la régression statistique entre le taux de croissance de la densité et le taux de disponibilité foncière est peu expressive à cause de la présence de valeurs extrêmes (figure 25). Certains secteurs ont développé des augmentations très importantes. En revanche, l'équation de la droite de régression montre que la pente de celle-ci est négative. Cela sous-entend que la diminution du foncier disponible dans les secteurs statistiques s'accompagne d'une augmentation de la densification.



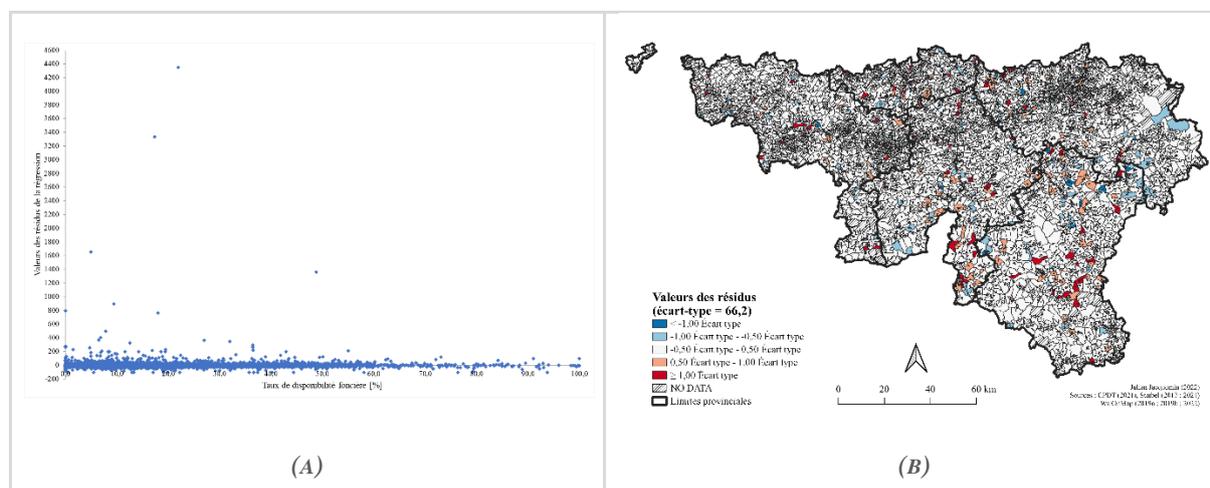
**FIGURE 25 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ (2016 - 2021) PAR SECTEUR STATISTIQUE**

Cependant, l'analyse du coefficient de corrélation montre que, bien que la relation soit négative, la corrélation entre les variables est très faible (tableau 8). De plus, la valeur nulle est comprise dans l'intervalle de confiance autour de la valeur de la pente. Cela signifie qu'on ne peut pas conclure qu'une relation négative unit les variables. La p-valeur et le coefficient de détermination sont également très faibles. Par conséquent, le taux de disponibilité foncière n'apparaît pas comme une explication à la densification des secteurs statistiques.

**TABEAU 8 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR SECTEUR STATISTIQUE**

Taux de croissance de la densité	Coefficient de corrélation	p-valeur	Résumé
Secteurs statistiques	-0,004	0,72	R <sup>2</sup> = 0,001% R <sup>2</sup> ajusté = 0 % F-test (p-valeur) = 0 Ecart-type résidus = 66,23 n = 9422

L'analyse des résidus suit la même caractérisation que la régression puisque la droite de régression est très proche de l'axe X (figure 26a). La spatialisation des résidus ne permet pas non plus d'interpréter ces résultats. La figure 26b ne montre pas de grande tendance dans la répartition des résidus.

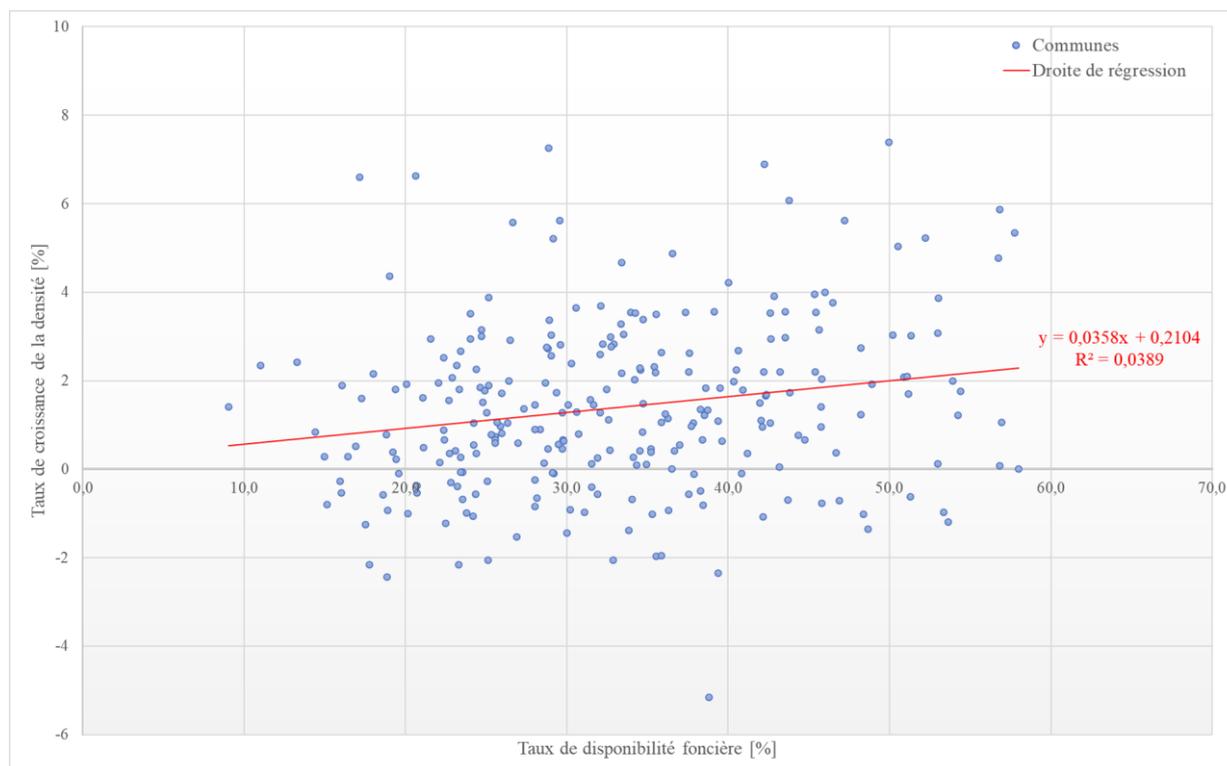


**FIGURE 26 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR SECTEUR STATISTIQUE**

### 2.2.2. PAR COMMUNE

Le taux de croissance de la densité observé à l'échelle des communes varie de - 5,2 % (Vresse-Sur-Semois) à + 7,4 % (Léglise). La commune d'Amblève en province de Liège a la particularité de ne pas présenter de croissance de sa densité sur la période 2016 – 2020. La

droite de régression calculée sur la base de ces données montre une tendance croissante entre la densification et la disponibilité foncière (figure 27).



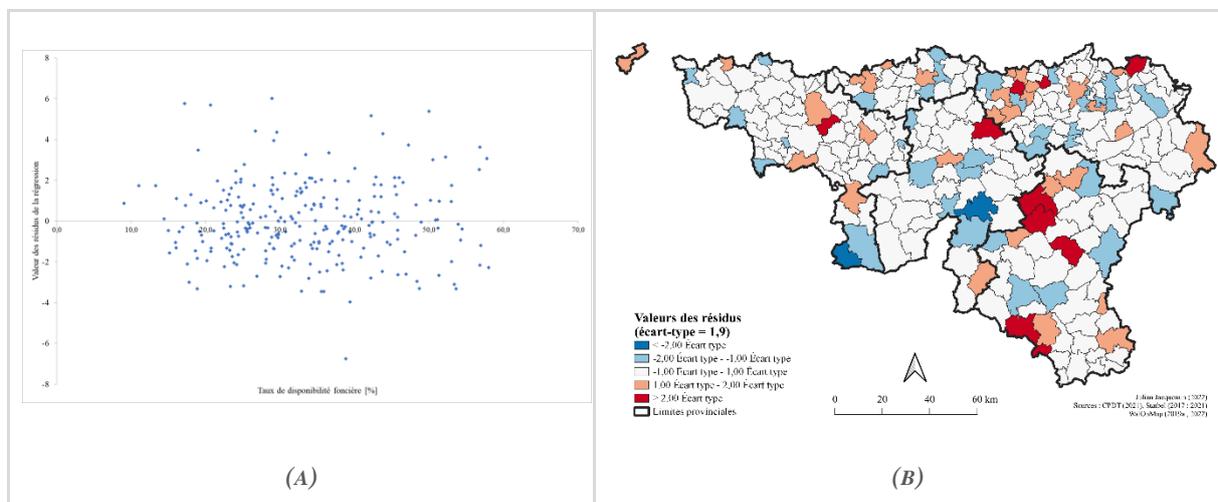
**FIGURE 27 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ (2016 - 2020) PAR COMMUNE**

Le coefficient de corrélation vaut 0,2. Cela représente une corrélation faible entre les variables. Le  $R^2$  calculé du modèle de régression vaut 3,9 %, soit une valeur très faible. La p-valeur calculée montre une significativité dans les résultats. Le tableau 9 expose les résultats issus de l'analyse descriptive et statistique de la relation.

**TABEAU 9 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR COMMUNE**

<b>Taux de croissance de la densité</b>	<b>Coefficient de corrélation</b>	<b>p-valeur</b>	<b>Résumé</b>
Communes	0,2	0,001	$R^2 = 3,9 \%$ $R^2$ ajusté = 3,5 % F-test (p-valeur) = 8,23E-121 Ecart-type résidus = 1,88 n = 262

Le graphique des résidus ne présente aucune particularité dans la représentation du nuage de points ce qui peut être interprété comme une source de validité du modèle (figure 28a). Les écarts calculés varient jusqu'à 6 %. Les écarts positifs les plus importants sont observés dans les communes de Léglise, d'Hélécine, de Somme-Leuze, de Mont-Saint-Guibert, de Tubize ou encore d'Héron (figure 28b). Aucune de ces communes ne peut être définie comme « urbaine » et la densité y est relativement faible par rapport aux densités que l'on peut observer ailleurs en Wallonie. Parallèlement, les communes avec les écarts négatifs les plus importants sont pour la majorité des communes rurales, par exemple Vresse-sur-Semois, Antoing et Chimay. Certaines communes présentant des taux négatifs élevés ont des densités plus élevées : Spa, Chatelet, Dinant, Pépinster ou Fléron.



**FIGURE 28 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR COMMUNE**

### 2.2.3. PAR BASSIN DE VIE

Le découpage en bassins de vie présente la même tendance positive entre les variables que celle observée par le découpage communal (figure 29). Toutefois, les paramètres statistiques présentés dans le tableau 10 qui caractérisent le modèle démontrent une très faible corrélation entre les variables. Le coefficient de corrélation est inférieur à 0,1 et le coefficient de détermination ( $R^2$ ) vaut 0,53 %. D'une part, la très faible valeur de ces deux paramètres met

en évidence que la relation statistique entre la densification et le taux de disponibilité est très peu corrélée. D'autre part, seule une part infime de la variance du taux de croissance de la densité est expliquée par la corrélation de ce taux avec celui de la disponibilité foncière.

