

CONSTRUCTION DE BASES DE DONNÉES GÉOHISTORIQUES SUR L'ESPACE URBAIN ANCIEN

Application aux rues de Paris, XVIII^e-XIX^e siècles

par Bertrand Duménieu

Institut national de l'information géographique et forestière
73 avenue de Paris 94165 Saint-Mandé Cedex
bertrand.dumenieu@ign.fr

Les SIG offrent de précieux outils pour analyser l'état passé d'une ville. Ils se trouvent toutefois limités lorsque cette analyse s'inscrit dans le temps et s'intéresse aux dynamiques de transformation des structures urbaines. Reconstituer ces dynamiques nécessite des outils de construction, de stockage et de manipulation de données spatio-temporelles alimentés par des sources de description de l'espace ancien. Cet article présente un processus d'intégration et de construction semi-automatique de données spatio-temporelles sur l'espace urbain à partir de sources topographiques anciennes. Ce processus est appliqué aux réseaux de rues de Paris issus de quatre grands atlas des XVIII^e et XIX^e siècles pour créer une base de données des transformations du tissu viaire sur un siècle.

Introduction

En histoire urbaine, les formes de la ville et leurs transformations occupent une place centrale. Elles permettent de spatialiser des phénomènes sociaux, mais elles portent également la trace des logiques diverses qui les ont produites et constituent donc en soi un objet d'étude historique (Roger et Sweet 2008). La reconstitution et la représentation des états passés comme des transformations de la ville étudiée deviennent alors nécessaires. Celles-ci se concrétisent de plus en plus souvent sous la forme de bases de données géo-historiques vectorielles. Les états successifs de la ville peuvent y être reconstruits par analyse de sources géohistoriques hétérogènes, en particulier par la vectorisation des cartes topographiques anciennes. Les transformations de la ville, quant à elles, doivent le plus souvent être déduites par l'historien en confrontant plusieurs états successifs. Ces deux processus étant le plus souvent manuels, les bases de données géohistoriques décrivant les transformations d'une ville sont rares. De plus, la déduction des transformations par analyse des états successifs fait appel à l'expertise de l'historien pour interpréter ces états et introduit nécessairement un biais dans les transformations retenues.

Dans ce contexte, notre objectif est donc de proposer une approche globale et les outils associés facilitant la création de bases de données spatio-

temporelles décrivant les transformations d'objets géographiques urbains (rues, bâtis, parcelles, etc.) à partir de plans topographiques de ville, et s'abstrayant du biais d'interprétation des transformations de l'espace introduit par l'expertise de l'historien. Nous considérons ici la création de bases de données vectorielles. Enfin, ce travail est guidé par un cas applicatif précis : la construction d'une base de données décrivant les transformations des rues de la ville de Paris aux XVIII^e et XIX^e siècles. Nous nous appuyons sur quatre grands atlas de Paris décrivant chacun un état du réseau des rues de la ville de 1785 à 1888.

Construction de bases de données géohistoriques

Nous proposons une approche en trois étapes (voir le schéma en figure 1) permettant de construire des bases de données spatio-temporelles modélisant les transformations de structures urbaines à partir de plans topographiques. La première étape consiste à situer les plans topographiques dans un référentiel spatial et temporel commun. Ceci est réalisé par géoréférencement et par la détermination d'intervalles de temps valides pour chaque plan. Puis, les réseaux de rues de Paris sont extraits des quatre atlas géoréférencés par vectorisation manuelle. Ces données sont alors affectées d'une temporalité valide floue¹ et stockées dans

¹ Compte tenu de la diversité des sources et des processus de saisie, il arrive que des objets d'une carte décrivent des entités qui ont disparu (problème de mise à jours) ou même qui n'ont jamais existé (utilisation de plan prospectif). La temporalité floue attachée aux objets permet de ne pas ordonner de façon systématique toutes les représentations et ainsi de distinguer les cas d'ordonnement particuliers.

une base de données snapshot, étendant les standards de représentation de l'information géographique, et organisant les données par source géohistorique. À ce stade, les transformations des objets stockés ne sont pas explicitées. Pour ce faire, une troisième étape permet de construire de façon semi-automatique des graphes spatio-temporels décrivant des transformations élémentaires (fusion, scission, disparition, etc.) entre objets géographiques. Ces trois étapes sont détaillées dans les paragraphes suivants.

