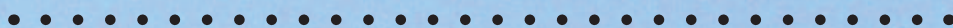


Notes de Recherche



Densité et densification

Proposition d'un lexique pour les tissus urbanisés en Wallonie

B. Le Fort, F. Léonard, C. Meuris
Sous la dir. scient. d'Y. Hanin et de P. Vanderstraeten



CPDT

Conférence Permanente
du Développement Territorial
Wallonie

Numéro 36 • Novembre 2012

Note de recherche

Densité et densification

Proposition d'un lexique pour les
tissus urbanisés en Wallonie



Par B. LE FORT, F. LÉONARD ET C. MEURIS, sous la direction
scientifique d'Y. HANIN ET de P. VANDERSTRAETEN (UCL-
CREAT)

Novembre 2012

Table des matières

1. INTRODUCTION	7
2. DÉFINITION DE QUELQUES NOTIONS.....	8
2.1. Densité	8
2.2. Densification.....	8
2.3. Intensité et intensification urbaine.....	10
3. INDICATEURS	10
3.1. Échelles de territoire	11
3.2. Surfaces de référence.....	12
3.3. Indicateurs	16
4. CONCLUSION.....	26
5. BIBLIOGRAPHIE	27

1. INTRODUCTION

Le présent lexique a été élaboré - et doit par conséquent être utilisé - comme un réservoir d'informations et une boîte à outils adaptables au contexte et à l'échelle territoriale auxquels ils se rapportent. En effet, son usage doit être nuancé selon que l'on adopte une approche analytique ou normative de la densité, si l'on veut décrire un tissu urbanisé¹ ou si l'on veut définir des prescriptions autour d'un projet urbanistique. De plus, les enjeux et la mise en place de la densification ne sont pas les mêmes à l'échelle communale qu'à l'échelle de l'îlot. Le degré de précision et donc de validité des données utilisées doit aussi être l'objet d'une attention particulière.

Dans cette optique, la densité et la densification apparaissent comme des notions protéiformes. Leur compréhension fine dépend de plusieurs facteurs – qualitatifs et quantitatifs –, de référents et d'échelles. Dès lors, la question se pose : dans cette profusion et confusion terminologique, comment savoir de quoi on parle ? Comment harmoniser ces outils conceptuels pour travailler de concert ? En vue de clarifier le débat et d'y transposer les spécificités propres au territoire wallon, cette partie du travail vise à établir et clarifier une convention « lexicale » de référence. Il s'agit ici de définir précisément de quoi on parle; de fournir un cadre de référence pour les principales notions sollicitées et le vocabulaire employé au cours de la recherche.

Pour répondre à cet objectif, la note qui suit s'articule autour de deux grands volets :

Tout d'abord, il est question de développer des notions émergentes telles qu'*intensité*, *centralité*, *polarité* et *compacité*, afin d'en distinguer les caractéristiques propres et d'en établir les différentes opportunités d'usage.

Ensuite, il est question de définir des indicateurs de densité ainsi que des indicateurs complémentaires. Ce volet se concentre en particulier sur l'évaluation de la pertinence et des limites des indicateurs étudiés dans le cadre de l'analyse des tissus urbanisés wallons.

¹ L'atlas de Wallonie définit un seuil d'urbanisation en dessous duquel un tissu est considéré comme non-urbanisé : 25hab/ha.

2. DÉFINITION DE QUELQUES NOTIONS

2.1. Densité

Dans le domaine de l'urbanisme, le terme 'densité' (D) se définit généralement par une formule mathématique établie sous forme d'un **rapport** entre une quantité d'éléments (N) représentant le **contenant** (nombre de niveaux, etc.) ou le **contenu** (nombres d'habitants, etc.) et un espace de référence (S) qui peut être une surface (densité surfacique), un volume (densité volumique) ou une longueur (densité linéaire). Notons que la densité surfacique est la plus couramment utilisée. La formule du calcul de densité est alors du type : $D (P) = N / S$.

Différentes densités peuvent donc être calculées en fonction du numérateur, du dénominateur, de l'échelle des éléments étudiés et de l'usage qu'on fait du résultat obtenu. Il n'existe pas de système de référence universel qui permette de qualifier la densité d'un lieu de « haute » ou de « faible ». Il est donc nécessaire de se questionner sur le choix de l'étalon de référence.

Les calculs de densité en tant que tels ne conditionnent en rien la **forme urbaine**, influencée par des considérations morphologiques et structurelles du tissu urbanisé. De plus, si la plupart des calculs et indicateurs énoncés dans la littérature permettent d'exprimer la densité de manière **quantitative**, ils ne prennent que peu en compte la dimension **qualitative** de la densité. Il faudra dès lors associer à ces calculs des indicateurs décrivant la forme et la structure urbaine, les dynamiques et l'impact du contexte étudié².

Cependant, il convient de préciser que la densité de population **conditionne la viabilité des services** et qu'à cet égard elle reste un outil majeur de planification urbaine.

2.2. Densification

Au sens démographique et géographique, le terme « densification » se définit comme une « *augmentation de la densité (de la population, de l'habitat)*³ ». Et ce dans un espace en deux ou en trois dimensions à définir. Au sens urbanistique, le terme désigne tant les **processus** (dynamique spatiale à temporalité définie provoquant un changement d'état) que les **moyens d'action** (ensemble des moyens opérationnels et autres leviers d'action pour densifier un territoire).

Ces processus et moyens d'actions de la densification peuvent se manifester tant sur l'organisation du bâti, l'espace privé, que sur l'organisation de la structure viaire, l'espace public.


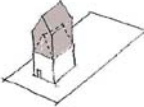

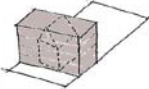
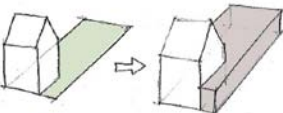
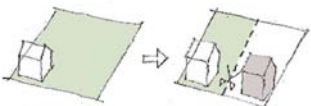
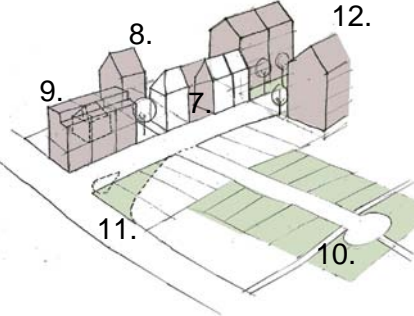
Globalement, on peut distinguer deux modes principaux de densification selon les effets morphologiques produits sur le tissu (Panerai, Depaule et Demorgon, 1999).

- La **transformation** du tissu existant avec conservation des principales caractéristiques morphologiques de celui-ci.
- un processus de **démolition – reconstruction** qui correspond à un renouvellement du bâti vers des formes de plus grande capacité.

Le tableau ci-dessous identifie différents types d'opérations physiques théoriquement possibles de transformation du tissu urbain en vue de le densifier sans apporter de modification sensible au cadre physique existant :

² Les dimensions psychologiques et sociologiques de la densité, comme la qualité des relations de voisinage ou les qualités perçues font l'objet du volet « acceptabilité sociale » de l'étude CPDT en cours « Densification des tissus urbanisés en Wallonie » (2014).

³ Petit Robert, dictionnaire de la langue française, édition de juin 1996.

Les leviers physiques de la densification	
Objet d'intervention	Type d'action
Bâti	0. Rénovation (agir sur la salubrité, l'hygiène ou l'équipement)
	 1. Extension horizontale
	 2. Extension verticale
	 3. Réorganisation de la distribution intérieure d'une ou plusieurs unités de logements contigus : a. Subdivision en unités de logement plus petites (augmentation du nombre d'occupants) b. Unification d'unités en un nombre mineur d'unités de logement répondant mieux aux besoins actuels (taille, confort, salubrité)
	 4. Démolition et reconstruction d'une forme plus dense
 5. Saturation de l'espace au sol de parcelles bâties	
Parcelle	 6. Division de parcelle
	7. Construction sur les friches et les dents creuses
Front bâti	8. Construction en cœur d'îlot/fond de parcelle
Espace public	 9. Démolition et reconstruction d'une forme plus dense
	10a. Création de voiries distribuant de nouvelles parcelles (rues et/ou venelles)
	10b. Mise en réseau de systèmes d'espaces publics existants ou potentiels (accessibilité et continuité piétonne)
	11. Suppression d'espaces publics par reprofilage de voiries, et gain de nouveaux espaces constructibles privés
	12. Elargissement de voirie pour permettre de plus grands gabarits.

2.3. Intensité et intensification urbaine

Selon l'IAU⁴, l'intensité urbaine est un concept qui articule les différentes composantes urbaines suivantes : densité, accessibilité en transports collectifs, formes urbaines attractives, qualité des espaces publics, mixité sociale, articulation et diversité des fonctions, présence de la nature en ville (Collectif, 2009).