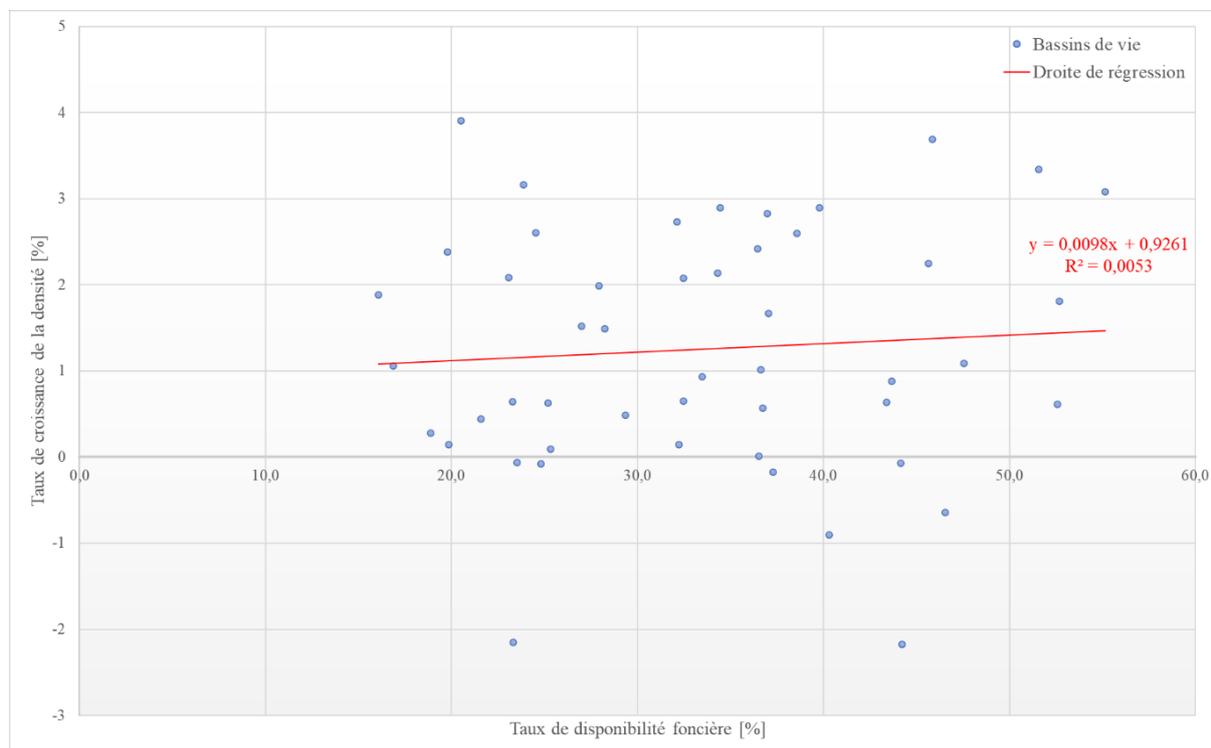


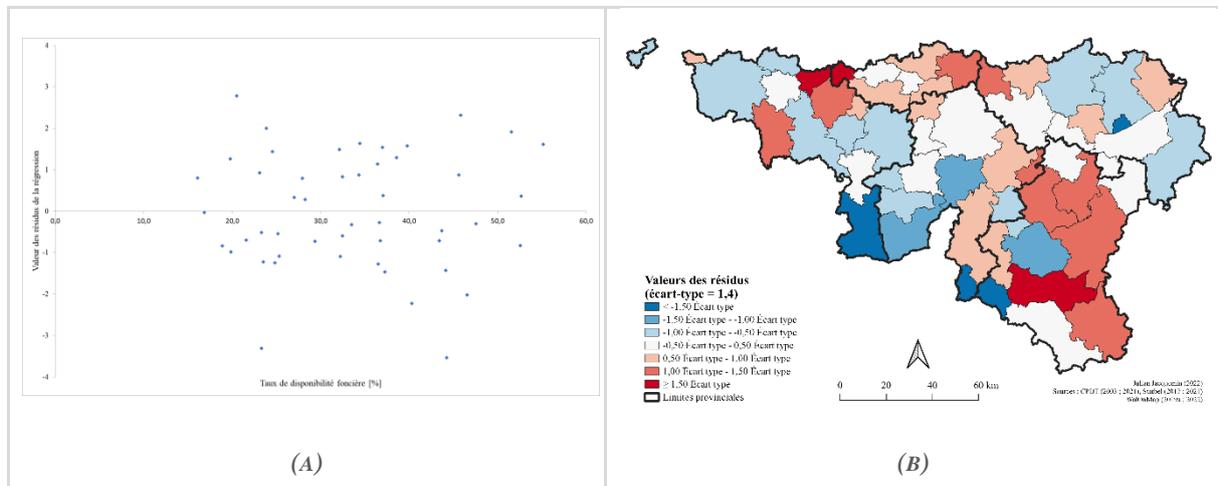
FIGURE 29 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ (2016 - 2020) PAR BASSIN DE VIE

TABLEAU 10 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR BASSIN DE VIE

Taux de croissance de la densité	Coefficient de corrélation	p-valeur	Résumé
Bassins de vie	0,07	0,62	R <sup>2</sup> = 0,5 % R <sup>2</sup> ajusté = -1,6 % F-test (p-valeur) = 1,08E-29 Ecart-type résidus = 1,4 n = 49

Le calcul des résidus ne prévoit pas un rejet statistique du modèle pour autant puisque leur distribution ne suit pas de schéma particulier (figure 30a). En revanche, le calcul de la p-

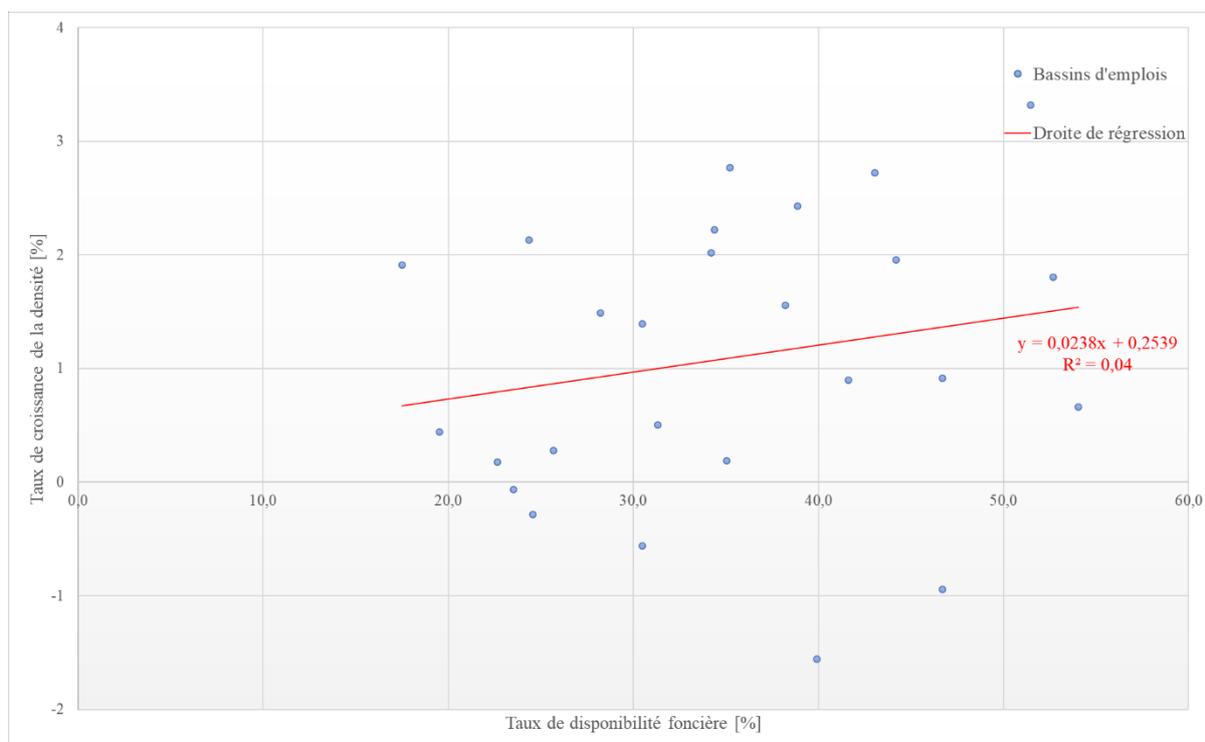
valeur (0,62) montre un très faible pouvoir prédictif du taux de disponibilité foncière sur le taux de croissance de la densité. La cartographie montre que les bassins de vie du sud de la Wallonie et du Brabant wallon ont des résidus à tendance positive (figure 30b). Les bassins de vie de l'ouest de la Wallonie ont une tendance à avoir des résidus négatifs.



**FIGURE 30 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR BASSIN DE VIE**

#### 2.2.4. PAR BASSIN D'EMPLOIS

De la même manière que pour les échelles précédemment analysées, le découpage en bassins d'emplois explique très peu la variation du taux de croissance de la densité par la disponibilité foncière ( $R^2 = 4\%$ ). La corrélation est également faible et est mise en évidence par un coefficient de 0,2. Ce coefficient est de l'ordre de celui observé pour le découpage communal et est supérieur à celui observé pour les bassins de vie (tableau 11). Le signe de la corrélation est également positif ce qui implique une relation croissante entre les variables : plus le taux de disponibilité augmente, plus le taux de croissance de la densité augmente lui-aussi (figure 31).



**FIGURE 31 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ (2016 - 2020) PAR BASSIN D'EMPLOIS**

**TABLEAU 11 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR BASSIN D'EMPLOIS**

Taux de croissance de la densité	Coefficient de corrélation	p-valeur	Résumé
Bassins d'emplois	0,2	0,33	R <sup>2</sup> = 4,0 % R <sup>2</sup> ajusté = 0 % F-test (p-valeur) = 1,51E-17 Ecart-type résidus = 1,21 n = 26

L'analyse des résidus pour les bassins d'emplois suit les mêmes observations que celles faites pour les communes et pour les bassins de vie. Aucune tendance générale n'est observée sur la figure 32a. La p-valeur est légèrement plus faible que celle des bassins de vie (0,33 contre 0,62). La cartographie des résidus souligne les résultats précédents en termes de spatialisation des valeurs extrêmes (figure 32b).

