

Intensité et City Information Modeling, à la recherche d'outils innovants pour une fabrique urbaine réactualisée

Adeline Deprêtre, Doctorante en art de bâtir et urbanisme
Service Projets, Ville et Territoire
Faculté d'Architecture et d'Urbanisme de Mons
Université de Mons, Belgique

Courriel :
Adeline.DEPRETRE@umons.ac.be

Résumé

Dans un contexte où les différentes croissances abusent de la ressource non renouvelable qu'est le sol lorsque celui-ci est encore disponible, il est intéressant d'orienter les réflexions sur l'identification d'outils opérationnels et réalistes pouvant, à l'avenir, contribuer à une limitation voire à un arrêt du grignotage progressif des espaces inoccupés. L'un des objectifs de l'aménagement du territoire est d'organiser, de la manière la plus adéquate, chacune des activités humaines distribuées sur la région, caractérisant ainsi les flux y étant présents. Dès lors, les différents enjeux actuels nous incitent à développer des méthodes de planification et de conception orientées vers des modèles compacts mais aussi vers une certaine optimisation des espaces. Cependant, aujourd'hui, la conception, la construction et la gestion de projets durables nécessitent des outils capables de gérer la complexité du territoire. Les recherches ci présentées tentent d'apporter diverses pistes de développement de nouveaux outils d'optimisation des espaces tout au long de leur cycle de vie.

Mots-clés

Ville durable, Outils, City Information Modeling, Intensité, Usages

Abstract

In a context where the various growths abuse the non-renewable resource that is the soil when it is still available, it is interesting to direct the reflections on the identification of operational and realistic tools that could, in the future, contribute to a limitation or even to an end to the progressive nibbling of unoccupied spaces. One of the objectives of spatial planning is to organize, in the most appropriate way, each of the human activities distributed over the region, thus characterizing the flows present there. Therefore, the various current challenges encourage us to develop planning and design methods oriented towards compact models but also towards a certain optimization of spaces. However, today the design, construction and management of sustainable projects require tools capable of managing the complexity of the territory. The research presented here attempts to provide various avenues for the development of new tools for optimizing spaces throughout their life cycle.

Keywords

Sustainable city, Tools, City Information Modeling, Intensity, Uses

- INTRODUCTION

Dans un contexte où les différentes croissances, qu'elles soient économiques ou démographiques, abusent de la ressource non renouvelable qu'est le sol lorsque celui-ci est encore disponible, il est intéressant d'orienter les réflexions sur l'identification d'outils opérationnels et réalistes pouvant, à l'avenir, contribuer à une limitation voire à un arrêt du grignotage progressif des espaces inoccupés. Le territoire héberge maintes activités humaines s'étendant sur une surface plus ou moins élevée faisant graviter autour d'elles divers flux et échanges. L'un des objectifs de l'aménagement du territoire est d'organiser, de la manière la plus adéquate, chacune des activités humaines distribuées sur la région, caractérisant ainsi les flux y étant présents. Cette démarche transversale répond aux grands défis actuels de notre société afin de garantir à la fois le bien être de chacun et à la fois le ménagement de l'environnement et des ressources au niveau local et mondial. Dès lors, les différents enjeux actuels nous incitent à développer des méthodes de planification et de conception orientées vers des modèles compacts mais aussi vers une certaine optimisation des espaces.

D'une part, de nombreuses tentatives de solution ont été expérimentées afin de résoudre certains dysfonctionnements territoriaux par le biais d'indicateurs ou de calculs souvent purement quantitatifs. Or depuis quelques années, la notion d'intensité urbaine, visualisée comme un processus renforçant la production urbaine de façon globale, est apparue. Cependant, malgré un intérêt certain porté à l'égard de l'intensité urbaine, ce concept reste non défini scientifiquement parlant. D'autre part, divers progrès concernant la technologie ont été réalisés afin d'aider divers intervenants dans la conception et la gestion des espaces tels que les urbanistes, les architectes ou encore les administrations. Cette technologie offre un panel de données sur les citoyens, leurs déplacements ou leurs utilisations des infrastructures au quotidien. La quantité et la variété des informations reçues augmente de jour en jour. Ces faits posent question sur le procédé grâce auquel elles peuvent être intégrées et transformées en informations utiles pour la prise de décision en matière d'urbanisme et de résolution de problèmes auxquels les divers acteurs sont confrontés.