La notion d'intensité nous amène donc aux notions de **centralité** et de **polarité**. Le concept recouvre à la fois l'idée de présence d'une multiplicité de services et d'accessibilité de la population à ces services. Selon Panerai, Depaule et Demorgon (1999), il existe deux types de centralités : une « **centralité locale** » qui s'exprime à travers une concentration de population, de commerces courants, d'équipements et de services de proximité ; et une « **centralité extra-locale** » qui exerce son influence sur un ensemble élargi de territoires et attire des populations souvent distantes. Elle est caractérisée par la masse des activités et des emplois, l'importance des commerces semi courants, les équipements et les services de niveau supra-local.

Souvent mises en parallèle, les notions de **densité** et de **compacité** ne peuvent être confondues. À l'origine, la notion de compacité apparaît au sein du débat sur les économies énergétiques dans la construction. On parle alors de « compacité de l'enveloppe bâtie⁵ ». A l'échelle de l'agglomération, la compacité est « *un modèle résidentiel caractérisé par un regroupement de plusieurs unités de logement dans un volume simple et dense en terme d'occupation ou d'usages* » (Da Cunha et Kaiser, 2009). Certains auteurs préfèrent parler du **degré de compacité** car : « *au sens mathématique du terme, une ville ne peut être compacte. En effet, une ville compacte serait une ville sans espaces entre bâtiments, donc sans rues* » (Maignant, 2005). Selon Hildebrand Frey (1999), il est plus opportun de promouvoir la compacité au niveau des quartiers et des parties de ville compacts plutôt que au niveau des villes. En effet, une « grande⁶ » ville compacte radioconcentrique est principalement défavorable d'une part, du point de vue des relations avec la nature et, d'autre part, pour les effets de congestion qu'elle produit dans sa partie centrale.

La **participation citoyenne** joue également un rôle primordial. En effet, si la notion d'intensité renvoie bien aux notions de centralité et de polarité, elle révèle tout autant celle **d'interaction sociale** - il existe des situations de forte densité et fréquentation dans lesquelles les interactions sociales sont faibles et d'autres situations où la densité est moyenne ou en tout cas plus faible mais où néanmoins le degré d'interactions sociales est élevé.

En conclusion, nous dirons que pour intégrer la complexité de la notion, la définition de l'échelle est fondamentale. Plusieurs critères et indicateurs sont nécessaires pour aborder la question tant sur les plans géographique, environnemental et social que sur le plan spécifiquement énergétique.

3. INDICATEURS

Il existe donc une multitude de calculs de densité et d'indicateurs pour décrire les densités dans leur contexte urbanisé. Il faut rester vigilant à bien encadrer le contexte dans lequel on travaille (degré de précision, approche analytique ou prescriptive, et à quelle échelle).

⁴ Institut d'aménagement et d'urbanisme d'Ile de France.

⁵ Qui peut être définie très précisément comme : « *le rapport du volume habitable sur la surface de l'enveloppe déperditive (m^3/m^2). (...) La compacité dépend de trois facteurs : la forme, la taille et le mode de contact des volumes construits⁵.* » (Collectif CPDT, 2010)


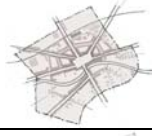

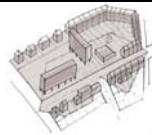

⁶ Selon Frey, une ville est dite grande à partir de 500 000 habitants.

Le calcul de la densité ne prend donc tout son sens que si on explicite précisément les éléments mesurés en question, soit **l'indicateur de référence** (le numérateur (N) du ratio, exprimant un contenant ou un contenu), **l'unité de référence** (surfacique, volumétrique, linéaire ou autre), **l'échelle** de territoire, et **la surface de référence** (S) (brute ou nette). De plus, le **moment** auquel le calcul a été opéré est une information capitale pour l'analyse contextuelle. Enfin 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.

3.1. Échelles de territoire

Les enjeux, les acteurs et les implications de la densification ne sont pas les mêmes en fonction de l'échelle territoriale considérée.

Les échelles territoriales et de leurs domaines sectoriels de compétence sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Domaine sectoriel de compétence		Aménagement du territoire				
		Urbanisme			Architecture	
Échelle						
Globale : où et pourquoi densifier ?	 Territoire communal	Développement territorial (occupation des sols)				
	 Ville		Stratégie urbaine (centralités)			
Locale : quels seuils de densité ?	 Bourg Village Quartier			Programmation urbaine (mixités) et structure urbaine (dessin du tissu par l'espace public)		
Intra-locale : quelle forme urbaine pour la densité ?	 Espace public Ilot				Morphologie urbaine	
	 Bâti Parcelle					Morphologie du bâti et de la parcelle

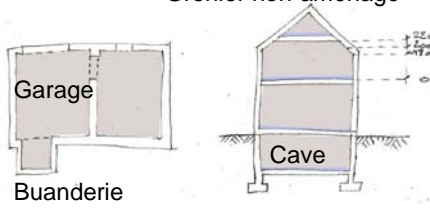
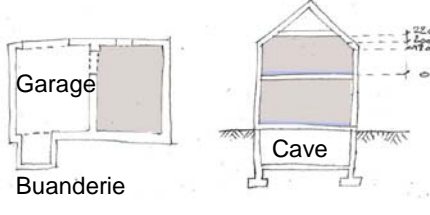
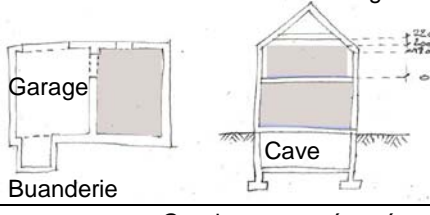
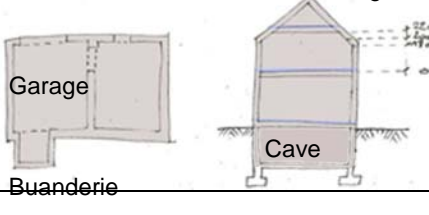
3.2. Surfaces de référence

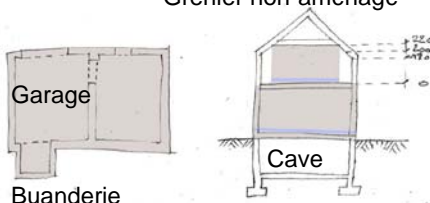
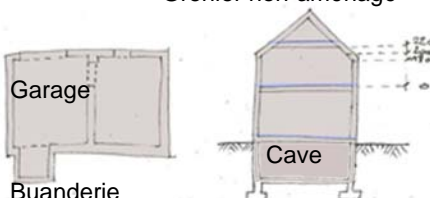
Il convient tout d’abord de préciser la différence entre une **surface** et une **superficie**. En effet, selon les usages, on utilise le terme surface pour des constructions (donc tout ce qui touche au bâti : emprise au sol, surface de planchers, etc.) et le terme superficie pour des terrains (donc la parcelle, le quartier, la ville, etc.) (Gäbele F., 2010).

3.2.1. Les surfaces relatives aux mètres carrés construits

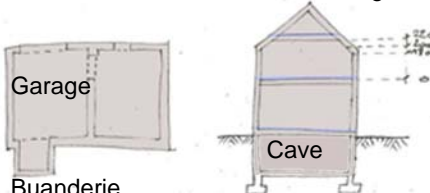
L’indicateur de densité le plus couramment utilisé dans les documents de planification en Wallonie est le nombre de logements par hectare brut. Néanmoins, pour répondre au besoin d’exploiter des indicateurs de surfaces construites, plusieurs notions lexicales, proches mais cependant nuancées, se retrouvent dans différents documents d’urbanisme.