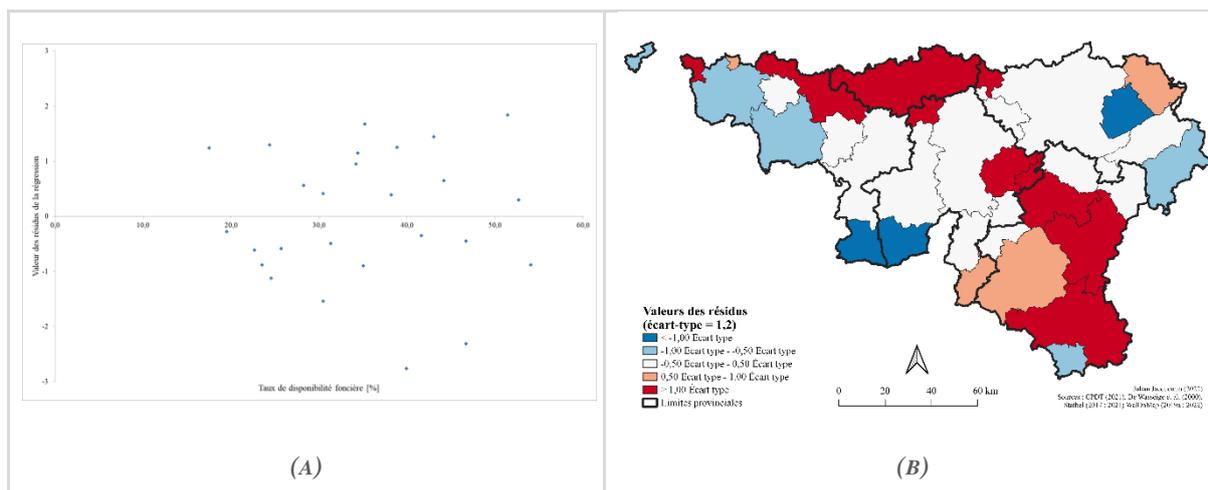


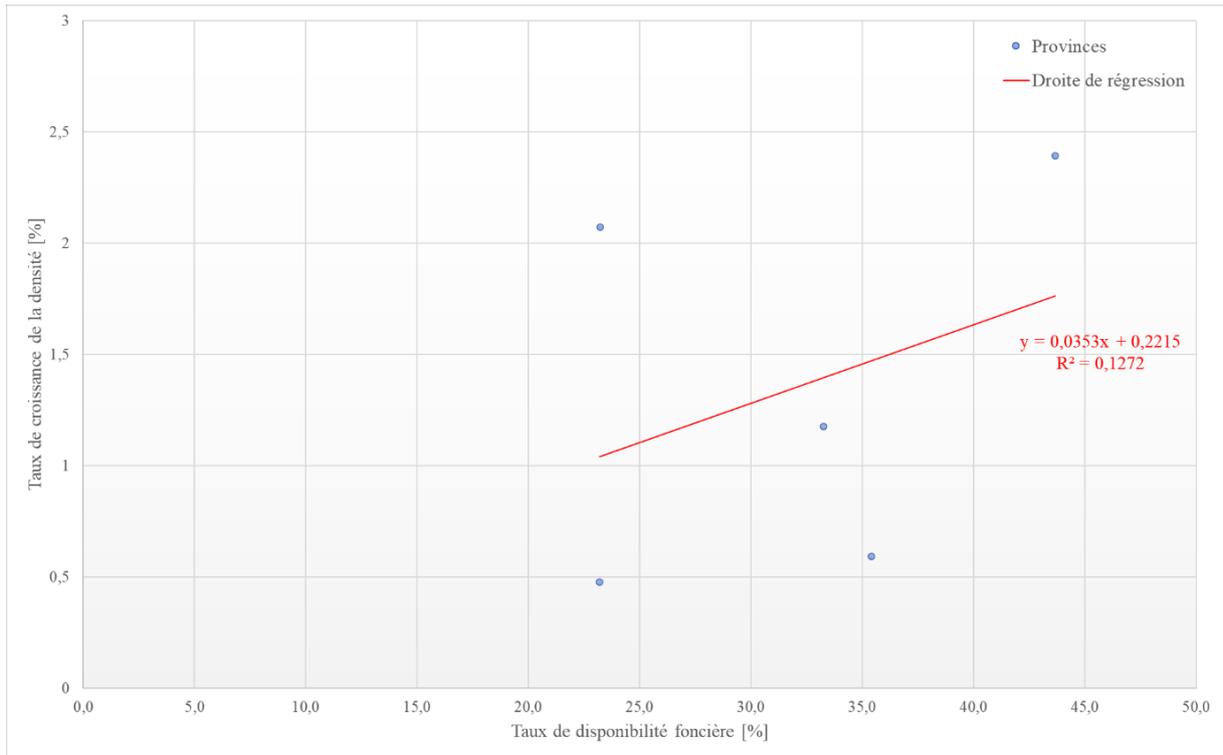
FIGURE 32 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR BASSIN D'EMPLOIS

### 2.2.5. PAR PROVINCE

La plus grande force de corrélation est observée à l'échelle des provinces avec un coefficient de corrélation de 0,36. Cette valeur caractérise une relation modérément corrélée mais qui est toutefois supérieure aux coefficients obtenus pour les autres échelles d'analyses. Le coefficient de détermination est également le plus élevé des observations réalisées ( $R^2 = 12,7\%$ ) mais il reste relativement faible (figure 33). La faible taille de l'échantillon entraîne une couverture plus grande pour chaque entité, ce qui augmente l'hétérogénéité des données et influence les observations.

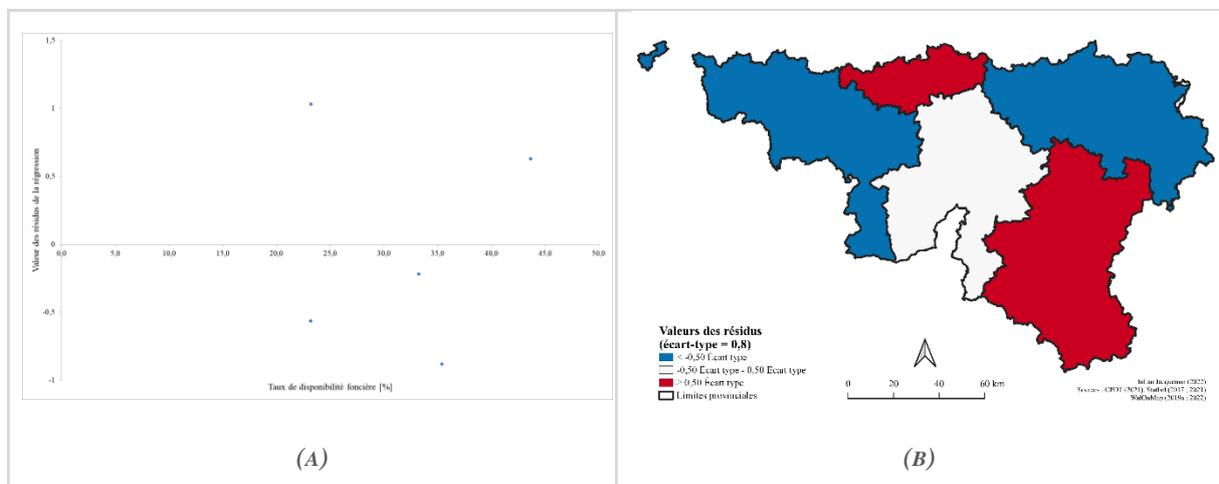
TABLEAU 12 : PARAMÈTRES DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR PROVINCE

Taux de croissance de la densité	Coefficient de corrélation	p-valeur	Résumé
Provinces	0,36	0,56	$R^2 = 12,7\%$ $R^2$ ajusté = -16,4 % F-test (p-valeur) = 0,0003 Ecart-type résidus = 0,8 n = 5



**FIGURE 33 : RELATION ENTRE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ (2016 - 2020) PAR PROVINCE**

La répartition des résidus est également aléatoire et cela peut être interprété comme une indication de validité pour le modèle (figure 34a). En revanche, la p-valeur obtenue vaut 0,56. Ce nombre est assez élevé et peut contribuer à rejeter une part importante du modèle.



**FIGURE 34 : GRAPHIQUE (A) ET CARTOGRAPHIE (B) DES RÉSIDUS DE LA RÉGRESSION LINÉAIRE ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR PROVINCE**

## 2.2.6. BILAN DES MODÈLES EXPLICATIFS POUR LA COISSANCE DE LA DENSITÉ

Identiquement aux conclusions réalisées sur la variation du taux de recyclage, le tableau 13 présente les principaux paramètres statistiques pour caractériser les modèles. L'analyse des paramètres de statistique descriptive permet de mettre en évidence une faible corrélation entre les variables. La meilleure corrélation est calculée pour l'échelle des communes (0,2). Les échelles des bassins de vie (0,2) et des provinces (0,36) montrent également un coefficient de corrélation modéré mais la significativité des modèles à ces échelles est rejetée par des p-valeurs supérieures au seuil maximal fixé. Ce rejet statistique des modèles concerne également les échelles des secteurs statistiques et des bassins de vie. En d'autres termes, l'échelle des communes s'impose comme l'échelle la plus pertinente pour observer la variation de la densité urbaine par celle du taux de disponibilité foncière. De plus, la pente de la droite de régression est très proche d'une droite horizontale, synonyme d'une relation nulle. L'intervalle de confiance fixé autour de la valeur de la pente (95 %) comprend la valeur nulle pour les échelles des bassins de vie, des bassins d'emplois et des provinces. Cela signifie que, pour ces découpages, il existe une probabilité que la pente de la droite de régression soit du signe contraire ou que la pente soit nulle. Cela voudrait dire que l'interprétation de la relation serait différente.

Les écarts types des résidus sont plus faibles que ceux calculés pour le recyclage urbain. La représentation graphique des résultats ne montre aucun problème dans la relation entre les données. La spatialisation des résidus montre une tendance à retrouver les valeurs positives dans le sud de la Wallonie et dans le Brabant wallon alors que les résidus négatifs se localisent plutôt à l'ouest de la Wallonie et, à moindre mesure, à l'est. Les régions de Chimay et de Couvin sont également caractérisées par des résidus fortement négatifs.

La réalisation du F-test sur les cinq jeux de données montre que le modèle est significatif, « c'est-à-dire qu'il y a moins de 5% de chances que le modèle n'explique pas la variable observée Y. » (Teller *et al.*, 2011, p. 31).

**TABEAU 13 : COMPARAISON DES PARAMÈTRES STATISTIQUES DES RÉGRESSIONS LINÉAIRES ENTRE LE TAUX DE DISPONIBILITÉ FONCIÈRE ET LE TAUX DE CROISSANCE DE LA DENSITÉ PAR ÉCHELLE SPATIALE**

<b>Taux de croissance de la densité</b>	<b>Coefficient de corrélation</b>	<b>p-valeur</b>	<b>Résumé</b>
Secteurs statistiques	-0,004	0,72	R <sup>2</sup> = 0,001% R <sup>2</sup> ajusté = 0 % F-test (p-valeur) = 0 Ecart-type résidus = 66,23 n = 9422
Communes	0,2	0,001	R <sup>2</sup> = 3,9 % R <sup>2</sup> ajusté = 3,5 % F-test (p-valeur) = 8,23E-121 Ecart-type résidus = 1,88 n = 262
Bassins de vie	0,07	0,62	R <sup>2</sup> = 0,5 % R <sup>2</sup> ajusté = -1,6 % F-test (p-valeur) = 1,08E-29 Ecart-type résidus = 1,4 n = 49
Bassins d'emplois	0,2	0,33	R <sup>2</sup> = 4,0 % R <sup>2</sup> ajusté = 0 % F-test (p-valeur) = 1,51E-17 Ecart-type résidus = 1,21 n = 26
Provinces	0,36	0,56	R <sup>2</sup> = 12,7 % R <sup>2</sup> ajusté = -16,4 % F-test (p-valeur) = 0,0003 Ecart-type résidus = 0,8 n = 5

# DISCUSSION

## 1. LES EFFETS CONTRASTÉS DE LA DISPONIBILITÉ FONCIÈRE SUR LE RECYCLAGE ET LA DENSIFICATION DES ESPACES URBAINS ET PÉRIURBAINS

L'analyse spatiale de la relation entre le taux de disponibilité foncière et le taux de recyclage urbain met en évidence une corrélation modérée qui soutient l'hypothèse  $H_1$ . Les résultats à l'échelle des secteurs statistiques manifestent la plus faible corrélation et la plus faible détermination. Cela signifie que le recyclage urbain ne résulte pas de la rareté foncière à cette échelle d'analyses. La plus grande part explicative de la disponibilité foncière est observée pour expliquer le recyclage urbain à l'échelle des provinces ( $R^2 = 53,7 \%$ ). Cependant, l'analyse statistique de cette régression a mis en évidence une faible significativité de ce modèle ( $p$ -valeur  $> 0,05$ ). Respectivement, l'échelle des communes et celle des bassins de vie montrent une corrélation modérée d'environ 0,4, et associent à la disponibilité foncière une part explicative de 13,8 % et de 17,3 %. Ces valeurs sont intéressantes car elles confirment clairement l'hypothèse de recherche. Conjointement, il convient de s'interroger sur la part résiduelle du modèle explicatif. Les résidus comptent pour environ 75 %, soit une part non négligeable. Leur analyse ne permet pas de connaître l'ensemble des déterminants du recyclage urbain mais elle permet de mettre en évidence une sous-estimation du modèle dans les bassins des grandes agglomérations wallonnes. Cela contribue à appuyer le fait que le recyclage est un processus multi-dimensionnel et que des déterminants urbains spécifiques alimentent le recours au recyclage dans les espaces urbanisés. Des analyses de cas de certaines communes wallonnes, urbaines et rurales, peuvent faire en sorte d'apporter de la lumière sur les déterminants intra-marchés du recyclage urbain.

