



HAL
open science

Visibilité et prévisibilité : cartographie de la part cachée d'un paysage urbain

Thomas Leduc, Guillaume Chauvat

► **To cite this version:**

Thomas Leduc, Guillaume Chauvat. Visibilité et prévisibilité : cartographie de la part cachée d'un paysage urbain : Etude comparée de quatre indicateurs qualifiant le champ visuel en milieu urbain. SAGEO 2013, Rémy Thibaud; Françoise Gourmelon, Sep 2013, Brest, France. pp.185-196. hal-01347228

HAL Id: hal-01347228

<https://hal.science/hal-01347228>

Submitted on 20 Jul 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Visibilité et prévisibilité : cartographie de la part cachée d'un paysage urbain

Etude comparée de quatre indicateurs qualifiant le champ visuel en milieu urbain

Thomas Leduc¹, Guillaume Chauvat²

1. Laboratoire CERMA, UMR CNRS 1563, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes

6 quai François Mitterrand, BP 16202, F-44262 Nantes cedex 2, France
thomas.leduc@cerma.archi.fr

2. Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes

6 quai François Mitterrand, BP 16202, F-44262 Nantes cedex 2, France
chauvat.guillaume@gmail.com

RESUME. Pour la théorie de la perméabilité, la configuration des lieux et plus précisément la présence d'occlusions dans notre environnement visuel immédiat, peuvent nous inciter à son exploration. L'étude présentée dans cet article a pour but d'analyser de manière systématique et reproductible la part d'inconnu, d'incertitude de l'environnement urbain immédiat d'un piéton. Pour évaluer cette propriété du visualscape en tout point, nous rappelons trois indicateurs permettant de quantifier la prévisibilité de la forme ambiante (entropie), le poids des masses visuelles (drift) et la part d'occlusions (occlusivité) avant d'en proposer un quatrième relativisant le poids de chaque occlusion (l'anticipation). Nous concluons cette analyse par une référence aux techniques de partitionnement convexe de l'espace ouvert.

ABSTRACT. According to permeability theory, surroundings' configuration, and more precisely, the existence of occlusions in our enclosure may invite us to explore our environment. This article aims to analyze, in a systematic and reproducible way, the ratio of mystery in one's surrounding visualscape. To assess this property in each place, we recall three indicators relative to the boundary previsibility (entropy), the weight of visual heap (drift), and the occlusions ratio (occlusivity). We also introduce a fourth indicator which weights each occlusion (anticipation). At last, we refer to some convex partition technics of urban open spaces.

MOTS-CLES : occlusivité, drift, entropie, exploration environnementale, mystère, anticipation, morphologie, isovist.

KEYWORDS: occlusivity, drift, entropy, environmental exploration, mystery, morphology, isovist.

1. Introduction

Comme le rappelle (Brayer, 2013), la façon dont nous construisons les villes peut avoir un effet profond sur la manière dont nous les vivons. De ce constat a émergé un ensemble de préoccupations contemporaines portées aujourd'hui par la notion d'ambiance. Cette notion prend en compte les dimensions culturelles et conjoncturelles d'un lieu pour saisir son identité, parce que les pratiques d'un lieu ne sont pas réductibles à ses seules caractéristiques construites. Dans le même registre, pour (Péneau, 2000, p. 379), la seule approche des dimensions physiques ne suffit pas à rendre compte de la consistance phénoménologique des ambiances. Le sujet-citadin est ainsi marqué par toute une gamme de différenciateurs culturels, psychologiques et sociaux, représentant autant de filtres à la perception des phénomènes objectifs tels que la température ambiante, les rayonnements, les vitesses d'air, etc. Pour le concepteur d'environnements urbains, ce constat est lourd d'implications. Pour le bureau d'étude spécialisé dans certaines des dimensions phénoménales impliquées dans le processus de projet ou le modélisateur, il est implacable. La modélisation et la simulation d'une ou plusieurs dimensions physiques d'un environnement urbain ne suffisent pas à expliquer, seules, la complexité intrinsèque du *genius loci*.

