



HAL
open science

Analyser la dynamique intra-urbaine dans le temps long : une approche par la localisation des activités

Lucie Nahassia

► **To cite this version:**

Lucie Nahassia. Analyser la dynamique intra-urbaine dans le temps long : une approche par la localisation des activités. SAGEO 2016 - Spatial Analysis and GEOmatics, Dec 2016, Nice, France. hal-02393897

HAL Id: hal-02393897

<https://hal.science/hal-02393897>

Submitted on 4 Dec 2019

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.

Analyser la dynamique intra-urbaine dans le temps long : une approche par la localisation des activités

Lucie NAHASSIA¹

1. UMR 8504 Géographie-cités, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne
13, rue du Four, 75006, Paris, France
lucie.nahassia@parisgeo.cnrs.fr

RESUME. La dynamique urbaine, à l'échelle du système de villes comme à l'échelle intra-urbaine, gagne à être étudiée dans le temps long (Pumain, 1997 ; Galliéni, 2000). Nous proposons de l'aborder en analysant les processus spatiaux de la localisation des activités dans l'espace intra-urbain et en mobilisant le cas de la ville de Tours sur toute sa durée d'existence, soit plus de 2000 ans. Cette amplitude temporelle représente un défi à la fois conceptuel et méthodologique et nécessite de se placer dans une approche interdisciplinaire, ici entre la géographie et l'archéologie urbaine. Nous présentons un travail de traitement sémantique et statistique d'un jeu de données archéologiques, analysé dans ses dimensions fonctionnelle, spatiale et temporelle pour caractériser la dynamique des activités à Tours dans le temps long.

ABSTRACT. The dynamic of an urban system is better understood when studied in a long term perspective (Pumain, 1997; Galinié, 2000). We propose to explore this long term dynamic at the scale of the intra-urban space by studying the location of activities in the city of Tours and over its whole existence (over 2000 years). Such a long period of time is both a methodological and conceptual challenge which is addressed by an interdisciplinary approach set between geography and urban archeology. We present here the semantic and statistical processing of the archeological data used to characterize the dynamic of activities in the city of Tours along three dimensions: function, space and time.

MOTS-CLES : dynamique urbaine, temps long, activités urbaines, analyses spatio-temporelles

KEYWORDS: urban dynamic, long term, urban activity, spatio-temporel analysis

1. Introduction

Si la forme de la ville peut être analysée à partir des éléments qui la compose aujourd'hui, la structure urbaine actuelle gagne également à être lue comme le résultat d'une longue évolution (Pumain, 1997). Cet ancrage dans le temps long est valable tant pour l'échelle du système urbain, où les réseaux sont anciens et durables (Fletcher, 1986), que pour l'échelle intra-urbaine, où la matérialité se fabrique en héritant de son propre passé (Galinié, 2000).

Cette communication se situe dans le cadre de la dynamique urbaine dans le temps long. D'un point de vue thématique, il s'agit d'étudier la localisation des activités dans la ville à l'échelle intra-urbaine. L'originalité de ce travail consiste à prendre des bornes temporelles les plus étendues possibles – autrement dit à étudier un objet urbain dans toute la durée de son existence. Le cas de la ville de Tours est ainsi mobilisé, depuis sa fondation au premier siècle de notre ère jusqu'à aujourd'hui, et étudié dans ses limites urbaines telles qu'elles évoluent au cours du temps

En géographie, les durées étudiées pour saisir la dynamique urbaine ne dépassent généralement pas quelques décennies. Ce positionnement dans la longue durée engage donc des enjeux importants en termes de démarche. Du point de vue empirique, le parti pris de ce travail consiste à croiser l'analyse de sources multiples et complémentaires. Dans cette communication, on présentera l'exploitation d'une base de données archéologiques et historique dans le cadre d'analyses spatio-temporelles dans la longue durée.

2. Les activités, entre pratique et matérialité urbaine, comme marqueur du changement urbain dans le temps long

Le travail présenté ici porte d'un point de vue thématique sur la localisation des activités en milieu urbain : activités marchandes, économiques, religieuses, etc. La notion d'activité constitue en effet un objet intéressant pour l'étude de la dynamique de l'espace intra-urbain dans le temps long.

D'une part, les activités s'inscrivent très concrètement dans la matérialité de la ville : dans son bâti, sur ses places, etc. L'étude de leur localisation, et de l'évolution de leur localisation, permet donc de dégager une structure de l'espace intra-urbain qui change au cours du temps. On peut ainsi observer des logiques de localisations relatives au contexte urbain (centre/périphérie, attractivités de certains types de voies de communication...) ou mettant en jeu les activités les unes par rapport aux autres (jeu d'attraction ou de répulsion entre les activités).

D'autre part, les activités en tant que telles et leur rôle vis-à-vis de la société changent selon les époques : la religion par exemple n'a plus le même rôle d'encadrement de la population aujourd'hui que celui qu'elle assurait du moyen-âge jusqu'au XIXe siècle. Ces modifications au niveau de la société ont un impact fort sur l'organisation spatiale de la ville : si la religion n'est plus si importante, les bâtiments qui la portent ne sont plus aussi polarisateurs pour les autres activités, et

d'autres logiques spatiales se mettent alors en place. L'activité permet donc de lier les usages de la société en ville avec la matérialité urbaine (Roncayolo, 2002).

