



HAL
open science

Nouvelles méthodes, nouveaux usages de la cartographie et de l'analyse spatiale en histoire

Jean-Luc Arnaud

► **To cite this version:**

Jean-Luc Arnaud. Nouvelles méthodes, nouveaux usages de la cartographie et de l'analyse spatiale en histoire. Genet Jean-Philippe; Zorzi Andrea. Les historiens et l'informatique : un métier à réinventer, Ecole française de Rome, pp.199-220, 2011. halshs-01219083

HAL Id: halshs-01219083

<https://shs.hal.science/halshs-01219083>

Submitted on 22 Oct 2015

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.



Nouvelles méthodes, nouveaux usages de la cartographie et de l'analyse spatiale en histoire

Jean-Luc Arnaud, CNRS, jlarnaud@msh.univ-aix.fr

D'après : « Nouvelles méthodes, nouveaux usages de la cartographie et de l'analyse spatiale en histoire », in J.-P. Genet et A. Zorzi (dir.), *Les historiens et l'informatique : un métier à réinventer*, Rome, Ecole française de Rome, 2011, p. 199-220.

Texte original, figures originales

Résumé

L'utilisation de la cartographie en histoire est partagée entre trois domaines principaux : la cartographie comme source, comme outil d'analyse et comme moyen de représentation. Pour chacun de ces domaines, les nouveaux outils informatiques et ceux dont on peut envisager le développement au cours des prochaines années donnent lieu à de nouvelles pratiques sans pour autant se substituer terme à terme avec les plus anciennes. Ainsi, l'informatique, en particulier par sa capacité à traiter les volumes importants de données, permet de développer de nouveaux usages qui déterminent à de nouveaux modes d'investigations de la documentation. Cependant, pour certaines pratiques, l'ordinateur s'avère encore incapable de remplacer les supports papier.

Abstract

Historians make use of maps for three main reasons: as a source document, as an analytical tool, and, as a form of representation. For each of these purposes, new computer tools and those that will be developed in the future generate new practices, but do not necessarily replace older systems over the long term. Computers and, in particular, their ability to process large volumes of data, facilitate the development of new uses that will define future methods for investigation and documentation. Nevertheless, for some practices, the computer will never replace paper documents.

Nouvelles méthodes, nouveaux usages de la cartographie et de l'analyse spatiale en histoire

De manière générale les historiens rencontrent plus de difficultés que les sociologues ou les géographes par exemple pour adopter les nouveaux outils offerts par les progrès récents de l'informatique en matière de cartographie. La distinction des différents domaines pour lesquels l'usage de l'informatique est envisageable explique en partie ce phénomène. Lorsque les nouveaux outils se substituent terme à terme à ceux déjà utilisés, le changement de technologie s'opère sans beaucoup de difficultés. Ainsi, nos collègues les plus âgés, même les plus réticents, sont-ils tous passés de la machine à écrire au traitement de texte, et du tableau de chiffres au tableur, dans la mesure où cette migration n'a pas modifié leurs manières de faire. L'usage de l'ordinateur - même le plus simple - a apporté un confort évident en matière de correction de texte, de calcul et d'échange d'informations. Si, dans un second temps, la découverte et l'utilisation de nouvelles fonctionnalités offertes par les logiciels - en matière de mise en page ou d'enrichissement des textes en particulier -, conduisent à élargir le spectre des usages de l'informatique, ces nouvelles pratiques sont adossées à des savoir-faire plus anciens et elles interviennent dans des domaines bien balisés, celui du texte tout d'abord, celui des tableaux de calcul ensuite.

La cartographie et l'analyse spatiale ne ressortissent pas du tout à ces domaines dans la mesure où leur pratique n'est pas d'un usage courant en histoire (en France en particulier) ; la consultation de quelques de bases de données bibliographiques permet de s'en convaincre sans difficulté. L'historien est souvent mal à l'aise avec la cartographie, et pour cause. Sa pratique et son utilisation posent un problème de fond dans la mesure où la plus grande part des documents opère chacun une coupe dans le temps à un moment donné. Or, l'objet principal de recherche de l'historien est le résultat du temps qui passe, du temps dans lequel s'opèrent les transformations, les ajustements entre les désirs et les possibles. Dans ce contexte, l'usage de la cartographie et des coupes qu'elle opère dans le temps ne va pas de soi. Faire de l'histoire ce n'est pas juxtaposer des tableaux successifs mais au contraire, tenter de saisir les mécanismes qui déterminent les différences entre les tableaux. L'expression graphique du temps qui passe nécessite des compétences en matière de sémiologie graphique qui sont encore peu partagées. Ainsi, « naturellement », les historiens utilisent peu la cartographie, qu'elle soit informatisée ou non.

