



*Conférence Permanente
du Développement
Territorial*

RECHERCHE 1 : INTENSIFICATION ET REQUALIFICATION DES CENTRALITES POUR LUTTER CONTRE L'ETALEMENT URBAIN

RAPPORT SCIENTIFIQUE – ANNEXE 1C

VOLET 1 – INDICATEURS DE SUIVI DE L'ETALEMENT URBAIN



RAPPORT FINAL – DÉCEMBRE 2020



Université de
Liège - Lepur



Université Libre de
Bruxelles - IGEAT



Université Catholique de
Louvain - CREAT

Responsable scientifique

Christine RUELLE (Lepur-ULiège)

Chercheur

Pierre-François WILMOTTE (Lepur-ULiège)

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	4
1.1 STRUCTURE DE LA PROPOSITION	5
1.2 DE L'IMPORTANCE DE LA QUALITÉ DES DONNÉES À DISPOSITION	6
2. INDICATEURS LIÉS À LA DIMENSION « ARTIFICIALISATION »	8
2.1 TAUX D'ARTIFICIALISATION	9
2.2 ÉVOLUTION RELATIVE DE L'ARTIFICIALISATION	10
2.3 ARTIFICIALISATION ANNUELLE	11
2.4 CARACTÉRISATION DES ESPACES ARTIFICIALISÉS SELON LEUR COUVERTURE	12
3. INDICATEURS LIÉS A LA DIMENSION « EFFICIENCE »	14
3.1 SUPERFICIE RESIDENTIELLE PONDEREE	15
3.2 DENSITE RESIDENTIELLE	16
3.3 INTENSITE URBAINE	17
3.4 ÉVOLUTION RELATIVE DE L'ARTIFICIALISATION AU REGARD DE L'ÉVOLUTION RELATIVE DE LA POPULATION	19
3.5 COMPARAISONS INTERNATIONALES	20
4. INDICATEURS LIÉS A LA DIMENSION « LOCALISATION/ POSITIONNEMENT »	21
4.1 INDICATEURS DE LOCALISATION / POSITIONNEMENT INTRINSEQUE	22
4.2 INDICATEURS DE LOCALISATION VIS-A-VIS DE DIFFÉRENTS TYPES DE RÉFÉRENTS SPATIAUX...	24
4.2.1 Localisation / positionnement vis-à-vis des tissus urbains existants.....	24
4.2.2 Localisation ou positionnement vis-à-vis des lieux « centraux »	26
5. BIBLIOGRAPHIE	31

PROPOSITION POUR UN CORPUS D'INDICATEURS DE SUIVI DE L'ETALEMENT URBAIN EN WALLONIE

1. INTRODUCTION

Cette note constitue une proposition pour un corpus d'indicateurs de suivi du phénomène de l'étalement urbain en Wallonie. Elle intègre des indicateurs déjà disponibles au niveau de l'IWEPS et les complète par d'autres, qui pourraient apporter un éclairage complémentaire sur le phénomène. La multi-dimensionnalité de la notion d'étalement urbain (cf. rapport principal et annexe R1.1a) nécessite de définir un ensemble d'indicateurs pertinents pour chacune de ses dimensions. Comme mis en évidence par l'OCDE (2018), les approches unidimensionnelles ne permettent pas d'appréhender la complexité du phénomène d'étalement urbain et les spécificités des différents territoires urbains et ruraux. L'étalement urbain peut en effet se manifester sous des formes très diverses selon les contextes.

Par ailleurs, rappelons que l'Agence Européenne de l'Environnement propose un indicateur synthétique visant à intégrer les trois dimensions de l'étalement urbain : le WUP pour *Weighted Urban Proliferation*. Cet indicateur est présenté et discuté dans l'état de l'art (cf. annexe R1.1a du rapport). S'il permet une comparaison internationale, sa forte corrélation avec la densité d'habitants le rend selon nous peu pertinent pour un usage au niveau wallon. Par ailleurs, comme tous les indicateurs synthétiques, il a le défaut d'être difficile à interpréter (effet « boîte noire ») et donc d'avoir une faible capacité à participer à la sensibilisation du grand public. C'est pour ces raisons que nous avons choisi de ne pas le retenir et de plutôt opter pour un corpus d'indicateurs permettant d'illustrer chaque dimension de l'étalement urbain et sa manifestation en Wallonie.

Les indicateurs proposés sont inspirés par la littérature et adaptés, quand c'est possible, aux objectifs politiques spécifiques à la Wallonie. Cependant, à ce stade, il est encore malaisé de faire une proposition définitive car certains de ces objectifs ne sont pas encore suffisamment clairs. A titre d'exemple, pour la dimension « localisation/positionnement » de l'étalement urbain, certains indicateurs ont pour objectif de déterminer où se produit l'urbanisation vis-à-vis de différents « référents spatiaux ». Or ces référents spatiaux font encore l'objet de discussions et de débats en Wallonie. Le projet de Schéma de Développement du Territoire (SDT) adopté par le Gouvernement wallon en mai 2019 identifie 35 « pôles », dont 8 sont reconnus comme « pôles régionaux » (Arlon, Charleroi, La Louvière, Liège, Mons, Namur, Tournai, et le bi-pôle d'Ottignies-Louvain-La-Neuve), 1 comme « capitale régionale » (Namur) et 2 comme « pôles majeurs » (Charleroi et Liège). Mais les périmètres de ces pôles ne sont pas clairement identifiés. Par ailleurs, le projet de SDT exprime la volonté de la Région de concentrer au maximum les développements futurs au sein des « centralités » urbaines et rurales. Cependant, celles-ci ne sont pas définies. Par ailleurs, le projet SDT n'est pas encore entré en vigueur. Sans savoir ce qu'il va advenir de cette démarche d'identification des différents niveaux de lieux considérés comme centraux, nous avons fait le choix d'intégrer à la proposition ci-dessous tant des indicateurs qui valorisent les référents spatiaux proposés par le projet SDT que des indicateurs qui font appel à des référents spatiaux proposés dans la littérature.

1.1 STRUCTURE DE LA PROPOSITION

La Figure 1 illustre la structure de la proposition. Pour chacune des dimensions de l'étalement urbain (artificialisation, efficacité et localisation/positionnement), quelques indicateurs sont donc proposés. Pour la dimension « artificialisation », il s'agit de renseigner sur l'état du territoire d'une part et sur les dynamiques d'artificialisation d'autre part, mais aussi de caractériser les espaces artificialisés du point de vue de leur couverture car comme exposé dans l'état de l'art (cf. annexe R1.1a), l'impact d'un espace artificialisé peut varier considérablement en fonction de sa densité bâtie ou de son degré d'imperméabilisation par exemple. En ce qui concerne les dynamiques d'artificialisation, elles peuvent être appréhendées en valeur relative ou en valeur absolue au travers de rythmes annuels d'artificialisation. Par ailleurs, il peut être intéressant de détailler l'artificialisation imputable à chaque fonction (résidentielle, économique, etc.).

La dimension « efficacité » de l'étalement urbain est appréhendée au travers de deux types d'indicateurs: la superficie résidentielle par habitant, par ménage ou par logement, et à l'inverse des indicateurs de densité (résidentielle, démographique) et d'intensité urbaine, permettant de prendre en compte les activités en plus de l'habitat.

Enfin, la dimension « localisation/positionnement » est appréhendée au travers de l'analyse de la distribution spatiale de la (croissance de la) population, des (nouvelles) constructions, ou de l'artificialisation (récente). La localisation de ces différents éléments est envisagée soit vis-à-vis de référents spatiaux, c'est-à-dire des lieux jugés importants, soit vis-à-vis de leurs pairs, sans hiérarchie aucune (dispersion intrinsèque).

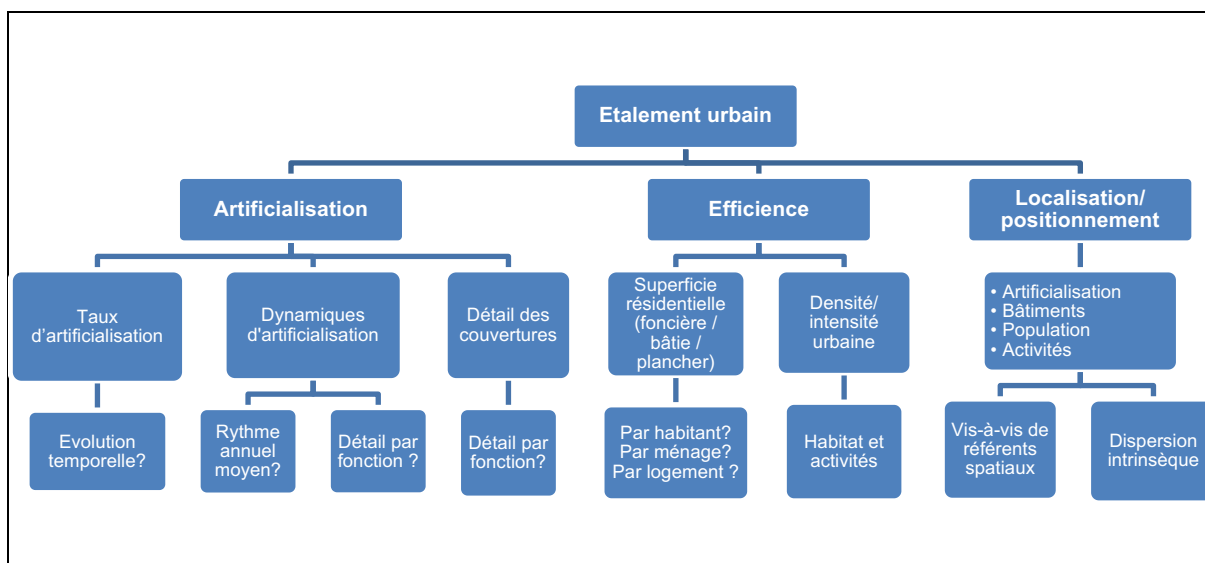


Figure 1 : Structure de la proposition.

Ensuite, pour chaque indicateur, nous détaillons l'intérêt qu'il présente, la formule à utiliser pour le calculer et l'unité, les données sources mobilisées, les échelles d'observation et la fréquence de mise à jour proposées. Ensuite, nous pointons les limites liées à l'indicateur et terminons éventuellement par un commentaire.

1.2 DE L'IMPORTANCE DE LA QUALITÉ DES DONNÉES À DISPOSITION

Le Tableau 1 et le Tableau 2 ci-dessous reprennent et présentent brièvement les principales sources de données mobilisées, et rappellent leurs forces et faiblesses. La qualité des bases de données existantes est déterminante pour assurer la pertinence des indicateurs proposés.