Par ailleurs, en étudiant toutes les activités observables en ville, on s'intéresse tout autant aux services et commerces banals du quotidien de la vie urbaine – la boulangerie, l'école primaire – qu'aux activités exceptionnelles qui participent à définir la place d'une ville dans un système urbain – la préfecture, l'université. En ce sens, l'activité permet de relier les deux échelles de compréhension de la ville comme « système dans un système de ville » (Berry, 1964).

L'objectif de ce travail consiste donc à étudier les dynamiques spatio-temporelles de la localisation des activités dans l'espace intra-urbain, en mobilisant la ville de Tours comme cas d'étude, du premier siècle de notre ère à aujourd'hui. Il s'articule autour de la description des structures intra-urbaines définies par la localisation des activités et de l'identification des logiques de ces localisations, de leurs processus spatio-temporels.

Les questionnements induits par cette thématique sont donc d'ordres spatiaux et temporels. Du point de vue spatial, en prenant par exemple le cas des activités industrielles, on peut se demander où se situent les bâtiments industriels dans l'espace urbain. Peut-on établir des critères de cette localisation et sont-ils constants dans le temps ? Quels sont les effets de cette localisation industrielle sur la localisation d'autres types d'activités ? Du point de vue temporel, se pose la question des rythmes du changement : les modifications des logiques de localisations des différents types d'activités sont-elles synchrones ? Si une première activité est un attracteur spatial pour l'implantation d'un deuxième type d'activité, quel est le décalage temporel entre leur implantation respective ? Au sein des logiques spatiales propres à une activité, peut-on identifier des moments d'accélération et des moments de permanences ?

Ces questionnements temporels et les difficultés posées par leur inscription dans le temps très long nécessitent d'adopter une posture interdisciplinaire. Ainsi ce travail, s'il est principalement géographique, s'articule à une approche archéologique de l'espace urbain, tant sur le plan théorique que méthodologique.

3. Des données aux activités urbaines

3.1. Le corpus de données

Pour étudier la ville sur le temps très long, l'observation empirique s'appuie sur des sources, historiques et archéologiques, qui sont par nature incomplètes. Il est donc nécessaire de mettre en place un corpus de sources complémentaires, tant du point de vue de leur nature (textuelles, iconographiques...) que des périodes qu'elles renseignent. Dans ce travail, la localisation des activités à Tours est donc identifiée à partir :

- de la littérature historique et archéologique disponible sur la ville,

- des documents cartographiques où apparaissent des informations sur les activités urbaines (carte d'état-major, carte topographique de l'IGN...),
- d'entretiens effectués avec des experts archéologues et historiens spécialistes de l'urbain ou de la ville de Tours,
- et de données géographiques, archéologiques et historiques géolocalisées renseignant plusieurs dimensions de la topographie de la ville de Tours sur plus de 2000 ans, formalisées et centralisées dans le système d'information géographique « Topographie de Tours Pré-Industrielle » (ToToPI) (*cf. infra*).

Les analyses présentées dans cette communication s'appuient sur des données extraites de ce SIG et enrichies par les entretiens réalisés auprès des experts archéologues et historiens.

3.2. Les données de ToToPI

L'analyse empirique de la ville de Tours s'appuie en partie sur le SIG ToToPI, développé depuis 1996 au Laboratoire Archéologie et Territoire de l'Université François Rabelais de Tours (LAT)¹ (Rodier, 2000), qui assemble plusieurs couches d'informations centrées sur la ville de Tours : cadastres, modèle numérique de terrain, sites de fouilles, etc. Nous exploitons en particulier une base de données de ce SIG qui porte sur des éléments constitutifs de la topographie urbaine (un bâtiment, un rempart, un verger, etc.), issus d'études archéologiques et historiques sur la ville de Tours (résultats de fouille, étude du bâti, etc.) (Galinié *et al.*, 2004). Pour plus de simplicité, nous désignerons ici cette BDD sous le nom de « BDD ToToPI ».

Cette BDD est construite selon le principe de la triade de Peuquet (Peuquet, 1994) : chaque individu dans la base est un « Objet Historique » (OH) qui est caractérisé par une localisation (« where ») sous forme de polygone, de ligne et/ou de point géolocalisé, une durée (« when ») établie par une date de début et de fin, et une nature (« what ») (figure 1) définie par un thésaurus archéologique fonctionnel². Des métadonnées complètent ces trois informations centrales (site de fouille et sources de référence par exemple).

Cette BDD nous fournit donc des éléments de base en termes de datation, de localisation et de caractérisation sémantique pour l'étude de la dynamique des localisations des activités dans l'espace intra-urbain.

¹ Equipe Laboratoire et Archéologie Urbaine, UMR 6173 CITERES

² Cette conception des données en Objet Historique / Fonction / Espace / Temps a donné lieu au modèle de donnée « OH_FET » qui déconstruit le temps et l'espace en plus petites unités définies par la superposition des durées et des géométries existantes (Rodier et Saligny, 2010; Perret *et al.*, 2015). Ce modèle n'étant pas utilisé dans sa totalité ici, il n'est pas présenté en détail.