La pratique de l'histoire recouvre un large faisceau de savoir-faire ; il n'est pas envisageable de manipuler avec la même facilité toutes les catégories d'informations ni tous les outils nécessaire à leur traitement : l'histoire démographique ne mobilise pas les mêmes savoir-faire que l'histoire économique. En ce qui concerne une histoire qui s'intéresse à l'organisation de l'espace, les outils de traitement sont anciens - la cartographie automatique est pratiquée depuis une quarantaine d'années tandis que le

dessin à la machine a fait son apparition dans les agences d'architecture au début des années 1980 – mais il n'y a pas si longtemps qu'ils sont aussi facilement utilisables qu'un logiciel de traitement de texte. A la faveur de cette mutation, le personnel des laboratoires a changé ; les ingénieurs préposés à la cartographie de données et à la rédaction des documents destinés à accompagner les publications des chercheurs sont de moins en moins nombreux. Ainsi, on a admis de manière implicite qu'il n'est plus requis de savoir dessiner pour produire des documents cartographiques. Les outils spécifiques : le té, l'équerre, le compas, le traceur..., dont l'utilisation nécessitait une formation tout aussi spécifique, sont remplacés par la souris, que tout un chacun est censé savoir manœuvrer. Ces logiciels, aussi performants soient-ils, n'ont pas pour autant provoqué une démultiplication des documents cartographiques dans les publications historiques. Faut-il s'en réjouir ?

Les plus jeunes sont les moins réticents et les travaux d'étudiants des quinze dernières années comportent plus de documents cartographiques que les précédents. Ils sont le plus souvent dressés avec des outils informatiques. Mais cette période est aussi celle au cours de laquelle on a produit le plus grand nombre de « monstres cartographiques ». En effet, si les instruments du dessinateur ont été remplacés par la souris, les meilleurs logiciels ne compensent en rien le savoir-faire des dessinateurs en matière de sémiologie graphique et de traitement statistique ; les règles élémentaires sont le plus souvent bafouées. Ainsi, de nombreuses cartes, dressées à la faveur des facilités offertes par les nouveaux outils, ne présentent pas plus d'intérêt qu'un mémoire rédigé par un virtuose du traitement de texte qui ne connaîtrait rien à la syntaxe et à la grammaire. Actuellement, si certains cursus en histoire commencent à intégrer des formations à la manipulation des logiciels de dessin, voire des systèmes d'information géographique (en archéologie en particulier), il n'existe pas d'enseignements relatifs à la sémiologie graphique, alors que quelques heures seulement seraient suffisantes pour éviter le pire.

L'utilisation de la cartographie en histoire est partagée entre plusieurs domaines, si on exclut les usages purement illustratifs, on en distingue trois principaux : la cartographie comme source, comme outil d'analyse et comme moyen de représentation. Pour chacun de ces domaines, les nouveaux outils et ceux dont on peut envisager le développement au cours des prochaines années donnent lieu à de nouvelles pratiques sans pour autant se substituer terme à terme avec les plus anciennes.

La cartographie comme source

L'utilisation de la cartographie comme source est la plus répandue car elle est la plus aisée à mettre en œuvre. L'examen commence par une consultation *de visu* et les niveaux d'investigation les plus faibles sont toujours susceptibles d'être fructueux ; il n'est pas nécessaire d'avoir suivi une formation spécifique pour vérifier un toponyme, pour dresser la liste des lieux desservis par une route ou pour évaluer des distances. La plus grande part de ces informations peut être restituée à travers du texte. Autrement dit, pour ces usages, il n'est pas nécessaire de savoir manipuler les outils de dessin.

Au contraire des textes, l'organisation des documents cartographiques ne donne aucune indication quant à la manière dont il est envisageable d'en conduire l'investigation ; une carte ne comporte ni début ni fin, elle se donne à voir simultanément dans son ensemble et dans ses moindres détails. De manière bien plus forte que pour les autres sources, il est impensable de prétendre à la moindre exhaustivité quant au dépouillement d'un document cartographique. Les cartes ne se lisent pas, elles se consultent ; chaque consultation correspond à une demande ou à une question dont la réponse peut être soit de nature textuelle : la toponymie, soit de nature géographique : l'organisation de l'espace. La recherche de chaque réponse détermine un processus d'investigation : zone d'observation, définition du recul, orientation et mouvement du regard... Cette particularité des documents cartographiques interdit de prendre des notes *a priori* : une source cartographique est toujours susceptible d'être soumise à de nouvelles questions et de révéler de nouvelles informations.