- L'INTENSITÉ URBAINE, UN CONCEPT VISUALISÉ COMME « NOVATEUR » UNE NOTION FLOUE ET PEU DÉFINIE

Ce concept, comme relaté dans divers papiers, n'est pas neuf mais semble être apparu afin d'enrichir le discours sur la densité, cette dernière semblant boiteuse voire effrayante au regard de la population pour une meilleure fabrique urbaine (Da Cunha & Kaiser, 2009, p. 16, 26). Pour certains, l'intensité urbaine est décrite comme une notion fondatrice de la qualité urbaine ou encore comme une reformulation de la densité en terme de qualité, se dépeignant donc comme une représentation subjective (Tsien & Tsien, 2013).

Dans la littérature, l'intensité urbaine apparaît, comme un élément à la croisée de divers thèmes divergeant quelque peu selon les chercheurs. Il est pourtant nécessaire de mettre en lumière le fait que le manque de définition fixe amène, de temps à autres, les auteurs à visualiser l'intensité urbaine de manière distincte. En effet, beaucoup l'assimilent à une idée à part entière regroupant diverses notions tandis que d'autres l'associent à une composante d'une autre notion.

Dans nos travaux, afin de mieux comprendre le sens du concept étudié, nous avons pris la décision de classer les composantes de l'intensité urbaine ressortie de la littérature en sept thèmes, eux-mêmes regroupés en deux champs (figure 1).

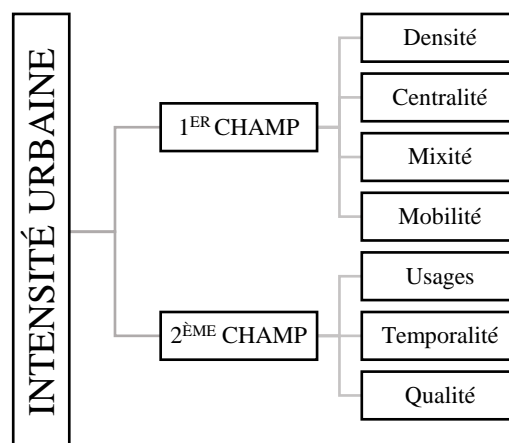


Figure 1 : Classement des connaissances issues de la littérature (Source : schéma personnel)

Vue sous un angle mesurable et objectif

Le premier champ englobe quatre thèmes ; La *densité*, la *centralité*, la *mixité* et enfin la *mobilité*. Le qualificatif « objectif » est employé puisque ces quatre thèmes s'avèrent être mesurables et planifiables.

Le thème de la densité est celui qui est le plus abordé dans la littérature traitant de l'intensité urbaine. Elle est majoritairement décrite comme un moyen de parvenir à une intensification de l'occupation de l'usage sol, devant être vue comme le « *moteur d'un projet urbain durable* » (Da Cunha & Kaiser, 2009, p. 21; Fouchier, 2010, p. 35). Dès lors, elle quantifierait la population mais aussi tous les autres facteurs urbains sur une surface donnée et serait associée aux ingrédients bruts que les planificateurs doivent manipuler. Les environnements denses auraient tendance à générer davantage d'interactions entre la population et les infrastructures que les plus clairsemés (Avent, 2011; Salmon, 2012).

Les centralités ou polarités, constituant un autre thème, sont subtilement différenciées en fonction des auteurs (Amphoux, 2003, p. 3-6; Da Cunha & Kaiser, 2009; Le Néchet, 2015, p. 3-5). Un lien peut être établi entre la densité et les centralités puisqu'un lieu dense offre un accès plus élargi à davantage d'objets, synonymes de centralités, qu'il s'agisse de la population, des aménités ou autres. Hélène Nessi soutient que les centralités renvoient au degré d'urbanité et constitue par conséquent une variable aidant à comprendre la concentration de population dans un espace (Nessi, 2010, p. 32).