Contrairement au recyclage urbain, le rôle de la disponibilité foncière dans les processus de densification n'est pas concluant. La corrélation entre les variables est faible à modérée et tend à augmenter avec l'échelle d'analyses. La part explicative de la disponibilité foncière dans les opérations de densification est également extrêmement faible. Cela contribue à conclure que les opérations de densification sont des processus complexes et multi-dimensionnels dont la rareté foncière est un facteur explicatif marginal qui y contribue peu voire pas. Des analyses plus précises sur la densification en Wallonie peuvent permettre d'éclairer ce phénomène. La prise en compte des facteurs identifiés dans la littérature, tels que les blocages résidentiels, le

type de voisinage et la typologie du tissu, peut également contribuer à établir un modèle complet qui dresse la corrélation de chaque variable choisie avec l'indicateur de densification.

## 2. LES ÉCHELLES SPATIALES DU RECYCLAGE ET DE LA DENSIFICATION

L'échelle des bassins de vie apparaît comme la plus appropriée pour aborder la question du recyclage urbain en Wallonie. Le  $R^2$  (17,3 %) et le coefficient de corrélation (- 0,42) calculés sont les plus élevés parmi les échelles étudiées. L'échelle des communes est également un bon choix pour rendre compte de la part de l'explication de la disponibilité foncière dans le taux de recyclage urbain. Les p-valeurs associées à ces deux échelles confirment également la significativité de leur modèle explicatif. Cette observation n'est pas étonnante puisque le recyclage urbain est une pratique foncière et immobilière qui s'inscrit sur des marchés dont les déterminants s'établissent à une échelle intermédiaire entre les communes et les provinces (accessibilité, emplois, logements, commerces, réseaux de transports, qualité de l'environnement, aménagements, etc.) (Halleux & Strée, 2012 ; Halleux, 2021b).

Une observation qui mérite d'être discutée est la faible part explicative calculée à l'échelle des bassins d'emplois. Une explication peut provenir du fait que ce découpage regroupe un plus grand nombre de communes que le découpage en bassins de vie. Cette agrégation rassemble dans un même bassin des communes qui présentent des typologies et des morphologies très différentes dont le critère de correspondance est exclusivement économique. La prise en compte des bassins d'emplois de villes belges extérieures à la Wallonie (Ronse, Courtrai et Bruxelles) constitue également une cause de la variation de corrélation et de détermination à cette échelle. En conséquence, l'échelle adéquate pour expliquer la variation du recyclage urbain par le taux de disponibilité foncière semble être communale ou supra-communale. En effet, le découpage fonctionnel basé sur les comportements spatiaux en matière de recours aux services proposés par les bassins de vie explique mieux les effets de la rareté foncière sur le recyclage urbain que le regroupement par flux domicile-travail proposé par les bassins d'emplois.

L'échelle d'analyses la plus pertinente pour aborder les effets de la disponibilité foncière sur la densification est l'échelle communale. Les modèles explicatifs associés aux autres échelles d'analyses ne sont pas significatifs au regard de la p-valeur de la régression. La densification semble s'expliquer par la disponibilité foncière à une échelle inférieure à celle

déterminée pour le recyclage urbain. D'autres déterminants plus locaux présentés plus haut expliquent mieux la variation de la densité.

### 3. LIMITATIONS ET AMÉLIORATIONS

La première notion à envisager lorsqu'on s'attarde sur les résultats de ce travail est de les rapporter à ce qu'ils représentent. En effet, les gisements utilisés pour effectuer ces recherches sont assimilés à l'offre potentielle juridiquement urbanisable. Cela signifie qu'une partie de ces gisements vierges au plan de secteur ne font pas l'objet d'une volonté de vente de la part de leur propriétaire. Il n'est pas possible de connaître l'effet de la rétention foncière ou immobilière sur l'offre urbanisable. Une surestimation des gisements accessible est donc liée à la différence entre l'offre potentielle et l'offre effective. Godart et Ruelle (2019) identifient la rétention foncière et immobilière comme une mesure à mobiliser pour réutiliser le territoire. Selon eux, en plus des outils principalement fiscaux, ils proposent des pistes d'évolution pour favoriser la remise sur le marché d'immeubles vacants ou de terrains urbanisables non construits situés en zones urbanisées. Ces pistes visent principalement à renforcer le soutien au recyclage.

#### 3.1. DES DONNÉES À AMÉLIORER

Les données qui sont utilisées dans ce travail sont soumises à de nombreuses limites. D'abord, les limites identifiées par Boodts, Halleux, Hendricks et Ruelle (2021) pour l'utilisation des données cadastrales s'appliquent à ce travail. Celles-ci ont permis de localiser le foncier vierge en Wallonie et de calculer le taux de disponibilité foncière. Les données patrimoniales de 2020 n'ont pu être obtenues dans les temps pour les travaux de la CPDT, ce qui a contraint l'équipe de recherche à utiliser les données cadastrales au premier janvier 2010 et 2016. Bien que les données patrimoniales permettent une spatialisation précise des données, elles ne permettent pas une détermination parfaite de l'ensemble des parcelles résidentielles sur base de la nature cadastrale. L'appui du nombre de logements est nécessaire dans de nombreux cas afin de déterminer la présence d'une fonction résidentielle sur la parcelle. En effet, « les caractéristiques liées au bâtiment principal qui occupe la parcelle l'emportent sur les caractéristiques des autres bâtiments pouvant être présents sur cette même parcelle, et l'emportent généralement sur les utilisations du sol liées au non-bâti » (Boodts et al., 2021, p.

11). Il est également important de rappeler que les données cadastrales sont créées pour un objectif différent, à savoir prélever l'impôt. Par ailleurs, l'utilisation de données plus récentes conclurait à une analyse plus proche de la réalité actuelle.

Ensuite, les hypothèses choisies pour l'identification des modes de recyclage urbain sont raisonnables voire minimalistes (Boodts et al., 2021, p. 55), ce qui peut entraîner une sous-estimation de certaines pratiques de recyclage. En outre, les modes de recyclages identifiés sur base de l'étude de Boodts et al. (2021) prennent en considération dans la part de recyclage urbain les nouveaux logements créés sur des terrains artificialisés et les modifications de bâtiments ayant donné lieu à une augmentation ou à une diminution du nombre de logements. Il ressort de l'état de l'art que le recyclage urbain peut se réaliser par un grand nombre de mécanismes. Parmi eux, les opérations de densification douce passent souvent sous la vigilance des producteurs de données. Il en résulte qu'une partie (plutôt minoritaire) est absente de la part de recyclage calculée dans ce travail : les réexploitations sur SAR, le comblement des dents creuses et la reconversion de cellules commerciales sont des exemples cités par Boodts *et al.*

Par ailleurs, les données de population utilisées pour calculer la croissance de la densité à différentes échelles proviennent de différentes sources de Statbel. Les secteurs statistiques ont été traités différemment des autres entités. Une homogénéisation des données utilisées est souhaitable afin de perfectionner l'approche méthodologique. Cette limite est toutefois jugée comme ayant une influence minimale sur les résultats présentés.

Enfin, les données liées aux échelles spatiales sont également sujettes à certaines limites. Pour rappel, ce travail postule que les logiques fonctionnelles et économiques sur lesquelles se base le découpage des bassins de vie et des bassins d'emplois sont relativement figées dans le temps. Cela signifie que l'évolution des comportements spatiaux n'aurait pas subi de changements significatifs entre le début des années 2000 (date de production des données) et aujourd'hui. Ce postulat est critiquable au vu du temps qui sépare ces périodes. Un nouveau calcul des bassins peut apporter une plus-value à ces découpages et donc à ce travail.

### 3.2. UNE MÉTHODE À PERFECTIONNER

En ce qui concerne la méthodologie inhérente à ce travail, le choix des indicateurs sur base de ces données présente des limites connues. Premièrement, le calcul du taux de disponibilité foncière au plan de secteur pour 2017 est incomplet pour neuf communes

wallonnes. L'indicateur de l'IWEPS (2021) a été utilisé pour compléter ces données au vu de la comparaison méthodologique et des résultats obtenus pour les autres communes. Le calcul des taux pour les entités supra-communales les comprenant telles que les bassins de vie, les bassins d'emplois et la province de Liège sont dépendants de ce choix méthodologique. Toutefois, l'estimation proposée par l'IWEPS ne varie pas de plus de 1 % avec la méthode calculée sur les données de la CPDT. Dès lors, au vu du choix de la méthode en faveur de la régression linéaire, ce biais analytique entraîne une erreur qui n'est pas significative pour fausser les réponses aux hypothèses.

L'absence des données du foncier vierge en zone d'habitat pour 2017 dans ces neuf communes empêche également leur analyse par secteurs statistiques. De plus, les données de l'IWEPS ne sont pas spatialisées à une échelle infra-communale et ne peuvent donc être utilisées en complément. En revanche, la CPDT (2021) a également produit une source de données identique et complète sur l'ensemble de la Wallonie pour l'année 2021. Celle-ci a donc été exploitée sur l'ensemble de la Wallonie pour le calcul du taux de disponibilité foncière à l'échelle des secteurs statistiques afin de conserver une couverture totale de la région. Ce choix est également discutable car il introduit un biais anachronique entre le taux de disponibilité foncière (2021) et le taux de recyclage (2010 – 2016).

La méthode employée en vue d'estimer la part explicative de la disponibilité foncière dans les pratiques de recyclage urbain et de densification est critiquable. La régression statistique simple, quoique facile d'utilisation et d'interprétation, ne permet pas de caractériser l'ensemble des facteurs explicatifs des variables dépendantes. La concentration de ce travail sur le rôle de la disponibilité foncière entraîne une grande part de résidus dans la régression. Bien que l'absence de relation soit un résultat en soi, ce travail ne permet pas à certaines échelles d'expliquer la variation du taux de recyclage urbain ou de croissance de la densité.