Cette précaution ayant été prise, nous pouvons néanmoins reconnaître avec (Stamps III, 2010) que la configuration géométrique et topologique des lieux peut encourager ou inciter le piéton à l'exploration de son environnement immédiat. Pour (Kaplan, 1973), évaluer la part de mystère d'une scène signifie être en mesure de répondre à la question suivante : *to what degree do you think you would learn more if you could walk deeper into the scene ?* Plus précisément, pour (Cullen, 1961), il y a une promesse de gain d'information si le sujet a la possibilité de rejoindre un meilleur point de vue, c'est-à-dire encore si l'objet occlusif qui s'intercale entre le point de vue et l'arrière plan caché peut-être rejoint et offrir ainsi une nouvelle perspective sur la part d'ombre du paysage (ce qu'il appelle *the sense of mystery*). En fait, plus même que de mystère, la bonne terminologie, pour (Cullen, 1961), semble être l'anticipation. Il met ainsi en perspective le proche (l'« ici ») et le lointain (le « là-bas ») où l'« ici » est connu et le « là-bas » ne l'est pas et énonce que s'engager sur un nouveau tronçon est plus motivant si nous ne savons pas à l'avance ce qui nous attend (*The next stretch is more inviting if we don't know completely what awaits us*).

L'occlusion, la part d'inconnu d'un paysage, n'est cependant pas que stimulante ou attirante. Elle peut aussi être génératrice d'anxiété. (Stamps III, 2005) développe ainsi une théorie de la perméabilité selon laquelle le contour de l'espace ouvert immédiatement environnant est étroitement corrélé à l'impression de sécurité du sujet-piéton. Il distingue alors les frontières matérielles ou solides (en l'occurrence les façades opaques qui arrêtent le regard et préviennent toute pénétration dans l'environnement visuel immédiat), des frontières occlusives (immatérielles) qui résultent d'un effet de masque et cachent une part d'espace imprévisible.

L'étude que nous restituons ici a pour but d'analyser de manière systématique, objective et reproductible la part d'imprévu, d'incertitude d'un paysage urbain. Les

enjeux de cette recherche sont triples : le diagnostic d'abord, par l'identification des potentialités associées aux spécificités locales de forme, la compréhension des corrélations et des phénomènes ensuite, la conception cohérente d'environnements urbains exploitant cette dimension enfin. Cette analyse, pour pouvoir être transposée à d'autres terrains, met en œuvre un modèle qui exploite des jeux de donnée vectorielle standards, dans le contexte d'un Système d'Information Géographique (SIG). L'outil méthodologique que nous avons retenu est le *visualscape* défini dans (Llobera, 2003, p. 30) comme la représentation spatiale de toute propriété visuelle générée par, ou associée à, une configuration spatiale des lieux. On attribue traditionnellement les premières formalisations et représentations de *visualscape* à (Benedikt, 1979) qui a introduit la notion d'isovist (polyèdre - ou polygone si l'on travaille dans un plan 2D - formé de l'ensemble des portions de l'espace visibles depuis un lieu d'observation donné) et de champ d'isovists. Un champ d'isovists est, pour Benedikt, un champ scalaire, qui associe à tout point de l'espace (discrétisé) une grandeur qui représente l'environnement visible immédiat. Comme le remarque (Morello & Ratti, 2009), le champ d'isovists offre une perspective synthétique, sous forme cartographique, de l'ensemble des valeurs d'une même propriété visuelle en tout point du terrain d'étude

Pour analyser la part d'inconnu du *visualscape* en tout point de l'espace d'étude, nous utilisons quatre indicateurs. Trois d'entre eux sont issus de la bibliographie du domaine. Ils permettent de quantifier respectivement la prévisibilité de la forme (notion empruntée à la théorie de l'information), le « poids des masses visuelles » ou la part d'occlusions dans le bassin de visibilité. Le quatrième, développé au cours d'un stage réalisé au sein du laboratoire CERMA, s'attache à mesurer l'importance visuelle de ce qui échappe à notre champ de vision, par un contraste de plans. Ce dernier a plus particulièrement été formulé en vue d'une analyse des motivations intrinsèques au déplacement du piéton en situation de « mouvement naturel » (Hillier *et al.*, 1993). Dans cet article, après une présentation détaillée et motivée de la notion de champ d'isovists et du mode de calcul retenu pour l'évaluer, nous introduirons les quatre indicateurs que nous avons choisis pour analyser la part d'inconnu d'un environnement urbain. La méthodologie ayant été exposée, nous l'appliquerons à un terrain d'étude dans le centre de Nantes (France), puis discuterons leurs apports respectifs. Nous conclurons cette analyse par une référence aux techniques de partitionnement de l'espace de (Peponis *et al.*, 1997).