La mixité, qu'elle soit fonctionnelle ou sociale, est largement retrouvée dans les papiers comme un autre thème définissant le concept d'intensité urbaine, complétant et unissant les deux précédents (densité et centralités) (Amphoux, 2003; Da Cunha & Kaiser, 2009; Darley et al., 2009; Guan & Rowe, 2016; Sevtsuk et al., 2013; Tsien & Tsien, 2013; Zunino, 2009). Les pôles, pour être centraux, devraient accueillir une variété de fonctions et d'espaces, en quantité équilibrée, afin de répondre aux besoins introduits par la densité.

Dans nos recherches, le dernier thème est celui de la mobilité, faisant des connections entre les trois précédents. Ce dernier renvoie à plusieurs notions telle que l'accessibilité, les transports ou encore la proximité. Certains emploient le terme « multiple » puisqu'il prônerait le développement de la mobilité et insisterait sur l'importance de la proximité (Marry & Arantes, 2013, p. 205). De plus, articuler les centralités et les infrastructures en général autour des nœuds de transports collectifs favoriserait les connections entre les centralités et de cette manière, assurerait un accès aisé et rapide à ces dernières (Guan & Rowe, 2016, p. 10; Zunino, 2009, p. 61-62).

Ce champ reprend à la fois l'idée de coexistence d'une quantité de services divers et d'un potentiel d'accès de la population à ces services par le biais de la situation et de la mobilité (Offner & Pumain, 1996).

Vue sous un angle sensible et subjectif

Ce champ reprend trois thèmes ; Les *usages*, la *temporalité* et la *qualité*. Ces derniers revêtent une dimension plus sensible et symbolique.

Vincent Fouchier définit l'intensité urbaine comme un rapport entre la somme des habitants et des emplois sur la surface urbanisée, traduisant que plus les activités sont présentes et rassemblées plus le lieu est intense (Fouchier, 2010). Mais au-delà de l'aspect numérique des choses, il introduit un autre facteur déterminant. Pour lui, favoriser l'intensité urbaine, c'est regrouper les usages (Fouchier, 2010). C'est également ce que soutient Béatrice Mariolle qui caractérise l'intensité urbaine par la pluralité des usages, intrinsèquement lié aux différents échanges (Mariolle, 2007, p. 64-67).

Le thème de la temporalité et des temps sociaux, dans l'intensité urbaine, favoriserait les dynamiques événementielles, façonnant elles-mêmes l'urbanité (Lavadinho, 2009). Selon cette démarche, la ville serait perpétuellement en mouvement selon diverses temporalités, celles-ci dépendant notamment des usages. Luc Gwiazdzinski soutient que l'évolution des modes de vie modifie les relations entre l'espace et le temps mais aussi les différents rythmes, chamboulant l'environnement spatio-temporel et la planification des usages retrouvés traditionnellement (Gwiazdzinski, 2013, p. 5-7). La notion temporelle comme élément introductif amène diverses interrogations et questionne la polyvalence et la flexibilité des espaces autour du concept soutenu par Luc Gwiazdzinski, d'espaces « *malléables* » (Gwiazdzinski, 2014). Les deux premiers thèmes créent des liens d'une part, en replaçant le citoyen au centre des attentions et d'autre part, en soutenant le concept de polyvalence des espaces et pluralité des usages (Tsien & Tsien, 2013). Par ailleurs, l'analyse et la compréhension des différents rythmes devient un enjeu incontournable pour certains, afin de proposer une solution associant différentes strates rythmiques qui, d'ordinaire, se trouvent en tension (Revol, 2013).

À de nombreuses reprises, les chercheurs prônent que l'intensité urbaine est synonyme de qualité (Barretto et al., 2012; Da Cunha & Kaiser, 2009; Mariolle, 2007; Paquot, 2009; Sevtsuk et al., 2013; Tsien & Tsien, 2013; Zunino, 2009). Ce dernier thème illustre un glissement d'approche passant du quantitatif au qualitatif offrant davantage de possibilités aux espaces de devenir des ensembles systémiques attractifs, prétendant à une meilleure qualité de vie.