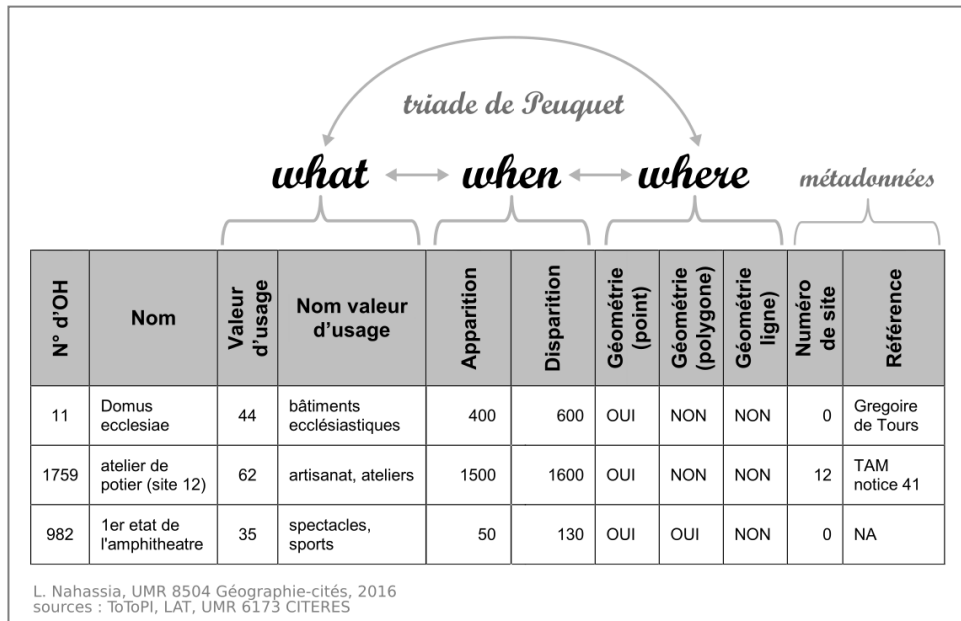


FIGURE 1. Extrait de la BDD ToToPI au regard de la triade de Peuquet.

Les données de la BDD ToToPI sont initialement caractérisées sémantiquement selon un thésaurus (extrait présenté en figure 2) établi par le Centre National d'Archéologie Urbain (Cerruti *et al.*, 2007) destiné à l'indexation et l'analyse et la comparaison des données urbaines issues des fouilles archéologiques urbaines. Il classifie les OH selon une identification fonctionnelle des vestiges en deux niveaux hiérarchisés : les « valeurs d'usage », caractérisant un type d'occupation à l'échelle locale, regroupées en « valeurs urbaines », plus générales.

1. Voirie, aménagements	2. Structures défensives et militaires	3. Constructions civiles
11. voies, rues	21. système défensif urbain	31. espaces publics
12. espaces libres	22. structures fortifiées	32. pouvoir civil, justice
13. aménagement des berges	23. garnisons, casements	33. éducation, culture
14. aménagements du relief		34. santé
15. franchissements		35. spectacles, sports
16. adductions d'eau		36. bains, thermes
17. collecteurs, évacuations		37. habitat privé
18. monuments, vestiges		
19. édifice monumental indéterminé		

Source : ToToPI, LAT, UMR 6173 CITERES

FIGURE 2 : Exemples de catégories du thésaurus de ToToPI. Premier niveau en gras : valeurs urbaines, deuxième niveau en régulier : valeurs d'usage.

Cette typologie, si elle permet d'identifier la nature des usages des OH, est insuffisante pour obtenir un objet « activité urbaine » satisfaisant pour notre problématique. En effet les catégories utilisées se révèlent parfois trop englobantes : une valeur d'usage « bâtiment culturel catholique » recouvre par exemple tant les chapelles que les églises paroissiales et les cathédrales, qui ne relèvent pas du tout de la même importance en termes d'encadrement de la population, et dont le rôle dans l'organisation de la structure urbaine est potentiellement différent.

3.2. Compléter la caractérisation sémantique des données pour aborder les activités dans l'espace urbain

Afin de catégoriser de manière plus fine les objets historiques, nous proposons d'enrichir la caractérisation sémantique d'origine de la BDD ToToPI selon une deuxième grille fondée sur les portées des différentes activités au cours du temps. Par exemple, quelle est la portée d'un amphithéâtre pendant l'antiquité ? La population le fréquentant provenait-elle seulement de la ville considérée ou cette activité drainait-elle une population plus lointaine ? Quatre niveaux de portée ont été établis :

- 1 : portée courte, la population est desservie à l'échelle du quartier (ex : l'atelier de potier)
- 2 : portée moyenne, la population est desservie à l'échelle de la ville, de l'espace intra-urbain (ex : les thermes romains)
- 3 : grande portée, la population est desservie à l'échelle régionale (ex : la cathédrale)
- 4 : portée exceptionnelle, la population est desservie à l'échelle nationale et au-delà (ex : la basilique de Saint Martin, lieu d'un des pèlerinages les plus importants d'Europe au moyen-âge).

Cette nouvelle catégorisation a donc l'avantage de distinguer des objets qui ont la même valeur d'usage, mais dont le rayonnement, et donc la place dans l'organisation sociale et spatiale de la ville, est très différent. Pour reprendre l'exemple des bâtiments religieux, l'église paroissiale a pour fonction d'encadrer une population dans un périmètre restreint dans la ville, on peut donc considérer que sa portée est locale (portée 1), tandis que la cathédrale est le bâtiment de référence pour l'évêché et de ce fait a une portée régionale (portée 3).