Le tableau ci-dessous illustre ces différentes définitions de surfaces construites :

<p>Superficie utile totale</p>	<p>Grenier non-aménagé</p>  <p>Garage Buanderie Cave</p>	<p>« La somme des surfaces des différents niveaux du bâtiment calculées entre les murs ou parois extérieures; l’épaisseur de ces murs ou parois n’est pas prise en compte dans cette somme.</p> <p>D’après les précisions apportées par les facilitateurs dans le cadre du calcul de la PEB, la superficie utile totale inclut les espaces adjacents non chauffés, tels que les caves, garages, greniers, ateliers, etc. ».</p> <p>cf. CWATUPE (législation PEB)</p>
<p>Superficie utile du logement</p>	<p>Grenier non-aménagé</p>  <p>Garage Buanderie Cave</p>	<p>« La superficie utile du logement est la superficie mesurée entre les parois intérieures du logement à l’exclusion des caves, greniers non aménagés, annexes non habitables, garages, locaux à usage professionnel ainsi que les locaux qui ne communiquent pas par l’intérieur avec le logement. Les murs et cloisons intérieurs au logement et les emprises d’escaliers ne sont pas déduits ».</p> <p>cf. Code Wallon du Logement</p>
<p>Surface du bâtiment, ou surface habitable</p>	<p>Grenier non-aménagé</p>  <p>Garage Buanderie Cave</p>	<p>« La surface destinée à l’habitation, appelée aussi surface habitable, est la surface totale de toutes les pièces d’habitation (> 4m² et 2m sous plafond) des différents niveaux. »</p> <p>cf. formulaire statistique de la demande de permis d’urbanisme wallon</p>
<p>Surface totale</p>	<p>Grenier non-aménagé</p>  <p>Garage Buanderie Cave</p>	<p>« La surface totale est la somme des surfaces des différents niveaux calculée entre les murs extérieurs, y compris la surface occupée par ces murs eux-mêmes. »</p> <p>cf. formulaire statistique de la demande de permis d’urbanisme wallon</p>

<p>Superficie de planchers</p>	<p style="text-align: center;">Grenier non-aménagé</p> 	<p>« Totalité des planchers mis à couvert et offrant une hauteur libre d'au moins de 2,20 m dans tous les locaux, à l'exclusion des locaux situés sous le niveau du sol qui sont affectés au parking, aux caves, aux équipements techniques et aux dépôts. Les dimensions des planchers sont mesurées au nu extérieur des murs des façades, les planchers étant supposés continus, sans tenir compte de leur interruption par les cloisons et murs intérieurs, par les gaines, cages d'escaliers et d'ascenseurs. NB: les surfaces communes (dégagements, communs, ...) sont à répartir au prorata des activités respectives concernées⁷ ».</p> <p>cf. demande de permis d'urbanisme bruxellois</p>
<p>Surface utile</p>	<p style="text-align: center;">Grenier non-aménagé</p> 	<p>« une surface extra-muros (plancher) » (GÄBELE F., 2010).</p> <p>cf. cadastre</p>

La définition de la « surface utile » du cadastre rejoint, bien que succinctement, la définition de la surface totale demandée dans le formulaire statistique. Il est logique par ailleurs qu'elles soient concordantes, puisque le formulaire statistique wallon alimente le cadastre. Par souci de clarification et de relation entre données cadastrales et calculs manuels sur plan, nous prendrons la définition de la surface totale, que nous appellerons « **surface de planchers**⁸ », comme surface de référence pour le calcul du P/S, le rapport planchers / sol.

<p>Surface de planchers</p>	<p style="text-align: center;">Grenier non-aménagé</p> 	<p>La surface de planchers est la somme des surfaces des différents niveaux calculée entre les murs extérieurs, y compris la surface occupée par ces murs eux-mêmes.</p>
------------------------------------	--	--

A l'échelle précise du bâti, cette surface ne reflète pas réellement la surface habitable offerte aux résidents puisqu'elle prend en compte toutes les surfaces du bâtiment, buanderie et garage y compris, mais ce faisant elle donne une idée de la réalité physique (visible) de la densité bâtie, bien que faussée dans une certaine proportion par la prise en compte dans le calcul des surfaces en sous-sol (non-visibles).

3.2.2. Les superficies relatives aux mètres carrés de terrain

Superficie brute : la superficie de référence est brute lorsqu'elle prend en compte tout l'espace sans exclusion, autrement dit, l'intégralité de la superficie circonscrite quelle que soit son affectation (résidentielle, industrielle, etc.) et sa nature (voirie, espace public, cours

⁷ Voir le glossaire du formulaire de demande de permis d'urbanisme bruxellois

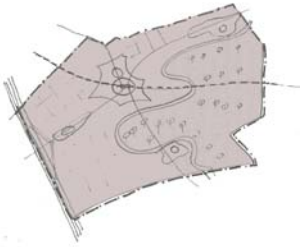
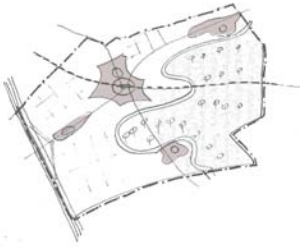
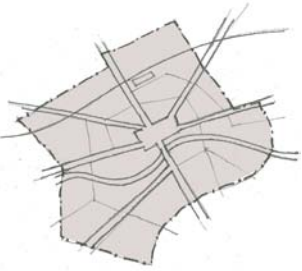

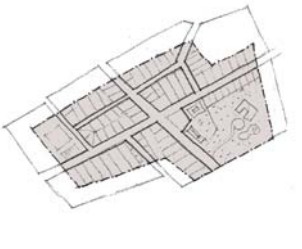
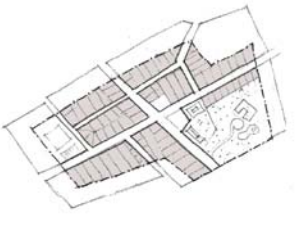
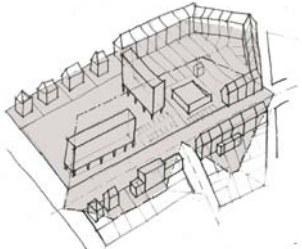
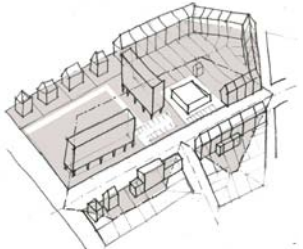
⁸ Ce afin de rejoindre la terminologie bruxelloise en cours et française à venir.

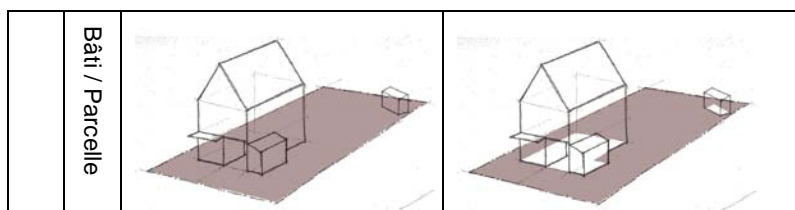
d'eau, etc.). La « surface du terrain d'assiette totale » en est une autre appellation (Collectif, 2006).

Superficie nette : généralement, la superficie nette comprend le parcellaire sans la voirie. Ensuite, on peut distinguer plus précisément les occupations (situation existante de fait) ou les affectations (situation existante de droit). Sur un territoire supérieur à celui de la parcelle, le critère « affectation » est le filtre utilisé pour trier les superficies à comptabiliser.

Superficie semi-brute : Dans le cadre de cette étude, nous qualifierons le cas échéant, une superficie de « semi-brute » toute superficie qui serait située entre ces deux balises « nette » et « brute ». Par exemple, dans le cas d'un quartier, la superficie qui comprendrait le parcellaire, la voirie et les éventuels espaces verts, mais pas les équipements ou les grandes infrastructures d'usage supra-local est une surface « semi-brute ».

Dans le cadre d'une analyse de la densité (affectation résidentielle), les différentes superficies se déclinent en fonction des échelles étudiées, comme l'illustre le tableau ci-dessous :

		Superficie brute	Superficie nette
Globale	Commune		
	Ville		
Locale	Quartier-village-bourg		
Intra-locale	Espace-public / Ilot		

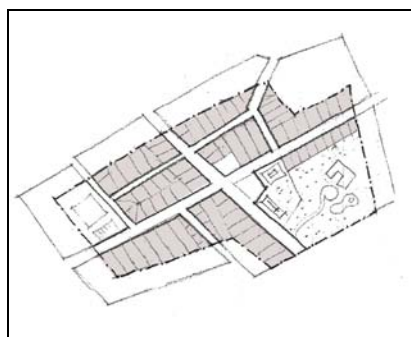


À l'échelle globale (commune et ville), mesurer la densité brute donnera une information difficile à utiliser puisqu'elle intègre tous les types d'usage du sol (résidentiel, bois, agriculture, parc scientifique, etc.) ainsi que les espaces publics et voiries. Une approche par les superficies nettes (parcellaire, sans les voiries) est donc plus précise bien que plus fastidieuse.

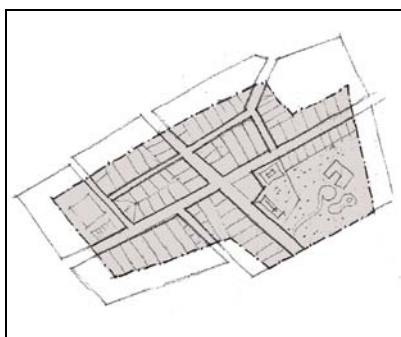
À l'échelle du quartier et de l'îlot, l'analyse de densités semi-brutes est intéressante car elle englobe les espaces publics mais elle doit être comparée aux densités équivalentes nettes afin de dégager la relation entre les superficies privées et les superficies publiques.

Dans le cadre de prescriptions urbanistiques, il est important de bien définir de quel type de superficie on parle afin de clarifier le cadre dans lequel le bâtisseur peut agir.