VERS UNE APPROPRIATION CIBLÉE SUR LES USAGES

Bien que plusieurs auteurs s'y intéressent, nous nous apercevons rapidement que l'intensité urbaine est davantage revendiquée comme un principe et n'est que partiellement quantifiable par ses attributs. Dans nos travaux, nous visons à introduire une autre manière de percevoir et de favoriser les espaces intenses par le biais d'un facteur plus important que d'autres, le sujet particulier des usages. En effet, selon nous, un espace n'est pertinent et revêt une certaine qualité que s'il est suffisamment utilisé. L'utilisation du sol fait donc référence aux activités que les humains déploient au niveau de ces espaces. Il s'agit de la fonction ou l'usage qui est fait d'un type d'occupation. Par « usage » nous sous-entendons n'importe quel acte qui lui confère une existence, étant choisi comme support de cette utilisation. Nous ne nous intéressons donc pas uniquement à l'intensité urbaine et ce qui la favorise mais nous nous concentrons principalement sur le degré d'utilisation d'un espace, sur *l'intensité des usages*, pouvant avoir lieu dans un périmètre donné. En effet, les usages peuvent être mobilisés à la fois comme des représentations de la réalité sociale et à la fois comme une interprétation de cette réalité dans un lieu. Bien sûr divers indicateurs permettent déjà d'évaluer la qualité des espaces ou encore d'un territoire. Cependant, dans cette étude, nous prenons en considération tous les facteurs qui, à notre sens, impactent les *usages* et plus particulièrement, qui influent sur cette intensité des usages.

La démarche que l'intensité d'usage induit s'inspire des procédés de l'intensité urbaine en remplaçant l'utilisateur au cœur du processus d'aménagement. Par conséquent, nous définissons ce processus comme une approche systémique dans le sens où celle-ci n'a pas comme unique but de décrire le sujet mais également d'identifier ses possibles dysfonctionnements. L'objectif est donc d'observer comment l'espace (élément du système) interagit avec le contexte (les usagers). Notre conception de l'intensité d'usage s'appuie sur deux catégories d'éléments que nous avons répertorié comme dits *variants* et *invariants* (figure 2). Nous pouvons également transposer cette sélection à la différence entre contenu et contenant.

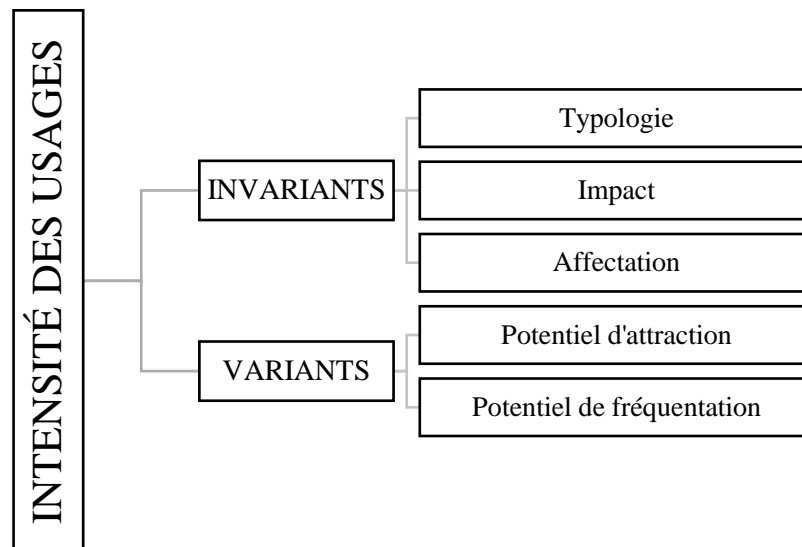


Figure 2 : Classement des composantes de l'intensité d'usage en variants et invariants (source : schéma personnel)

Les invariants, des éléments à latence longue

Le terme *invariant* ne signifie pas que les éléments se trouvant dans cette catégorie sont figés et ne peuvent pas se transformer mais bien qu'ils possèdent une latence longue de l'ordre d'au moins 25 ans. Cette latence plus longue correspond à une vitesse dite urbaine donnant des informations sur la structure de l'environnement physique et bâti. Il s'agit, par conséquent, de définir et de poser toutes les informations sur le contexte de la zone étudiée. Il est important de préciser que nous ne souhaitons pas uniquement représenter l'intensité d'usage d'un bâtiment, mais bien de chaque élément qui est le support d'un quelconque usage. Nous définissons ces éléments sous la

forme de *cellules*. Les cellules peuvent donc autant représenter un équipement, un service qu'un espace public. Nous avons créé trois classes différentes dans la catégorie *invariants*, une triple vision nous avisant sur l'attractivité, la portée et les services rendus par les cellules.