Tableau 1: Principales bases de données (Source : Godart & Ruelle (dir.), 2019a)

	Cadastre	IGN
Méthode de production de la donnée	Intégration de données relatives aux mutations juridiques (actes notariés) et physiques (permis), et amélioration de la géométrie en interne jusqu'en 2025.	Production de données par photogrammétrie et validation sur le terrain, et intégration de données externes.
Niveau de résolution spatiale	Parcelles cadastrales	1/10.000e
Identification des surfaces artificialisées	Nature cadastrale basée sur la déclaration de l'utilisation des sols en adéquation avec la définition des terres artificialisées mais absence de données sur une partie du territoire (non cadastré).	Absence de données relatives à certains objets artificialisés (espaces verts, carrières, bassins techniques...).
Fréquence de mise à jour	Matrice cadastrale mise à jour annuellement.	Cycle de 3 à 6 ans jusqu'en 2019. Plus de mise à jour systématique à partir de 2020.
Limites	Dépend de la déclaration des citoyens et d'une qualité variable dans le temps et l'espace de l'encodage des données (nature et découpage des parcelles). Pas d'information sur le territoire non-cadastré.	Pas de données liées aux fonctions

Tableau 2 : Principales bases de données (Source : Godart & Ruelle (dir.), 2019a)

	PICC	WalIOUS
Méthode de production de la donnée	Intégration continue de données vectorielles produites par des géomètres indépendants et par le SPW.	Intégration et consolidation de données existantes et de données issues de l'interprétation d'images produites par télédétection.
Niveau de résolution spatiale	Précision inférieure à 25 cm	Land Cover : 1 à 15 m ² Land Use : parcelles cadastrales

Identification des surfaces artificialisées	Absence de données relatives à certains objets artificialisés (jardins, espaces verts, carrières...)	Land Cover : Distinction du bâti et des surfaces imperméables uniquement. Land Use : reclassification issue de la mobilisation de bases de données liées aux activités (entreprises, écoles, etc.).
Fréquence de mise à jour	Mensuelle	Non défini actuellement
Limites	Absence de données liées aux activités et d'information socio-économique (population, fiscalité, logement, activités).	Tend à réduire le concept d'artificialisation à sa dimension « imperméabilisation ». Mise à jour non définie.

L'**artificialisation des sols** en Wallonie est observée au départ de données issues du Cadastre qui fournissent donc une information à la parcelle. Comme expliqué à de maintes reprises, ceci présente le désavantage de ne pas pouvoir distinguer, au sein de certaines parcelles, des surfaces dédiées à des fonctions non urbaines et qui pourraient donc être considérées comme non artificialisées (cf. Etat de l'art à l'annexe R1.1a). Par ailleurs, différents biais sont associés à la source de données qu'est le Cadastre : recalages réguliers des limites parcellaires, remembrement-démembrement de parcelles opérées par l'AGDP, etc. qui, en particulier à l'échelle locale, peuvent être problématiques.

Concernant les données sur les **bâtiments (emprises bâties)**, les données cadastrales sont une mauvaise source de données car elles peuvent être entachées d'erreurs dues aux constructions non déclarées et à celles qui ne nécessitent pas de permis. Le **PICC** est une alternative crédible car le bâti y est mieux recensé que dans le Cadastre et devient d'ailleurs la source de données au sujet des bâtiments pour alimenter le Cadastre.

Toujours au sujet des bâtiments, mais cette fois envisagés au travers de la **superficie de planchers développés**, une information à ce sujet est disponible au niveau du Cadastre. Cependant elle est relativement peu fiable car elle est produite par extrapolation des hauteurs de bâtiments via les données cadastrales et/ou le PICC, sur base d'un certain nombre d'hypothèses qui peuvent conduire à des niveaux d'erreurs importants. Pour davantage de détails sur ces questions, nous renvoyons le lecteur intéressé à l'annexe R1.2f du rapport, qui propose une réflexion à ce sujet. Dès lors, même si nous la mobilisons cette donnée dans le cadre de notre proposition d'indicateurs parce qu'en théorie elle est particulièrement utile, nous invitons à la plus grande prudence dans son utilisation.

WalOUS¹ fournit à la fois des données **d'occupation et d'utilisation du sol** qui sont plus robustes que celles issues du Cadastre car la typologie WalOUS repose sur la mobilisation de bases de données complémentaires sur les entreprises, l'enseignement, etc. au contraire des données cadastrales. Cette source de données est donc à privilégier pour toutes les informations relatives à l'artificialisation, au bâti, aux surfaces imperméabilisées mais également à toute une série de fonctions (résidentielle, économique, scolaire, etc.), à condition toutefois que la cartographie WalOUS fasse l'objet d'une actualisation régulière à l'avenir.

¹ Désormais disponible sur le géoportail de Wallonie: <http://geoportail.wallonie.be/>

Notons toutefois que la prise en compte de **diverses activités humaines** dans le but d'intégrer davantage la question de la mixité fonctionnelle dans l'analyse de l'urbanisation nécessite de recourir à de nouvelles sources de données pour compléter l'information centrée sur le foncier, et que les données relatives à l'emploi, l'enseignement, les loisirs... qui en sont issues souffrent généralement d'un **problème de géolocalisation** : les informations sont généralement collectées au niveau des **sièges sociaux** des différentes organisations (entreprises, institutions d'enseignement, etc.). Or, ces informations devraient être rendues disponibles au niveau des « **établissements** », c'est-à-dire là où les personnes (travailleurs, étudiants/élèves, clients...) sont présentes. Ce biais est de nature à surévaluer les effectifs en milieu urbain dense et à sous-évaluer les effectifs dans d'autres types de localisations.

Par ailleurs, faut-il accorder la même importance au **lieux de résidence** et aux **lieux d'activité** dans les différentes estimations de densité/intensité ? Certaines approches proposent une pondération en fonction d'une estimation du temps passé par les personnes (habitants, travailleurs, étudiants/élèves, clients...) dans ces différents lieux. Mais cette question méthodologique reste ouverte.

En ce qui concerne les données relatives aux **logements**, le recours au Cadastre est inévitable mais des biais importants peuvent être associés à ces données en raison des logements qui ne sont pas référencés au Cadastre (kots, logements non déclarés, etc.).

Au sujet enfin des données de **population**, le **Registre National géolocalisé** permet de préciser la localisation de la population d'après les adresses, permettant des analyses jusqu'à l'échelle des sites. Toutefois, ces données souffrent du biais classique des données administratives : elles mesurent les lieux officiels de vie et peinent à prendre en compte des phénomènes comme les ménages recomposés, les personnes âgées en maison de repos mais qui ne s'y domicilient pas, le sans-abrisme, les illégaux, les kotteurs, etc.

2. INDICATEURS LIÉS À LA DIMENSION « ARTIFICIALISATION »

Pour rappel, la notion d'artificialisation a pour objectif de rendre compte du grignotage progressif des espaces naturels, agricoles et sylvicoles au profit de fonctions « urbaines ». C'est donc la perte de disponibilité de ces espaces pour les fonctions agricoles, sylvicoles et naturelles qui est visée par les indicateurs proposés ici.

Il faut noter d'emblée que les indicateurs de suivi de l'artificialisation proposés à une échelle fine (commune, secteur statistique) sont à prendre avec beaucoup de précaution étant donné les limites associées à la source de données qu'est le Cadastre : recadrages parcellaires, remembrement-démembrement de parcelles opérées par l'AGDP, etc. qui peuvent biaiser le suivi de l'artificialisation. Par ailleurs, il convient de rester prudent au niveau de l'interprétation des chiffres et de rappeler notamment que toute artificialisation observée à l'échelle communale n'est pas imputable aux autorités communales. A titre d'exemple, l'accueil sur le territoire d'une commune d'une infrastructure de mobilité (contournement routier, autoroute, ligne RER...) ou d'un équipement public n'est pas nécessairement imputable à cette Commune, mais le résultat de décisions prises à un niveau supérieur.

Les indicateurs proposés ici sont des indicateurs devenus classiques dans le suivi de l'artificialisation : taux d'artificialisation à l'échelle d'un territoire (et évolution de ce taux), évolution relative de l'artificialisation afin de permettre des comparaisons entre territoires pour une même période, évolution absolue de l'artificialisation au sein d'un territoire sous la forme d'un rythme annuel moyen d'artificialisation durant une période considérée. Ces deux derniers indicateurs présentent en outre l'intérêt de pouvoir être déclinés par fonction : résidentielle, économique, etc.

Par ailleurs, nous proposons 2 autres types d'indicateurs visant à caractériser plus finement les surfaces artificialisées au travers de leur couverture : part de ces surfaces qui est bâtie ou imperméabilisée. La notion d'artificialisation est en effet souvent considérée comme trop binaire (cf. annexe R1.1a) et la densité bâtie ainsi que le degré d'imperméabilisation des surfaces artificialisées apporte une information complémentaire utile au regard d'enjeux comme le risque d'inondation, l'habitabilité des tissus urbains, la réduction de l'îlot de chaleur urbain, ou encore la biodiversité.

2.1 TAUX D'ARTIFICIALISATION

Indicateur	Taux d'artificialisation.
Pourquoi ?	Mesurer l'importance des surfaces artificialisées au sein d'un territoire (« état » du territoire à un instant t).
Formule (unité)	$\frac{\textit{Superficie artificialisée}}{\textit{Superficie totale territoire}} (\%)$
Source des données	Données superficies : WalOUS (si actualisé) et à défaut le Cadastre (source actuelle de l'IWEPS).
Échelle d'observation	Région, bassin, arrondissement, commune et secteur statistique.
Mise à jour	Un pas de temps compris entre 1 et 5 ans est souhaitable, compatible avec le renouvellement des cartographies de l'occupation et de l'utilisation du sol.
Limites	Dans le cas où les données proviennent du Cadastre, le caractère binaire de la notion d'artificialisation et sa mesure à la parcelle auront tendance à surestimer l'artificialisation dans certains contextes moins urbains (grandes parcelles incluant des surfaces de prairies, de vergers, de potagers, etc. seront considérées comme entièrement artificialisées).
Commentaire	L'IWEPS calcule cet indicateur sur la base des données cadastrales, et le publie sur son portail Walstat (Figure 1), de même que l'évolution temporelle de ce taux d'artificialisation (Figure 3).

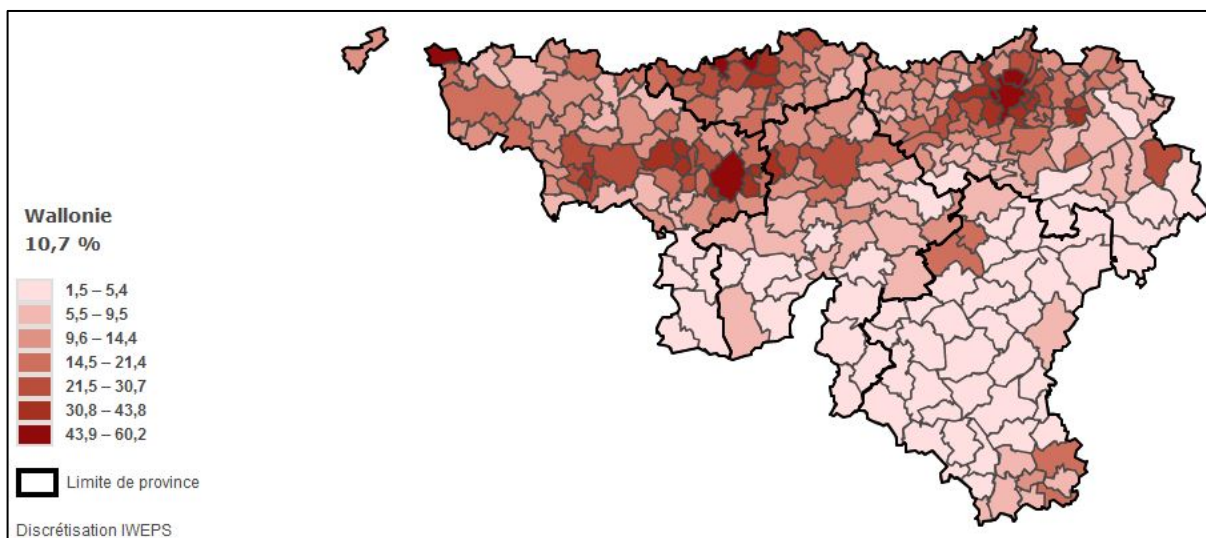


Figure 2 : Taux d'artificialisation par commune au 1^{er} janvier 2020 (en %) (Source : Walstat, IWEPS, 2020)