A titre d'exemple théorique : une prescription urbanistique définit une densité résidentielle (DR) de 10log/ha dans un PCA comprenant plusieurs parcelles. Prescrire dans le PCA une DR nette (fig. 1) permettra, pour une parcelle de 0,2ha, de construire deux logements, alors que prescrire une DR brute (fig. 2) permettra d'intégrer espaces publics, voiries et autres affectations dans le calcul, donc de « bénéficier » de plus de superficie et ainsi permettre de construire trois logements en tenant compte de l'impact du projet sur l'espace public et du gabarit de la voirie.



Densité nette de 10log/ha



Densité brute de 10log/ha

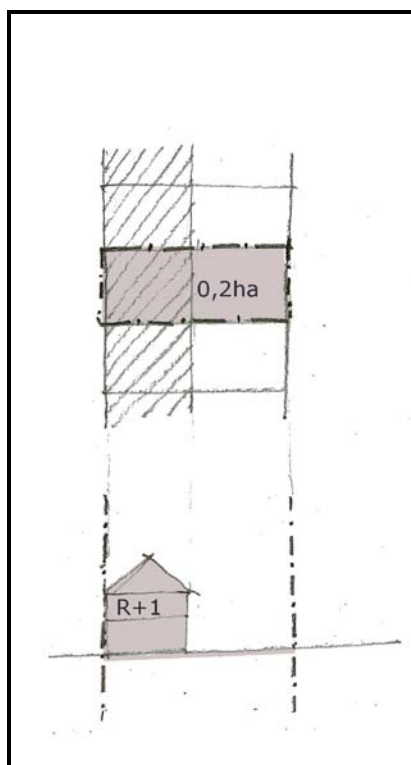


Figure 1 : superficie nette 0,2ha

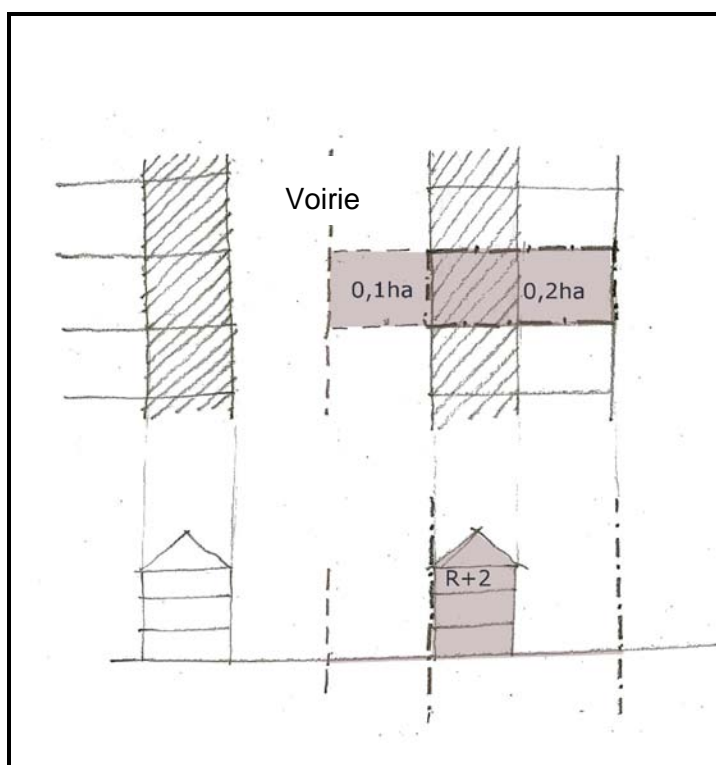


Figure 2 : superficie brute 0,3ha

3.3. Indicateurs

En matière d'urbanisme et d'aménagement du territoire, la densité peut être distinguée en densité physique (indicateur de **contenant**) et densité humaine (indicateur de **contenu**). Il est également utile de distinguer densité **mesurée** (indicateur d'état), densité **capable** (indicateur de potentiel) et densité **règlementaire** (indicateur prescriptif ou de recommandation). Enfin, ces indicateurs peuvent être calculés sur base de surfaces nettes ou brutes et ce avec les degrés de précision et de prise en compte de l'espace public que nous avons vu plus haut dans cette note.

3.3.1. La densité résidentielle (DR)

= Nombre de logements / la superficie de territoire étudié exprimée en hectares ou en km² pour les échelles de territoire macro

La densité résidentielle⁹ et notamment la DR nette (nombre de logement/superficie du territoire considéré diminuée de la superficie des voiries, places et espaces verts publics) est l'indicateur de densité le plus utilisé en Wallonie, dans les schémas de structure par exemple. Il présente l'avantage d'être relativement facile à utiliser dans les documents planologiques en général. De plus, l'inverse de la DR nette nous donne une information sur la surface de parcellaire, privée ou semi-privée, relative au logement (m² d'espace ouvert/logement).

Avantages	Inconvénients / dangers
Il est exploitable dans la réglementation, maîtrisable à l'échelle du bâtiment.	Plusieurs formes urbanisées peuvent correspondre à une même densité

⁹ Exprimée en log/ha ou plus rarement en log/km².

<p>Il présente un avantage en termes de communication auprès du grand public : la notion de « logement » est une donnée compréhensible par tous.</p> <p>L'indicateur est utile pour comparer des échelles territoriales globales qui intègrent une variabilité du type de logement.</p> <p>L'indicateur est utile pour comparer des formes urbanisées similaires (exemple: deux quartiers pavillonnaires).</p>	<p>résidentielle.</p> <p>Il ne donne pas d'information sur la troisième dimension.</p> <p>Il exprime de manière imparfaite une réalité dépendante de la surface des logements (variable selon un rapport de 1 à 10, exemple: 25 m² et 250 m²) et du nombre d'occupants. Dès lors, la comparaison de formes urbanisées distinctes est délicate.</p> <p>La spécialisation fonctionnelle de l'indicateur ne permet pas de qualifier les tissus mixtes (résidentiel – tertiaire)</p> <p>La fiabilité des données relatives au logement n'est pas toujours vérifiée. Il s'agit donc de manipuler ces données avec précaution et d'en vérifier autant que possible la fiabilité.</p>
--	--

3.3.2. La densité de population (DP)

= Nombre d'habitants / la superficie de territoire étudié exprimée en hectares ou en km² pour les échelles de territoire macro.

Avantages	Inconvénients / dangers
<p>Il permet de qualifier le nombre de résidents sur un territoire.</p> <p>L'indicateur est utile pour comparer des échelles territoriales globales (commune, région, etc.).</p> <p>Il est utilisé internationalement même si le mode de calcul n'est pas toujours le même</p>	<p>La spécialisation du public cible (résidents) ne permet pas de refléter la réalité en termes de fréquentation (le nombre d'usagers sur le territoire).</p> <p>Il ne permet pas de définir les tissus mixtes (résidentiels – professionnels).</p> <p>Il n'est pas suffisant pour planifier les infrastructures de transports ou les équipements nécessaires d'un territoire.</p> <p>Il est difficilement exploitable dans la réglementation.</p>

3.3.3. La densité d'activité humaine (DAH)

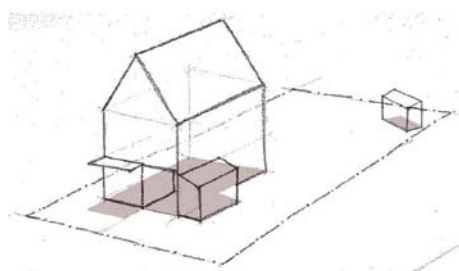
= Nombre d'emploi et d'habitant / la superficie de territoire étudié exprimée en hectares ou en km² pour les échelles de territoire macro.

Avantages	Inconvénients / dangers
<p>Il permet de qualifier la fréquentation d'un territoire ou la densité d'usage.</p> <p>Il permet de comparer des tissus mixtes</p>	<p>Il est difficilement exploitable dans la réglementation.</p> <p>Il demande à être complété par le</p>

<p>(résidentiels – professionnels). Il est très utile pour planifier les infrastructures de transport. Il permet de repérer les effets de centralité. La définition peut être adaptée en fonction des contextes.</p>	<p>recensement d'autres fréquentations que celles des habitants et des employés (la fréquentation scolaire, la chalandise commerciale, la clientèle hôtelière...)</p>
---	---

3.3.4. Le taux d'emprise au sol E/S

= la surface bâtie¹⁰ / superficie parcellaire.

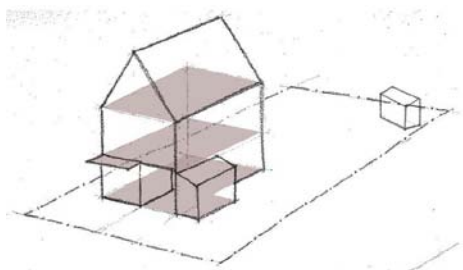


Le taux d'emprise au sol, communément appelé taux d'emprise dans les permis bruxellois et dans les PCA wallons, est un indicateur qui exprime un rapport au sol entre les surfaces bâties et non bâties ; il est fréquemment exprimé en pourcentage. Il se rapproche dans sa définition du CES français et du BCR anglo-saxon¹¹.