### 3.3. PISTES D'AMÉLIORATION

L'exposition des limites identifiées dans ce travail met en évidence que les biais analytiques sont principalement liés à des approximations sur les données et sur leurs traitements. Par ailleurs, la régression linéaire est une méthode intéressante pour décrire l'implication d'une variable dans le processus explicatif de la variation d'une seconde variable. Cependant, la grande part des résidus observée dans les modèles explicatifs créés met en évidence que le recyclage urbain et la densification sont des processus multi-dimensionnels

dont la disponibilité foncière au plan de secteur n'est qu'une des composantes. Une régression linéaire multiple basée sur une série de déterminants pourrait rendre compte de la part explicative de chacun d'entre eux ainsi que du signe de la relation qui les unit. Le  $R^2$  de la régression multiple devrait augmenter significativement si les variables explicatives choisies sont pertinentes, ce qui diminuerait la part des résidus et rendrait leur interprétation plus aisée.

Ces limites sont également contournables par une méthodologie dans la production de données qui soit reproductible et qui limite les erreurs. En particulier, la production d'une donnée complète du foncier vierge en 2017 sur l'ensemble de la Wallonie est nécessaire pour limiter les incohérences tant spatiales (complément des données de l'IWEPS pour neuf communes) que temporelles (utilisation des données de 2021 pour les secteurs statistiques). La reproduction de cette méthodologie avec les données de recyclage sur la période 2016 – 2021 donnerait également des résultats plus forts sur l'ensemble des échelles.

Afin de comprendre complètement le rôle de la disponibilité foncière, des analyses de cas peuvent être apportées à ce travail afin de proposer une inspection poussée de certaines communes ou bassins de vie qui présentent des taux extrêmes de recyclage urbain. Cette analyse doit mettre en évidence quels mécanismes sont mis œuvre dans ces entités et quel est le rôle effectif de la disponibilité au plan de secteur dans l'observation de ces taux. De plus, les études de cas peuvent permettre d'estimer le rôle des outils d'aménagement dans la production de logements via le recyclage urbain. En particulier, les effets de l'élaboration de documents stratégiques tels que des SDC ou des SOL sont intéressants à observer en vue de comparer les résultats des communes ayant une vision stratégique en termes de limitation des surfaces artificialisées avec les résultats de celles qui n'en ont pas. L'hypothèse serait que les communes possédant un document stratégique à leur échelle ou à un niveau inférieur ont réussi à produire une plus grande part de logements par le recyclage urbain et par la densification. À l'heure actuelle, la réponse à cette hypothèse semble compliquée à mettre en œuvre.

## 4. LES PERSPECTIVES DU RECYCLAGE URBAIN ET DE LA DENSIFICATION EN WALLONIE

### 4.1. APPLICATION DE LA RÉDUCTION DE L'OFFRE JURIDIQUEMENT URBANISABLE, ET APRÈS ?

Une meilleure compréhension des facteurs explicatifs du recyclage urbain est nécessaire pour concentrer les efforts publics vers des modifications qui auront un impact significatif sur la production. Ce travail s'intègre totalement dans cette déclaration. Il vise à expliciter le rôle de la disponibilité au plan de secteur dans les processus de recyclage urbain. Les résultats obtenus convergent pour dire qu'une rareté foncière suscite une part de recyclage urbain dans la production de logements plus importante. Dès lors, il convient de s'interroger sur les moyens qui peuvent effectivement être mis en œuvre en Wallonie. Comme démontré par Defer *et al.* (2021), une révision complète du plan de secteur qui viserait à restreindre de manière significative la superficie des zones urbanisables entraînerait des coûts d'indemnisation trop élevés. En effet, en vertu de l'article *D.IV.38* (CoDT), une indemnisation des moins-values foncières est prévue pour les propriétaires lorsqu'une révision de plan de secteur met fin à l'affectation donnée au bien moyennant certaines conditions. Ce point particulier constitue un blocage important de toute réforme de la zone juridiquement urbanisable. À titre d'exemple, bien que la Suisse soit comparable à la Belgique en termes d'influence des propriétaires sur l'autorité en charge du zonage, supprimer le droit d'urbaniser un terrain n'est pas une atteinte au droit de propriété (Halleux *et al.*, 2002). L'indemnisation des servitudes d'urbanisme est donc une particularité belge liée à la considération du sol en tant que bien marchand et qui nécessite une solution particulière. Par conséquent, Defer *et al.* (2021) ont réalisé une lecture stricte du CoDT afin de déterminer les mécanismes par lesquels la constructibilité de certaines zones d'habitat pourrait être retirée sans indemnisation des propriétaires. Il ressort que la part des surfaces rezonables se ventile de 30 à 70 % en fonction des communes, soit environ 90 hectares de gisements retirables par commune (23 000 hectares en Wallonie) sans indemnisation des propriétaires.

La question qui se pose et qu'il serait judicieux de développer sur base d'une analyse complète sur la Wallonie est la suivante : comment répondraient les marchés fonciers et immobiliers à une diminution de 23 000 hectares de surfaces urbanisables ? Cette question ne possède pas de réponse absolue mais des éléments permettent d'y répondre partiellement. Bernier *et al.* (2021a) se sont intéressés aux effets de la limitation foncière sur l'accessibilité

financière au logement ou « abordabilité » (*housing affordability*) en Wallonie. Plusieurs observations ressortent de ce travail. D'abord, les travaux de Reussens et Warisse (2018, cités par Bernier *et al.*, 2021a) ont mis en évidence qu'en Wallonie, l'augmentation des prix du logement s'explique à 54 % par le foncier (73 % en Belgique). Ensuite, Bernier *et al.* (2021a) ajoutent que plus un logement est couteux, plus le foncier joue sur son prix. La différence entre la Flandre et la Wallonie se comprend par une disponibilité foncière plus grande en Wallonie. Enfin, ils rappellent qu'une abondance d'offre potentielle n'implique pas nécessairement une abondance d'offre effective. De plus, Teller (2021a) renseigne les effets de la densification en elle-même sur le prix des logements. Ses recherches montrent que ceux-ci sont contrastés. En effet, certaines études ont mis en évidence une diminution des prix lorsque la densification est opérée par division de logements car le prix des infrastructures est partagé par un plus grand nombre. En revanche, d'autres études confirment qu'une augmentation des prix peut être liée à une limitation de la disponibilité foncière.

En connaissance de cause, l'évaluation des impacts sur l'« abordabilité » du logement dans le cadre du ZAN doit être discutée. La revue de la littérature réalisée dans le travail de Bernier *et al.* (2021a) montre que dans trois études de cas (Norvège, Suisse, Angleterre) ayant expérimenté des pratiques d'endiguement ou de ville compacte qualitative, des problèmes d'« abordabilité » du logement ont été observés, en particulier la ségrégation spatiale, l'exclusion sociale et l'accès à la propriété pour certaines catégories de la population. Par conséquent, la poursuite du ZAN peut continuer à avoir du sens si et seulement si elle est accompagnée par des stratégies fermes pour promouvoir le logement abordable. La justice sociale doit être au cœur de nouvelles stratégies pour permettre à la densification de se réaliser. La mise en place d'une politique volontariste forte est nécessaire pour assurer suffisamment de logements abordables sans exacerber les problématiques de marché. Des mesures à caractère obligatoire pour donner du poids aux autorités locales dans la mise en œuvre de cet objectif est une condition nécessaire. La planification à long terme doit également devenir la priorité pour tous les acteurs de l'aménagement. Godart et Ruelle (2019) identifient l'« accessibilité à un logement décent pour tous » comme un des enjeux liés au logement qui doit guider la réduction de l'artificialisation des sols.

#### 4.2. DÉVELOPPER UNE POLITIQUE PUBLIQUE VOLONTARISTE, COHÉRENTE ET INTÉGRÉE

En résumé, ce travail montre que la limitation de l'offre foncière disponible entraîne une augmentation du recours au recyclage urbain dans la production de logements en Wallonie. L'examen de la littérature montre qu'il est techniquement possible de réduire l'offre foncière disponible de 23 000 hectares en Wallonie sans indemniser les propriétaires. La réalisation immédiate et décentralisée de cette constatation entraînerait cependant des effets non désirés qu'il est judicieux de développer au travers d'études supplémentaires. Au vu des conséquences de la réduction hypothétique de la disponibilité foncière, il semble nécessaire qu'une telle entreprise soit accompagnée d'une politique volontariste forte en faveur de la recyclabilité et de la compactibilité, en faveur de la justice sociale pour assurer une accessibilité financière égalitaire au logement ainsi qu'en faveur d'opérations de communication publique afin de lever les blocages humains. Des travaux complémentaires en la matière doivent être réalisés afin d'éclairer les décideurs publics sur les incitations et les contraintes à mettre en place, ainsi que sur les politiques complémentaires qui doivent accompagner la politique volontariste si l'objectif ZAN veut être rempli à l'horizon 2050.

# CONCLUSION

En conclusion, l'analyse de la variation du recyclage urbain et de la densification par celle du taux de disponibilité foncière montre des résultats contrastés qui méritent de plus amples explications. L'augmentation du taux de recyclage urbain dans la production de logements répond favorablement à l'hypothèse fixée dans ce travail : une faible disponibilité en espaces vierges au plan de secteur entraîne une part plus élevée du recyclage et ce, pour toutes les échelles analysées. Cependant, si l'on peut expliquer une partie de la variation du recyclage urbain par la disponibilité foncière, il n'est pas possible de prédire avec certitude qu'une diminution de l'offre juridiquement urbanisable en Wallonie entraînerait une hausse significative du recours aux opérations de recyclage urbain dans la production de logements. L'analyse statistique menée à différentes échelles montre que l'échelle la plus pertinente pour expliquer le recyclage se trouve entre les niveaux des communes et des bassins de vie. De plus, cette analyse a permis de conclure que le phénomène de recyclage urbain est un processus multi-dimensionnel dont la disponibilité au plan de secteur n'est qu'un facteur explicatif parmi d'autres. L'identification et le contrôles des autres facteurs explicatifs du recyclage urbain en Wallonie doit permettre de définir des politiques publiques qui aient réellement un impact sur la production de logements par recyclage urbain.

L'état de l'art a contribué à mettre en évidence que les objectifs wallons à moyen terme ne peuvent être accomplis qu'en densifiant et qu'en intensifiant les tissus urbains et périurbains. Il est nécessaire pour le territoire wallon de consacrer des efforts en faveur de la densification des espaces en vue de rencontrer les besoins des générations futures en logements tout en garantissant un bilan d'artificialisation net qui s'accorde avec les ambitions environnementales européennes et régionales. L'observation de la variation de la densification avec l'augmentation de la disponibilité foncière ne permet pas de confirmer l'hypothèse selon laquelle cette évolution suit une variation analogue à celle du recyclage urbain. L'analyse spatiale et statistique des données de densification semble mettre en avant que l'échelle communale explique le mieux les variations de densité. En revanche, les autres échelles analysées ne présentent pas de relation significativement acceptable. L'apport de la littérature permet de mettre en perspective ces résultats avec le caractère multi-dimensionnel de la densité et de la densification dont les facteurs explicatifs dépendent de la nature, du but, de l'échelle d'analyses et du processus (Teller, 2021a). Une analyse multi-échelle plus poussée, basée sur une

définition et des variables précises et proposant une différenciation entre les processus de densification « radicale » et de densification « douce » doit permettre de comprendre avec plus de certitudes quels sont les facteurs explicatifs de la densification et comment ils peuvent être utilisés pour la privilégier.