Pour attribuer ces nouvelles catégories aux objets historiques, un ensemble d'enquêtes a été mené auprès d'experts archéologues, spécialisés en archéologie urbaine et sur le cas de Tours. Des entretiens semi-directifs ont été réalisés à ce jour auprès de quatre archéologues rattachés au LAT, et d'autres entretiens sont prévus d'une part avec des historiens et d'autre part avec d'autres archéologues de l'urbain.

La figure 3 présente la structure générale des données dans leur dimension fonctionnelle (histogrammes des OH par valeur urbaine et par portée) et spatiale (carte) et qui sont croisées avec la dimension temporelle dans les analyses suivantes.

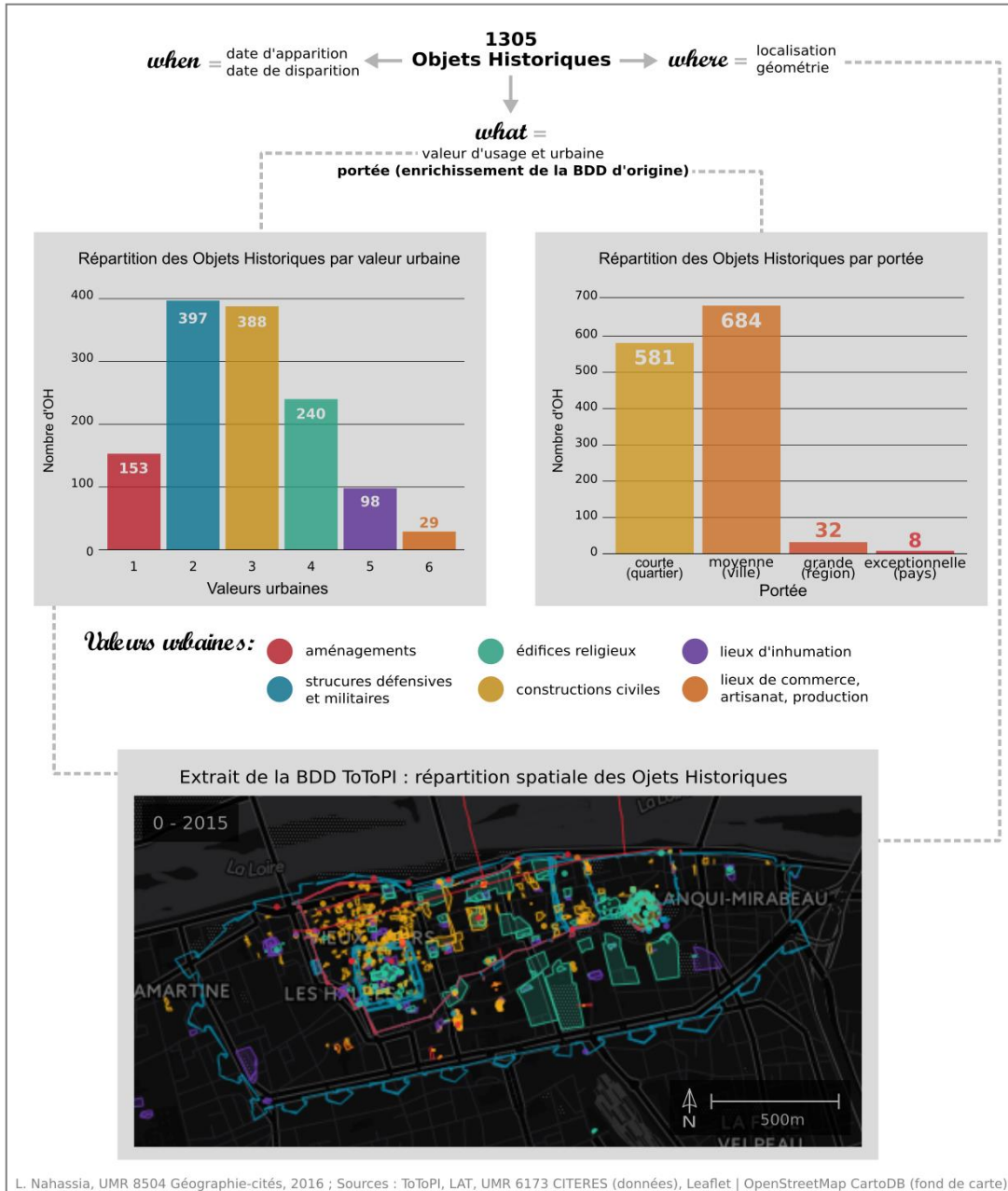


FIGURE 3 : ToToPI et portée : présentation des données.

4. Des activités à la caractérisation de la structure urbaine dans le temps long

4.1. Mise en place d'une chaîne de traitement répliquable

La BDD ToToPI est en soi un objet en constante évolution. D'une part, de nouveaux objets historiques y sont régulièrement enregistrés à partir d'études archéologiques anciennes ou récentes sur la ville de Tours. D'autre part, comme on l'a vu, la dimension sémantique du modèle de données a pu être enrichie avec la construction de la typologie relative aux portées des activités, et d'autres caractérisations sont toujours susceptibles d'être ajoutées.