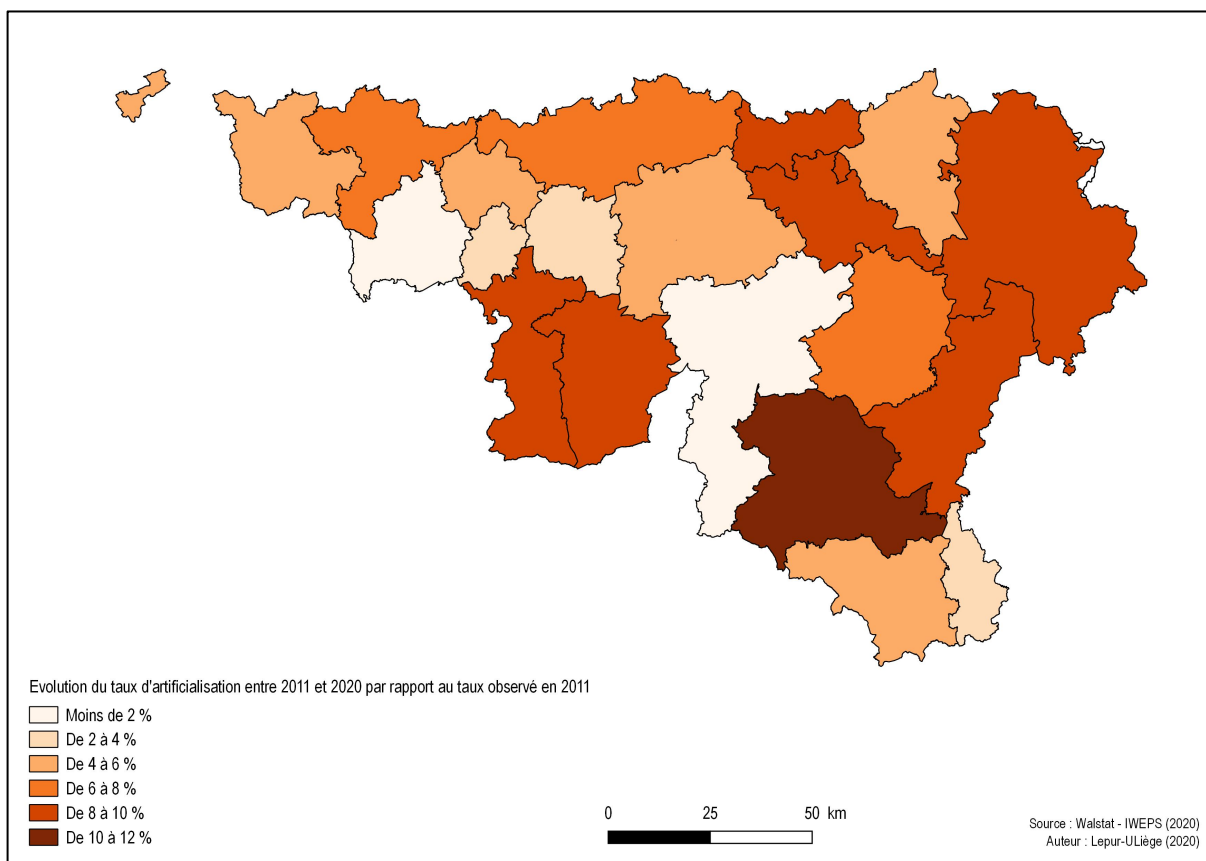


Figure 3 : Evolution du taux d'artificialisation entre 2011 et 2020 par arrondissement (Source : IWEPS, d'après des données AGDP-SPF Finances, 2020)

2.2 ÉVOLUTION RELATIVE DE L'ARTIFICIALISATION

Indicateur	Évolution relative de l'artificialisation.
------------	--

Pourquoi ?	Relativiser l'évolution de la superficie artificialisée sur un territoire au regard de la superficie artificialisée au début de la période de temps considérée permet de comparer les territoires entre eux. L'indicateur peut en outre être décliné par fonction : la résidence (voir Figure 4), l'activité économique, etc.
Formule (unité)	$\frac{\text{Superficie artificialisée}_t - \text{Superficie artificialisée}_{t-1}}{\text{Superficie artificialisée}_{t-1}} \text{ (\%)}$
Source des données	Données superficie artificialisée : WalOUS (si actualisé) et à défaut le Cadastre (source actuelle de l'IWEPS).
Échelle d'observation	Région, bassin, arrondissement, commune et secteur statistique.
Mise à jour	Un pas de temps compris entre 1 et 5 ans est souhaitable, compatible avec le renouvellement des cartographies de l'occupation et de l'utilisation du sol.
Limites	Un pourcentage élevé peut donner l'impression d'une évolution peu vertueuse au sein d'un territoire alors qu'en valeur absolue, cela peut représenter une superficie très réduite. L'indicateur est donc à combiner avec un examen de l'artificialisation absolue pour le même territoire (voir Figure 4 pour ce qui concerne l'artificialisation résidentielle). La mesure à l'échelle commune peut s'avérer peu pertinente, la sensibilité à des évènements ponctuels devenant très importante.
Commentaire	-

2.3 ARTIFICIALISATION ANNUELLE

Indicateur	Artificialisation annuelle
Pourquoi ?	Quantifier l'évolution absolue de l'artificialisation sur un territoire donné, dans le but de la comparer à un éventuel objectif chiffré pour ce territoire ou de sensibiliser à ce sujet (p.ex. en exprimant la superficie artificialisée annuellement en « terrains de foot »). Permet de comprendre, au sein de la région ou des bassins, comment se répartit spatialement l'artificialisation réalisée sur une période de temps considérée. L'indicateur peut en outre être décliné par fonction : la résidence (voir Figure 4), l'activité économique, etc.
Formule (unité)	<i>moyenne (superficie artificialisée sur 5 ans)</i> (km ² /an ou ha/an)
Source des données	Données superficie artificialisée : WalOUS (si actualisé) et à défaut le Cadastre (source actuelle de l'IWEPS).
Échelle d'observation	Région, bassin, arrondissement et commune
Mise à jour	Un pas de temps compris entre 1 et 5 ans est souhaitable, compatible avec le renouvellement des cartographies de l'occupation et de l'utilisation du sol.

<p>Limites</p>	<p>Cet indicateur n'a pas pour vocation à être comparé entre les unités d'observation. Il doit donc être combiné à l'indicateur précédent (évolution relative de l'artificialisation) pour comprendre les dynamiques d'artificialisation (voir Figure 4 pour ce qui concerne l'artificialisation résidentielle).</p> <p>La mesure à l'échelle communale peut s'avérer peu pertinente, la sensibilité à des événements ponctuels devenant très importante.</p>
<p>Commentaire</p>	<p>-</p>

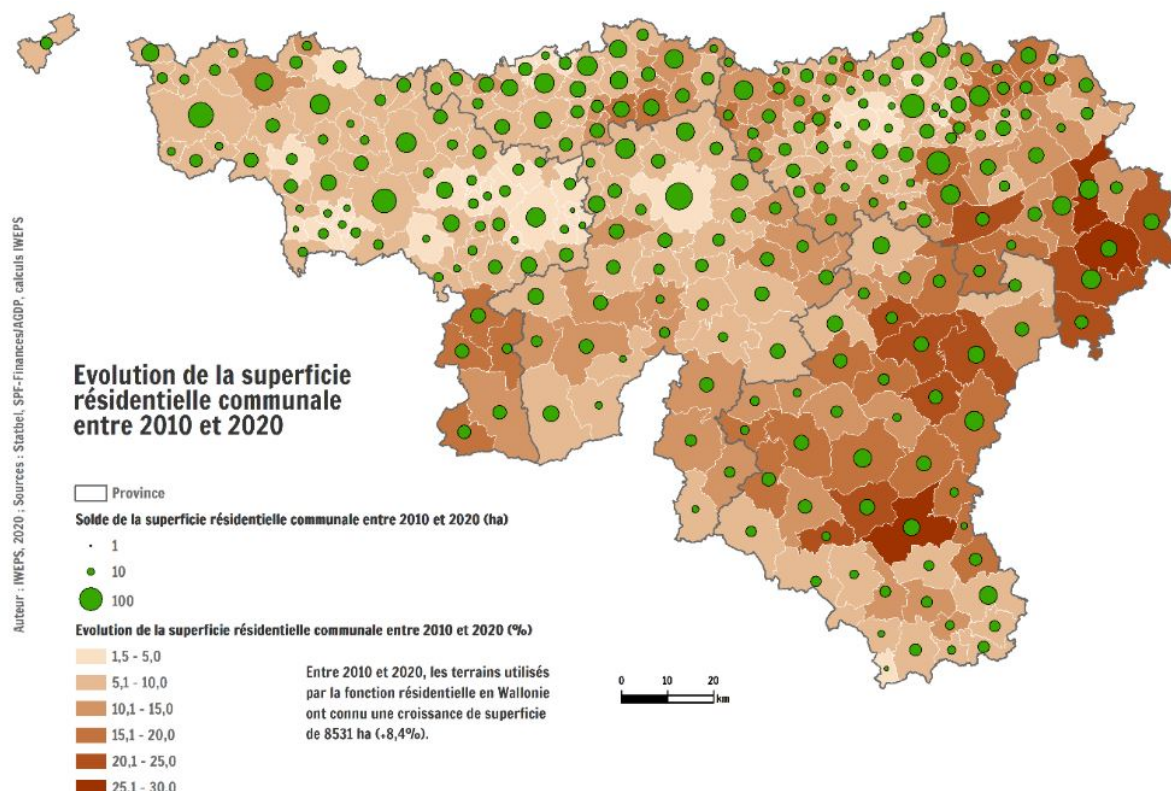


Figure 4 : Evolution relative (gradient de couleur) et absolue (disques verts) de la superficie artificialisée pour la résidence par commune entre 2010 et 2020 (Source : Charlier, 2020).

2.4 CARACTÉRISATION DES ESPACES ARTIFICIALISÉS SELON LEUR COUVERTURE

<p>Indicateur</p>	<p>Part des surfaces artificialisées qui sont bâties</p>
<p>Pourquoi ?</p>	<p>La part des surfaces artificialisées qui sont recouvertes de bâtiments donne une idée de la densité bâtie des espaces artificialisés. Cette information peut être utile dans le cadre de démarches de planification à l'échelle locale : où se situe-t-on, quel objectif peut-on raisonnablement se donner en termes de densité bâtie minimum et maximum. Les enjeux associés sont le risque d'inondation, l'habitabilité des tissus urbains, l'îlot de chaleur urbain, la biodiversité...</p>
<p>Formule (unité)</p>	<p>$\frac{\text{Superficie des emprises bâties}}{\text{Superficie artificialisée}} (\%)$</p>

Source des données	Données emprises bâties : WalOUS si actualisé. Le PICC est une alternative crédible car le bâti y est mieux recensé que dans le Cadastre (cf. point 1.2). Données superficies artificialisées : WalOUS (si actualisé) ou à défaut le Cadastre (source actuelle de l'IWEPS).
Échelle d'observation	Région, bassin, arrondissement, commune, centralité et secteur statistique
Mise à jour	Un pas de temps compris entre 1 et 5 ans est suggéré, compatible avec le renouvellement des cartographies de l'occupation et de l'utilisation du sol.
Limites	L'indicateur n'intègre pas la troisième dimension et la hauteur des bâtiments qui peut aussi être source d'un sentiment de densité difficilement vivable. De même, il n'intègre pas d'informations à propos des espaces non-bâties dont l'effet peut être plus ou moins positif selon leur revêtement (pelouse versus béton).
Commentaire	Comme mentionné pour les indicateurs précédents, WalOUS devrait être privilégié sur les données cadastrales pour autant qu'une mise à jour soit prévue. Une déclinaison de cet indicateur par fonction (résidence, activité économique, etc.) peut être envisagée grâce aux typologies de l'occupation et de l'utilisation du sol de WalOUS. Cela peut même avoir plus de sens pour, par exemple, mettre en évidence des différences notables en termes de densité bâtie entre des territoires plus ou moins urbains, et en vue d'envisager une régulation. L'évolution temporelle de cet indicateur peut également être intéressante pour analyser si les espaces artificialisés évoluent ou non dans le bon sens.