Reproduction numérique et consultation

Dans ce contexte, les reproductions numériques se révèlent précieuses. Leur consultation sur un écran d'ordinateur est d'autant plus aisée que de nombreux logiciels sont gratuits (ou pré-installés sur les machines) et que quelques minutes suffisent pour en saisir les principales fonctionnalités. Ces reproductions ne permettent pas seulement de gagner du temps ; la différence entre la demie journée (au moins) nécessaire à la consultation d'un original en bibliothèque et les quelques minutes (voire secondes) requises pour en afficher une reproduction sur un écran rend possible de nouvelles pratiques d'investigation. Il est envisageable de vérifier des points de détail qui ne le seraient pas sans cette facilité d'accès, il est aussi possible de comparer des documents conservés dans des lieux différents.

Les reproductions photographiques offrent aussi ces possibilités mais il est souvent impossible d'obtenir de telles reproductions à une échelle donnée de manière à évaluer facilement des distances et des surfaces pour permettre des comparaisons. En outre, la photographie est un processus coûteux à la fois pour la prise de vue et pour le tirage alors que la reproduction numérique est souvent moins onéreuse au moment de l'acquisition et que sa multiplication est pratiquement gratuite. Son résultat est aussi plus précis.

Malgré les multiples avantages des reproductions numériques la cartographie présente des particularités qui ne facilitent pas sa consultation sur un écran. Les documents sont souvent de grand format, bien plus grand en tout cas que les écrans de nos ordinateurs. Un original de grand format se consulte à plat, sur une table qui présente parfois une légère déclivité, cette position permet à la fois une vision générale du document et la possibilité de vérifier un détail, puis d'autres, suivant différents angles, sans perdre de vue (au sens propre) leur situation par rapport à l'ensemble du tableau. Cette forme de consultation mobilise à la fois des mouvements de l'ensemble du corps, de la tête et de yeux. Avec la consultation informatique, la souris est, pour le moment, le

seul moyen de contrôler les outils de navigation¹, elle occupe seulement la main droite tandis que l'opérateur, en position assise, est contraint à rester pratiquement immobile. Ainsi, malgré les progrès récents des outils de navigation chargés de compenser la faible taille des écrans on est très loin de la fluidité des consultations d'originaux à plat.

Les documents de grand format donnent lieu à des fichiers assez volumineux. Pour la consultation en ligne en particulier, il faut encore choisir entre le temps de chargement et la qualité de la reproduction ; le premier est d'autant plus long que la seconde est bonne. Depuis quelques années, les budgets consacrés à la reproduction numérique de documents graphiques connaissent une très forte croissance tandis que les coûts diminuent. La masse documentaire numérisée augmente en conséquence. Pour leur part, les travaux de développement en matière d'outils de recherche, de sélection et de navigation n'ont pas suivi cette croissance. Ainsi, de nombreux site web proposent une importante documentation en ligne mais ne disposent pas des outils qui permettraient de se repérer et de naviguer dans une mer toujours plus étendue et aux contours toujours plus divers. Par exemple, le site *Gallica* de la bibliothèque nationale de France propose de visualiser des reproductions de la carte de France de Cassini publiée au milieu du XVIIIe siècle. Il s'agit d'une carte détaillée, consultée par un large éventail d'utilisateurs, non pas à propos de l'organisation de la France à ce moment-là, mais pour vérifier celle des routes de telle ou telle région, pour contrôler l'existence d'un village, de son nom... Cette carte compte 167 feuilles et la principale difficulté de consultation réside dans la sélection de la feuille qui figure le lieu recherché. Or, la porte d'entrée proposée par le site de la bibliothèque nationale est une liste des 345 notices classées suivant un ordre insaisissable et qui n'occupent pas moins de 35 pages². Ainsi, le lecteur est contraint à scruter l'ensemble de cette liste. A partir de conjectures quant au nom de la ville importante (au milieu du XVIIIe siècle) la plus proche du lieu recherché, il est envisageable de parvenir à un résultat ; il serait intéressant d'évaluer la part des recherches abandonnées avant la fin de la procédure. La navigation au sein des dizaines de milliers de feuilles des plans cadastraux anciens dont les reproductions sont disponibles sur les sites web des archives départementales, est encore plus difficile tant les listes sont longues et les titres des feuilles peu explicites (des numéros de sections et de feuilles le plus souvent).

On peut attendre plusieurs évolutions en la matière. Tout d'abord, de nouveaux outils de publication en ligne émergent, le plus récent et le plus performant est sans doute

¹. Les tables-écrans tactiles qui offrent à la fois un format d'affichage supérieur à celui des écrans verticaux et la possibilité de réduire et d'agrandir le document visualisé par des mouvements de mains sont très prometteurs en ce sens qu'ils cumulent les avantages du support papier et ceux de la reproduction numérique. Mais, en ce milieu d'année 2009, ce sont encore des prototypes. Pour que ces tables soient utilisables de manière optimale par les historiens, il reste aussi à développer un logiciel d'annotation cartographique en ligne. En la matière, il faut attendre que ce type de logiciel soit à même de prendre en charge des annotations pour les textes en ligne (les développements sont en cours), avant de penser à les appliquer aux documents cartographiques.