Afin de pouvoir s'adapter à cette versatilité de la BDD, le choix a été fait de mettre en place une chaîne de traitement qui soit la plus automatisée possible, aboutissant *in fine* à des analyses spatio-temporelles permettant d'identifier les changements dans la structure urbaine. Les outils choisis doivent donc être autant que possible interopérables et dans l'idéal permettre les traitements sous forme de script. Ce format de script permet également une reproduction des traitements par d'autres chercheurs en minimisant le temps de réappropriation des outils. Enfin, ce travail s'inscrit plus largement dans une perspective d'*open science* : les outils sélectionnés sont, dans la mesure du possible, libres et *open source*.

Les trois principaux outils choisis pour la mise en place du traitement des données sont (figure 4) :

- SQLite³ et son extension pour la gestion des données spatiales spatiaLite⁴ comme système de gestion de base de données, où se font toutes les tâches de complétion et de modification des données existantes dans ToToPI, comme par exemple l'ajout des portées pour chaque OH ;
- QGIS⁵, comme système d'information géographique qui nous permet d'une part d'enregistrer de nouveaux individus dans ToToPI à partir de leur localisation et d'autre part de visualiser les données dans leur implantation spatiale directement depuis la BDD SQLite ;
- R⁶, en lien direct avec SQLite, comme support des analyses statistiques et spatiales comme celles présentées ci-dessous.

L'usage conjoint de SQLite et de R permet de scripter toutes les opérations de traitements des données et d'analyses statistiques et spatiales, ce qui remplit les différents objectifs énoncés. En complément, un ensemble d'outils et de sources libres et interopérables est mobilisé pour les tâches de dessin vectoriel (Inkscape), de webmapping (leaflet, OpenStreetMap), etc.

³ <https://www.sqlite.org/>

⁴ <http://www.gaia-gis.it/gaia-sins/>

⁵ <http://www.qgis.org/>

⁶ <https://www.r-project.org/>

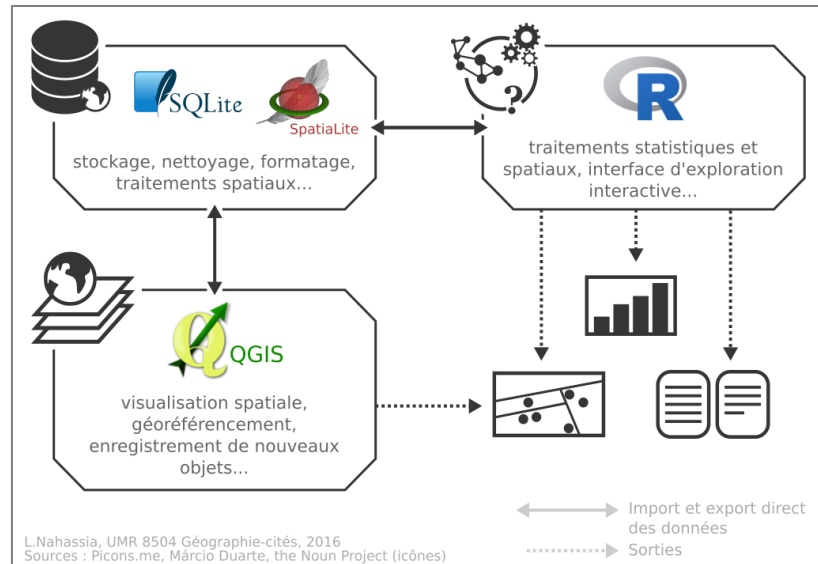


FIGURE 4 : la chaîne de traitement entre les trois principaux outils

4.2. Premiers résultats : la répartition des OH dans le temps selon leur activité

La communication présente une première série d'analyses exploratoires de la base de données à partir de deux dimensions : le temps et les activités selon leur valeur dans le thésaurus et selon leur portée (figure 5 et 6).

Une première série de sorties concerne par exemple la distribution des OH caractérisés par leur valeur urbaine dans le temps en effectif (figure 5.A) et en part du corpus total (figure 5.B).

Ces graphiques nous donnent des informations sur la structure élémentaire de nos observables et, de ce fait, mettent en évidence certains biais liés aux sources de la BDD. En 5.A, par exemple, la faible quantité d'OH entre 0 et 300 est le reflet d'une faible connaissance de la période du Haut Empire, tandis qu'au Xe siècle, une période mieux renseignée, le nombre d'entités présentes dans la BDD est multiplié par deux.

La répartition des valeurs urbaines dans le temps renvoie également à des structures urbaines bien établies. Que ce soit en effectif ou en pourcentage, l'importance que prennent les structures défensives et militaire avec des début de phase très net en 350, en 900 ou en 1350 correspondent aux moments de construction des enceintes de la ville : en 350 l'établissement d'une ville close à l'est de l'actuel centre-ville, puis l'édification d'un *castrum* à l'ouest autour d'un nouveau secteur autour de la communauté de Saint-Martin, et enfin une grande enceinte réunissant les différents ensembles urbains en 1350.