Indicateur	Part des surfaces artificialisées qui sont imperméabilisées
Pourquoi ?	Examiner la part des surfaces artificialisées qui est couverte de revêtements imperméables peut être utile pour appréhender des enjeux comme le risque d'inondation ou encore la perte de biodiversité. Cette information peut également être utile dans le cadre de la mise en place d'une politique visant à traiter de ces enjeux (p.ex. pour calibrer un coefficient de biotope).
Formule (unité)	$\frac{\text{Superficie imperméabilisée}}{\text{Superficie artificialisée}} (\%)$
Source des données	Données superficies imperméabilisées : WalOUS si actualisé. Le PICC est une alternative crédible, le cadastre est à exclure car il n'intègre pas d'information sur le revêtement des sols non bâtis. Données superficie artificialisées : WalOUS (si actualisé) et à défaut le Cadastre.
Échelle d'observation	Région, bassin, arrondissement, commune et secteur statistique.
Mise à jour	Un pas de temps compris entre 1 et 5 ans est suggéré, compatible avec le renouvellement des cartographies de l'occupation et de l'utilisation du sol.

Limites	-
Commentaire	<p>Comme mentionné pour les indicateurs précédents, WalOUS devrait être privilégié sur les données cadastrales pour autant qu'une mise à jour soit prévue.</p> <p>Une déclinaison de cet indicateur par fonction (résidence, activité économique, etc.) peut être envisagée grâce aux typologies de l'occupation et de l'utilisation du sol de WalOUS. Cela peut même avoir plus de sens pour, par exemple, mettre en évidence des différences notables en termes de degré d'imperméabilisation entre des territoires plus ou moins urbains, et en vue d'envisager une régulation.</p> <p>L'évolution temporelle de cet indicateur peut également être intéressante pour analyser si les espaces artificialisés évoluent ou non dans le bon sens.</p>

3. INDICATEURS LIES A LA DIMENSION « EFFICIENCE »

De manière générale, les indicateurs de la dimension « efficacité » de l'étalement urbain permettent de mesurer l'usage plus ou moins efficace qui est fait des espaces artificialisés et du bâti dans les différents territoires urbains et ruraux, ce qui peut être utile pour les acteurs de l'aménagement du territoire. Ces indicateurs devraient permettre d'identifier les territoires dans lesquels le bâti ou le foncier artificialisé est sous-utilisé ou au contraire surutilisé selon les objectifs définis par les différentes autorités publiques (Région ou Communes). Ils devraient également permettre de rendre compte d'éventuels processus de densification ou d'intensification, d'une stagnation de l'intensité d'utilisation des ressources foncières et bâties ou encore d'un phénomène de réduction de l'usage qui est fait de ces ressources. Les études scientifiques sur ces questions indiquent en effet que généralement, les quartiers déjà denses continuent de se densifier tandis que les quartiers peu denses ne se densifient pas ou très peu (p.ex. Mustafa et al, 2018 ; Bibby et al, 2018).

Pour rappel, la densité peut être abordée de trois manières différentes : densité de population (habitants/km²), densité résidentielle (logements/ha) et densité bâtie (m² bâtis/ha). Une densité peut également être « brute » ou « nette » selon que la superficie reprise au dénominateur correspond à l'entièreté du territoire considéré ou uniquement les espaces privés (hors voiries, parcs, etc.). L'intensité urbaine est une notion qui permet de compléter la mesure de la densité de population en intégrant la présence humaine liée aux activités professionnelles, scolaires, de loisirs... Toutefois, la qualité de la géolocalisation des personnes qui s'adonnent à ces activités reste à établir : les données actuelles font face à des biais importants à gérer (voir point 1.2).

Pour davantage d'explications sur ces différentes notions, nous renvoyons le lecteur au vademecum « Réduisons l'artificialisation des terres en Wallonie » édité dans le cadre de la recherche CPDT dédiée à la question de l'artificialisation des terres en 2019 (Godart & Ruelle, 2019b).

Ces indicateurs de densité/intensité intéressent surtout les acteurs de l'aménagement du territoire. Ils peuvent également être utiles dans le cadre de l'examen des demandes de permis en fournissant une série de références pour situer un projet ou pour examiner la densité des lieux dans lesquels ce projet s'insère.

En complément à ce type d'indicateur, il est utile et plus parlant pour un public plus large de calculer la superficie résidentielle par habitant, par ménage ou par logement. Cela permet de mettre en évidence les différences notables qui peuvent exister en termes de confort et de taille de l'espace habité entre des tissus urbains très denses et des contextes périurbains ou ruraux.

Nous proposons également un indicateur permettant d'analyser l'évolution de l'artificialisation au regard de la croissance de population, l'étalement urbain étant souvent compris comme une croissance plus rapide de l'artificialisation que de la population.

Enfin, nous proposons un indicateur qui permettra d'inscrire l'analyse de cette dimension « efficacité » dans une perspective internationale.

3.1 SUPERFICIE RESIDENTIELLE PONDEREE

La notion de superficie résidentielle peut être envisagée de trois manières : la superficie foncière artificialisée pour la résidence, l'emprise au sol du bâti destiné à la résidence ou encore la superficie de planchers développés pour la résidence (intégrant donc les différents niveaux des bâtiments). En outre, afin de permettre des comparaisons entre territoires, la superficie résidentielle peut être rapportée à la population de chaque territoire, au nombre de ménages ou encore au nombre de logements, donnant respectivement une superficie résidentielle (foncière, bâtie ou planchers) par habitant, par ménage ou par logement. Chacune de ces déclinaisons fournit des informations complémentaires aux autres.

Indicateur	Superficie résidentielle [foncière] [bâti] [plancher] par [habitant – ménage – logement]
Pourquoi ?	Les différents indicateurs proposés permettent de préciser l'efficacité de la fonction résidentielle dans l'utilisation qu'elle fait du foncier et du bâti. La combinaison des différents indicateurs permet d'étudier les particularismes locaux.
Formule (unité)	$\frac{\text{Superficie [foncière-bâtie-plancher] résidentielle}}{\text{Nombre d'habitants-de ménages-de logements}}$ (m ² /habitant ou m ² /ménage ou m ² /logement)
Source des données	Données superficies plancher et nombre de logements : Cadastre Superficies foncières et bâties résidentielles : WalOUS si actualisé et à défaut le Cadastre, qui permet aussi une mise à jour annuelle. Données population et ménages : Registre National géolocalisé.
Échelle d'observation	Région, bassin, arrondissement, commune, centralité et secteur statistique.
Mise à jour	Chaque année, à estimer pour le 1/1.
Limites	Fonction des biais des bases de données évoquées (cf. point 1.2). Il est important de calculer l'indicateur tant par rapport au nombre de ménages que par rapport au nombre de logements. En effet, plusieurs phénomènes peuvent expliquer que ces deux données ne coïncident pas (logements non déclarés, logements vacants, kots, résidences secondes, AirBNB, etc.).
Commentaire	Les indicateurs peuvent servir à identifier des communes ou des secteurs à l'urbanisation morphologique semblable (groupe de comparaison). Estimation de l'évolution de l'indicateur à prévoir.

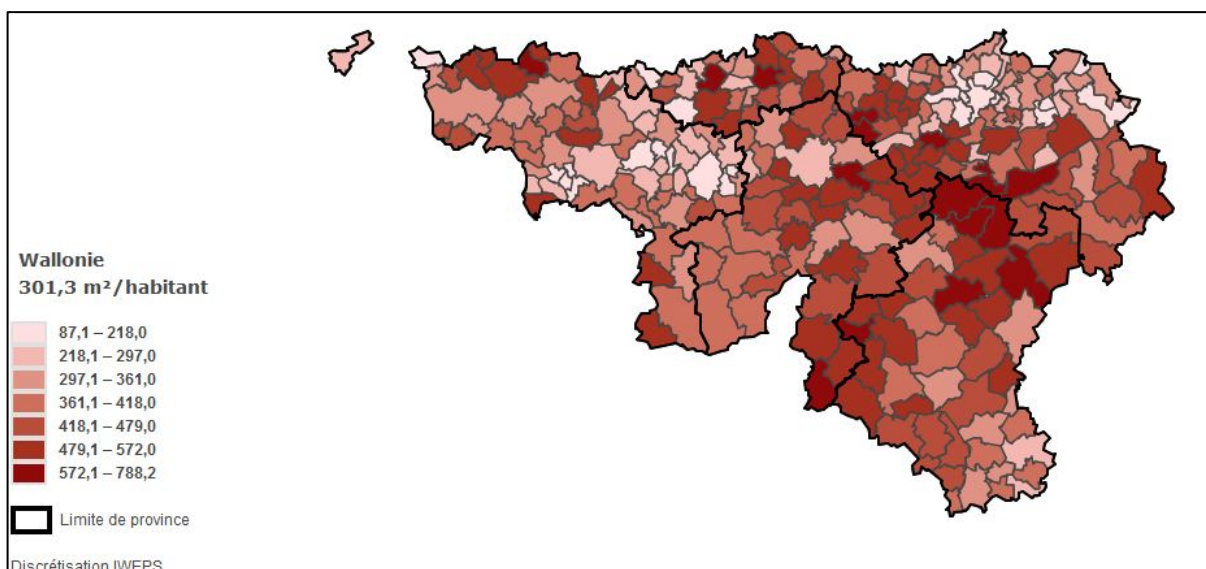


Figure 5 : Superficie foncière résidentielle par habitant en 2020 (Source : Walstat, IWEPS, 2020)

3.2 DENSITE RESIDENTIELLE

La densité résidentielle renvoie au nombre de logements pour une superficie donnée. On parle de densité brute si cette superficie est celle de l'ensemble du territoire considéré, et de densité nette cette superficie est celle dédiée à la fonction résidentielle au sein du territoire considéré.

Indicateur	Densité résidentielle brute
Pourquoi ?	Comparaison des territoires, suivi des phénomènes de densification, analyse de projets vis-à-vis de leur environnement. Indicateur à comparer avec la densité résidentielle nette.
Formule (unité)	$\frac{\text{Nombre de logements}}{\text{Superficie totale du territoire}}$ (logements / ha)
Source des données	Données logements et superficie: Cadastre.
Échelle d'observation	Région, bassin, arrondissement, commune, centralité et secteur statistique.
Mise à jour	Chaque année, à estimer pour le 1/1.
Limites	Cf. qualité des données de logement issue du cadastre (voir précédemment).
Commentaire	-

Indicateur	Densité résidentielle nette
Pourquoi ?	Comparaison des territoires, suivi des phénomènes de densification, analyse des projets vis-à-vis de points de références ou de leur environnement.