Étape 1 : intégration des sources

Pour mettre en cohérence spatiale plusieurs sources cartographiques anciennes, la méthode usuelle consiste à les géoréférencer à l'aide d'un référentiel géographique (généralement récent). Nous avons utilisé les quatre grands atlas de Paris : ceux de Verniquet (1785-1791), de Jacoubet (1827-1836), de Vasserot (1810-1836) et enfin l'atlas municipal de 1888. Parmi ces atlas, trois d'entre eux s'appuient sur un carroyage aligné sur le repère géodésique formé par la méridienne de France et sa perpendiculaire à l'Observatoire Royal. S'appuyer sur ce canevas fixe plutôt que sur les objets géographiques représentés permet de séparer les erreurs résiduelles liées aux distorsions des feuilles (liées aux conditions de préservation et de numérisation ainsi qu'aux écarts entre systèmes de coordonnées de référence anciens et récents) et celles liées aux choix de représentation des objets géographiques et aux erreurs de levé. L'utilisation de points de contrôle placés sur différents thèmes cartographiques permet alors une analyse fine du contenu du plan et donc une critique de la source. Cette analyse a été appliquée à l'atlas de Verniquet, et permet de faire réapparaître les différentes opérations de levés topographiques entre les thèmes des bâtis et des rues. Elle montre aussi la qualité de cet atlas dont les erreurs planimétriques sont faibles (de l'ordre du mètre).

Les plans sont enfin affectés d'une temporalité valide décrivant la période (imprécise) pendant laquelle ils sont considérés comme décrivant l'espace de la ville de façon fiable. Cette temporalité est déterminée par une analyse historique de chaque atlas.

Étape 2 : intégration des données

Cette étape consiste à saisir et stocker les objets géographiques représentés dans les plans au sein d'une base de données spatiale et temporelle. Les différents réseaux de rues ont été extraits par vectorisation manuelle sous la forme de graphes planaires. Les attributs temporels des données sont représentés sous la forme de sous-ensembles flous.

La base de données résultante organise toutes les données vectorielles selon leur source d'origine. La représentation de la forme et de la localisation des réseaux de rues s'appuie sur les standards ISO – TC211 dédiés à l'information géographique. Celle des temporalités floues a nécessité une proposition d'extension du standard ISO 19108.

Étape 3 : création de graphes spatio-temporels

La dernière étape consiste à identifier et stocker les transformations existant entre les entités topographiques représentées par ces couches. Nous proposons d'abord une adaptation d'un modèle formel de graphe spatio-temporel de la littérature (Del Mondo 2010) afin de représenter ces transformations. Ce modèle présente l'avantage de pouvoir être instancié au sein d'une base de données spatiale relationnelle.

Nous proposons tout d'abord un processus d'identification semi-automatique des transformations par appariement de données géographiques utilisant la théorie des fonctions de croyance (Olteanu-Raimond et Mustière 2008). L'appariement de données géographiques vise à identifier les objets issus de bases de données géographiques hétérogènes représentant une même entité du monde réel. Ici, nous cherchons à identifier des groupes d'objets géographiques pris dans des processus de transformation élémentaires. Cette formalisation permet d'exprimer l'identité des objets géographiques sous-jacents comme un sous-ensemble de leurs attributs (spatiaux, temporels, sémantiques). Cette notion *d'identité* est essentielle pour retrouver les transformations : deux groupes d'objets géographiques ayant le même vecteur d'identité représentent la même entité topographique dans deux sources, mais un changement d'une partie de ce vecteur implique qu'un groupe d'objets résulte d'une transformation de l'autre. Ce vecteur d'identité peut être redéfini à chaque construction d'un graphe spatio-temporel, ce qui offre la possibilité de créer des graphes avec différents points de vue sur l'identité des objets considérés. Ce processus a été appliqué aux rues de Paris en considérant leur géométrie et leur nom comme constituants de leur identité. Un extrait du graphe des transformations résultant est donné en figure 2.

Conclusions

Le travail résumé ici propose une approche d'intégration de données géohistoriques qui a été mise en œuvre sur la ville de Paris. Nous avons introduit un processus d'appariement de données permettant de reconstituer les transformations entre les états passés des structures

urbaines stockées sous forme de bases de données vectorielles. La possibilité d'adapter la construction d'un graphe spatio-temporel au point de vue d'un historien précis permet d'augmenter les possibilités de réutilisation des bases de données construites.

De par sa nature pluridisciplinaire, ce travail s'est également intéressé aux apports de la géomatique en histoire. Ainsi, l'utilisation du géoréférencement pour analyser finement les propriétés géométriques des thèmes cartographiques de l'atlas de Verniquet a permis de démontrer qu'il peut être utilisé comme référentiel géographique sur l'espace parisien de l'Ancien Régime.