L'apport principal de ce travail dans la recherche sur la réutilisation des espaces et des bâtiments inutilisés par le recyclage urbain réside dans la justification du fait que la disponibilité foncière au plan de secteur est bien un facteur contributif et que sa limitation doit avoir un impact positif sur les opérations de recyclage urbain. Cependant, l'analyse de la littérature pousse à discuter des effets de la mise en place d'une telle restriction. Bien qu'il soit techniquement possible de restreindre significativement les zones d'habitat au plan de secteur en contournant le droit à l'indemnisation des moins-values, il serait inadéquat de mettre en place cette mesure sans l'accompagner d'une politique volontariste forte en vue de lever les nombreux freins financiers, fiscaux, humains ou encore techniques à sa mise en place. Les questions de justice sociale et spatiale doivent également faire l'objet de politiques complémentaires afin de pallier aux réactions des marchés fonciers et immobiliers dont les fonctionnements exacerberaient d'une part, les fragilités sociales par la hausse des prix et d'autre part, le déséquilibre spatial par la répartition des opérations de densification.

# RÉFÉRENCES

## Références bibliographiques

- A'Urba (2020). *L'urbanisme tactique : Aménager par l'expérimentation*. Regard sur l'espace public, Synthèse, Septembre 2020, 22 p. [https://www.aurba.org/wp-content/uploads/2020/10/aurbaAEP\\_urbanisme-tactique.pdf](https://www.aurba.org/wp-content/uploads/2020/10/aurbaAEP_urbanisme-tactique.pdf). Consulté le 16/08/2022.
- Acosta, R. (1994). *Politiques foncières comparées : Belgique*. Paris : ADEF.
- Adams, D. & Watkins, C. (2002). *Greenfields, brownfields and housing developments*. Oxford: Blackwell Science, Real Estate Issues, 313 p.
- Angel, S. & Lamson-Hall, P. (2020). *Anatomy of density II: A comprehensive strategy for making room for city densification*. 73 p. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3744466>.
- Angel, S., Lamson-Hall, P. & Blanco, Z. G. (2021a). Anatomy of density: Measurable factors that constitute urban density. *Buildings and Cities*, 2(1), 264 – 282. <https://doi.org/10.5334/bc.91>.
- Angel, S., Lamson-Hall, P., Blei, A., Shingade, S. & Kumar, S. (2021b). Densify and expand: A global analysis of recent urban growth. *Sustainability*, 13(7), 3835, 28 p. <https://doi.org/10.3390/su13073835>.
- Association Des Etudes Foncières [ADEF] (1998). *Reconstruire la ville sur la ville*. Paris : ADEF.
- Association des Provinces wallonnes [APW] (n.d.). *Historique*. <https://apw.be/provinces/historique/>. Consulté le 06/08/2022.
- Banque Mondiale (2022). *Population urbaine (% du total) – Belgium*. The World Bank. <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/SP.URB.TOTL.IN.ZS?contextual=defaut&end=2021&locations=BE&start=1960&view=chart>. Consulté le 09/08/2022.
- Bernier, C., Blain, S., Boodts, A., Bottieau, V., Croughs, T., Dawance, B., Defer, V., Demeulemees-ter, S., Fettweis, R., Grandjean, M., Hanin, Y. (ed.), Halleux, J.-M. (ed.), Hendrickx, S., Lambotte, J.-M., Leclercq, A., Le Fort, B., Van Ngoc, H. & Wilmotte, P.-F. (2021b). *Intensification et requalification des centralités pour lutter contre l'étalement urbain et la dépendance à la voiture*. CPDT subvention 2021, Rapport de recherche final, 80 p.
- Bernier, C., Fettweis, R., Halleux (ed.), J.-M. & Hendricks, S. (2021a). *Concilier la limitation de l'étalement urbain et l'accessibilité financière au logement*. CPDT subvention 2021, Rapport scientifique annexe 4, 88 p.
- Bibby, P. & Halleux, J.M. (2018). Le paradigme de la ville compacte : les leçons de l'Angleterre. In Léger, J.-M. & Mariolle, B. (eds.), *Densifier dédensifier : Penser les campagnes urbaines*. Parenthèses. Marseille : PUCA, 54 – 69.
- Bibby, P., Henneberry, J. & Halleux, J.-M. (2018). Under the radar? 'Soft' residential densification in England: 2001-2011. *Urban Analytics and City Science*, 47(1), 102 – 118. <https://doi.org/10.1177/2399808318772842>.

- BIO by Deloitte (2014). *Study supporting potential land and soil targets under the 2015 Land Communication*. Report prepared for the European Commission, DG Environment, in collaboration with AMEC, IVM and WU, 466 p. <https://doi.org/10.2779/53343>.
- Boodts, A., Halleux, J.-M. (ed.), Hendrickx, S. & Ruelle, C. (ed.) (2021). *Recyclage urbain et exploitation optimale du stock bâti et du foncier artificialisé*. CPDT subvention 2021. CPDT subvention 2021, Rapport scientifique annexe 2c, 58 p.
- Bottieau, V. & Sinzot, A. (2016). *Schéma de structure communale de Tournai*. Louvain-La-Neuve : CREAT, Phase 2 : options, version provisoire novembre 2016, 139 p. <https://fr.calameo.com/read/001723956b10ddc30d1c5>. Consulté le 09/08/2022.
- Brunet, R. (1990). Le déchiffrement du monde. In Brunet, R. & Dolfus, O. (eds.), *Mondes nouveaux*. Géographie Universelle. Paris/Montpellier : Hachette/Reclus.
- Bruntland, G. (1987). *Our common future: The world commission on environmental and development*. United Nations, 374 p.
- Carruthers, J. I. & Ulfarsson, G. F. (2003). Urban sprawl and the cost of public services. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30, 503 – 522. <https://doi.org/10.1068/b12847>.
- Cerema (2021). *Les conditions d'acceptabilité de la densification urbaine : Enquête et analyse de 7 sites franciliens*. Plaquette de synthèse, 2 p. [http://www.cerema.fr/system/files/documents/2021/10/cerema\\_densification\\_urbaine\\_vf.pdf](http://www.cerema.fr/system/files/documents/2021/10/cerema_densification_urbaine_vf.pdf). Consulté le 11/08/2022.
- Charlier, J. & Reginster, I. (2014). Estimation des processus de reconstruction de la ville sur la ville en Wallonie : Quels apports de la statistique « permis de bâtir » ? *Working Paper de l'IWEPS*, 18, 16 p. <https://www.iweps.be/wp-content/uploads/2017/02/wp18.pdf>. Consulté le 10/06/2022.
- Claval, P. (1981). *La logique des villes*. Essai d'urbanologie. Paris : Litec, Géographie économique et sociale, 633 p.
- Commission Européenne [CE] (2011). *Feuille de route pour une Europe efficace dans l'utilisation des ressources*. Bruxelles : Communication de la Commission au Parlement Européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions, COM(2011) 571, 31 p. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0571&from=EN>. Consulté le 10/07/2022.
- Commission Européenne [CE] (2012). *Lignes directrices concernant les meilleures pratiques pour limiter, atténuer ou compenser l'imperméabilité des sols*. Bruxelles : Document de travail des services de la Commission, SWD(2012) 101, 73 p. <https://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/FR%20-%20Sealing%20Guidelines.pdf>. Consulté le 10/07/2022.
- Conférence Permanente du Développement Territorial [CPDT] (2003). *Tableau de bord du développement territorial 2003*. Ministère de la Région wallonne, 216 p. <https://cpdt.wallonie.be/sites/default/files/pdf/tbdt.pdf>. Consulté le 10/07/2022.
- Conférence Permanente du Développement Territorial [CPDT] (n.d.). *Intensification et requalification des centralités pour lutter contre l'étalement urbain et la dépendance à la voiture (R.1)*. CPDT. <https://cpdt.wallonie.be/recherches/finalisees/annee-2021/intensification-et-requalification-des-centralites-pour-lutter>. Consulté le 07/06/2022.

- De Bernis, G. (1966). Industries industrialisantes et contenu d'une politique d'intégration régionale. *Économie appliquée*, 19(3-4), 415 – 473.
- De Keersmaecker, M.-L. (2002a). Les comportements migratoires des ménages. In De Keersmaecker, M.-L. (ed.), *Les coûts de la désurbanisation*. Namur : ministère de la Région wallonne, Études et Documents, CPDT 1, 42 – 52.
- De Keersmaecker, M.-L. (2002b). Effets de la forme urbaine sur les surcoûts collectifs de développement. In De Keersmaecker, M.-L. (ed.), *Les coûts de la désurbanisation*. Namur : ministère de la Région wallonne, Études et Documents, CPDT 1, 46 – 71.
- De Keersmaecker, M.-L. (ed.), Barthe-Bastalle, H., Brück, L., Georges, X., Halleux, J.-M., Lambotte, J.M., Maréchal, L. & Rousseaux, V. (2002). *Les coûts de la désurbanisation*. Namur : ministère de la Région wallonne, Études et Documents, CPDT 1, 137 p.
- De Wasseige Y., Laffut M., Ruyters C. & Scheilper P. (2000). Bassins d'emplois et régions fonctionnelles : Méthodologie et définitions des bassins d'emplois belges. *Discussion Papers*, 2005, Service des Etudes et de la Statistique, ministère de la Région wallonne.
- De Wasseige Y., Laffut M., Ruyters C. & Scheilper P. (2001). Bassins d'emploi et régions fonctionnelles : Méthodologie et définition des bassins d'emploi wallons. *Discussion Papers*, 0101, Service des Etudes et de la Statistiques, ministère de la Région wallonne, 27 p.  
<https://ec.europa.eu/eurostat/cros/system/files/DES%20BASSINS%20D%E2%80%99E%20MPLOI.pdf>. Consulté le 10/07/2022.
- Defer, V., Halleux, J.-M. (ed.), Hendricks, S., Ruelle, C. (ed.) & Wilmotte, P.-F., (2021). *Évaluation des gisements fonciers qui pourraient être protégés de l'urbanisation à moindre coût d'indemnisation*. CPDT subvention 2021, Rapport scientifique annexe 2a, 33 p.
- Dermine, T. & Moritz, B. (2017). *Plan CATCH : « Catalysts for Charleroi » accélérer la transition industrielle de Charleroi* [diapositives]. Liège : Université de Liège, Conférence « projet urbain » du 29 novembre 2017, 92 p.  
<https://jacquesteller.files.wordpress.com/2018/11/20171129-prc3a9sentation-catch-ulg.pdf>. Consulté le 10/08/2022.
- Dubois, O., Gabriel, I., Halleux, J.-M. & Michel, Q. (2002). *Révision des plans de secteur et mécanismes fonciers en Wallonie : objectifs politiques, outils juridiques et mise en œuvre*. Namur : ministère de la Région wallonne, Études et Documents, CPDT 2, 78 p.  
<https://cpdt.wallonie.be/sites/default/files/pdf/final.cpdt-ed-2.pdf>. Consulté le 02/08/2022.
- Duyck, J., Nevejan, H., Paul, J.-M. & Vandresse, M. (2022a). *Hausse de 1,3 million d'habitants d'ici à 2070, par rapport à 1,5 million durant les 30 dernières années : La crise sanitaire n'influence pas cette croissance*. Bureau Fédéral du Plan, Perspectives démographiques 2021 – 2070, 5 p.  
[https://www.plan.be/uploaded/documents/202202080741470.Persp\\_FLASH\\_DP21\\_12568\\_F.pdf](https://www.plan.be/uploaded/documents/202202080741470.Persp_FLASH_DP21_12568_F.pdf). Consulté le 11/08/2022.
- Duyck, J., Nevejan, H., Paul, J.-M. & Vandresse, M. (2022b). *Nette révision à la hausse de la croissance de la population en 2022 suite à la guerre en Ukraine*. Bureau Fédéral du Plan, Perspectives démographique 2021 – 2070 Update Ukraine, 4 p.  
[https://www.plan.be/uploaded/documents/202206090851110.FOR\\_DP21\\_UpdateUkraine\\_12652\\_F.pdf](https://www.plan.be/uploaded/documents/202206090851110.FOR_DP21_UpdateUkraine_12652_F.pdf). Consulté le 11/08/2022.