	Indicateur à comparer avec la densité résidentielle brute, il permet de mieux appréhender la notion de densité vécue dans les unités d'observation (Exemple : le territoire de la Ville de Seraing bien découpé entre une partie à forte densité de logement, une partie à dominante économique et un couvert forestier : une grande différence est attendue entre densité brute et nette).
Formule (unité)	$\frac{\text{Nombre de logements}}{\text{Superficie artificialisée pour la fonction résidentielle}}$ (logements / ha)
Source des données	Données logements : Cadastre. Données superficies artificialisées pour la résidence: Cadastre (source actuelle de l'IWEPS) ou WalOUS (si actualisé).
Échelle d'observation	Région, bassin, arrondissement, commune, centralité et secteur statistique.
Mise à jour	A prévoir en fonction de la mise à jour de la superficie au sol dédiée à la résidence, soit la période de mise à jour de WalOUS (si prévu) ou du Cadastre (chaque année, au 1/1).
Limites	Idéalement, le numérateur devrait être le nombre de logements, mais le cadastre n'est pas une source optimale d'information vu qu'il repose sur la déclaration des propriétaires privés qui peuvent omettre de déclarer des logements pour des raisons fiscales. Autre piste pour pallier à ce déficit : le nombre de ménages, défini sur base des données du registre national, peut permettre d'estimer la superficie par logement accueillant des personnes domiciliées. Mais il faut être conscient des biais que cela introduit. En effet, plusieurs phénomènes peuvent expliquer que le nombre de ménages et le nombre de logements ne coïncident pas (logements non déclarés, logements vacants, kots, résidences secondes, AirBNB, etc.).
Commentaire	-

3.3 INTENSITE URBAINE

Le concept d'intensité urbaine renvoie à la prise en compte des actifs (y compris les étudiants et les élèves) dans la mesure de la présence humaine sur un territoire. La mesure de l'intensité peut aussi être déclinée dans une variante brute et nette.

Indicateur	Intensité urbaine brute ou nette
Pourquoi ?	Estimation complémentaire à la densité de population, intégrant la présence humaine due aux activités professionnelles et scolaires. Permet de mieux appréhender la localisation des lieux d'activité de la population. Mesure particulièrement utile pour évaluer les besoins en transports publics.
Formule (unité)	$\frac{\text{Habitants} + \text{Emplois} + \text{Scolaires}}{\text{Superficie totale}}$ (personnes / km ² ou ha pour les échelles fines) Variante nette : $\frac{\text{Habitants} + \text{Emplois} + \text{Scolaires}}{\text{Superficies artificialisées pour la résidence et pour les activités examinées}}$ (personnes / km ²)

	(NB : le nombre d'habitants, de travailleurs, d'étudiants... peut être pondéré par une estimation du temps moyen passé, cf. point 1.2)
Source des données	Données habitants : Registre national géolocalisé Données emplois : ONSS et INSASTI (attention à la géolocalisation) Données scolaires : données Fédération Wallonie-Bruxelles Données superficies : WalOUS (si actualisé) et à défaut le Cadastre (source actuelle de l'IWEPS)
Échelle d'observation	Région, bassin, arrondissement, commune, centralité et secteur statistique.
Mise à jour	A prévoir en fonction de la mise à jour de la superficie au sol dédiée à la résidence, soit la période de mise à jour de Walous (si prévu) ou du cadastre (chaque année, au 1/1).
Limites	Indicateur scientifiquement moins robuste, vu les biais de données entre établissements et sièges centraux (cf. point 1.2), mais la mesure a une grande pertinence pour établir les diagnostics territoriaux (ex. pour un SDC ou un PUM). Cela témoigne de l'importance d'une information économique mieux géolocalisée. Réduit la dimension « activités » aux seules activités professionnelles et scolaires, ne tient pas compte des visiteurs des commerces, des institutions culturelles... qui sont plus difficilement modélisables. Comment intégrer la dimension du télétravail, qui pourrait biaiser l'estimation ? (ex. diminution de la surface des bureaux pour un même nombre de salariés)
Commentaire	Les données mobiles constituent une perspective possible pour pallier aux limites évoquées plus haut mais il s'agit d'une source de données émergente. La force de ces données est de pouvoir examiner à la fois la mobilité et les concentrations de population à divers moments de la journée (voir Figure 6). Toutefois, elles ne constituent pas non plus une panacée. Premièrement, le motif du déplacement ou de la localisation n'est pas identifiable. Deuxièmement, la représentativité des données dépend des clients des différents opérateurs, excluant les personnes qui n'ont pas de téléphone sur eux. Troisièmement, des erreurs d'interprétation sont possibles (voir les enjeux méthodologiques soulevés par l'analyse de données de la recherche R4 en cours). Par exemple, le nombre de camionneurs qui dorment sur les aires de repos d'autoroute. Enfin, quatrièmement, ces données sont estimées sur base d'un découpage lié aux poteaux d'émissions. Les superficies varient selon le milieu urbain ou rural et ne sont pas liés aux différentes échelles d'observation existantes.

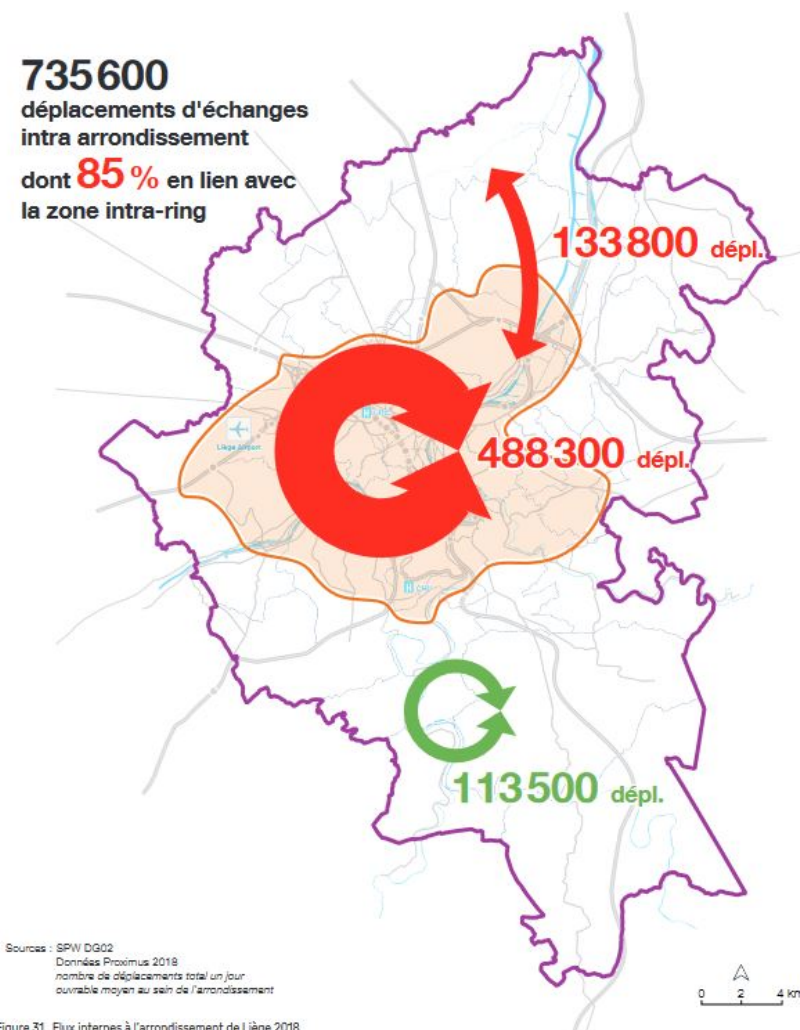


Figure 6 : Exemple d'utilisation des données mobiles en Wallonie : les flux internes à l'arrondissement de Liège en 2018 dans le cadre du PUM de Liège (Source : Pluris et al., 2019)

3.4 EVOLUTION RELATIVE DE L'ARTIFICIALISATION AU REGARD DE L'EVOLUTION RELATIVE DE LA POPULATION

Indicateur	Évolution relative de l'artificialisation par rapport à l'évolution relative de la population
Pourquoi ?	Dans la littérature, l'étalement urbain est souvent associé à une croissance plus rapide de l'artificialisation que de la population (p.ex. France Stratégie, 2019). Il s'agit de mesurer ce phénomène.
Formule (unité)	$\frac{\text{Evolution relative de la superficie artificialisée (\%)}}{\text{Evolution relative de la population (\%)}}$ (ratio sans unité) <p>Interprétation :</p> <p>L'idée est que ce ratio doit rester inférieur à 1. Au-delà de ce seuil, on peut considérer qu'il y a étalement urbain, et plus la valeur du ratio est élevée, plus l'étalement est important.</p>

	A noter que si l'évolution de la population est négative (décroissance) et que l'évolution de l'artificialisation reste positive, on peut également considérer qu'il y a étalement urbain. Ce phénomène est observable dans un nombre croissant de régions européennes.
Source des données	Données habitants : Registre national géolocalisé Données superficies artificialisées : WalOUS (si actualisé) et à défaut le Cadastre (source actuelle de l'IWEPS).
Échelle d'observation	Région, bassin, arrondissement (les échelles plus fines seraient trop sensibles à des opérations ponctuelles).
Mise à jour	Afin d'éviter le bruit statistique lié à des opérations ponctuelles, l'indicateur devrait couvrir une période de l'ordre de cinq ans.
Limites	Aucune limite spécifique en dehors des problématiques liées à l'estimation de l'artificialisation par le cadastre.
Commentaire	Cet indicateur pourrait être calculé pour l'artificialisation résidentielle exclusivement, fournissant une information plus focalisée. Un autre indicateur parent, rapportant l'augmentation absolue de l'artificialisation résidentielle à la croissance absolue de population (ou de ménages ou de logements) sur une période considérée permettrait de calculer une superficie résidentielle pondérée (cf. point 3.1) portant sur l'urbanisation récente uniquement. Cette approche permettrait d'évaluer si l'urbanisation résidentielle en Wallonie évolue ou non vers davantage de durabilité en termes de consommation de sol.

3.5 COMPARAISONS INTERNATIONALES

L'OCDE (2018) a publié une étude sur l'étalement urbain dans laquelle elle propose sept indicateurs de suivi permettant des comparaisons entre les pays membres de l'institution (voir Etat de l'art à l'annexe R1.1a). Toutefois, comme bon nombre de comparaisons internationales sur les questions territoriales, elle présente certains biais :

- Les indicateurs reposent sur le découpage communal, qui varie grandement entre les pays (ex. France versus Wallonie) voire au sein des pays eux-mêmes (ex. les petites communes de Rhénanie-Palatinat versus les grandes communes de Rhénanie-du-Nord-Westphalie en Allemagne).
- Les hypothèses sous-jacentes sont sources de biais : par exemple, supposer, pour établir les indicateurs, la répartition égale de la population dans toute la commune.

Par ailleurs, ces indicateurs apparaissent souvent mal calibrés vis-à-vis des particularités de la Wallonie. Par exemple, les spécificités des villes de tradition industrielle sont mal appréhendées avec l'urbanisation morphologique typique des coronas. En outre, les villes wallonnes sont de petite taille à l'échelle européenne, les seuils de population fixés excluent donc certaines régions urbaines wallonnes des analyses. C'est pourquoi nous ne suggérons pas d'investir dans le déploiement de ces indicateurs pour la Wallonie.

Nous retenons toutefois l'indicateur suivant qui conserve une pertinence :

- La **densité moyenne de la population urbaine**, exprimée en habitants par km², qui correspond à la densité de population dans les régions urbaines. La comparaison peut s'effectuer à l'échelle des régions, des bassins ou des régions urbaines définies par Eurostat ou l'OCDE².