La première classe des invariants nous donne des informations sur la typologie de la cellule. En ce sens, nous nous concentrons, dans cette classe, sur l'état physique de la cellule. Cette classe insiste sur le caractère créatif et qualitatif pouvant être impulsé par les architectes, les urbanistes ou tout aménageur du territoire à l'architecture du projet afin de conférer à la cellule un intérêt.

La seconde classe représente l'impact que la cellule arbore dans le contexte. Des éléments, plus quantitatifs, tels que la surface que présente la cellule étudiée et la densité au km² des habitants du quartier interviennent dans cette catégorie. Dans cette classe, il est indispensable de discuter de la situation, des infrastructures permanentes de mobilité et d'accessibilité. En effet, le réseau de voiries, de la mobilité douce ainsi que les infrastructures relatives aux transports en commun, telles que des voies ferrées, apparaissent comme des éléments nécessaires à l'élaboration et au maintien d'un espace. D'autres caractéristiques influencent aussi l'impact que présente une cellule sur l'intensité des usages comme le recul (ou pas) de cette dernière par rapport à la voirie. La voirie en elle-même apporte de nombreuses informations, plus particulièrement lorsque nous nous intéressons à son type (nationale, chaussée, rue piétonne, ruelle, ...). Dans ce sens, nous nous interrogeons sur la visibilité immédiate ou non de la cellule par rapport à l'axe d'accessibilité.

Enfin, la troisième classe que nous avons catégorisé dans les *invariants* concerne l'affectation. Cette classe interprète tout d'abord le type d'usage qu'offre la cellule. Nous avons subdivisé de type d'usage d'un point de vue temporel afin de distinguer les types longs, comme les bureaux et le parc résidentiel et les types courts, comme les équipements, les services, les commerces ou encore les espaces publics. Nous nous intéressons également au nombre de cellules qui, dans un certain rayonnement, couvrent le même type d'usage que la cellule étudiée. En effet, ce nombre influe sur l'intensité que les cellules peuvent présenter puisque leur répétition diminue leur exclusivité (Durkheim, 2013).

Les variants, des éléments à latence courte

En ce qui concerne les composants *variants*, deux facteurs entrent en jeu, l'un étant relatif à la cellule et l'autre relatif aux divers scénarios qui sont envisagés dans notre recherche.

Concernant *la cellule*, nous nous intéressons à l'usage et plus particulièrement au potentiel d'interaction que peut offrir cette dernière. Ce potentiel est pondéré en fonction de l'activité, la polyvalence, la flexibilité de la cellule sur laquelle l'étude s'effectue. Le second élément qui concerne *la cellule* est son potentiel de fréquentation. Cet élément s'inscrit dans une démarche temporelle, indiquant les plages horaires où la cellule étudiée est accessible par tous.

Pour suivre, concernant les scénarios et donc le côté simulation, deux variables captent notre attention. D'une part, le temps passé durant le(s) usage(s), influençant par conséquent l'intensité de ce(s) usage(s) et d'autre part, les déplacements relatifs aux moyens de transports (réseaux) et de l'accessibilité des cellules selon diverses mobilités.

- LE CITY INFORMATION MODELING (CIM), UNE TECHNOLOGIE EN MARCHÉ UN OUTIL EN PLEIN ESSOR MAIS PEU EMPLOYÉ

Au cours des dernières années, le concept de *Smart City* a de nombreuses fois été envisagé comme un moyen d'optimiser la gestion de l'utilisation des ressources, principalement en raison de l'urbanisation croissante et de l'augmentation démographique (Calvillo et al., 2016, p. 273-287). Il existe de nombreuses définitions de ce concept soulignant le rôle central que jouent les nouvelles technologies numériques dans l'amélioration du fonctionnement des villes (Batty et al., 2012, p. 481-518). L'ONU, à travers la Création de l'Union internationale des Télécommunications (UIT) sur les villes intelligentes et durables prône que pour être intelligente et durable, la ville se doit d'utiliser les technologies d'information et de communication et tout autre moyens permettant d'améliorer à la fois la qualité de vie et à la fois l'efficacité des services et des opérations de la ville (Union, I. T., 2015).