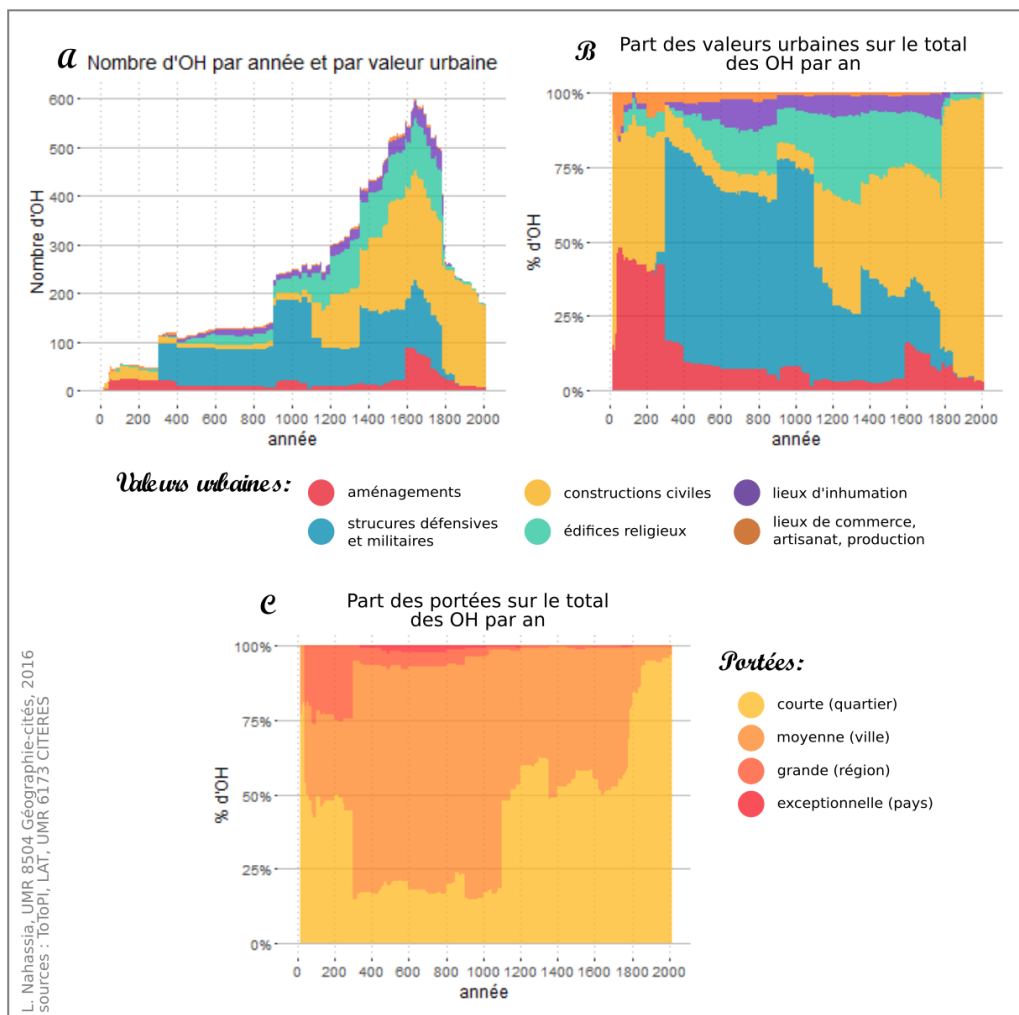


FIGURE 5 : Distribution dans le temps des Objets Historiques par valeur urbaine et par portée

L'analyse factorielle des correspondances présentée sur la figure 6 permet de préciser cette vision d'ensemble. On y croise des intervalles temporels (classes de 50 ans) et l'importance de chaque type de valeur urbaine (comptabilisée en nombre d'OH dans chaque catégorie). Les deux premières composantes de l'AFC, qui expliquent respectivement 64 et 22% de la variance totale, mettent très nettement en évidence des ruptures temporelles entre des ensembles de périodes proches les unes des autres.

Certaines de ces ruptures correspondent à de grandes périodes structurantes de l'histoire de la ville de Tours. Les historiens et archéologues définissent ainsi une

« ville ouverte » à partir la fondation de Tours par les romains et jusqu'au milieu du III^e siècle, étape bien individualisée ici par le groupe de périodes comprises entre 50 et 250, caractérisées surtout par les constructions civiles (valeur urbaine 3) et les aménagements (des berges, du relief, pour la circulation de l'eau en ville, etc., valeur urbaine 1).

A l'inverse, alors que certaines étendues temporelles sont très fragmentées par les spécialistes de l'histoire urbaine de Tours, elles apparaissent dans cette AFC d'un seul bloc, ici par exemple l'ensemble 550-1050, complètement agrégé à droite du premier axe. Entre ces deux dates, les études historiques et archéologiques distinguent au moins trois moments dans le développement de la ville : la construction de la basilique Saint-Martin sur la tombe du saint du même nom à l'ouest à l'extérieur du centre fortifié et l'attraction que cela confère à cet espace ; le développement et l'émancipation de ce secteur vis-à-vis de la cité à l'est ; la bipartition effective de la ville avec la construction d'une deuxième enceinte qui enclos le secteur martinien. Dans l'AFC, ces changements n'apparaissent pas de manière claire, les périodes considérées sont très proches car elles comptent toutes de très nombreux objets historiques de type « structure militaire et défensive » (valeur d'usage 2) qui constituent les enceintes des espaces ouest et est (chaque enceinte est décomposée en courtines, murs, portes et tours). Cette similarité est ainsi plus forte que la diversité introduite par la présence des activités religieuses et civiles.