4. INDICATEURS LIES A LA DIMENSION « LOCALISATION/ POSITIONNEMENT »

La dimension « localisation/positionnement » de l'étalement urbain est généralement appréhendée dans la littérature au travers de l'analyse de différents éléments associés à l'urbanisation (cf. Etat de l'art à l'annexe R1.1a) : la (croissance de la) population, les (nouveaux) bâtiments, et les données sur l'occupation et/ou l'utilisation du sol qui permettent de suivre l'artificialisation générée par différentes fonctions (résidentielle, économique, etc.).

La question de la localisation/positionnement peut ensuite être appréhendée selon deux logiques. Une première logique vise à évaluer le degré de dispersion intrinsèque de l'urbanisation c'est-à-dire à examiner la position des éléments observés les uns par rapport aux autres sans aucune hiérarchie entre eux. La seconde logique consiste à analyser la localisation des éléments observés par rapport à différents types de référents spatiaux : tissus urbains existants, lieux considérés comme plus ou moins centraux (par exemple les différents pôles et les centralités au sens du projet de SDT adopté en 2019).

L'analyse de la dispersion intrinsèque et de la localisation vis-à-vis des tissus urbains existants peuvent être toutes deux considérées comme des analyses « morphologiques » de l'urbanisation. Les principaux enjeux visés concernent le paysage et le mitage des espaces ouverts du point de vue de la biodiversité.

Pour la dispersion intrinsèque, nous proposons de recourir à un indicateur standardisé à l'échelle européenne (EEA-FOEN, 2016): le DIS (*degree of urban dispersion*), exprimé en unité de perméabilité urbaine par mètre carré de surface bâtie. Pour résumer, il s'agit d'une mesure pondérée des distances entre les espaces bâtis. Cet indice entre en compte dans l'estimation de l'indicateur synthétique d'étalement urbain, le « WUP », décrit dans l'état de l'art (cf. annexe R1.1a).

Concernant la localisation vis-à-vis des tissus urbains existants, un indicateur courant dans la littérature consiste à quantifier la part de la nouvelle artificialisation ou de la construction neuve qui se fait selon les trois modes suivants : « *in-fill development* » (développement intercalaire), « *edge development* » (expansion urbaine) ou « *outlying development* » (urbanisation isolée).

² L'important étant de s'en tenir au même découpage, soit la méthode OCDE, soit la méthode Eurostat. L'approche Eurostat a plus de chances d'être liée à une base de données mise à jour par l'institut européen de statistiques. L'OCDE joue moins ce rôle de producteur de données statistiques.

La localisation vis-à-vis des lieux considérés comme centraux est davantage utile pour appréhender l'enjeu de la mobilité et de l'accessibilité aux équipements et services. Il s'agit d'analyser où se localisent la (croissance de la) population, les (nouvelles) constructions ou l'artificialisation (récente) au regard de la structure territoriale souhaitée à l'échelle locale (ex. SDC) ou régionale (ex. SDT). Le projet de SDT adopté en mai 2019 identifie 5 types de « lieux centraux » : les centralités, les pôles, les pôles régionaux, la capitale régionale et les pôles majeurs. Le projet de SDT précise par ailleurs que certains de ces pôles s'étendent sur le territoire de plusieurs communes (par exemple le pôle régional de Mons s'étend sur les communes de Colfontaine, Frameries et Quaregnon). Cela n'est toutefois pas suffisant en termes d'information pour établir les indicateurs ad hoc. Il est pour cela nécessaire de définir les périmètres de ces différents lieux considérés comme centraux car considérer l'ensemble du territoire de ces communes n'aurait pas beaucoup de sens. Ces difficultés méthodologiques non solutionnées expliquent pourquoi l'IWEPS s'appuie jusqu'ici sur des référents spatiaux d'ordre scientifique comme les régions urbaines (Vanderstraeten & Van Hecke, 2019 ; IWEPS, 2020a), les « polarités de base » telles que définies en 2011 (IWEPS, 2020b) ou encore les mailles définies par la DGRégio et l'INSEE sur base de leur densité démographique (Charlier & Reginster, 2018).

Enfin, une dernière approche est proposée, qui consiste à étudier les soldes migratoires entre les communes centrales des régions urbaines et les communes de leur arrondissement afin de donner une idée de l'importance des processus de **périurbanisation**, c'est-à-dire de migrations résidentielles du centre vers la périphérie (compensés au cours des dernières décennies dans la plupart des grandes villes wallonnes par les migrations internationales).

4.1 INDICATEURS DE LOCALISATION / POSITIONNEMENT INTRINSEQUE

Indicateur	Estimation de l'indicateur DIS (<i>DISpersion of the built-up area</i>)
Pourquoi ?	Le DIS est une estimation scientifique de la dispersion du bâti , reposant sur une analyse de la colocalisation des espaces bâtis les uns par rapport aux autres dans une fenêtre correspondant, schématiquement, à une zone d'intervisibilité (autrement nommé un horizon de perception). L'analyse porte sur une grille d'1km ² à l'échelle du territoire considéré. Il permet une comparaison internationale.
Formule (unité)	$DIS(b) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{n_i} \left(\sum_{j=1}^{n_i} f(d_{ij}) + WCC(b) \right)$ <p>Où $WCC(b) = (0,97428b + 1.046)^{0,5} - 0.996249$ (formule établie selon la méthode appliquée à la Suisse par Jaeger et Schwick (2014) et reprise par l'Agence Européenne de l'Environnement (2006) et appliquée par Mustafa & Teller (2020) à la Belgique + VITO pour la Flandre)</p> <p>Unité de mesure : « unité de perméation » (UPU/m²)</p> <p>L'interprétation est la suivante : plus la valeur du DIS est grande plus la dispersion de l'urbanisation est importante.</p>
Source des données	Données bâti : WalOUS (si actualisé) et à défaut le Cadastre qui sera dorénavant alimenté par le PICC pour la couche « bâtiments ». NB : Mustafa & Teller (2020) ont utilisé cette couche « bâtiments » du cadastre comme source de données pour leur application du DIS à la Belgique.

Échelle d'observation	Région, bassin, arrondissement, commune et secteur statistique.
Mise à jour	En fonction de l'objet étudié (artificialisation, constructions) et de la source de données à ce sujet.
Limites	Complexité de l'indicateur. Forte corrélation observée avec la densité d'habitants. Ainsi, à densité de population égale, les valeurs du DIS seront fort semblables entre une région A avec une forte régulation du foncier et de l'urbanisation et une région B plus permissive. Cela représente le point faible de cet indicateur.
Commentaire	L'indicateur pourrait être appliqué aux espaces artificialisés plutôt qu'au bâti comme l'a fait le VITO pour la Flandre (Vermeiren et al, 2018), toutefois au départ de données satellitaires. Si l'indicateur devait être calculé pour l'artificialisation en Wallonie, l'indicateur pourrait être sensible à la méthode de suivi de l'artificialisation basée sur le Cadastre. L'utilisation de données à la parcelle implique en effet l'inclusion de fonctions non urbaines dans les espaces considérés comme artificialisés (p.ex. une grande parcelle considérée comme artificialisée peut inclure également une pâture, un espace cultivé...) et peut donc considérablement biaiser l'analyse. De ce point de vue, la poursuite du projet WalOUS permettrait d'éviter cet écueil en assurant un suivi plus fin de l'artificialisation (grâce à des données issues de la télédétection qui complètent utilement les données cadastrales).

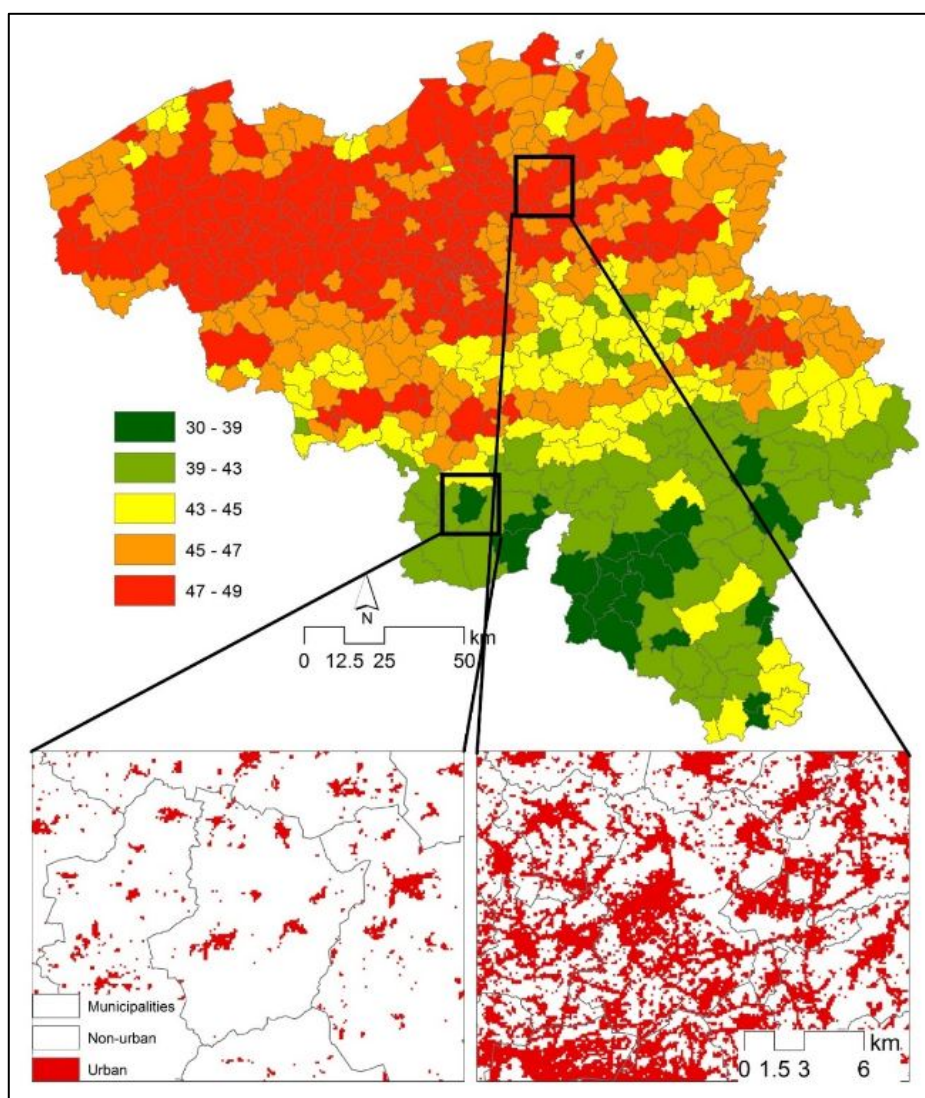


Figure 7 : Mesure du DIS par commune belge et illustration sur deux communes (Source : Mustafa & Teller, 2020)

4.2 INDICATEURS DE LOCALISATION VIS-A-VIS DE DIFFERENTS TYPES DE REFERENTS SPATIAUX

4.2.1 Localisation / positionnement vis-à-vis des tissus urbains existants

Indicateur	Part de l'artificialisation (ou de la construction neuve) qui se localise selon les modalités d' « <i>infill development</i> » (urbanisation intercalaire), d' « <i>edge development</i> » (expansion urbaine) et d' « <i>outlying development</i> » (urbanisation isolée) vis-à-vis des tissus urbains existants au sein d'un territoire défini.
Pourquoi ?	Permet une analyse des dynamiques d'urbanisation sur une période de temps donnée : se produit-elle majoritairement au sein des tissus urbains existants (p.ex. comblement de dents creuses) ou contribue-t-elle à les agrandir (effet « tâche d'huile ») ou encore, s'agit-il d'une urbanisation principalement diffuse ? Cette approche est essentielle pour éviter le mitage des espaces ouverts (enjeu paysager, mais aussi de biodiversité).