Des divergences dans la définition du CIM

Le domaine de recherche relatif au CIM est encore à l'heure actuelle émergent. Il s'agit d'un milieu dans lequel diverses compétences telles que l'urbanisme, la géographie, la cartographie, l'ingénierie, l'informatique et les

données sont interdépendantes. Historiquement, l'acronyme a été introduit par Khemlani sur son blog spécialisé AECbytes, dans un article traitant de la relation entre les paradigmes technologiques existants et les situations de crises urbaines, en l'occurrence celle déclenchée par l'ouragan Katrina cette année-là (Khemlani, 2005). Dans cet article, il emploie le Building Information Modeling (BIM) comme référence quant au cadre technologique existant de cette époque. Rappelons que le BIM est un processus de conception modélisant des bâtiments en trois dimensions et accompagnant ce modèle d'informations sémantiques, englobant tout le cycle de vie du bâtiment (Eastman et al., 2004). Cette allusion au BIM ne s'intéresse pas au système constructif, mais à la validité et au besoin d'un système qui traite d'un modèle d'information cohérent, offrant un contrôle et une collaboration agile. De cette logique inhérente au BIM, il suggère le terme CIM, projetant le besoin d'un modèle d'informations sur la ville comme plate-forme, afin de prendre des décisions plus rapidement et plus correctement.

Aujourd'hui, on constate que le CIM a gagné de la place dans la recherche et a fourni un large éventail d'approches. D'une part, certains considèrent le CIM comme étant une combinaison de Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) avec des logiciels de conception assistée par ordinateur (CAO) (Duarte et al., 2011; Thompson et al., 2016). D'autre part, plusieurs insistent davantage sur l'importation de données d'un modèle dit Industry Foundation Classes (IFC) - format standard ouvert pour l'interopérabilité en BIM - dans un modèle City Geography Markup Language (CityGML) - format standard ouvert de modèles d'informations géographiques - créant in fine des représentations tridimensionnelles géoréférencées du territoire urbain et de ses bâtiments (Xu et al., 2014).

La modélisation de l'information, une association de la visualisation et de la sémantique

Dans le domaine de l'architecture et de l'ingénierie, l'utilisation de modélisation tridimensionnelles est de plus en plus courante. En effet, celle-ci permet la production d'un modèle plus réaliste ou plus précisément, son prototype virtuel. Cependant, la plupart de ces prototypes se concentrent sur les informations géométriques et peuvent uniquement être employés à des fins de visualisation. Or, aujourd'hui, certains prônent la nécessité de modèles plus détaillés et riches en informations sémantiques (Wang et al., 2013). Schenck et Wilson soutiennent que pour qu'un échange de données soit optimal et fidèle, il est nécessaire que toutes les parties impliquées dans le processus de communication fonctionnent avec le même ensemble de règles d'interprétation des données (Schenck & Wilson, 1994). Selon ce raisonnement, certains avertissent que si les modèles présentent uniquement des données tridimensionnelles sans attributs qualifiés, ils ne sont pas synonyme de modélisation d'informations (Eastman et al., 2008).

VERS UN NOUVEAU POTENTIEL D'USAGE DES CIM

Nous assistons à un intérêt de plus en plus grandissant pour la modélisation de l'information comme moyen de surmonter divers obstacles, notamment la fragmentation dans les processus d'échange d'informations, en raison de la diversité des organisations impliquées et de la diversité des outils employés (Isikdag, Aouad, Underwood, & Trodd, 2004). Il en est de même pour les agents responsables de la planification et de l'entretien des villes, par conséquent, nous avons besoin de technologies capables de modéliser les informations sur la ville avec un contenu riche en données afin que nous puissions planifier, concevoir et analyser divers aspects grâce au CIM (Khemlani, 2016).

Un outil de synthèse multidimensionnel

Nous devons faire face aujourd'hui à une fragmentation des représentations du territoire alors que les technologies évoluent rapidement et que les capteurs ainsi que des bases de données nous entourent. Les espaces ne sont plus fixes mais évoluent et ressemblent de plus en plus à des objets dynamiques. Stojanovski définit d'une part, le terme *blocs* comme des objets en trois dimensions caractérisés par des symboles en deux dimensions et d'autre part, le terme *territoire* comme un espace géographique délimité par des frontières administratives (Stojanovski, 2013). Selon lui, les *blocs* et les *territoires* sont d'importants espaces sociaux qui ne peuvent pas être capturés uniquement par la géographie, les graphiques et les matrices (Stojanovski, 2013). Etant donné que les informations fournies par les SIG sont principalement représentées en deux dimensions, les détails en trois dimensions des *blocs* sont détruits et fixent les dynamiques du *territoire*. Les CIM permettent donc de passer d'une géographie purement physique à une géographie relationnelle.