2. Méthode

L'analyse systématique de *visualscape* urbain que nous voulons conduire requiert un outil logiciel robuste et performant. Nous utilisons, pour le traitement spatial, l'instance de SIG Gearscape et, pour la visualisation, Quantum GIS (QGIS). Concernant l'environnement urbain ou plus exactement sa maquette, nous exploitons la couche bâtiments de la BD TOPO®. Nous faisons l'hypothèse que toutes les façades sont opaques et n'intégrons, dans notre modèle, ni les transparences, ni les divers obstacles au champ de vision comme la végétation, le mobilier urbain, etc. Le champ de vision que nous modélisons est périphérique 2D, il n'est en aucun cas

directionnel dans la mesure où nous cherchons à qualifier un ressenti d'espace ouvert immédiatement environnant plus qu'un champ de vision réaliste. Il est néanmoins envisageable de le formuler en 3D sous réserve de disponibilité de données parfois imprécises (les hauteurs à l'épannelage) ou difficiles à obtenir et à mettre à jour (les types de toits, pentes des toitures, etc.).

Pour (Joliveau, 2004, p. 121), des fonctions d'analyse de visibilité ont été implémentées dans les SIG sous le nom de *viewshed analysis*. Elles utilisent couramment des MNT (Modèles Numériques de Terrain) ou des TIN (réseau de triangles irréguliers) et évaluent l'espace visible depuis des cibles matérialisées sous forme de points vecteurs ou de cellules de grille raster. En environnement urbain, plusieurs approches pour délimiter automatiquement l'espace visible d'un piéton reposent plutôt sur des données vectorielles (Suleiman *et al.*, 2012). La plus connue, le *ray tracing*, consiste à évaluer l'intersection entre un ensemble de rayons équirépartis autour du point de vue (3600 pour l'implémentation de (Rana, 2006) dans ArcView) et les premiers obstacles de l'environnement proche. Une variante de cette méthode, dite de l'agent en marche (Batty & Jiang, 1999), consiste non seulement à discrétiser l'azimut comme dans la méthode du *ray tracing*, mais aussi à discrétiser la distance au point de vue. (Turner *et al.*, 2001) ont proposé une troisième méthode consistant à discrétiser préalablement l'espace d'étude et à procéder en tout point à des évaluations d'intervisibilités avec l'ensemble des autres points du maillage.

2.1. Calcul « exact » de l'isovist en 2D

Comme le constate (Suleiman *et al.*, 2012), l'évaluation du bassin de visibilité en milieu urbain par l'une des approches mentionnées ci-avant dépend du nombre de rayons lancés, de la précision du « pas de l'agent », du nombre de points de maillage, ou de la résolution du pixel. L'environnement urbain étant susceptible (dans les tissus organiques du moins) de présenter une grande complexité du déroulé de façades, nous avons opté pour une approche « exacte ». Par « exacte », nous entendons ici que la méthode retenue ne procède pas par discrétisation de l'espace, par discrétisation par abscisse angulaire, ou par discrétisation des arêtes opaques. Nous travaillons dans un espace vectoriel continu (aux limitations de l'arithmétique flottante IEEE 754 de la machine virtuelle Java près). Calqué sur le constat de (Suleiman *et al.*, 2012), notre implémentation fait l'hypothèse que tout fragment urbain peut être assimilé à un ensemble de segments sans intersection sinon éventuellement aux extrémités. Elle reprend et adapte ensuite l'algorithme de détermination des arêtes cachées d'une chaîne graphique classique :

- élimination des faces ou arêtes cachées à partir de l'orientation des normales aux faces (*backface culling*),

- élimination des faces ou arêtes hors du champ ou cône de vision (*viewing frustum culling*). Comme la vision est périphérique sur 360°, nous ne pouvons en l'occurrence pas parler de cône de vision. Sont donc éliminés lors de cette phase tous les objets trop distants (pour des raisons d'efficacité, nous exploitons ici les index spatiaux de JTS). Au cours de cette même phase, nous procédons à un *clipping*. Celui-ci consiste à découper les arêtes partiellement visibles ;

- élimination des faces ou arêtes qui se cachent mutuellement (*occlusion culling*).
 D'un point de vue pratique, nous recherchons les points minimum (minimum de potentiel) dans une représentation polaire (centrée sur le point de vue) des arêtes.

La quatrième et dernière phase d'élimination des objets minuscules (*contribution culling*) n'est volontairement pas implémentée dans notre processus.