Avantages	Inconvénients / dangers
<p>Il exprime un rapport au sol entre le bâti et le non bâti. Il est exploitable dans la réglementation. Il exprime la silhouette (au sol) de la forme urbaine.</p>	<p>Plusieurs formes urbanisées peuvent correspondre au même E/S. Il ne donne pas d'information sur la 3e dimension. Il n'exprime pas l'intensité d'usage au sol du bâti car il ne prend qu'un seul niveau en compte.</p>

3.3.5. Le rapport planchers / sol P/S

= la surface de planchers / la superficie de la parcelle.



Le rapport planchers sol P/S belge (surtout utilisé à Bruxelles), est un des indicateurs qui permet de qualifier la densité de construction à l'échelle d'une parcelle. Il se rapproche dans sa définition du COS français et du FAR anglo-saxon¹².

¹⁰ L'**emprise au sol**, ou la **surface bâtie** (B), correspond à la projection verticale d'une construction, tous débords ou surplombs inclus, à l'exception des éléments de modénature et de décor de la façade ou de la toiture.

¹¹ CES = Coefficient d'emprise au sol, BCR = building coverage ratio.

¹² COS = Coefficient d'occupation du sol, FAR = floor area ratio.

Avantages	Inconvénients / dangers
Il exprime une intensité d'usage au sol (à travers le cumul des niveaux).	Plusieurs formes urbanisées peuvent correspondre au même P/S.
Il permet de qualifier partiellement la forme urbaine (il se réfère au volume extérieur du bâti).	Il ne donne pas d'information sur la 3e dimension.
Il est exploitable dans la réglementation.	

3.3.6. Comparaison entre P/S et E/S

Le rapport E/S contrairement au rapport P/S n'est pas influencé par le nombre de niveaux du bâtiment. C'est pourquoi on peut trouver des bâtiments avec un même E/S et deux P/S différents. A eux seuls ils ne suffisent pas pour définir et maîtriser les formes urbanisées.

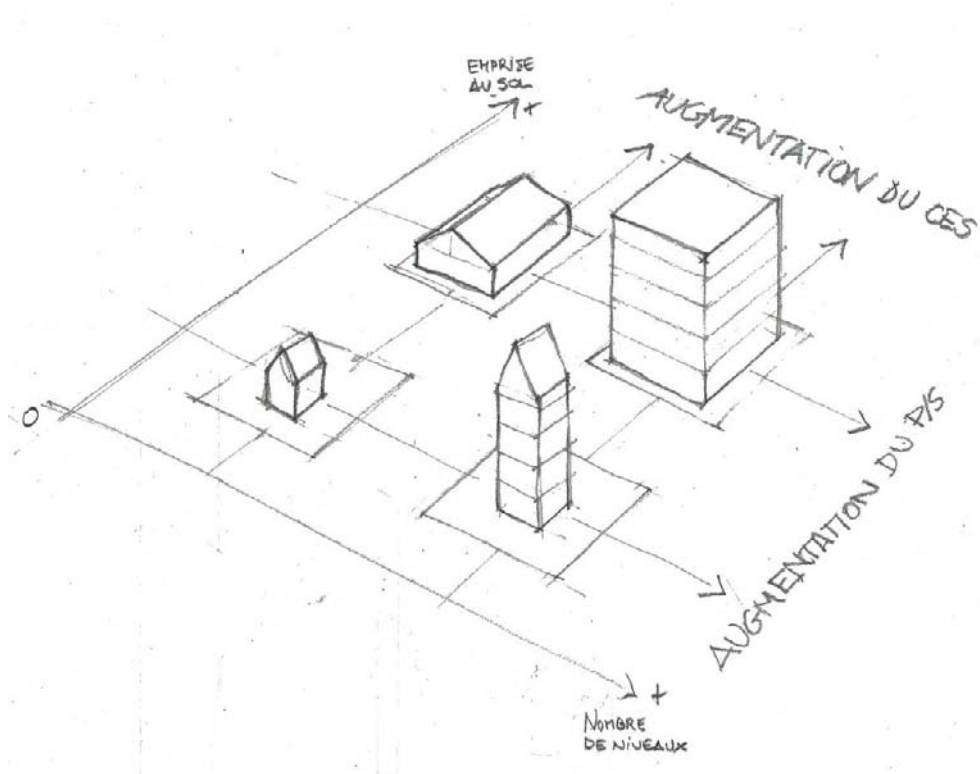


Figure 3 : Comparaison entre E/S (CES) et P/S à l'échelle du bâti et de la parcelle

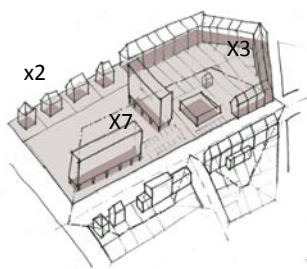
3.3.7. La densité bâtie

$$\text{Densité bâtie} = \frac{(E/S \times \bar{N}_{\text{niv}})}{S_{\text{ilot}}}$$

E/S = taux d'emprise totale au sol des bâtiments

\bar{N}_{niv} = Nombre moyen de niveaux construits

$S_{\text{net ilot}}$ = Superficie nette de l'îlot étudié

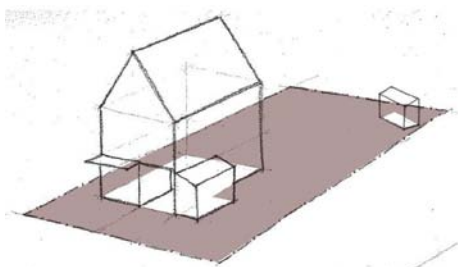


La densité bâtie, selon la définition française (Moulinié C., Naudin-Adam M., 2005), apporte le même type d'information que le P/S mais se calcule à l'échelle de l'îlot, de l'espace public ou du quartier. Elle est utile pour analyser et comparer des tissus. En tant que recommandation, elle permet de donner une idée de la hauteur moyenne projetée des bâtiments en fonction de leur E/S. Dans ce cas il est préférable de l'accompagner de recommandations de gabarits et d'alignement.

Avantages	Inconvénients / dangers
<p>Il exprime une intensité d'usage au sol (à travers le cumul des niveaux).</p> <p>Il permet d'appréhender l'enveloppe bâtie dans son espace.</p> <p>Il permet de qualifier partiellement la forme urbaine (il se réfère au volume extérieur du bâti).</p> <p>Il est exploitable dans la réglementation.</p>	<p>Plusieurs formes urbanisées peuvent correspondre à la même densité bâtie.</p> <p>Sur de grandes parcelles divisibles en plusieurs lots, son utilisation pose des difficultés pour qualifier l'ensemble.</p>

3.3.8. Le coefficient de biotope par surface CBS¹³

= surfaces éco-aménageables¹⁴ / la superficie de la parcelle.



Cet indicateur pertinent à l'échelle parcellaire peut être décliné à des échelles plus globales. Aussi, ce dernier ne prend en compte que les superficies d'espaces verts privés (jardins et accès) mais il peut être élargi à l'espace public¹⁵.

Avantages	Inconvénients / dangers
<p>Il permet de définir la proportion d'espace « verdurable » et perméables.</p> <p>Il est exploitable dans la réglementation.</p>	<p>Il n'exprime pas la diversité de la végétation sur la surface (une pelouse est une surface éco-aménageable de coefficient 1 mais n'est</p>

¹³ Outre Berlin (cf. www.stadtentwicklung.berlin.de), Paris a mis en place un tel coefficient dans son le plan local d'urbanisme ; Bruxelles-Environnement en a développé un à titre indicatif (voir recommandation pratique TER05 de l'IBGE :

http://app.bruxellesenvironnement.be/guide_batiment_durable/%28S%28urxswdfsgf4wqzb2xqk0rk45%29%29/docs/TER05_FR.pdf).

¹⁴ La surface éco-aménageable est la somme de toutes les surfaces favorables au développement végétal sur la parcelle. Chaque type de surface est pondéré par un coefficient lié à la qualité biologique et éco-systémique de la surface éco-aménageable : pour exemple, le coefficient pour un espace imperméable = 0, pour des espaces verts sur dalle = de 0,5 à 0,7 et espaces verts en pleine terre = 1. (Voir sur www.stadtentwicklung.berlin.de)

¹⁵ Voir la recommandation TER02 – 29/06/2011 de l'IBGE : *Optimiser la biodiversité*, in http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/IF_QDurbables_TER02_FR.PDF

<p>Il impose une réflexion sur le maillage vert et indirectement sur la biodiversité.</p> <p>Il impose une obligation de résultat et non de moyen</p>	<p>pas tellement intéressante en termes de biodiversité).</p>
---	---

3.3.9. La densification

Si la littérature spécialisée fourmille d'exemples d'indicateurs de densité, il n'en est pas de même pour les indicateurs de la densification. Néanmoins, selon la définition de la densification donnée en début de note, la plupart des indicateurs de densité peuvent être extrapolés pour mesurer un phénomène de densification, **l'évolution d'une densité** entre deux périodes précises.