<p>Formule (unité)</p>	<p>Part (%) de l'artificialisation (ou de la construction neuve) observée pendant une période t dans un territoire défini qui se produit selon les trois modalités suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. « <i>in-fill development</i> », c'est-à-dire l'artificialisation d'un pixel/parcelle qui est lui-même/elle-même entouré de plus de 50 % de parcelles artificialisées ou de pixels déjà considérés comme artificialisés. 2. « <i>edge development</i> », c'est-à-dire l'artificialisation d'un pixel/une parcelle entouré de 0 à 50 % de parcelles artificialisées ou de pixels déjà considérés comme artificialisés. 3. « <i>outlying development</i> », c'est-à-dire l'artificialisation d'un pixel/d'une parcelle qui n'est pas contigüe d'une autre parcelle/pixel artificialisé. <p><i>Artificialisation territoire = infill + edge + outlying = 100 %</i></p>
<p>Source des données</p>	<p>Données superficies artificialisées ou bâties: WalOUS (si actualisé) et à défaut le Cadastre.</p>
<p>Échelle d'observation</p>	<p>Région, bassin, arrondissement et commune.</p>
<p>Mise à jour</p>	<p>Possible annuellement grâce aux données cadastrales.</p> <p>Attention, nous suggérons d'être attentif à la combinaison échelle et période temporelle : une analyse annuelle à l'échelle d'une petite commune peut être impactée fortement par des événements ponctuels.</p>
<p>Limites</p>	<p>Difficulté d'interprétation selon les échelles temporelles et spatiales retenues, impliquant une analyse prudente et rigoureuse.</p> <p>Cette approche peut être déclinée selon un carroyage du territoire ou à la parcelle. Dans le cas de cette dernière, la délimitation des tissus existants peut être moins pertinente en particulier dans les milieux plus ruraux où de très grandes parcelles sur lesquelles le bâti occupe une faible place seront considérées comme totalement artificialisées.</p>
<p>Commentaire</p>	<p>Méthodologie développée par Wilson et al., 2003; Liu et al., 2010; Sun et al., 2013. Mustafa et al. (2018) ont développé la technique en Wallonie.</p>

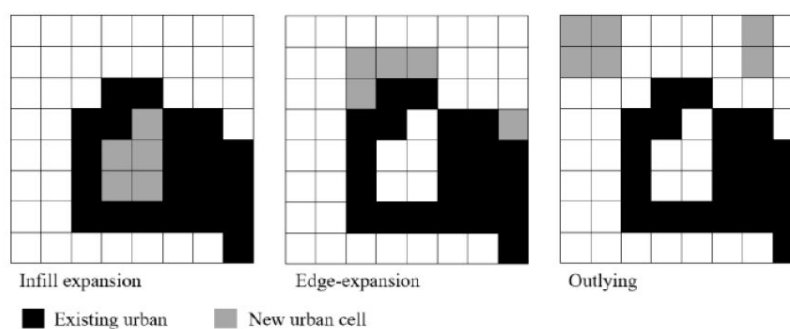


Figure 8 : Illustration des trois types d'urbanisation vis-à-vis des tissus bâtis existants: « infill », « edge-expansion » et « outlying » (Source : Mustafa et al., 2018)

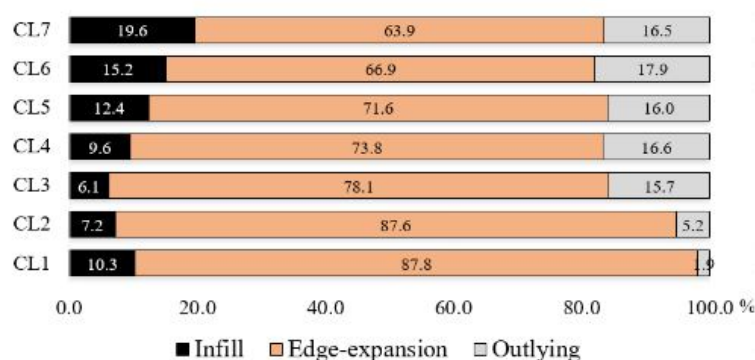


Figure 9 : Répartition de l'urbanisation selon les trois modalités dans les sept classes de densité d'urbanisation en Wallonie (Source : Mustafa et al., 2018)

4.2.2 Localisation ou positionnement vis-à-vis des lieux « centraux »

4.2.2.1 Indicateurs d'analyse des dynamiques d'urbanisation vis-à-vis des lieux centraux

Indicateur	<p>Part de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'artificialisation [éventuellement déclinée par fonction: résidentiel, économique, commerce...] - des logements [éventuellement à décliner : appartements/maisons] - la population - des activités [à décliner : commerces, autres activités économiques, services publics...] <p>qui se localise dans les lieux centraux durant une période considérée.</p>
Pourquoi ?	<p>Indicateur qui permet d'évaluer différentes dynamiques associées à l'urbanisation récente au regard des objectifs de renforcement des pôles et centralités exprimés dans le projet de SDT (qui portent tant sur la limitation de l'artificialisation que sur la concentration des développements futurs dans les centralités urbaines et villageoises) : l'urbanisation en Wallonie évolue-t-elle ou non dans le bon sens ?</p>
Formule (unité)	<p><i>Durant la période considérée,</i></p> <p><i>part de [l'artificialisation] [les logements][la population] [les activités]</i></p> <p><i>qui se localise dans les lieux centraux (%)</i></p> <p>Par lieu central, on entend (au sens du SDT) :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. une centralité 2. un pôle 3. un pôle régional 4. la capitale régionale 5. un pôle majeur
Source des données	<p>Données artificialisation : WalOUS (si actualisé) ou à défaut le Cadastre</p> <p>Données population : Registre national géoréférencé</p>

	<p>Données commerce : LOGIC³ (SPW-DGO6)</p> <p>Données autres activités : WalOUS (si actualisé) ou à défaut le Cadastre</p> <p>Données logements : Cadastre</p> <p>Données superficies des lieux centraux : périmètres encore à déterminer. A défaut, l'IWEPS peut utiliser les périmètres de ses « polarités de base ». Quelques chiffres-clés relatifs à l'artificialisation, les dynamiques commerciales, la production de logements au regard de ces « polarités de base » sont disponibles aux annexe R1.2a et R1.2b.</p>
Échelle d'observation	Région, bassin, arrondissement ou commune.
Mise à jour	Pour éviter le bruit statistique lié à des opérations ponctuelles, l'indicateur pourrait être calculé sur un pas de temps de cinq ans.
Limites	Approche binaire « IN / OUT » considérant qu'une localisation juste en dehors des périmètres considérés comme centraux est aussi « négative » qu'une localisation à distance de ces périmètres.
Commentaire	<p>Renvoie à la nécessité de définir pour la Wallonie une série de référents spatiaux intégrés à différentes échelles (structure territoriale) ainsi que leurs périmètres. Sans vision pour le territoire, il est difficile d'évaluer si l'urbanisation évolue dans le bon sens au regard de cette vision.</p> <p>Afin d'éviter une approche trop binaire, l'indicateur pourrait être affiné en prenant en compte la proximité et donc une localisation à moins de 500m d'une centralité, à moins d'1km d'un pôle, etc. (buffers à calibrer en fonction de leur accessibilité par les alternatives à l'automobile).</p>

4.2.2.2 Indicateurs d'analyse de l'état de l'urbanisation vis-à-vis des lieux centraux

Indicateur	<p>Part de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'artificialisation [éventuellement déclinée par fonction: résidentiel, économique, commerce...] - des logements [éventuellement à décliner : appartements/maisons] - la population - des activités [à décliner : commerces, autres activités économiques, services publics...] <p>localisée dans les lieux centraux au moment de l'analyse.</p>
-------------------	--

3 http://economie.wallonie.be/Dvlp_Economique/Implantations_commerciales/LogicMove.html

Pourquoi ?	Estimation de la plus ou moins grande concentration de l'urbanisation en Wallonie, et par exemple de la part de la population vivant dans un lieu considéré comme « central », c'est-à-dire présentant une certaine densité et proche des équipements et des services. Par lieu central, nous comprenons les différents niveaux de pôles et de centralités exprimés dans le projet de SDT.
Formule (unité)	<p style="text-align: center;"><i>A un instant t,</i></p> <p style="text-align: center;"><i>part de [l'artificialisation] [les logements][la population][les activités]</i></p> <p style="text-align: center;"><i>localisée dans un lieu central (%)</i></p> <p style="text-align: center;">Par lieu central, on entend (au sens du SDT) :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. une centralité 2. un pôle 3. un pôle régional 4. la capitale régionale 5. un pôle majeur
Source des données	<p>Données artificialisation : WalOUS (si actualisé) ou à défaut le Cadastre</p> <p>Données population : Registre national géoréférencé</p> <p>Données commerce : LOGIC⁴ (SPW-DGO6)</p> <p>Données autres activités : WalOUS (si actualisé) ou à défaut le Cadastre</p> <p>Données logements : Cadastre</p> <p>Données superficies des lieux centraux : périmètres encore à déterminer. A défaut, l'IWEPS utilise les périmètres de ses « polarités de base ». Quelques chiffres-clés relatifs à l'artificialisation, au commerce et au logement au regard de ces « polarités de base » sont disponibles aux annexe R1.2a et R1.2b.</p>
Échelle d'observation	Région, bassin, arrondissement ou commune.
Mise à jour	En fonction de la mise à jour des données de population, c'est-à-dire annuel.
Limites	Approche binaire « IN / OUT » considérant qu'une localisation juste en dehors des périmètres considérés comme centraux est aussi « négative » qu'une localisation à distance de ces périmètres.
Commentaire	<p>Renvoie à la nécessité de définir pour la Wallonie une série de référents spatiaux intégrés à différentes échelles (structure territoriale) ainsi que leurs périmètres. Sans vision pour le territoire, il est difficile d'évaluer l'urbanisation au regard de cette vision.</p> <p>Afin d'éviter une approche trop binaire, l'indicateur pourrait être affiné en prenant en compte la proximité et donc une localisation à moins de 500m d'une centralité, à moins d'1km d'un pôle, etc.</p>

4 http://economie.wallonie.be/Dvlp_Economique/Implantations_commerciales/LogicMove.html

4.2.2.3 Indicateurs de localisation vis-à-vis de référents spatiaux dans une perspective de comparaison internationale

Étant donné qu'il s'agit de fournir les indicateurs les plus adaptés au contexte wallon, l'adaptation récente des degrés d'urbanisation, définis à l'échelle européenne, par l'IWEPS est la source la plus pertinente à valoriser (Charlier & Reginster, 2018). Il s'agit de mobiliser les données du Registre National géolocalisé au travers de carroyages. Ces données sont produites dans le cadre de la directive européenne INSPIRE, sous le patronage de la DG Regio de la Commission Européenne et d'Eurostat. Ce type d'exercice, mené à l'échelle européenne, s'avère mal calibré à la Wallonie. Par exemple, l'urbanisation morphologique de la région urbaine de Mons est atypique et n'associe pas le centre-ville de Mons au cœur de la région urbaine. En mobilisant la production de l'IWEPS, la qualité de la comparaison internationale est certes moindre, mais elle permet de mieux coller aux réalités wallonnes.