- Eischen, J.-Y. (2016). *Paradis Express* [diapositives]. Liège : Université de Liège, Conférence « projet urbain » du mercredi 14 décembre 2016, 82 p. <https://jacquesteller.files.wordpress.com/2017/10/paradis-express.pdf>. Consulté le 10/08/2022.
- European Environment Agency [EEA] (2006). *Urban sprawl in Europe: The ignored challenge*. Luxembourg : EEA, EEA Report, 10/2006, 60 p. [https://www.eea.europa.eu/publications/eea\\_report\\_2006\\_10/eea\\_report\\_10\\_2006.pdf/view](https://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2006_10/eea_report_10_2006.pdf/view). Consulté le 10/07/2022.
- European Environment Agency [EEA] (2016). *Urban sprawl in Europe: Joint EEA-FOEN report*. Luxembourg: EEA, EEA Report, 11/2016, 140 p. <https://doi.org/10.2800/143470>.
- European Environment Agency [EEA] (2018). *Land take in Europe* [en ligne]. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/land-take-3>. Consulté le 15/08/2022.
- Godart, M.-F. & Ruelle, C. (eds.) (2019). *Réduisons l'artificialisation des sols en Wallonie : Une information – un projet de territoire – des mesures applicables*. Conférence Permanente du Développement Territorial. 86 p.
- Gouvernement wallon (2019). Déclaration de politique régionale [DPR] 2019 – 2024. Version approuvée, 122 p. [https://www.wallonie.be/sites/default/files/2019-09/declaration\\_politique\\_regionale\\_2019-2024.pdf](https://www.wallonie.be/sites/default/files/2019-09/declaration_politique_regionale_2019-2024.pdf). Consulté le 06/08/2022
- Guelton, S. & Navarre, F. (2010). Les coûts de l'étalement urbain : Urbanisation et comptes publics locaux. *Métropolis*, 2010(1), 79-80, 34 – 53. <https://doi.org/10.3917/flux.079.0034>.
- Halleux, J.-M. & Lambotte, J.-M. (2008). Reconstruire la ville sur la ville. Le recyclage et le renouvellement des espaces dégradés. *Territoire(s) wallon(s)*, 2, 16 p. [https://cpdt.wallonie.be/sites/default/files/publications/pdf/2.renouvellement\\_urbain\\_cor3.pdf](https://cpdt.wallonie.be/sites/default/files/publications/pdf/2.renouvellement_urbain_cor3.pdf). Consulté le 06/08/2022.
- Halleux, J.-M. & Strée, J. (2012). *Production de l'habitat et enjeux territoriaux*. CPDT Subvention 2011 – 2012, Rapport final de la recherche I.5, Volume Annexe, 72 p.
- Halleux, J.-M. (2004). Le recyclage urbain en partenariat public-privé : Le « gapfunding » anglais et la « revitalisation urbaine » wallonne. *Bulletin de la Société géographique de Liège* [en ligne], 44, 2004(1), 53 – 64. <https://popups.uliege.be/0770-7576/index.php?id=2140>. Consulté le 01/08/2022.
- Halleux, J.-M. (2008). *Réaménagement des friches urbaines et projet de territoire : Le modèle de la ville compacte qualitative* [diapositives]. Seraing : Colloque 20ème anniversaire de la SORASI « Les sites à réaménager, catalyseurs de développement territorial », 12 novembre 2008, 25 p. <https://hdl.handle.net/2268/105314>. Consulté le 13/08/2022.
- Halleux, J.-M. (2012). Vers la ville compacte qualitative ? Gestion de la périurbanisation et actions publiques. *Belgeo*, 1-2, 1 – 19. <https://doi.org/10.4000/belgeo.7070>.
- Halleux, J.-M. (2015). Les territoires périurbains et leur développement dans le monde : Un monde en voie d'urbanisation et de périurbanisation. In Bogaert, J. & Halleux, J.-M. (eds.), *Territoires périurbains : Développement, enjeux et perspectives dans les pays du Sud*. Gembloux : Les Presses Agronomiques de Gembloux, 43 – 61. <http://hdl.handle.net/2268/188554>. Consulté le 15 janvier 2022.

- Halleux, J.-M. (2017). *L'étalement urbain : Un défi local et global* [diapositives]. Liège : PointCulture Liège "La ville habitable... Quelle transition pour l'urbanisme ?", 38 p. <https://hdl.handle.net/2268/222628>. Consulté le 13/08/2022.
- Halleux, J.-M. (2020). *Introduction à l'aménagement du territoire*. Cours de géographie économique, Première année du Master en sciences géographiques – orientation générale, Université de Liège, inédit, 540 p.
- Halleux, J.-M. (2021a). *Développement territorial*. Cours de géographie économique, Première année du Master en sciences géographiques – orientation générale, Université de Liège, inédit, 574 p.
- Halleux, J.-M. (2021b). *Marchés fonciers et immobiliers*. Cours de géographie économique, Première année du Master en sciences géographiques – orientation générale, Université de Liège, inédit, 555 p.
- Halleux, J.-M., Brück, L. & Mairy, N. (2002). La périurbanisation résidentielle en Belgique à la lumière des contextes suisse et danois : Enracinement, dynamiques centrifuges et régulations collectives. *Belgeo*, 2002(4), 333 – 354. <https://doi.org/10.4000/belgeo.16086>.
- Halleux, J.-M., Lambotte, J.-M. & Brück, L. (2008). Étalement urbain et services collectifs : Les surcoûts d'infrastructures liés à l'eau. *Revue d'économie régionale & urbaine*, 2008(1), 21 – 42. <https://doi.org/10.3917/reru.081.0021>.
- Halleux, J.-M., Marcinczak, S. & Van der Krabben, E. (2012). The adaptive efficiency of land use planning measured by the control of urban sprawl: The cases of the Netherlands, Belgium and Poland. *Land Use Policy*, 29(2012), 887 – 898. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.01.008>.
- IWEPS (2014). *Caractérisation de l'occupation / utilisation du sol à partir des données du cadastre : Limites et nomenclatures*. Observatoire du développement territorial, version aout 2014, 15 p. [https://www.iweps.be/wp-content/uploads/2017/02/140827\\_noteoccupsolcadastre\\_wallonie\\_0.pdf](https://www.iweps.be/wp-content/uploads/2017/02/140827_noteoccupsolcadastre_wallonie_0.pdf). Consulté le 10/06/2022.
- IWEPS (2019). *Note méthodologique sur les terrains non urbanisés en zones urbanisables*. Observatoire du développement territorial, 13 p. [https://www.iweps.be/wp-content/uploads/2019/02/NoteMethodologiqueTNUZU\\_IWEPS\\_ODT\\_v2019\\_1.pdf](https://www.iweps.be/wp-content/uploads/2019/02/NoteMethodologiqueTNUZU_IWEPS_ODT_v2019_1.pdf). Consulté le 10/06/2022.
- IWEPS (2022). *Artificialisation du sol*. Fiche T005-ARTIF.SOL, 2 p. [https://www.iweps.be/wp-content/uploads/2022/06/T005-ARTIF.SOL-062022\\_full1.pdf](https://www.iweps.be/wp-content/uploads/2022/06/T005-ARTIF.SOL-062022_full1.pdf). Consulté le 11/07/2022.
- Jamagne, P. (2012). *Secteurs statistiques : Vade-mecum*. Publication de l'INS, 66 p. [https://statbel.fgov.be/sites/default/files/files/opendata/Statistische%20sectoren/Secteur%20stat-FR\\_tcm326-174181.pdf](https://statbel.fgov.be/sites/default/files/files/opendata/Statistische%20sectoren/Secteur%20stat-FR_tcm326-174181.pdf). Consulté le 13/08/2022.
- Jungers, Q., Leclercq, A., Neri, P., Radoux, J., Waldner F. & Defourny, P. (ed.) (2015). *Vers un plan de secteur durable – offre en logement : Approche méthodologique*. Conférence Permanente du Développement Territorial, Notes de recherche, 59, 29p.
- Le Digabel, S. (n.d.). *Régression linéaire simple* [diapositives]. Ecole polytechnique de Montréal. [https://www.gerad.ca/Sebastien.Le.Digabel/MTH2302D/12\\_regression.pdf](https://www.gerad.ca/Sebastien.Le.Digabel/MTH2302D/12_regression.pdf). Consulté le 04/08/2022.

- Le Fort, B., Léonard, F. & Meuris, C., Hanin, Y. (ed.) & Vanderstraeten, P. (ed.) (2012). *Densité et densification : Proposition d'un lexique pour les tissus urbanisés en Wallonie*. CPDT, Notes de Recherche, 36, 28 p.  
[https://cpdt.wallonie.be/sites/default/files/pdf/ndr\\_36\\_assemblee.pdf](https://cpdt.wallonie.be/sites/default/files/pdf/ndr_36_assemblee.pdf). Consulté le 17/08/2022.
- Léger, J.-M. & Mariolle, B. (eds.) (2018). *Densifier dédensifier : Penser les campagnes urbaines*. Parenthèses. Marseille : PUCA, 315 p.
- Lepur (2018). *Lepur*. Université de Liège.  
[https://www.lepur.uliege.be/cms/c\\_5622112/fr/lepur](https://www.lepur.uliege.be/cms/c_5622112/fr/lepur). Consulté le 17/08/2022.
- Linossier, R. (2018). Work in my backyard : L'intensification urbaine par les activités économiques. In Léger, J.-M. & Mariolle, B. (eds.), *Densifier dédensifier : Penser les campagnes urbaines*. Parenthèses. Marseille : PUCA, 87 – 99.
- Llorente, M. & Vilmin, T. (2018). Les filières d'une densification douce, organisée et abordable. In Léger, J.-M. & Mariolle, B. (eds.), *Densifier dédensifier : Penser les campagnes urbaines*. Parenthèses. Marseille : PUCA, 113 – 137.
- Mérenne-Schoumaker, B. (2010). De l'aménagement du territoire au développement territorial. L'exemple de la Wallonie. In Dard, O. & Eck, J.-F. (eds.), *Aménageurs, territoires et entreprises en Europe du Nord-ouest au second XXème siècle*. Metz : Centre régional universitaire lorrain d'histoire, 38, 109 – 129.  
<https://hdl.handle.net/2268/69764>. Consulté le 26/06/2022.
- Merlin, P. (2002). *L'aménagement du territoire*. Paris : Presse Universitaire de France, Premier cycle, 1, 456 p.
- Ministère de la Transition écologique (2021). *La lutte contre l'artificialisation des sols*. République française, 6 p.  
[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/fiche\\_lutte\\_contre\\_artificialisation\\_des\\_sols.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/fiche_lutte_contre_artificialisation_des_sols.pdf). Consulté le 12/07/2022.
- Mustafa, A., Van Rompaey, A., Cools, M., Saadi, I. & Teller, J. (2018). Addressing the determinants of built-up expansion and densification processes at the regional scale. *Urban Studies*, 55(15), 3279 – 3298. <https://doi.org/10.1177/0042098017749176>.
- Naiken, R. (2019). *Les Casernes Namur* [diapositives]. Liège : Université de Liège, Conférence « projet urbain » du 9 octobre 2019, 83 p.  
[https://jacquesteller.files.wordpress.com/2021/04/uliege\\_cpu\\_09oct2019\\_namur-un-nouveau-quartier-sur-le-site-des-casernes\\_renaud-naiken.pdf](https://jacquesteller.files.wordpress.com/2021/04/uliege_cpu_09oct2019_namur-un-nouveau-quartier-sur-le-site-des-casernes_renaud-naiken.pdf). Consulté le 10/08/2022.
- Newman, P. W. G. & Kenworthy, J. R. (1996). The land use-transport connection: An overview. *Land Use Policy*, 13(1), 1 – 22. [https://doi.org/10.1016/0264-8377\(95\)00027-5](https://doi.org/10.1016/0264-8377(95)00027-5).
- Newman, P.W.G. & Kenworthy, J.R. (1989). *Cities and automobile dependence: an international sourcebook*. Gower. Aldershot: Avebury.
- OCDE (2018). *Rethinking Urban Sprawl: Moving Towards Sustainable Cities*. Paris: OECD Publishing.
- OCDE (2020). *Belgium: Overview*. OECD Economic Surveys, 63 p.  
<https://www.oecd.org/economy/surveys/Belgium-2020-OECD-economic-survey-overview.pdf>. Consulté le 09/08/2022