Dès lors, les informations concernant la connectivité entre les espaces urbains, les flux ou encore l'intensité des usages deviennent des caractéristiques fondamentales pouvant être traités par un CIM.

- CONCLUSION

Dans un contexte de diverses croissances où les ressources sont comptées, l'intensité d'usage peut devenir un outil d'aide à la conception et de résilience pour les territoires. En effet, sa mesure permettrait l'optimisation des espaces dans une démarche de fabrique urbaine économe en ressources par le biais d'actions développées à la suite de son analyse. Dans ce sens, l'intensité des usages pourrait mettre en lumière divers dysfonctionnements des espaces lors de sa mesure, faisant de celle-ci un indicateur pour une planification optimisée, garantissant une certaine qualité de vie tout en prenant compte des différents enjeux actuels.

L'urbanisme contemporain gravite entre l'interprétation des informations, les interactions, la communication et les actions. Patrick Geddes visualisait la planification comme un cycle dans l'urbanisme, passant d'une logique du plan à celle de l'action (Geddes, 1915). Turner, dans ses écrits, soutient que l'action est générée par une action antérieure, étant le fruit d'analyses diverses d'informations, de théorisations et de normes, traduites sous formes de réglementations (Turner, 1976). Le CIM, étant un outil rassemblant diverses informations et représentations qu'il est possible d'analyser et de scénariser, permettrait la création de diverses théories. De plus, les informations présentes dans le CIM sont directement liées aux usagers, superposant les diverses pratiques de ces derniers avec des informations temporelles et spatiales.

Dès lors le CIM comme moyen de modélisation et de mesure des informations concernant l'intensité d'usage d'un quartier ou d'une portion de territoire pourrait en faire un outil complet pour l'optimisation et la résilience dans la planification des territoires durant tout le cycle de vie d'un quartier, depuis la conception jusqu'à la gestion des diverses installations.

- BIBLIOGRAPHIE

Amphoux, P. (2003). Polarité, Mixité, Intensité. In D. Vanderburgh & H. Heinen (Éds.), *Inside Density, International Colloquium on Architecture and Cities* (p. 19-32). Bruxelles : La lettre volée.

Avent, R. (2011, septembre 3). One Path to Better Jobs: More Density in Cities. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2011/09/04/opinion/sunday/one-path-to-better-jobs-more-density-in-cities.html>

Barretto, C., Dubroca, V., Lèbre, I., Hazard, P., & Decory, F. (2012). Ville intense, ville intime. *a'urba*. <https://www.aurba.org/productions/ville-intense-ville-intime/>

Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., Ouzounis, G., & Portugali, Y. (2012). Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, 214(1), 481-518. <https://doi.org/10.1140/epjst/e2012-01703-3>

Calvillo, C. F., Sánchez-Miralles, A., & Villar, J. (2016). Energy management and planning in smart cities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 273-287. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.133>

Da Cunha, A., & Kaiser, C. (2009). Densité, centralité et qualité urbaine : La notion d'intensité, outil pour une gestion adaptative des formes urbaines ? *Urbia*, 9, 13-56.

Darley, A., Zunino, G., & Palisse, P. (2009). *Comment encourager l'intensification urbaine ?* Paris : IAU Institut d'aménagement et d'urbanisme Ile-de-France.

Duarte, J. P., Gil, J., & Almeida, J. (2011). The backbone of a City Information Model (CIM). *ECAADe*, 29, 143-151.

Durkheim, É. (2013). *De la division du travail social*. Paris : Presses Électroniques de France.

Eastman, C. M., Sacks, R., & Lee, G. (2004). Functional modeling in parametric CAD systems. *Generative CAD Conference*.