². Cette liste commence avec la feuille n° 105, *Bazas*, publiée en 1815, se poursuit avec le n° 83, *Semur en Auxois – Montbard*, publiée en 1758 et se termine avec le n° 48, *Vézelay – Cosne-sur-Loire*, publiée en 1759 ! Voir le site : <http://gallica.bnf.fr/>.

Deep Zoom qui est disponible depuis la fin de l'été 2008³. Il permet de naviguer de manière extrêmement fluide dans un volume important de documents de nature très différente (vecteur et raster). Une première expérience montre que plusieurs centaines de reproductions, certaines très volumineuses et très détaillées, peuvent être affichées en quelques secondes⁴. Cet outil semble prometteur dans la mesure où il est à même de concilier un usage grand-public assez ludique (navigation à vue) et un usage professionnel appuyé sur l'utilisation d'index thématiques et géographiques. Seule ombre au tableau, pour parvenir à ce résultat, la machine de l'internaute participe aux opérations de calcul, elle est pilotée par une application qui doit être téléchargée en amont de la consultation ; cette opération n'est pas toujours aisée.

Comme on peut s'en rendre compte avec l'exemple de la carte de Cassini, le catalogue de la BNF est peu opératoire ; ce n'est pas une exception. En effet, le mode de catalogage en vigueur pour les cartes résulte d'une adaptation de celui destiné aux ouvrages. D'un côté, les cartothécaires enregistrent des noms d'auteur, d'éditeurs, des dates, des échelles de réduction, etc., de l'autre, les utilisateurs recherchent des lieux. Ainsi, le catalogage suivant la norme est-il boudé par les cartothécaires dont la plus grande part préfère conserver des fichiers carton et des tableaux d'assemblage manuels plutôt que d'adopter un outil informatique mal adapté à leur demande et dévoreur de temps de travail⁵.

Dans la mesure où il n'est pas envisageable de dresser la liste de tous les toponymes du monde, à toutes les échelles et dans toutes les langues, le meilleur outil pour sélectionner des cartes est une autre carte qui permet de pointer les lieux dont on cherche des représentations. Pour y parvenir, il est nécessaire d'intégrer des données géographiques dans les catalogues. L'idée, a été émise pour la première fois par un conservateur du département des Cartes et plans de la bibliothèque nationale au milieu des années 1980⁶ ; Pierre-Yves Duchemin a fait inscrire à la norme relative au catalogage des documents cartographiques une zone affectée aux coordonnées géographiques de chaque document⁷. Mais ces données sont enregistrées sous forme de texte et il n'est pas envisageable de les exploiter avec un moteur de recherches géographiques.

³. Cet utilitaire, développé par Microsoft, est gratuit et d'un usage assez aisé pour une utilisation locale, par contre, son intégration dans un site web est bien plus complexe.

⁴. « Jeu de cartes en Méditerranée », présentation sur le stand des Maisons des sciences de l'homme, fête de la science, 14-16 novembre 2008, Paris, Grand-Palais.

⁵. Il est par exemple remarquable que le Système de documentation universitaire (SUDOC), compte seulement 50 000 notices de documents cartographiques dont plus de 30 000 ont été enregistrées par le même établissement. Pour sa part, la bibliothèque nationale de France conserve un important « fichier de suites » en carton qui représente entre 250 000 et 350 000 documents.

⁶. P.-Y. Duchemin, *Le traitement des cartes et plans à la bibliothèque nationale*, dans *Documentaliste*, 27, 1990, p. 57-62.

⁷. Il s'agit de la zone 3.3 de la norme Z44-067, elle est composée de 4 champs. Chaque champ, renseigné par une coordonnée géographique, correspond à une limite de la représentation. L'intention est louable mais elle est fondée sur une mauvaise connaissance des systèmes de référencement ; une mention de coordonnée est valable dans un seul système, or la norme ne prévoit pas de mentionner ce système. En outre, lorsque les limites de la carte ne sont pas appuyées sur la grille des méridiens et des parallèles mais sur d'autres modes

Depuis quelques années, le paysage évolue. A la faveur des progrès récents de l'information géographique en ligne, plusieurs projets de développement d'outils de recherche ont vu le jour. Ils utilisent des cartes en ligne de deux manières complémentaires : 1° pour définir les lieux recherchés, 2° pour figurer la zone effectivement représentée par chaque document. Le programme *CartoMundi*, développé par la Maison méditerranéenne des sciences de l'homme d'Aix-en-Provence⁸, est actuellement le plus prometteur en la matière dans la mesure où il s'agit d'un catalogue collectif dont l'index n'est pas fondé sur une collection particulière mais, en amont, sur la production des documents. Ainsi, les sources de construction de l'index intègrent au même niveau les catalogues des éditeurs et les multiples collections d'un vaste réseau de partenaires. En outre, cet index est ouvert à toutes les représentations cartographiques, quelle que soit la région du monde, leur échelle de réduction ou leur date de publication.