Dans ces analyses, les dimensions temporelle et fonctionnelle des données permettent de mettre en évidence une première caractérisation de l'espace intra-urbain en évolution au cours du temps et confirment certaines connaissances sur la ville de Tours. Néanmoins, il est indispensable d'introduire la dimension spatiale des objets historiques pour affiner l'analyse. L'émergence de la bipartition de la ville pendant le haut moyen-âge n'est pas différenciée au niveau des données par un changement dans les types d'activités présents, mais bien par une structure spatiale particulière, comme l'illustrent les cartes en *snapshot* de la figure 6.

Ces quelques extraits d'analyses font ressortir deux manières complémentaires d'aborder le temps. Pour une partie d'entre elles, il est considéré comme continu : on observe les fonctions année par année sans interruption, ce qui permet de dégager des plages de temps cohérentes *a posteriori* (cf. figure 5). Pour d'autres, en revanche, le découpage *a priori* du temps est nécessaire : il s'agit de définir des périodes bornées. On peut alors choisir de découper le temps de manière régulière (comme on l'a fait pour l'AFC), à l'instar d'un découpage de l'espace en carroyage régulier, sans a priori sur les périodes historiques classique ou sur l'histoire propre de la ville de Tours, ou au contraire considérer ces spécificités historiques pour établir des bornes temporelles – ce qui reviendrait pour l'espace à prendre comme découpage des limites de territoires par exemple administratifs.

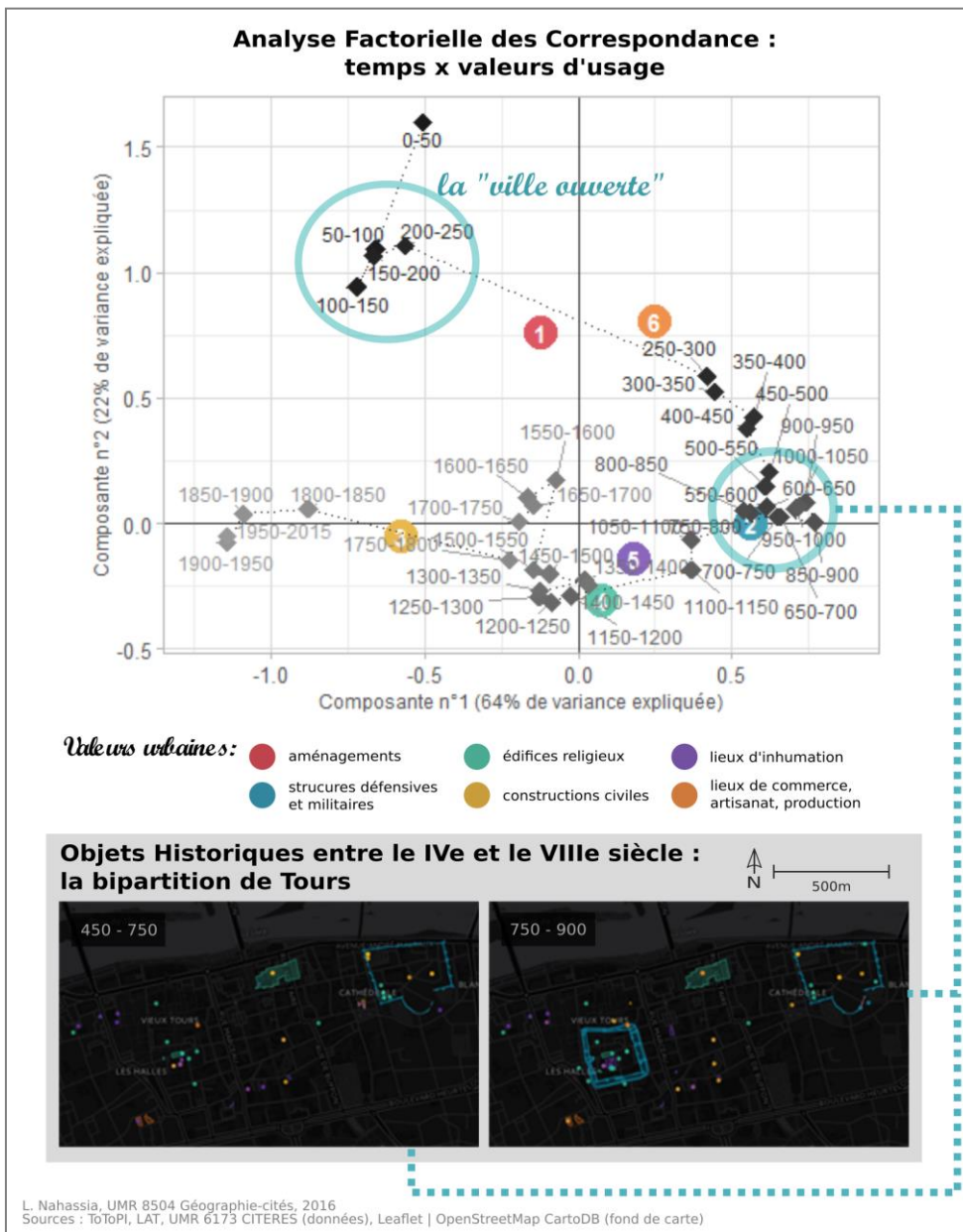


FIGURE 6 : Analyse Factorielle des Correspondances

4.4. Traitements en cours de développement : ajouter la dimension spatiale

Une troisième série d'analyses statistiques croisant les dimensions temporelles et fonctionnelles des OH avec leur localisation sont en cours de développement et seront présentées au cours du colloque.