Différents indicateurs peuvent accompagner cette **évolution de la densité** comme **l'évolution du niveau de vie** d'un quartier ou l'évolution de la qualité et de la quantité **d'espaces verts publics**.

La limite de ces indicateurs se trouve dans l'information que l'on peut trouver. En effet si l'on peut définir un mode de calcul des densités actuelles, il est parfois difficile de savoir précisément comment ont été calculées les valeurs antérieures. De plus, il faut intégrer à ces informations basées sur le cadastre une marge d'erreur dépendante du nombre de cas où l'information est manquante ou incomplète.

On peut aussi se concentrer sur le **potentiel de densification** d'un territoire. Ceci peut se déterminer en analysant ensemble quatre indicateurs : le taux d'emprise au sol (E/S), le rapport P/S, la typologie du bâti, le type de logement. Ces indicateurs seront utilement associés à d'autres données comme : le nombre de mitoyens en attente / surface brute dans un quartier, le nombre de dents creuses / surface brute dans un quartier, la profondeur des parcelles, le potentiel foncier.

3.3.9.1. La mixité fonctionnelle

A l'échelle de la ville et du quartier, « *la mixité [fonctionnelle] peut être évaluée à partir d'un des indices suivants :*

- *les indices d'accessibilité représentent les distances mesurées entre les logements et différents services (...);*
- *les indices de proximité indiquent la présence ou l'intensité de fonctions dans un périmètre défini, par comptage des services réellement présents (en nombre ou en surface occupée) ou par l'intermédiaire des affectations du sol (...);*
- *les indices de mélange population-emplois rendent compte indirectement de la mixité par l'importance relative du nombre d'emplois et du nombre de résidents dans un périmètre donné, et ainsi du mélange entre habitat et activités au sens large. (...).» (Bellefontaine L., Bottiau V., Léonard F., Meuris C., Vanderstraeten P., 2010)*

A l'échelle d'un ensemble bâti, la mixité fonctionnelle peut être calculée de manière plus précise en fonction de la surface bâtie et de l'utilisation du sol des bâtiments. Un indicateur d'entropie de mixité fonctionnelle peut donc être appliqué à une parcelle, à un front bâti ou à un îlot. Pour ce faire S. Porta et O. Romice (2011a) distinguent les surfaces privées (P02) des surfaces publiques (P03) et des surfaces résidentielles (P04) qu'ils divisent par la surface brute de la parcelle (P01).

$$D = 1 - \sum_{p=i}^N p_i^2$$

P= la proportion de surface occupée par les différentes fonctions considérées (P02, P03, P04) par la superficie brute de la parcelle (P01)

N= le nombre de catégories (3)

Cet indice est compris entre 0 et 1. Une rue entièrement résidentielle aura un indice valant 0 puisqu'elle n'aura aucune mixité fonctionnelle. Une rue présentant un équilibre entre des fonctions résidentielles, commerciales, tertiaires et publiques aura un indice proche de 1.

3.3.10. La compacité

A l'échelle du bâtiment = volume du bâtiment / la surface d'enveloppe ¹⁶ totale.

A l'échelle de la parcelle, S. Porta et O. Romice (2011a) calculent la compacité de la parcelle en faisant le rapport entre la surface brute de la parcelle avec celle du cercle minimum dans lequel s'inscrit la parcelle.

Un autre moyen de comparer la compacité de la parcelle est de calculer le rapport entre le périmètre moyen (P) de la parcelle sur la surface moyenne de la parcelle (Su). En effet, comme l'illustre les schémas ci-dessous, pour une même superficie, la forme, le périmètre et donc le rapport périmètre sur la racine carrée de la surface (P/√Su) varie. Plus le rapport s'approche de 3,55 (parcelle circulaire), plus la parcelle est compacte.

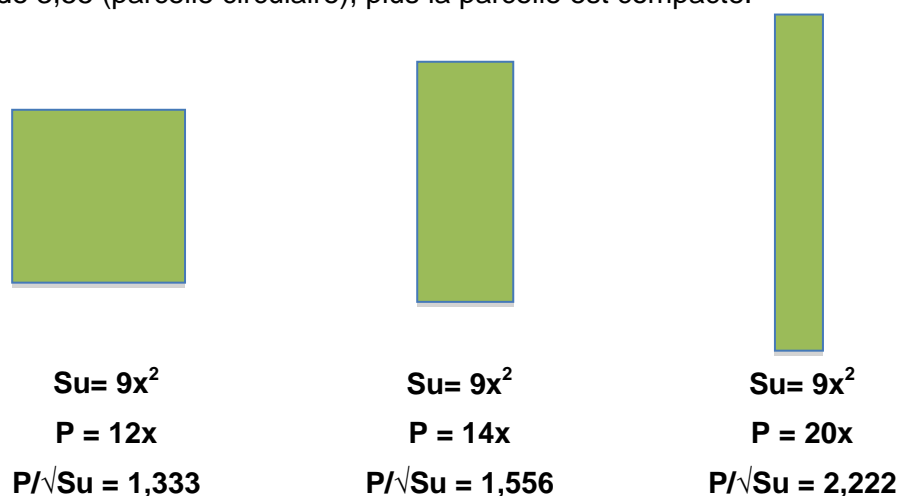


Figure 4 : variation de la forme de parcelles de même surface Su.

Dans le cadre de l'étude de la densité, cette information est à mettre en relation avec la largeur de la parcelle à rue. En effet, pour un même P/√Su, deux parcelles ont des potentialités de densification et des formes de densité très différentes si elles ont un grand développement sur la rue ou non.

¹⁶ Une **surface d'enveloppe** est la surface qui sépare le volume du bâtiment hors sol de l'extérieur.

Parler de compacité urbaine à l'échelle du front bâti nous amène à considérer le **gabarit de la rue** (dépendant de sa largeur et de la hauteur moyenne du bâti), et d'un **ratio de saturation du front bâti** (=mètres courants de façade à rue / la longueur totale du front bâti) qui colle aux notions courantes d'îlots ouverts, semi-ouverts et fermés. Si le rapport est de 0,5, cela signifie que la moitié de la longueur du front bâti est bâtie et se traduira par un environnement ouvert dans un tissu de villas et par une rue à « dents creuses » dans un environnement urbain dense. Cette notion est évidemment à associer au **nombre de façades** des bâtiments de la rue étudiée.

3.3.11. La perméabilité du réseau viaire et l'accessibilité piétonne

Comme développé dans l'étude CPDT « Ecoquartier » (Bellefontaine L., Bottiau V., Léonard F., Meuris C., Vanderstraeten P., 2011), si l'aspect « densité de population » est un critère qui favorise le développement de services, commerces et équipements et donc la mixité de fonctions, il n'est pas suffisant pour diminuer le nombre de trajets. Pour faciliter les déplacements alternatifs à la voiture, la distance entre les équipements, services et commerces doit faciliter le déplacement à pied ou à vélo.

La densité de population est donc une **résultante** et non un objectif en soi. Elle est issue des deux variables proposées : le nombre d'habitants nécessaire pour la viabilisation de certaines fonctions et la distance piétonne non-dissuasive pour limiter le recours à la voiture comme mode de déplacement.

Le détour moyen (ou **Pedshed** chez les Anglo-Saxons, voir fig.5.) permet d'identifier la perméabilité du réseau viaire, sur base d'une distance par exemple de 400 et de 800 mètres.