Lecture automatique

Par « lecture automatique », on entend la capacité des machines à reconnaître des éléments dont le sens ou bien la valeur est identifié par ailleurs et à les organiser dans des index exploitables par les moteurs de recherche. En matière de cartographie, la lecture automatique se décline sous deux aspects.

Reconnaissance de l'écriture - *océrisation*

L'*océrisation* est une technique de reconnaissance automatique de caractères qui permet de transformer un fichier de type « image » en fichier de type « texte » de telle manière qu'il soit exploitable par un outil de recherche de chaînes de caractères. L'*océrisation* des textes d'une carte, couplé à un mode de localisation, permettrait de créer des index de toponymes qui seraient d'autant plus précieux que les désignations des lieux ont connus de fortes variations dans le temps et qu'une même désignation peut être transcrite sous plusieurs formes⁹. Actuellement les meilleurs index intègrent très peu la dimension historique¹⁰.

Il n'existe pas encore de logiciel pour l'*océrisation* des cartes, et pour cause. Ceux qui exploitent cette technique reconnaissent des textes mis en page suivant une règle simple : on commence en haut à gauche pour finir, ligne après ligne, en bas à droite.

de découpages de la sphère terrestre, les coordonnées des limites sont trop approximatives pour être exploitées par les logiciels d'information géographique.

⁸. Ce programme est soutenu par le laboratoire TELEMME, le programme européen Ramses², le TGE Adonis du CNRS, l'université de Provence, la bibliothèque nationale de France, l'Institut géographique national et le comité français de cartographie.

⁹. Par exemple, pour désigner la ville de Plovdiv (Bulgarie) au cours de la seconde moitié du XIXe siècle, on trouve : Filibe, Filiby, Filipeh, Peneropolis, Philippopole, Philippopolis... Cette liste, regroupe seulement les désignations en caractères latins, il en existe d'autres en ottoman et en cyrillique, en russe et en bulgare, utilisées durant la même période.

¹⁰. Par exemple, un des index les plus complets, le *Getty Thesaurus of Geographic Names* (TGN), mentionne bien Istanbul, Constantinople et Byzance mais pas Tsarigrad, suivant la désignation de cette même ville dans les textes bulgares de la fin du XIXe siècle. Voir le site du TGN : http://www.getty.edu/research/conducting_research/vocabularies/tgn/.

Or, à part pour quelques éléments tels que le titre et la légende, les textes d'une carte ne suivent pas cette règle, au contraire. Les toponymes ne constituent pas une suite (même ceux qui sont placés sur une même ligne), ils sont souvent écrits suivant des angles variés, la police et la taille des caractères sont choisis en fonction de la hiérarchie entre les lieux désignés, enfin, l'espacement entre les lettres est aussi soumis à de fortes variations. Autrement dit, les logiciels actuellement disponibles sont incapables de reconnaître un toponyme dans une carte. Il faut sans doute attendre plusieurs années avant qu'il soit envisageable de développer les algorithmes nécessaires au fonctionnement d'un tel outil.

Reconnaissance des formes

Le second aspect de la « lecture automatique » en matière de cartographie concerne les données graphiques. De la même manière qu'il est maintenant possible d'identifier un morceau de musique à partir d'une chaîne de quelques mesures, on pourrait imaginer qu'à partir d'un index de l'organisation du monde, il serait envisageable d'identifier la région représentée par une carte. Ce serait oublier que la cartographie ne représente pas l'espace mais seulement la faible part de son organisation dont l'auteur ou le commanditaire du document cherche à rendre compte. A ce titre, le même espace peut être l'objet de figurations extrêmement diverses dont la reconnaissance automatique nécessiterait la prise en compte de paramètres difficiles à modéliser.

Au-delà de l'identification des lieux, qui pourrait être exploité en parallèle à l'*océrisation* des toponymes, une carte est tout d'abord un ensemble de points, de lignes et de surfaces agencés de manière à figurer une réalité suivant un code déterminé à travers une légende. Les éléments de cette légende sont assez aisés à coder et à reconnaître automatiquement, les logiciels d'analyse d'images satellites et de photographies aériennes fonctionnent sur cette base. Mais, au-delà des indications de sa légende, une carte rend compte d'organisations spatiales qui s'expriment en termes de dispositions, de configurations, de régularités... Une partie de ces informations peut être codée par des distances ou par des surfaces mais la plus grande part des dispositions susceptibles d'intéresser l'historien n'est pas identifiée par les logiciels de reconnaissance automatique des formes.