2.2. L'entropie de Shannon de la fonction de distances radiales comme indicateur de prévisibilité du bassin de visibilité

L'isovist, associé à un point de vue, est un polygone qui présente la particularité de contenir tout segment reliant chacun de ses points à ce même point de vue (appelé aussi point de génération). Cette propriété topologique permet de simplifier l'étude de l'isovist, en la réduisant à l'analyse de son contour. Nous pouvons donc caractériser ce polygone par l'étude de la fonction d'une variable réelle 2π -périodique qui, à un azimut donné (l'abscisse angulaire), associe la longueur du rayon reliant le point de vue au point de contour correspondant (cf. figure 1).

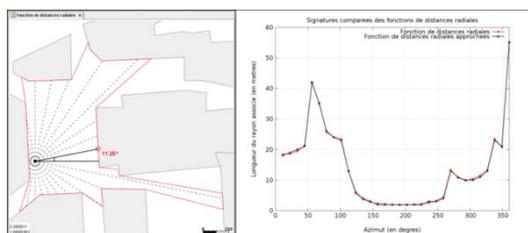


Figure 1. (gauche) Représentation en plan, pour un fragment urbain (les empreintes polygonales de bâtiments sont en gris clair), d'un point de vue et de son isovist. (droite) Développé en fonction de distances radiales correspondant.

Cette fonction mathématique d'une variable réelle peut alors être étudiée à l'aide d'un outil de la théorie de l'information. Comme rappelé par (Salat, 2011, p. 491), la formule de l'entropie de Shannon, en quantifiant la quantité d'information contenue dans une distribution, est une façon de quantifier la complexité de cette dernière.

L'entropie de la fonction de distances radiales de l'isovist d'un observateur placé au centre d'un espace ouvert parfaitement circulaire est nulle. En effet, dans cette configuration, tous les rayons visuels sont de même longueur, l'éloignement du point de vue au contour est parfaitement prévisible (car il est constant). En pratique, pour pouvoir calculer cette entropie, nous avons procédé à une discrétisation préalable des longueurs de rayons. Comme le montrent les signatures comparées de la figure 1, un échantillonnage avec une précision métrique ne modifie pas significativement la fonction des distances radiales.

2.3. Le drift comme révélateur du « poids des masses visuelles »

Le *drift* introduit par (Conroy Dalton & Dalton, 2001), correspond à la distance euclidienne séparant le point de vue du centre de masse de l'isovist correspondant (figure 2). Cette grandeur permet de mesurer l'éloignement du centre visuel au centroïde de l'espace ouvert correspondant, c'est-à-dire de quantifier l'impression éventuelle de l'observateur d'être ou non situé au centre de son bassin de visibilité.

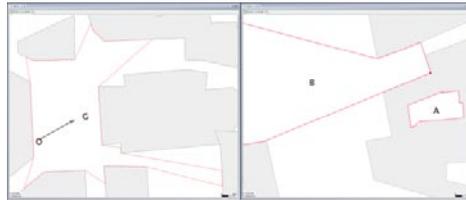


Figure 2. (gauche) Le drift de O est la distance qui le sépare de G (centre de gravité de l'isovist correspondant). (droite) Deux situations extrêmes pour l'indicateur drift.

Pour (Leduc & Kontovourkis, 2012, p. 70), le *drift* est non seulement une mesure de l'excentricité du point de vue dans son bassin visuel, mais aussi une mesure de l'effort requis pour superposer ce point au centre de gravité de l'espace ouvert immédiatement associé.

2.4. L'occlusivité comme ratio révélateur de la part d'inconnu du paysage

L'occlusivité, (Benedikt, 1979), correspond au cumul des longueurs d'arêtes adjacentes à des portions d'espace ouvert invisibles depuis le point de vue (figure 3). C'est un cumul de longueurs d'arêtes qui ne sont pas matérielles (et donc pas opaques). En pratique, la présence d'une occlusion se traduit par une concavité dans le bassin de visibilité correspondant. Cette notion est aussi régulièrement utilisée en aérodynamique urbaine par des auteurs tels que (Adolphe, 2001; Edussuriya *et al.*, 2011). Dans le registre de la visibilité, un tel indicateur permet de mesurer l'importance de ce qui échappe à notre champ de vision (donc de quantifier le poids des parties cachées d'un paysage).