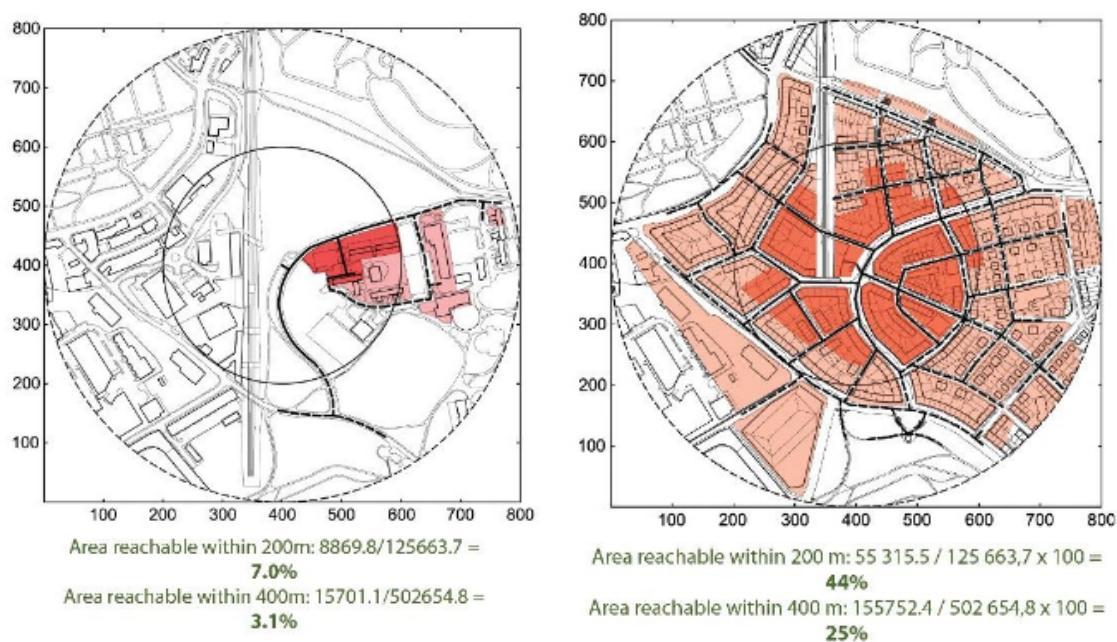


Figure 5 : Exemple de l'analyse du détour moyen : situation courante et situation projetée : en rouge foncé une accessibilité pédestre de 200 mètres et en rouge clair de 400 mètres (source : projet Vital Sighthill – Martina Donátová & Tereza Haubeltová, Université de Strathclyde, Glasgow, Urban Design Studio 2011-2012)

D'autres mesures permettent de caractériser la connectivité d'un tissu urbanisé. S. Porta et O. Romice (2011b) utilisent entre autres :

- La densité d'intersections et la connectivité externe.

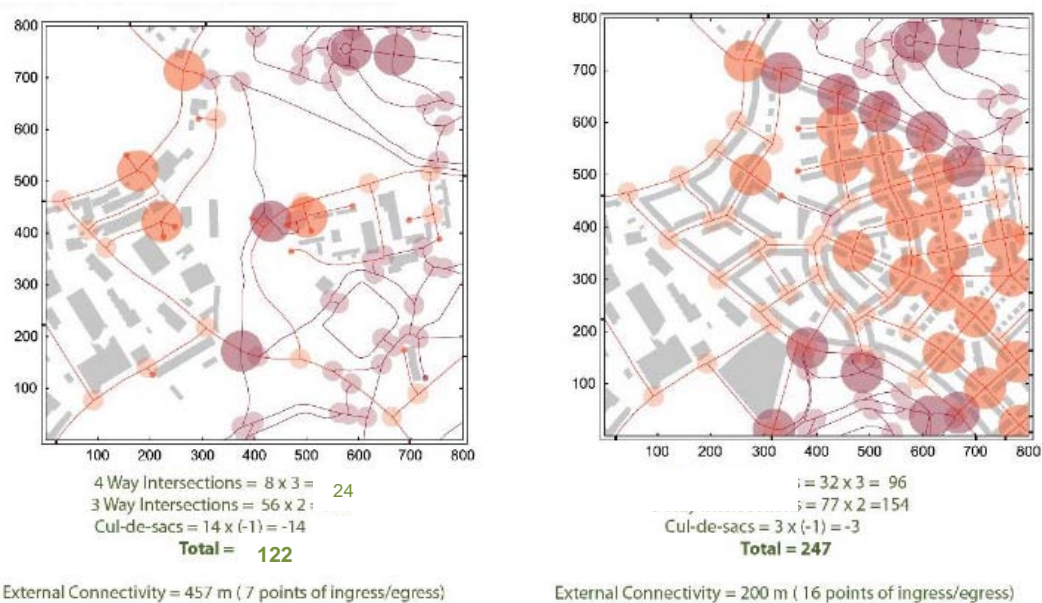


Figure 6 : Exemple de l'analyse de la connectivité : situation courante et situation projetée : les grands cercles représentent des carrefours à quatre directions ; les moyens, des carrefours à trois directions et les petits cercles, des culs-de-sac (source : projet Vital Sighthill – Martina Donátová & Tereza Haubeltová, Université de Strathclyde, Glasgow, Urban Design Studio 2011-2012)

- La taille des îlots : le ratio Grid pattern, l'index de perméabilité du réseau viaire

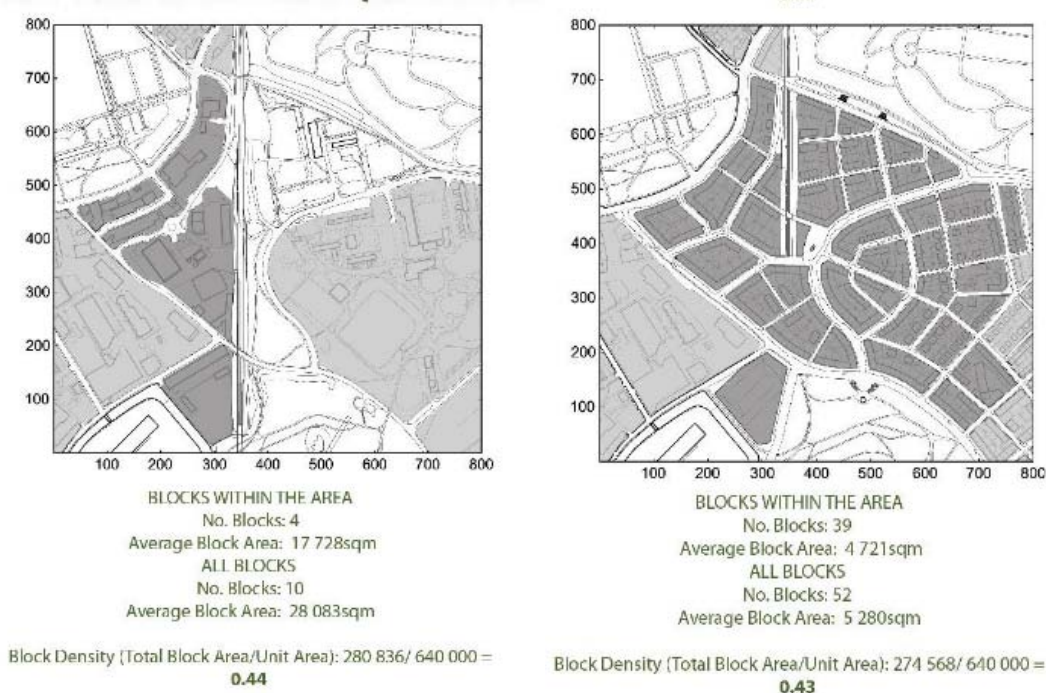


Figure 7 : Exemple de l'analyse sur les îlots urbains : situation courante et situation projetée (source : projet Vital Sighthill – Martina Donátová & Tereza Haubeltová, Université de Strathclyde, Glasgow, Urban Design Studio 2011-2012)

3.3.11.1. L'indice de ruralité

À l'échelle communale, il est important de définir si la commune est rurale ou non car ceci engendrera une appréciation différente de ses indicateurs de densité.

Pour ce faire, il nous faut prendre en compte la densité de population de la commune et sa superficie non-bâtie potentiellement rurale¹⁷. Selon les critères utilisés en Région wallonne, une commune est dite rurale si

- sa densité de population est inférieure à 150 hab/km² ¹⁸.

Ou si

- son territoire comprend une superficie non-bâtie potentiellement rurale supérieure à 80% du territoire communal ¹⁹.

À l'échelle du territoire wallon, l'OCDE (1994) affine l'indice et propose la nomenclature suivante pour distinguer les territoires:

- essentiellement ruraux: les territoires dont plus de 50% de la population vit dans des communautés (ou communes) rurales.
- relativement ruraux: les territoires dont 15 à 50% de la population vit dans des communautés rurales.
- essentiellement urbains: les territoires dont moins de 15% de la population vit dans des communautés rurales.

Dans une étude réalisée en 2007, le CAPRU ajoute deux critères afin de mieux refléter la réalité de la ruralité d'aujourd'hui à l'échelle communale :

- Un indice de périphéralité P_i , « qui permet de considérer l'influence de l'espace périphérique d'une commune » :

$$P_i = \frac{x_i}{S_i} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \frac{(x_j / S_j)}{d_{ij}^k}$$

- P_i : l'indice de périphéralité de la commune i ;
- S_i : la superficie de la commune i (km²) ;
- S_j : la superficie de la commune j (km²) ;
- d_{ij} : la distance qui sépare la commune i de la commune j ;
- x_i : la mesure de la variable dans la commune i ;
- x_j : la mesure de la variable dans la commune j ;
- k : constante qui permet de doser l'influence systématique du facteur distance.

L'indice P_i a été défini comme « faible » lorsqu'il est inférieur à 705 hab/km², et « fort » lorsqu'il lui est supérieur.

- Un indice de distance-temps D_t , qui se réfère à l'accessibilité géographique aux services : un trajet de 15 minutes en voiture est la limite acceptable ²⁰ pour qu'un service soit considéré comme étant localisé à proximité de chez soi.