- Eastman, C. M., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). *BIM Handbook : A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc. <https://epress.lib.uts.edu.au/journals/index.php/AJCEB/article/view/2749>
- Fouchier, V. (2010). L'intensité urbaine. *Etudes foncières*, 145, 35-36.
- Geddes, P. (1915). *Cities in evolution : An introduction to the town planning movement and to the study of civics*. London : Williams. <http://archive.org/details/citiesinevolutio00gedduoft>
- Guan, C., & Rowe, P. G. (2016). The concept of urban intensity and China's townization policy : Cases from Zhejiang Province. *Cities*, 55, 22-41. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.03.012>
- Gwiazdzinski, L. (2013). Urbanisme des temps. *l'Observatoire*, 43, 3-8.
- Gwiazdzinski, L. (2014). The malleable, adaptable metropolises : Towards a temporary and temporal urbanism. *STREAM*, 3, 51-63.
- Khemlani, L. (2005). Hurricanes and their aftermath : How can technology help? *AECbytes*.
- Lavadinho, S. (2009). Dynamiques d'intensité événementielle : Visions d'une urbanité en devenir. *Urbia*, 9, 87-104.
- Le Néchet, F. (2015). De la forme urbaine à la structure métropolitaine : Une typologie de la configuration interne des densités pour les principales métropoles européennes de l'Audit Urbain. *Cybergeo : European Journal of Geography*. <https://doi.org/10.4000/cybergeo.26753>
- Mariolle, B. (2007). D comme Densité. *Les Cahiers de la recherche architecturale et urbaine*, 20/21, 64-67.
- Marry, S., & Arantes, L. (2013). Étalement et densité : Quels enjeux urbains à l'œuvre dans la conception des formes urbaines ? *Urbia*, 15, 195-218.
- Nessi, H. (2010). Formes urbaines et consommation d'énergie dans les transports. *Etudes foncières*, OF(145), 30-32.
- Offner, J. M., & Pumain, D. (1996). *Réseaux et territoires, significations croisées*. Paris : de L'Aube.
- Paquot, T. (2009). *Vers un urbanisme sensoriel* [Mouvement]. <http://mouvements.info/vers-un-urbanisme-sensoriel-entretien-avec-thierry-paquot/>
- Revol, C. (2013). Les vertus du cycle : In H. Subrémon & A. Guez, *Saisons des villes* (p. 56-71). Paris : Donner Lieu.
- Salmon, F. (2012, février 2). Why jobs require cities. *Reuters Blogs*. <http://blogs.reuters.com/felix-salmon/2012/02/02/why-jobs-require-cities/>
- Schenck, D. A., & Wilson, P. R. (1994). *Information Modeling the EXPRESS Way*. Oxford : Oxford University Press.
- Sevtsuk, A., Ekmekci, O., & Nixon, F. (2013). Capturing urban intensity. *Open Systems: Proceedings of the 18th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia*, 551-560.

Stojanovski, T. (2013). City Information Modeling (CIM) and Urbanism : Blocks, Connections, Territories, People and Situations. *Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design*.

Thompson, E. M., Greenhalgh, P., Muldoon-Smith, K., Charlton, J., & Dolník, M. (2016). Planners in the Future City : Using City Information Modelling to Support Planners as Market Actors. *Urban Planning*, 1(1), 79-94. <https://doi.org/10.17645/up.v1i1.556>

Tsien, L. M., & Tsien, L. A. (2013). Espaces aérés : Préférer l'intensité à la densité. *Bi-city Biennale d'Urbanisme et d'Architecture de Hong Kong et Shenzhen*.

Turner, J. F. C. (1976). *Housing by People : Towards Autonomy in Building Environments*. Marion Boyars.

Union, I. T. (2015). *Focus Group on Smart Sustainable Cities*. <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Pages/default.aspx>

Wang, X., Love, P. E. D., Kim, M. J., Park, C.-S., Sing, C.-P., & Hou, L. (2013). A conceptual framework for integrating building information modeling with augmented reality. *Automation in Construction*, 34, 37-44. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.10.012>

Xu, X., Ding, L., Luo, H., & Ma, L. (2014). From Building Information Modeling to City Information Modeling. *Journal of Information Technology in Construction*, 19, 292-307.

Zunino, G. (2009). Plaidoyer pour une ville intense. *Urbia*, 9, 57-76.