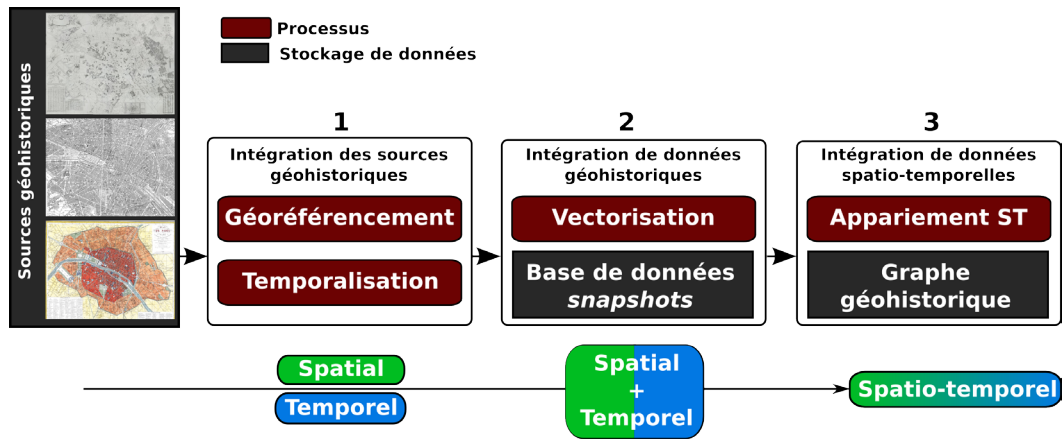


Figure 1 : Schéma global de l'approche proposée

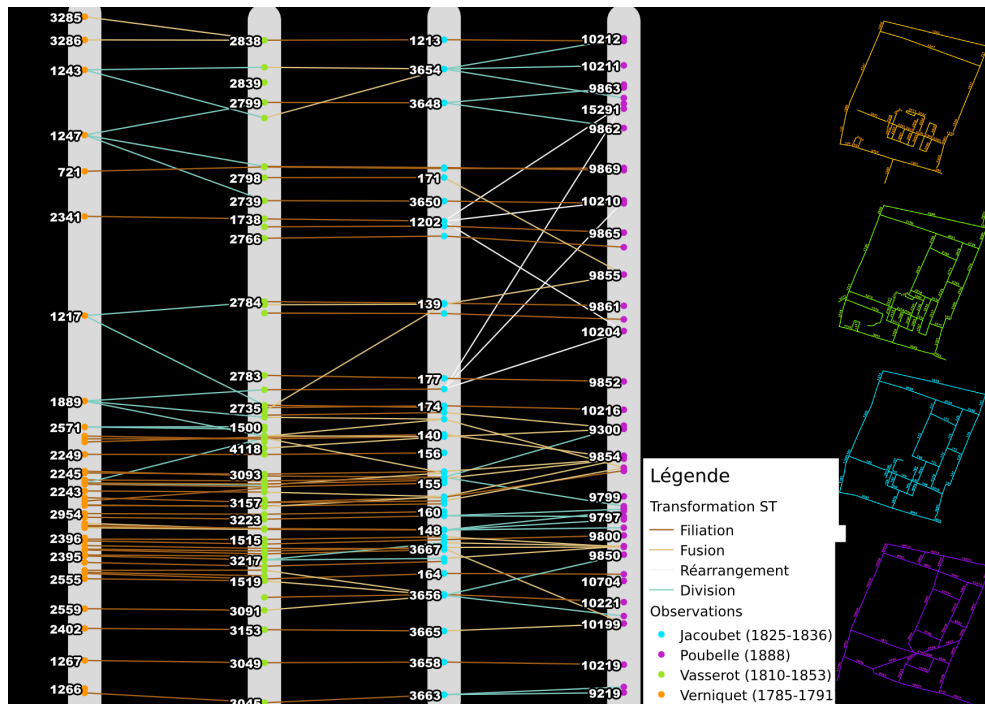


Figure 2 : Extrait d'un graphe spatio-temporel créé par appariement (environs des Arts et Métiers)

Bibliographie

Del Mondo G., 2011, *Un modèle de graphe spatio-temporel pour représenter l'évolution d'entités géographiques*, thèse de doctorat, Université de Bretagne occidentale-Brest.

Olteanu-Raimond A. M. , Mustière S., 2008, *Data matching—a matter of belief*, Headway in Spatial Data Handling, pp. p. 501-519.

Rodger R., Sweet R., 2008, *The changing nature of urban history*. History in Focus, n° 13.