- OCDE (2021). *Belgique : L'essentiel 2021*. Examens environnementaux de l'OCDE, 16 p. <https://issuu.com/oecd.publishing/docs/oecd-epr-belgium-2021-highlights-web-french>. Consulté le 09/08/2022.
- ONU (2019). *World Urbanization Prospects 2018: Highlights*. New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, (ST/ESA/SER.A/421). <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Highlights.pdf>. Consulté 02/08/2022.
- Ostermeijer, F., Koster, H. R. A., Van Ommeren, J. & Mayland Nielsen, V. (2022). Automobiles and urban density. *Journal of Economic Geography*, 00, 1 – 23. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbab047>.
- Prokop, G., Jobstmann, H. & Schönbauer, A. (2011). *Report on best practices for limiting soil sealing and mitigating its effects*. European Commission, DG Environment, Technical Report 2011, 050, 231 p. [http://publications.europa.eu/resource/ellar/c20f56d4-acf0-4ca8-ae69-715df4745049.0001.01/DOC\\_1](http://publications.europa.eu/resource/ellar/c20f56d4-acf0-4ca8-ae69-715df4745049.0001.01/DOC_1). Consulté le 26/07/2022.
- Région wallonne (2022). *Artificialisation du territoire*. Etat de l'environnement wallon, 7 p. <http://etat.environnement.wallonie.be/contents/indicatorsheets/TERRIT%202.html>. Consulté le 06/08/2022.
- Région wallonne (n.d.). *Vade Mecum relatif à la mise en œuvre des commissions consultatives communales d'aménagement du territoire et de mobilité*. 14 p. [http://lampspw.wallonie.be/dgo4/tinymvc/apps/amenagement/views/documents/directio ns/dal/ccatm/CCATM%20-%20Vademecum%20renouvellement%202018\\_vers%20def.pdf](http://lampspw.wallonie.be/dgo4/tinymvc/apps/amenagement/views/documents/directio ns/dal/ccatm/CCATM%20-%20Vademecum%20renouvellement%202018_vers%20def.pdf). Consulté le 09/08/2022.
- Reusens, P. & Warisse, C. (2018). Prix des logements et croissance économique en Belgique. *Revue Économique de La Banque Nationale*, décembre, 85 – 111. [https://www.nbb.be/doc/ts/publications/economicreview/2018/revecoiv2018\\_h5.pdf](https://www.nbb.be/doc/ts/publications/economicreview/2018/revecoiv2018_h5.pdf). Consulté le 15/08/2022.
- SPW Territoire (2019). *Schéma de développement du territoire [SDT]*. Version rectificative du 14 mai 2019, 145 p. <http://lampspw.wallonie.be/dgo4/tinymvc/apps/amenagement/views/documents/amenagement/regional/sdt-v2/1-sdt/sdt-definitif-adopte-16-mai-2019-fr>. Consulté le 06/08/2022
- SPW Territoire (2022). *Code du développement du territoire [CoDT]*. Coordination officielle mise à jour le 20 juillet 2022, 377 p. [http://lampspw.wallonie.be/dgo4/tinymvc/apps/amenagement/views/documents/juridique/codt/CoDT\\_Fr.pdf](http://lampspw.wallonie.be/dgo4/tinymvc/apps/amenagement/views/documents/juridique/codt/CoDT_Fr.pdf). Consulté le 06/08/2022
- Stevens, D. (2019). *La dépendance automobile en Wallonie : Approche par la densité de population et l'attractivité des bus*. Mémoire de master sciences géographiques, Liège, Université de Liège., inédit, 75 p.
- Teller, J. (2017). L'urbanisme tactique, une autre manière de faire la ville. *Dérivations*, 5, 203 – 206. <https://derivations.be/archives/numero-5/1-urbanisme-tactique-une-autre-maniere-de-faire-la-ville.html>. Consulté le 16/08/2022.
- Teller, J. (2021a). Regulating urban densification: what factors should be used? *Buildings and Cities*, 2(1), 302 – 317. <https://doi.org/10.5334/bc.123>.
- Teller, J. (2021b). Urban density and Covid-19: towards an adaptive approach. *Buildings and Cities*, 2(1), 150 – 165. <https://doi.org/10.5334/bc.89>.

- Teller, J., Dujardin, S. & Brevers, F. (2011). *Structuration du territoire pour répondre aux objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre*. CPDT subvention 2010-2011, Rapport scientifique final thème 2B, 99 p.
- Thomas, I, Frankhauser, P. & Biernacki, C. (2008). The morphology of built-up landscapes in Wallonia (Belgium): A classification using fractal indices. *Landscape and Urban Planning*, 84(2), 99–115. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.07.002>.
- Triola, M.M., & Triola, M.F. (2006). *Biostatistique pour les sciences de la vie et de la santé*. Édition revue et corrigée. Montreuil : Pearson Education, Sciences, 1, 367 p.
- Vandermotten, C. (n.d.). *L'aménagement du territoire*. Universalis encyclopédie. <https://www.universalis.fr/encyclopedie/belgique-geographie/5-l-amenagement-du-territoire/>. Consulté le 09/08/2022.
- Vigeron, R. (2018). BIMBY, un levier pour le renouvellement de l'habitat périurbain. In Léger, J.-M. & Mariolle, B. (eds.), *Densifier dédensifier : Penser les campagnes urbaines*. Parenthèses. Marseille: PUCA, 101 – 112.
- Vuk G. (2005). Transport impacts of the Copenhagen Metro. *Journal of Transport Geography*, 13(3), 223 – 233. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2004.10.005>.
- Wicki, M. & Kaufmann, D. (2021). How does Acceptance of Densification Differ among Neighborhood Types? *ETH Zürich*, Research collection, 1 – 23. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000478720>.
- Wiel, M. (1999). *La transition urbaine ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée*. Sprimont : Mardaga, Architecture + Recherche, 149 p.
- Zahavi Y. (1976). *Travel characteristics in cities of developing and developed countries*. Washington: The World Bank, Staff Working Paper, 230, 113 p.

### Référence des données

- Conférence Permanente du Développement Territorial [CPDT] (2003). *Tableau de bord du développement territorial 2003*. Ministère de la Région wallonne, 216 p. <https://cpdt.wallonie.be/sites/default/files/pdf/tbdt.pdf>. Consulté le 10/07/2022.
- Conférence Permanente du Développement Territorial [CPDT] (2021). *Foncier vierge en zone d'habitat 2017*. Communication personnelle.
- Conférence Permanente du Développement Territorial [CPDT] (2021). *Foncier vierge en zone d'habitat 2021*. Communication personnelle.
- Conférence Permanente du Développement Territorial [CPDT] (2021). *Gisements associés à une opération de recyclage urbain 2010 – 2016*. Recyclage urbain et exploitation optimale du stock bâti et du foncier artificialisé. CPDT subvention 2021. CPDT subvention 2021, Rapport scientifique annexe 2c. Communication personnelle.
- De Wasseige Y., Laffut M., Ruyters C. & Scheilper P. (2000). Bassins d'emplois et régions fonctionnelles : Méthodologie et définitions des bassins d'emplois belges. *Discussion Papers*, 2005, Service des Etudes et de la Statistique, ministère de la Région wallonne.
- IWEPS (2021). *Taux d'offre foncière potentielle en zones d'habitat au plan de secteur*. Walstat. <https://walstat.iweps.be/fichiers/donnees/216500.xlsx>. Téléchargé le 10/07/2022.

- Statbel (2016). *Population par secteur statistique 2016*.  
[https://statbel.fgov.be/sites/default/files/files/.opendata/bevolking/sectoren/TF\\_POP\\_STRICT\\_SECTORS\\_2016.xlsx](https://statbel.fgov.be/sites/default/files/files/.opendata/bevolking/sectoren/TF_POP_STRICT_SECTORS_2016.xlsx). Téléchargé le 10/07/2022.
- Statbel (2021). *Population par secteur statistique 2021*.  
[https://statbel.fgov.be/sites/default/files/files/.opendata/bevolking/sectoren/OPENDATA\\_SECTOREN\\_2021.xlsx](https://statbel.fgov.be/sites/default/files/files/.opendata/bevolking/sectoren/OPENDATA_SECTOREN_2021.xlsx). Téléchargé le 10/07/2022.
- Statbel (2022). *Population par commune au 1er janvier (1992 – 2022)*.  
[https://statbel.fgov.be/sites/default/files/files/documents/bevolking/5.1%20Structuur%20Ovan%20de%20bevolking/Population\\_par\\_commune.xlsx](https://statbel.fgov.be/sites/default/files/files/documents/bevolking/5.1%20Structuur%20Ovan%20de%20bevolking/Population_par_commune.xlsx). Téléchargé le 10/07/2022.
- WalOnMap (2019a). *Limites administratives belges CadGIS*. Administration Générale de la Documentation Patrimoniale (SPF Finances - AGDP). Mise à jour du 01/01/2019.  
<https://geoportail.wallonie.be/catalogue/4bef2af5-422a-45b0-9e9a-fa692fb0f18c.html>. Téléchargé le 19/10/2021.
- WalOnMap (2019b). *Secteurs statistiques 2011*. SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie. Mise à jour du 01/01/2019. <https://geoportail.wallonie.be/catalogue/32c259bc-8dfb-4546-a0fc-4e5345395828.html>. Téléchargé le 08/07/2022.
- WalOnMap (2022). *Plan de secteur (version coordonnée vectorielle)*. Service public de Wallonie (SPW). Mise à jour du 31 mai 2022.  
<https://geoportail.wallonie.be/catalogue/7fe2f305-1302-4297-b67e-792f55acd834.html>. Téléchargé le 02/07/2022.