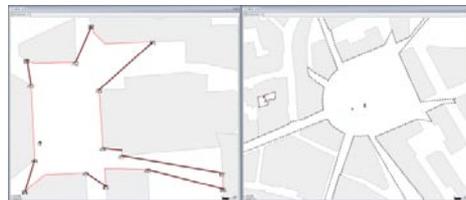


Figure 3. (gauche) L'occlusivité de O est la somme des longueurs des arêtes $A_i B_i$ qui sont occlusives car elles séparent le bassin de visibilité de zones d'espace ouvert invisibles depuis O . (droite) Deux situations extrêmes pour l'indicateur d'occlusivité.

2.5. L'anticipation ou attraction des masses cachées du paysage

Ce quatrième indicateur, appelé « anticipation » et développé au cours d'un stage réalisé au sein du laboratoire CERMA (Chauvat, 2012), s'attache, comme l'occlusivité, à mesurer l'importance visuelle de ce qui échappe à notre champ de vision. Néanmoins, contrairement à l'occlusivité, il relativise l'importance de chaque occlusion en fonction de sa distance au point de vue d'une part, de sa longueur d'autre part et de la distance du point de vue à l'arrière plan enfin. La formulation mathématique de cet indicateur est donnée en équation 1 (la norme utilisée est la norme euclidienne), comme on peut le constater, la distance du point de vue à l'occlusion est au dénominateur car l'impact visuel de l'occlusion décroît avec la distance. Une illustration de cet indicateur dans le cas d'une configuration urbaine nantaise réelle est donnée en figure 4.

$$A = \sum_{i=0}^{n-1} \frac{\|OB_i\| \times (\|OB_i\| - \|OA_i\|)}{\|OA_i\|} = \sum_{i=0}^{n-1} \left(\frac{\|OB_i\|^2}{\|OA_i\|} - \|OB_i\| \right) \quad (1)$$

Cet indicateur est dimensionné (il s'exprime en mètre). Il n'est pas normalisé.



Figure 4. (gauche) Dans l'isoviste associé au point de vue O, les points Ai matérialisent les huit occlusions associées à O et les points Bi les arrière plans correspondants. (droite) Deux situations extrêmes pour l'indicateur d'anticipation.

3. Cas d'application

Dans le cadre du stage (Chauvat, 2012), déjà mentionné, a été identifié un ensemble de terrains adaptés au « mouvement naturel » du piéton (dans le sens où les obstacles à cette mobilité sont limités), d'altimétrie et d'élévation à l'épannelage relativement constantes, ainsi que de composition architectonique homogène. Ces quatre terrains, tous situés dans le centre de Nantes, correspondent aux secteurs de la place Royale, des places du Change et de Sainte Croix, de la place du Bouffay et enfin de la place du Commerce. Ces places sont de configurations diverses (Morin, 1995), ce qui permet d'éprouver les indicateurs avec différentes morphologies.

Pour le calcul du bassin de visibilité, étant donné le contexte urbain de cette étude, nous avons arrêté la portée du rayon de visibilité à 100 m. Nous estimons en effet empiriquement que l'évaluation du poids des masses cachées par l'indicateur anticipation n'est pas significativement modifiée par la prise en compte d'une plus grande portée du champ de vision, au regard des rapports de distances observables dans cet environnement.

Pour analyser les valeurs des quatre indicateurs nous avons procédé à un échantillonnage orthogonal inframétrique (la résolution planimétrique est de 50 cm par 50 cm) des quatre secteurs. Les valeurs des points (de 135000 pour le secteur du Change et de Sainte Croix à 340000 pour celui de la place Royale) ont été « rasterisées » avant d'être visualisées à l'aide de QGIS. La planche de la figure 5 (seul le secteur de la place Royale est reproduit ici en raison de contraintes éditoriales) constitue une synthèse sous forme de cartes thématiques choroplèthes, par secteur, de ces traitements. Pour améliorer les contrastes, nous avons opté pour la méthode d'étirement jusqu'au MinMax (cas de l'entropie, du *drift* et de l'occlusivité) et pour la méthode d'étirement par écart-types, à la valeur 2, calculés sur la distribution des valeurs (cas de l'anticipation). Enfin, nous avons inversé les palettes de couleurs des cartes de *drift* et d'occlusivité.