Une commune répond alors au troisième critère de ruralité si sa périphéralité est inférieure ou égale à 705 hab/km² OU si son indice de temps est strictement supérieur à quinze minutes²¹.

¹⁷ La superficie non-bâtie potentiellement rurale « représente l'ensemble des terres agricoles, pâtures et prés, vergers, bois, terres vaines ainsi que les eaux et chemins cadastrés. »

¹⁸ Ce premier critère est défini par l'OCDE, Organisation de Coopération et de Développement Economique.

¹⁹ Ce deuxième critère est proposé par la Direction générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement du SPW.

²⁰ Dans le cadre de l'étude de l'ACRF (2007), on a demandé aux répondants de l'enquête de donner leur opinion sur ce que représentait pour eux la notion "près de chez vous". De cet exercice, il ressort que 58% estiment qu'un trajet de 15 minutes en voiture est la limite acceptable pour qu'un service soit considéré comme étant localisé à proximité de chez soi. Le seuil des 15 minutes a dès lors été retenu dans l'étude du CAPRU pour distinguer deux groupes de communes.

²¹ Voir la liste des communes dans l'annexe 4 de l'étude du CAPRU.

4. CONCLUSION

Les indicateurs de contenant (bâtiment, logement) ont l'avantage d'être facilement exploitables dans les réglementations et les documents de planification quand bien même ils demeurent relativement imprécis pour décrire une réalité humaine. Cependant, malgré leurs limites, les informations apportées par les indicateurs de contenant peuvent se révéler très utiles pour qualifier et interpréter la densification des formes urbaines. Elles gagnent à être complétées par les informations apportées par les indicateurs de contenu (habitants, emploi...) et, si possible, par celles d'autres types d'indicateurs (espaces verts, mixité fonctionnelle, compacité, etc.). En revanche, les indicateurs de contenu sont sujets à une grande variabilité dans le temps et sont dès lors peu exploitables dans les réglementations et les documents de planification.

Les indicateurs de contenant et de contenu sont donc complémentaires car une même densité bâtie (indicateur de contenant) peut coexister avec des densités de population ou des densités de fréquentation d'usagers différentes (indicateur de contenu).

En résumé, afin de faire le lien entre densités et tissus urbanisés, dans le cadre de cette recherche, nous retenons pertinents, en fonction de leur échelle territoriale appropriée, les indicateurs repris dans le tableau suivants :

Indicateur Echelle	Densité de contenant		Densité de contenu		Densification	Intensité
	Bâtiment	Logements	Habitants	Habitants + Emplois		
Bâti Parcelle	-E/S -P/S -CBS	-Densité résidentielle	-DP (mais difficile à prescrire)			
Espace public Ilot	-Densité bâtie (compacité) -Gabarits -Saturation du front bâti -Indice de mixité fonctionnelle -CBS		-DP	-DAH		
Quartier Village Bourg	-CBS				-Évolution de la population -Évolution du logement -Évolution des activités -Évolution du niveau de vie -Évolution des espaces publics verts -Potentiel de densification	-Mixités sociales -Mixités fonctionnelles -Centralités -Attractivité de l'espace public -Nature urbaine -compacité -perméabilité du tissu
Ville						
Commune	-Indice de ruralité					

5. BIBLIOGRAPHIE

- BELLEFONTAINE L., BOTTIEAU V., LEONARD F., MEURIS C., VANDERSTRAETEN P., 2011. *Écoquartiers*, CPDT Wallonie, note de recherche 16
- COLLECTIF, 2010. *La densification en débat*, Etudes Foncières n°145
- COLLECTIF, 2009. *Les carnets pratiques, comment encourager l'intensification urbaine ?*, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme (IAU), Ile de France
- COLLECTIF, 2006. *Habitat, formes urbaines, Densités comparées et tendance d'évolution en France*, Fédération Nationale des Agences d'Urbanisme (FNAU), p. 23
- COLLECTIF, 2005. *Protocole de Kyoto : Aménagement du territoire, mobilité et urbanisme*, Etudes et documents, CPDT n°6, Ministère de la Région wallonne
- DA CUNHA A., KAISER C., 2009. *Les cahiers du développement urbain durable, Intensités urbaines*, Urbia n°9, éd. Resp. UNIL, Observatoire universitaire de la ville et du développement durable, Suisse
- FOUCHIER V., 1997. *Les densités urbaines et le développement durable, le cas de l'Île de France et des villes nouvelles et la consommation d'espace en Ile-de-France*, éditions du SGVN, France
- FREY H., 1999. *Designing the city, towards a more sustainable urban form*, ed. Spon Press, Grande-Bretagne
- HAËNTJENS J., 2011. *La ville frugale*, FYP Editions, France
- HALL P., 1966. *Les Villes mondiales*, Hachette, Paris
- JACOBS J., 1961. *The death and life of great american cities*, Random House , New York
- MAIGNANT G., 2005. *Compacité et forme urbaine, une analyse environnementale dans la perspective d'un développement urbain durable*, Actes du colloque « Développement urbain durable, gestion des ressources et gouvernance », Lausanne, 21-23 septembre
- MOULINIÉ C., NAUDIN-ADAM M., 2005. *Appréhender la densité. 2.*, Note rapide sur l'occupation du sol n° 382, IAURIF, Paris
- OCDE, 1994. *Créer des indicateurs ruraux pour étayer la politique territoriale*, les éditions de l'OCDE, Paris
- PANERAI P., DEPAULE J-C., DEMORGON M., 1999. *Analyse urbaine*, éditions Parenthèses, France
- PORTA S., ROMICE O., and Tutors, 2011a. *Front Analysis and Coding Brief*, MSc/PgDip/PgCert Urban Design 2011 / 2012, University of Strathclyde, document pédagogique non-publié

PORTA S., ROMICE O., and Tutors, 2011b. *Experiencing and Comparing Places Brief*, MSc/PgDip/PgCert Urban Design 2011 / 2012, University of Strathclyde, document pédagogique non-publié

Bibliographie juridique :

Circulaire du 3 février 2012, relative au respect des modalités de calcul de la surface de plancher des constructions définie par le livre I du code de l'urbanisme NOR : DEVL1202266C

CODE WALLON DU LOGEMENT, Arrêté du Gouvernement wallon déterminant les critères minimaux de salubrité, les critères de surpeuplement et portant les définitions visées à l'article 1er, 19° à 22°bis, (M.B. du 30/10/2007, p. 55871)

CWATUPE, Livre IV - Dispositions relatives à la performance énergétique des bâtiments - Titre premier - Définitions, Art. 237/1 3° du décret-cadre du 19 avril 2007,

Formulaire statistique du permis d'urbanisme wallon, SPF Economie, P.M.E., Classes Moyennes et Energie, consulté sur le site de la Région wallonne
<http://www.wallonie.be/fr/formulaire/detail/3757> (15/11/2012)

Références internet :

Atlas de Wallonie :

<http://sder.wallonie.be/ICEDD/CAP-atlasWallonie2006/pages/atlas.asp?txt=homUrb>
(15/11/2012)

BELLEFONTAINE L., BOTTIEAU V., LEONARD F., MEURIS C., VANDERSTRAETEN P., 2010. *Écoquartiers - Annexe au rapport final : glossaire*, CPDT Wallonie
<http://cpdt.wallonie.be/fr/Th%C3%A8me%205%202009-2010> (15/11/2012)

CAPRU, 2007. *De nouveaux critères de ruralité pour la Région wallonne*, étude consultée sur le site internet de Cap Ruralité : <http://www.gembloux.ulg.ac.be/eg/capru/etudes/7-etudes/104-de-nouveaux-criteres-de-ruralite-pour-la-region-wallonne> (15/11/2012)

CBS :

- Site internet de la ville de Berlin :

http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/fr/bff_berechnung.shtml
(15/11/2012)

- IBGE: recommandation TER02 – 29/06/2011 de l'IBGE : *Optimiser la biodiversité*, in http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/IF_QDurbables_TER02_FR.PDF
(15/11/2012)

DA CUNHA A., KAISER C., 2009. *Densité, centralité et qualité urbaine : trois dimensions de l'intensité ?*, présentation powerpoint, UNIL, mercredi 24 juin 2009, Suisse, http://www.urbanistesdesterritoires.com/pdf/contributions/echanges/DaCunha-Kaiser_030709a_compr.pdf, (15/11/2012)

GÄBELE F., 2010. *Continuité dans L'approche Méthodologique D'évaluation de Valeurs par les experts du Cadastre Belge (4628)*, FIG Congress 2010, *Facing the Challenges – Building the Capacity*, Sydney, Australia, 11-16 avril 2010
http://www.fig.net/pub/fig2010/papers/ts03j%5Cts03j_gabele_vanderschueren_4628.pdf
(20/09/2012)