On l'a évoqué plus haut, on ne lit pas une carte, on la consulte avec des questions. Dans ce cadre, l'investigation se construit de proche en proche : le repérage d'une disposition fait évoluer la question d'origine et conduit à un nouvel examen dont le résultat déterminera les suivants. Deux exemples simples, qui portent sur des échelles différentes, témoignent de ce processus.

Dans le plan cadastral de Barcelone (fig. 1), publié au cours des années 1980, deux lignes qui figurent des limites de propriété, traversent en biais des îlots quadrangulaires très réguliers. Ces lignes sont à peu près parallèles entre elles et avec le tracé de la rue Augusta. Dans un second temps, on remarque d'autres parallèles qui présentent une moins forte continuité de chaque côté de la double ligne repérée en premier lieu. Selon toute vraisemblance, les deux premières lignes correspondent au tracé de la rue Augusta avant l'extension de l'urbanisation de la seconde moitié du XIX^e siècle (plan Cerda), la consultation d'un plan antérieur à l'extension le confirme. Les lignes plus



Figure 1. Traces d'un chemin supprimé
 Barcelone, d'après le plan cadastral, 1:2 000, vers 1980, dessin de l'auteur

éloignées figurent les limites des parcelles qui bordaient cette rue. On peut en déduire que l'urbanisation de ce quartier n'a pas été accompagnée d'un remembrement complet de la propriété foncière. En outre la seconde série de ligne donne une idée de la profondeur des parcelles qui bordaient la rue avant l'intervention de Cerda.

Dans ce plan topographique d'Izmir (fig. 2), dressé au milieu du XIXe siècle, la rue qui passe entre les parties A et B sépare deux tissus urbains dont l'organisation spatiale est très différente. De toute évidence, ils ont été développés dans des conditions tout aussi différentes. La zone A semble correspondre à un développement sur la terre ferme alors que la zone B résulte sans doute d'extensions en remblais sur la mer. Pour sa part, la rue qui sépare les parties B et C semble avoir constitué une limite à un moment donné. Les multiples chantournements du périmètre des îlots dans les parties B et C et leurs irrégularités témoignent d'opérations peu coordonnées qui résultent d'initiatives individuelles plutôt que de projets planifiés.

Ces deux exemples de « lectures » ne sont pas très complexes mais ils mettent en œuvre un large éventail de connaissances sur la législation (droit du sol, règlements de voirie), les modes d'urbanisation, les questions d'accessibilité... d'autant plus difficile à coder qu'elles sont très liées au contexte. Ainsi, il n'est pas envisageable de décrire un protocole standard d'investigation comme il est possible de le faire pour la reconnaissance de textes. En outre, le cheminement de la pensée est d'autant moins



Figure 2. Extensions successives sur la mer. Izmir au milieu du XIXe siècle, d'après Luigi Storari, *Pianta della Citta di Smirne (...), nell' anno 1854 e nell' anno 1856*, Paris, s.d., dessin de l'auteur

modélisable que l'analyse spatiale n'est pas une science exacte, les préoccupations du moment et la culture de chacun en détermine une part non négligeable¹¹.

Plusieurs logiciels proposent des outils capables de reconnaître des formes ou des dispositions remarquables dans des images – en vecteur ou en raster. Le paramétrage de ces outils reste cependant particulièrement complexe. Leurs résultats doivent être validés de manière systématique dans la mesure où ils intègrent une masse importante d'éléments non significatifs. Le plus souvent ils résultent de figures créées de manière fortuite par des interventions qui se sont succédées dans les mêmes lieux mais à des moments parfois très différents. Ce n'est pas un hasard si, dans le cadre d'un programme récent consacré à la reconnaissance et l'extraction automatique de formes dans des documents cartographiques¹², les résultats proposés se cantonnent aux éléments décoratifs et ou textuels des documents en question. L'ordinateur identifie facilement des zones de légende, des cartouches, des roses des vents, des monstres marins ou encore des silhouettes de navire mais il n'est d'aucune utilité en ce qui concerne la représentation de l'organisation de l'espace. S'il présente un intérêt pour les documents historiés antérieurs

¹¹. K. D. Lilley. *Mapping the medieval city : plan analysis and urban history*, dans *Urban History*, 27-1, 2000, p. 16.

¹². Programme européen Digma, dirigé par J. L. Borbinha, voir le site : <http://portal.digma.eu/>.

à la fin du XVIII^e siècle, il ne tire rien des cartes plus récentes pour lesquelles l'habillage est réduit à un simple cadre.