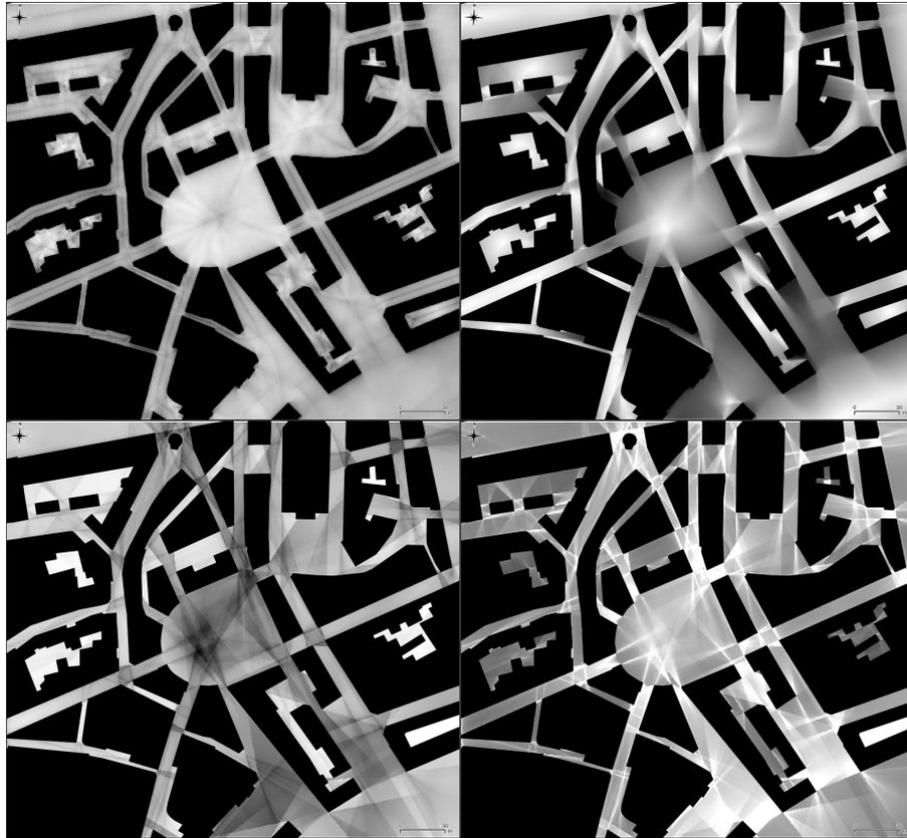


Figure 5. De haut en bas et de gauche à droite, pour le secteur de la place Royale, représentation de l'entropie, du *drift*, de l'occlusivité et de l'anticipation.

4. Discussion

La qualification du bassin visuel observable depuis un point est susceptible d'influer sur le processus de conception d'un projet urbain ou architectural, de par l'évaluation de l'impact visuel d'un aménagement, la diversité des vues offertes, etc.

Les indicateurs présentés ici ont été choisis en raison d'une intuition initiale de cohérence entre la prévisibilité, le poids des masses visuelles et la part d'incertitude inhérente au contour immédiatement environnant d'une part, et le déplacement d'un piéton en situation de dérive (au sens de la théorie éponyme du situationniste (Debord, 1956)) d'autre part. Il s'agit d'une hypothèse forte mais également réductrice, un modèle de déplacement piéton en site urbain ne pouvant se suffire de la seule forme de l'environnement immédiat. Une première observation des résultats fait ressortir quelques saillances. L'entropie, dessine une forme de squelette topologique de l'espace ouvert. Les points du squelette, plus foncés que ceux qui les environnent, sont ceux pour lesquels l'entropie est minimale (la prévisibilité du contour y est alors maximale). Ces points, sortes de promontoires au sens de la visibilité, sont, localement, ceux qui exposent le plus l'observateur qui s'y trouve mais ce sont aussi ceux qui lui permettent de mieux « anticiper » les éventuelles intrusions.

Les zones matérialisées par le *drift* sont moins précises. Elles révèlent des centralités ou, par le biais de lignes de fuite, des corridors de visibilité. Elles semblent aussi marquer des zones de stabilité de l'environnement visuel immédiat, zones qui seront affinées par les indicateurs d'occlusion (occlusivité et anticipation).