On proposera une analyse du semis des OH selon leur valeur d'usage et leur portée, en termes de concentration, d'autocorrélation spatiale, ou encore au regard des limites urbaines évaluées pour chacune des époques considérées. Il s'agira également par exemple d'étudier la répartition de ces activités en termes de voisinage les unes par rapport aux autres, toujours selon les deux catégories usage/portée, et selon l'évolution de leurs proximités et de leurs éloignements au cours du temps (figure 7).

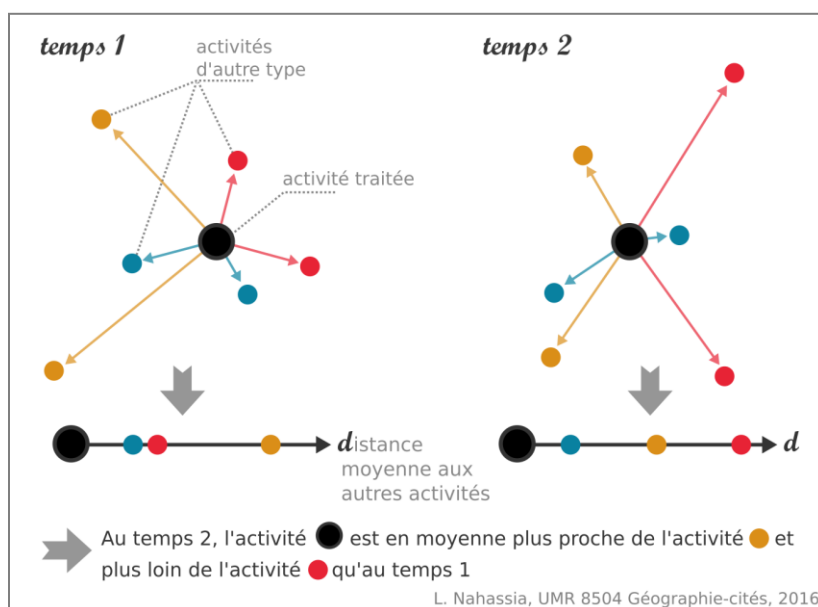


FIGURE 7 : Principe de traitement pour l'analyse du voisinage des activités au cours du temps.

5. Perspectives : l'analyse empirique comme étape d'une démarche modélisatrice

La richesse et l'amplitude temporelle des données issues du SIG ToToPI permettent d'étudier dans le temps long les changements de la structure urbaine par le prisme de la localisation des activités, à travers des analyses statistiques et spatiales encore en cours de développement. Ces analyses, associées à l'étude du reste du corpus présenté, et malgré les biais liés à la nature des sources (elles ne couvrent pas uniformément toutes les périodes ni toute l'étendue de Tours), mettent ainsi en évidence des logiques de localisation spatiales, génériques ou propres à

certains types d'activités, permanentes ou changeant dans le temps. Ces logiques constituent des candidats explicatifs pour à une compréhension plus générale de la localisation des activités en ville.

Le travail de recherche présenté ici est une des composantes d'une approche modélisatrice de la dynamique urbaine. Les règles identifiées à partir des différentes sources sont formalisées et combinées dans des modèles conceptuels et graphiques. Les modèles statiques ainsi produits sont ensuite implémentés dans des modèles de simulations afin de modéliser le changement urbain de manière dynamique. Ces derniers constituent des espaces de test de différents scénarios, des laboratoires d'expérimentation des possibles permettant de mieux comprendre l'imbrication des différentes logiques mises en jeu et leurs implications spatiales dans le temps long.

Bibliographie

- Berry B. (1964). Cities as systems within a system of cities. *Papers in Regional Science*, 13(1).
- Cerruti M., Desachy B., Guilloteau C. (2007). *Les données du Centre national d'archéologie urbaine, aperçus statistiques*.
- Fletche, R. (1986). Settlement in Archaeology : World-Wide Comparisons. *World Archaeology*, 18(1), p. 59-53.
- Galinié H. (2000). *Ville, espace urbain et archéologie*.
- Galinié H., Rodier X., Saligny L. (2004). Entités fonctionnelles, entités spatiales et dynamique urbaine dans la longue durée. *Histoire & mesure*, XIX(3/4), p. 223-242
- Perret J., De Runz C., Rodier X., Varet-Vitu A., Dumenieu B., Saligny L., Cristofoli P., Lefebvre B., Desjardin E. (2015). Études des dynamiques de l'occupation du sol. Questionnements, simplifications et limites. *Revue Internationale de Géomatique*, 25(3/2015), p. 301-330.
- Peuquet D. (1994). It's about time; A conceptual framework for the representation of temporal dynamics in geographic information systems. *Annals of the Association of the American Geographers*, (3), p. 441-461.
- Pumain D. (1997). Pour une théorie évolutive des villes. *l'Espace géographique*, 26(2), p. 119-134.
- Rodier X. (2000). Le système d'information géographique TOTOPI : Topographie de TOurs Pré-Industriel. *Les petits cahiers d'Anatole*, (4).
- Rodier X., Saligny L. (2010). Modélisation des objets historiques selon la fonction, l'espace et le temps pour l'étude des dynamiques urbaines dans la longue durée. *Cybergeo: European Journal of Geographie*.
- Roncayolo M. (2002). *Lectures de villes : formes et temps*. Marseille, France: Éd. Parenthèses.