Enfin, s'il n'est pas exclu de développer des algorithmes assez puissants pour aider à reconnaître des formes sur des documents cartographiques, il ne faut pas oublier que tous les outils mis en œuvre par les historiens n'ont pas été produits pour eux mais pour d'autres usages plus rémunérateurs. Les historiens récupèrent les outils dans un second temps et, dans la mesure du possible, ils les adaptent à leurs pratiques et à leurs méthodes¹³. Dans la mesure où les historiens ne sont pas producteurs de richesses matérielles importantes, il est peu probable que leur situation à l'égard des outils informatique change au cours des prochaines années.

La cartographie comme outil d'analyse

Parmi les différents usages de la cartographie en histoire, son utilisation comme outil d'analyse n'est pas le plus aisé à mettre en œuvre, à la fois parce qu'elle nécessite des informations structurées qui ne sont pas toujours disponibles et aussi parce qu'elle fait appel à des savoir-faire peu partagés. En tout état de cause, c'est l'utilisation la moins développée. Dans deux domaines assez différents, l'informatique offre des possibilités intéressantes

La cartographie automatique des données

De manière générale, les données organisées en série peuvent être présentées sous la forme de tableaux à plusieurs colonnes. Lorsqu'une des colonnes indique la localisation géographique des informations, il est envisageable d'en tirer une ou plusieurs cartes thématiques ; les cartes de répartition de tel ou tel type d'édifice, de telle ou telle activité... dans une ville ou un espace géographique donné sont des cartes thématiques. Le plus souvent la transformation du tableau en carte produit un fort effet heuristique, sans qu'il soit nécessaire d'être spécialiste de l'organisation de l'espace, on voit apparaître des concentrations, des configurations, des lignes de séparation de manière bien plus évidente qu'avec un tableau ou bien une description. Le fond de carte permet de localiser les points, les lignes et les espaces remarquables et de mettre leur localisation en rapport avec le substrat sur (et avec) lequel ils sont organisés. Par exemple, le tracé des enceintes d'une ville correspond à des lignes de rupture dans la distribution spatiale de nombreux phénomènes. Cette forme d'analyse peut être fortement soutenue par les outils informatiques.

La représentation cartographique des données thématiques – qu'elles soient de nature quantitative ou qualitative – n'est jamais sans équivoque. L'auteur doit effectuer des choix quant à la manière dont il construit ses catégories, celles-ci peuvent être plus ou moins agrégatives. Il doit aussi choisir les seuils suivant lesquels il distribue les données

¹³. Par exemple, la surprise des ingénieurs de Microsoft à l'égard de mes propositions d'usage du logiciel Deep Zoom pour développer de nouvelles approches en matière de documentation iconographique en ligne, témoigne bien du point de vue qu'ils portent sur nos travaux ; ceux-ci ne rentrent pas dans leurs modèles économiques.

quantitatives. Enfin, l'échelle de représentation, les codes graphiques et les couleurs suivant lesquels il rend compte des informations résultent aussi de choix qui ne sont pas sans incidence sur les résultats obtenus, au contraire. Ainsi, à partir d'une même série de données on peut envisager une multitude de cartes thématiques différentes qui, chacune, donne à lire une organisation spatiale particulière. La cartographie n'est pas aussi rigoureuse que le calcul algébrique ; loin de constituer un handicap, cette possibilité de variation constitue une véritable opportunité dans le cadre d'un processus de recherche. Elle permet de mettre en exergue des structures souvent insoupçonnées, en particulier pour les informations de nature qualitative pour lesquelles l'éventail des choix envisageables par l'auteur en matière d'agrégation des données et de modalité d'expression est d'autant plus vaste qu'il est peu codifié.

Pour se livrer à ce genre d'exercice, la cartographie manuelle atteint rapidement ses limites. La multiplication des documents prend trop de temps pour qu'il soit envisageable de tester les résultats d'un nombre importants de variations. Au contraire, les logiciels de cartographie automatique permettent avec une grande facilité de faire varier plusieurs paramètres ou encore de tester des agrégations différentes des catégories. Il faut souvent moins de temps pour produire à la machine cinq ou six documents qu'il n'en faudrait à la main pour en produire un seul. Sur cette base, la cartographie assistée par ordinateur doit être considérée comme un processus d'aller-retour entre la rédaction de cartes, leur consultation, la formulation d'hypothèses et l'ajustement des paramètres.