L'occlusivité, mais plus encore l'anticipation, dessinent des lieux de fortes transitions. C'est-à-dire des lieux aux approches desquels la promesse d'un « bouleversement » de l'environnement visuel immédiat croît substantiellement. Ainsi, toute rue reliant la place Royale comprend des points chauds à son extrémité (l'anticipation y est maximale). Le sujet-piéton est alors « poussé par la promesse » d'une découverte d'informations visuelles qui lui sont cachées. *A contrario*, les zones de minimum de potentiel d'anticipation, plus sombres, correspondent aux endroits où l'environnement immédiat est plus lisible et mieux maîtrisé en termes de perception des formes (la part de « surprise » possible y est moindre). Les tendances de l'indicateur anticipation révèlent une certaine pertinence quant à l'identification à la propension au mouvement. Une analyse croisée avec les cartes de *drift* pourrait préciser l'intentionnalité en fixant une direction.

Les cartes tracées par l'occlusivité et l'anticipation mettent en évidence une structuration très géométrique de l'espace. Elles renvoient aux travaux liés au partitionnement convexe de l'espace ouvert (Peponis *et al.*, 1997) dans lesquels sont définies les notions de *s-line* (extension des angles réflexes) et *e-line* (extension des diagonales). Le *e*-partitionnement permet de diviser l'espace en zones homogènes, zones pour lesquelles le champ visuel d'un piéton reste inchangé (au sens où aucune nouvelle opacité n'apparaît ou ne disparaît de son champ de vision). Le tracé de l'anticipation ne fait cependant pas apparaître toutes les *e-lines* et *s-lines* et il souligne davantage certaines d'entre elles. On pose ici l'hypothèse d'une hiérarchie

entre ces différentes lignes. Certaines transitions seraient plus significatives dans l'analyse d'un espace et de sa structuration. Il existerait alors une corrélation entre l'anticipation et la formation d'une s-partition.

5. Conclusion

L'étude présentée dans cet article s'est fixé pour but d'analyser de manière systématique et reproductible la part d'inconnu, d'incertitude, de l'environnement urbain immédiat d'un piéton. Elle a consisté en la mise en œuvre, dans le contexte d'un SIG, d'un modèle d'analyse (en tout point de l'espace ouvert) du *visualscape*, analyse utilisant des jeux de données vectorielles standards. Ce modèle repose plus précisément sur l'évaluation d'un champ d'isovistes partiels (la portée du champ de vision étant limitée) à l'aide de quatre indicateurs liés à la théorie de l'information (entropie de Shannon), au poids des masses visuelles (*drift*) ou à la part d'occlusions dans le bassin de visibilité (occlusivité et anticipation).

Les résultats obtenus présentent diverses structurations de l'espace. La squelettisation, révélée par l'entropie, met en évidence des « promontoires » visuels. Le *drift* dessine des corridors visuels et des zones de stabilité au sens de la visibilité. L'anticipation enfin trace les contours de zones où la promesse d'un réel changement de l'environnement visuel peut orienter la mobilité d'un piéton en situation de dérive. Ce dernier découpage de l'espace, associé à l'analyse des occlusions et de leurs dispositions, révèle par ailleurs des similitudes aux techniques de partitionnement convexe de l'espace ouvert de (Peponis *et al.*, 1997).

Les combinaisons de ces indicateurs diffèrent selon les enjeux (sécurité visuelle, déplacement, lisibilité d'une séquence urbaine, surprise, etc.) et permettent une analyse plus approfondie de l'ambiance d'un espace urbain. La formulation d'un indicateur global de « qualité visuelle » reste cependant difficilement envisageable en pratique, du fait de ces enjeux contradictoires et du caractère subjectif de certains paramètres.

Cette analyse comportementale contextualisée d'un fragment urbain pourrait utilement être validée par un dispositif expérimental *in situ* (processus d'enquête et préférences déclarées ou préférences révélées par les trajectoires (Foltête & Piombini, 2010)) en prenant garde à la complexité et à la multiplicité des motivations intrinsèques au déplacement. Cette validation nuancerait, à titre annexe, les expérimentations décrites dans (Stamps III, 2010) établissant une corrélation entre le nombre de *s-lines* et le temps de parcours d'un espace. Nous formulons effectivement l'hypothèse qu'au-delà de l'importance du nombre de *s-lines*, une forte valeur d'anticipation au point d'observation de la scène figurerait une réduction de ce temps de parcours.