La DG Regio et l'INSEE ont classé les mailles du carroyage européen standardisé, selon quatre catégories qui peuvent être résumées comme suit (Charlier & Reginster, 2018 ; d'après Dijkstra & Poelman, 2014 et INSEE, 2015) :

- Les mailles de haute densité sont une agrégation de carreaux contigus de minimum 1500 habitants par km² et dont la somme de population est supérieure à 50 000 habitants.
- Les mailles de densité intermédiaire sont une agrégation de carreaux contigus de minimum 300 habitants par km² et dont la somme de population est supérieure à 5 000 habitants.
- Les mailles peu denses sont une agrégation de carreaux contigus de minimum 25 habitants par km² et dont la somme de population est supérieure à 300 habitants.
- Les aires très peu denses renvoient aux carreaux non classés dans les trois carreaux précédents.

Sur base de cette classification du territoire wallon, nous proposons la pérennisation de l'indicateur suivant :

- La **part de la population vivant dans chaque type de maille**, exprimée en % de la population régionale. La mise à jour de la donnée implique à la fois la mise à jour de la typologie à l'échelle régionale et le calcul des valeurs en fonction de la typologie mise à jour. Cet indicateur pourrait également être décliné à l'échelle des bassins (mais pas à des échelles plus fines).

Conduit sur les données de population au 1/1/2011, la population se répartit en Wallonie et en Belgique comme suit (données de Charlier & Reginster, 2011) :

- Les centres très denses (ou mailles de haute densité) concentrent 24,1 % de la population wallonne et 29,2 % de la population belge.
- Les mailles de densité intermédiaire concentrent 42,5 % de la population wallonne et 49,6 % de la population belge.
- Les mailles peu denses accueillent 32,1 % de la population wallonne et 20,6 % de la population belge.
- Les mailles très peu denses accueillent 1,2 % de la population wallonne et 0,6 % de la population belge.

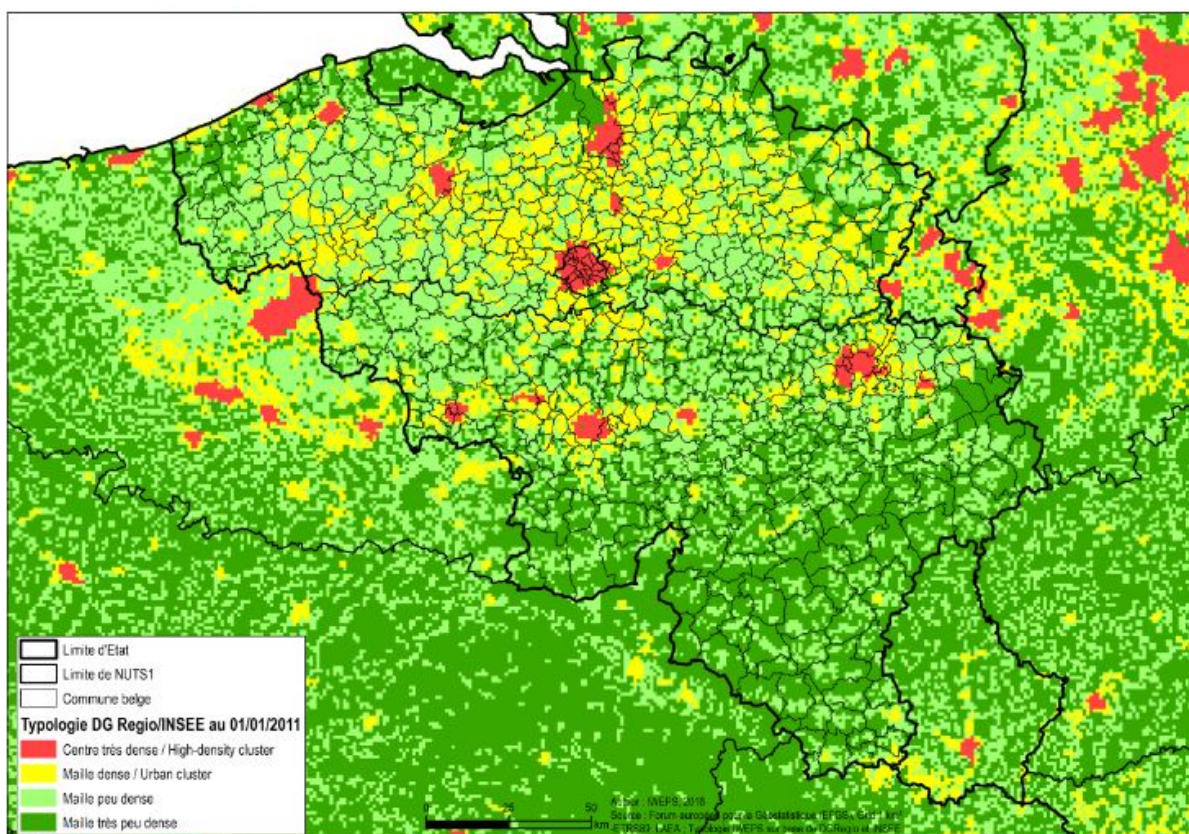


Figure 10 : Typologie DGRegio/INSEE des carreaux de 1km² appliquée aux données de population de 2011 en Belgique et dans les pays voisins (Source : Charlier & Reginster, 2018)

4.2.2.4 Indicateur de périurbanisation

Indicateur	Dynamiques de périurbanisation au sein des régions urbaines
Pourquoi ?	Au cours des dernières années, les villes wallonnes ont continué de perdre des habitants au profit de leur périphérie, même si cette dynamique a pu être longtemps contrebalancée par l'arrivée de migrants internationaux dans les centres urbains. Cet indicateur vise à suivre et évaluer ce phénomène.
Formule (unité)	Soldes des mouvements migratoires depuis les communes centres des régions urbaines* vers les communes de leur arrondissement et solde naturel sur la période de temps considérée * Charleroi, Mons, La Louvière, Tournai, Liège, Verviers, Namur
Source des données	Données déménagements enregistrés entre communes : Registre national géolocalisé
Échelle d'observation	Arrondissements (associés aux régions urbaines)
Mise à jour	Pas de minimum 3 à 5 ans

Limites	L'arrondissement ne correspond pas nécessairement parfaitement avec la notion de « bassin résidentiel » c'est-à-dire l'ensemble des territoires sont le siège d'une périurbanisation en provenance d'une ville-centre. Charlier et al (2016) ont développé une méthode plus élaborée qui permet de définir de tels bassins résidentiels. En fonction de sa faisabilité, cette approche pourrait également être mobilisée dans le même but.
Commentaire	-

5. BIBLIOGRAPHIE

Bibby P., Halleux J.-M., Dunning R., Ferrari E., Henneberry J., Hickman H., Taylor-Buck N., While A. (2018). "Le paradigme de la ville compacte: les leçons de l'Angleterre", in Léger J.-M. et Mariolle B. (ed.) *Densifier / dédensifier. Penser les campagnes urbaines*, Chapitre 2, p.55-69.

Charlier J., Reginster I. et Juprelle J. (2011), « Etude de la localisation résidentielle récente et analyse au regard de critères de développement territorial durable », Working Paper de l'IWEPS n°2, IWEPS, août 2011, Namur.

Charlier J., Debuissou M., Duprez J.-P., Reginster I. (2016). « Mouvements résidentiels en Wallonie (1994-2014) », Working paper de l'IWEPS, n°21, IWEPS, Namur, 82 p.

Charlier, J. & Reginster, I. (2018). *Mesures de la densité de population et du degré d'urbanisation dans le cadre des recommandations européennes : applications à la Belgique et la Wallonie*. Working Paper de l'IWEPS n°25. Namur: IWEPS. <https://www.iweps.be/wp-content/uploads/2018/02/WP25.pdf>

Charlier, J. & Reginster, I. (2020a). *Fiche 3 : Consommation résidentielle du territoire*. Namur : IWEPS. <https://www.iweps.be/projet/developpement-territorial-wallon-fiches/> (consulté le 23 novembre 2020).

Charlier, J. & Reginster, I. (2020b). *Fiche 4 : Etalement urbain et périurbanisation*. Namur : IWEPS. https://www.iweps.be/wp-content/uploads/2020/09/Fiche-4_EtalementUrbain_vSept2020.pdf (consulté le 24 novembre 2020).

Dijkstra L. and Poelman H. (2014). "A harmonized definition of cities and rural areas: the new degree of urbanization", Regional Working Paper, WP 01/2014, European Commission, Regional and Urban Policy, 28 p.

EEA-FOEN (2016). *Urban Sprawl in Europe, EEA Report 11/2016*. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 140p.

France Stratégie (2019). "Objectif « zéro artificialisation nette » : quels leviers pour protéger les sols ?". Rapport au ministre de la Transition écologique et solidaire, au ministre de la Cohésion des territoires et des Relations avec les collectivités territoriales et au ministre chargé de la Ville et du logement, par Julien Fosse avec la collaboration de Julia Belaunde, Marie Dégremont et Alice Grémillet, France Stratégie, Paris, 54 p. Disponible en ligne : <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-rapport-2019-artificialisation-juillet.pdf>

Godart, M.-F. & Ruelle, C. (dir). (2019a). *Recherche 5 – Gérer le territoire avec parcimonie [Rapport scientifique]*. Namur : Conférence Permanente du Développement Territorial, 220 p.

- Godart, M.-F. & Ruelle, C. (dir). (2019b). Réduisons l'artificialisation des sols en Wallonie – Une information, un projet de territoire, des mesures applicables. Namur : Conférence Permanente du Développement Territorial, 86 p.
- INSEE (2015). « Les zonages d'étude de l'Insee. Une histoire des zonages supracommunaux définis à des fins statistiques », *Méthodes 129*, Paris, INSEE.
- IWEPS (2020). *Chiffres-clés de la Wallonie*. Namur : Service Public de Wallonie.
- Liu, X., Li, X., Chen, Y., Tan, Z., Li, S., Ai, B. (2010). A new landscape index for quantifying urban expansion using multi-temporal remotely sensed data. *Landscape Ecology*, 25(5), 671-682.
- Mustafa, A. M., Saadi, I., Cools, M., & Teller, J. (2018). Understanding urban development types and drivers in Wallonia. A multi-density approach. *International Journal of Business Intelligence and Data Mining* 13, 309-330. <http://hdl.handle.net/2268/215423>
- Mustafa, A., & Teller, J. (2020). Self-Reinforcing Processes Governing Urban Sprawl in Belgium: Evidence over Six Decades. *Sustainability*, 12(10), 4097. <https://doi.org/10.3390/su12104097>
- OCDE (2018), *Rethinking Urban Sprawl : Moving Towards Sustainable Cities*, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264189881-en>.
- Pluris, Transitec, Bianchet, B., Biolandscape, ICEDD & DVDH. (2019). *Plan Urbain de Mobilité de l'agglomération de Liège (PUM de Liège)*. Namur : Service Public de Wallonie.
- Sapena, M., Ruiz, L.A. (2015). Analysis of urban development by means of multi-temporal fragmentation metrics from LULC data, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 40(7/W3). <https://10.5194/isprsarchives-XL-7-W3-1411-2015>.
- Sun, C., Wu, Z.F., Lv, Z.Q., Yao, N., Wei, J.B., (2013). Quantifying different types of urban growth and the change dynamic in Guangzhou using multi-temporal remote sensing data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 21, 409-417.
- Vermeiren, K. Polmans, L., Engelen, G., Loris, I., & Pirson, A. (2018). What is Urban Sprawl in Flanders ? *Proceeding REAL CORPS 2018*, 537-545.
- Vanderstraeten, L., & Van Hecke, E. (2019). Les régions urbaines en Belgique. *Belgeo*. 2019(1). <https://doi.org/10.4000/belgeo.32246>.
- Wilson, E.H., Hurd, J.D., Civco, D.L., Prisloe, M.P., Arnold, C. (2003). Development of a geospatial model to quantify, describe and map urban growth. *Remote Sensing of Environment*, 86(3), 275-285.