Bibliographie

- Adolphe, L. (2001). A simplified model of urban morphology: application to an analysis of the environmental performance of cities. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 28(2), 183–200. doi:10.1068/b2631
- Batty, M., & Jiang, B. (1999). *Multi-agent simulation: new approaches to exploring space-time dynamics in GIS*. London (UK).
- Benedikt, M. L. (1979). To take hold of space: isovists and isovist fields. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 6(1), 47–65.
- Brayer, L. (2013). Filmer l'ambiance urbaine: Les dispositifs vidéographiques à l'œuvre chez William H. Whyte dans La vie sociale des petits espaces urbains. *Ambiances [En ligne], Représentation - Traduction - Ecriture*. <http://ambiances.revues.org/335>
- Chauvat, G. (2012). *Cartographier le mystère: caractérisation d'un indicateur figurant la propension au mouvement d'un individu en situation de dérive* (p. 72). Nantes, France.
- Conroy Dalton, R., & Dalton, N. (2001). OmniVista: an application for Isovist field and path analysis. *3rd International Space Syntax Symposium*. Atlanta, Georgia, USA.
- Cullen, G. (1961). *Townscape* (p. 315). New York: Reinhold Pub. Corp.
- Debord, G.-E. (1956). Théorie de la dérive. *Internationale Situationniste*, 2, 19–23.
- Edussuriya, P., Chan, A., & Ye, A. (2011). Urban morphology and air quality in dense residential environments in Hong Kong. Part I: District-level analysis. *Atmospheric Environment*, 45(27), 4789–4803. doi:10.1016/j.atmosenv.2009.07.061
- Foltête, J.-C., & Piombini, A. (2010). Deviations in pedestrian itineraries in urban areas: a method to assess the role of environmental factors. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37(4), 723–739. doi:10.1068/b35015
- Hillier, B., Penn, A., Hanson, J., Grajewski, T., & Xu, J. (1993). Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 20(1), 29–66. doi:10.1068/b200029
- Joliveau, T. (2004). *Géomatique et gestion environnementale du territoire. Recherches sur un usage géographique des SIG*. Université de Rouen.
- Kaplan, R. (1973). Predictors of environmental preference: designers and clients. In W. F. E. Preiser (Ed.), *EDRA 4: Fourth International EDRA Conference - The Environmental Design Research Association* (Vol. 1, pp. 265–274).

- Leduc, T., & Kontovourkis, O. (2012). Towards a mixed approach combining visibility and mobility studies to analyze the eleftheria square, Nicosia (CY). In R. Billen, M. Cagliioni, O. Marina, G. Rabino, & R. S. José (Eds.), *3D Issues in Urban and Environmental Systems* (pp. 67–77). Bologna, Italy: Societa' Editrice Esculapio.
- Llobera, M. (2003). Extending GIS-based visual analysis: the concept of visualsapes. *International Journal of Geographical Information Science*, 17(1), 25–48.
- Morin, M. (1995). *Lecture de la tour Bretagne: développement d'un outil de lecture de la ville* (p. 69). Nantes, France.
- Morello, E., & Ratti, C. (2009). A digital image of the city: 3D isovists in Lynch's urban analysis. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 36(5), 837–853.
- Péneau, J.-P. (2000). Les ambiances urbaines. In M.-F. Mattei & D. Pumain (Eds.), *Données Urbaines* (pp. 375–386). Paris, France: Anthropos.
- Peponis, J., Wineman, J., Rashid, M., Hong Kim, S., & Bafna, S. (1997). On the description of shape and spatial configuration inside buildings: convex partitions and their local properties. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 24(5), 761–781.
- Rana, S. (2006). Isovist Analyst - An Arcview extension for planning visual surveillance. *ESRI International User Conference. (on CD-ROM)* (Vol. 1, p. 9). Redlands, USA.
- Salat, S. (2011). *Les villes et les formes: Sur l'urbanisme durable* (p. 544). Hermann.
- Stamps III, A. E. (2005). Isovists, enclosure, and permeability theory. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 32(5), 735–762.
- Stamps III, A. E. (2010). Slines, entropy, and environmental exploration. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37(4), 704–722. doi:10.1068/b35117
- Suleiman, W., Joliveau, T., & Favier, E. (2012). Une nouvelle méthode de calcul d'isovist en 2 et 3 dimensions. In R. Billen, M. Binard, P. Hallot, & J.-P. Donnay (Eds.), *Actes de la Conférence internationale de Géomatique et Analyse Spatiale - SAGEO 2012* (pp. 366–386). doi:2268/133126
- Turner, A., Doxa, M., O'Sullivan, D., & Penn, A. (2001). From isovists to visibility graphs: a methodology for the analysis of architectural space. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 28(1), 103–121.