Gestion de l'information

Les historiens ne disposent pas toujours de données sérielles susceptibles d'être traitées par un logiciel de cartographie automatique mais de nombreuses informations sont cependant localisées ou bien localisables. Les thèmes et les périodes peuvent être différents mais on peut supposer que leur mise en carte, sur un même fond, est susceptible de faire émerger des corrélations spatiales. Par exemple, pour un pays donné à un moment donné, on peut souhaiter rapprocher la hiérarchie des villes et celle des voies de communication, ou encore, à l'échelle d'une ville, comparer les distributions de plusieurs phénomènes relatifs à la population, aux activités, au montant des loyers... Pour confronter les distributions de deux phénomènes ou bien deux types d'objet, on peut envisager de les placer sur une même carte. Mais lorsque les éléments à confronter deviennent trop nombreux, il est préférable de multiplier les documents. La solution la plus efficace dans le cadre d'un travail à la main consistait à reporter les données sur des transparents thématiques et à confronter les distributions en les superposant par paire, voire par jeu de trois.

Les logiciels de dessin assisté par ordinateur offrent en la matière de nouvelles opportunités. Ils proposent d'organiser les informations dans un nombre pratiquement illimité de dossiers qui peuvent être visualisés à la demande. Chaque dossier peut contenir soit des données ponctuelles (des villes, des édifices...), des données linéaires (des voies de communication, des rivières...) ou encore des données zonales (des juridictions, des aires de diffusion...) à la fois pour les informations thématiques et pour les celles relatives au substrat (les rues d'une ville, le relief...). Ce principe facilite les multiples

confrontations, un simple clic permet d'afficher ou d'escamoter telle ou telle « couche » d'information.

Ces outils permettent aussi de créer les dossiers *a priori* et d'y enregistrer les données au fur et à mesure de l'investigation des sources. En ce sens, ils constituent des instruments de classement ouverts dans lesquels, de la même manière que dans une base de données, il est possible d'ajouter soit de nouveaux dossiers soit de nouvelles informations au gré du dépouillement de la documentation et de l'émergence des questions posées à l'organisation de l'espace.

Ces logiciels ont fait d'importants progrès au cours des dernières années, en particulier en ce qui concerne les outils de dessin. Par contre, il serait extrêmement précieux de disposer de la possibilité de faire varier la transparence de chaque couche de manière à en hiérarchiser les contenus. Mais, encore une fois, ces outils ne sont pas développés pour les historiens.

Dans ces deux domaines, l'informatique ne permet pas seulement de faire plus rapidement à la machine ce qui était autrefois réalisés à la main. De la même manière que les analyses de correspondance ont permis dans les années 1950 de développer de nouvelles formes d'investigation des données statistiques, la cartographie assistée par ordinateur permet aux historiens de traiter la documentation à des échelles plus fines qu'auparavant, avec de nouveaux processus d'investigations et suivant de nouveaux questionnements. Il est devenu envisageable de traiter de vastes étendues à partir de données enregistrées dans les unités spatiales les plus fines sans qu'il soit nécessaire de les agréger par îlots, par quartiers ou par régions. L'exemple de l'ensemble des parcelles d'une ville, figurées dans un dégradé de gris en fonction de leur surface, illustre bien ces nouvelles opportunités (fig. 3). Pour leur part, les premières expériences de traitement de données notariales à l'échelle des unités de propriété se révèlent prometteuses¹⁴.

La cartographie comme moyen de représentation

Si toutes les formes de cartographie sont effectivement des représentations, il s'agit dans cette partie de traiter de l'expression des résultats d'un travail de recherche, en particulier à travers des publications. Les outils informatiques interviennent à cet égard dans deux domaines : la rédaction des documents et leur publication proprement dite. Ces deux aspects ne sont pas sans lien dans la mesure où on ne prépare pas de la même manière les documents qui doivent être imprimés et ceux qui doivent être publiés sous forme numérique – en ligne ou sur support individuel.

Rédaction

Les documents cartographiques publiés par les historiens sont très divers, si cette diversité est le reflet de la multiplicité des propos qui peuvent être soutenus par des cartes,

¹⁴. En particulier A. Cogné, *Patriciat et propriétés urbaines à Milan (XVIIe-XVIIIe siècles)*, thèse de doctorat ss. la dir. de G. Bertrand, Grenoble, 2007.



Figure 3. La cartographie assistée par ordinateur permet de travailler aux échelles les plus fines. Chaque unité de propriété est figurée en fonction de sa surface. Alexandrie vers 1935, d'après le plan cadastral, dessin de l'auteur

elle témoigne aussi d'une forte indifférence quant au statut des documents cartographiques. Trop souvent à mon sens ces documents sont réduits à un rôle illustratif mal défini ; il est symptomatique dans ce cas que le texte ne comporte aucun renvoi aux documents en question et que leurs légendes sont des plus laconiques¹⁵. Autrement dit, de nombreux auteurs seraient bien en peine d'expliquer pourquoi ils publient telle carte plutôt que telle autre. En outre, lorsqu'ils reçoivent peu de recommandations, les maquettistes ont parfois tendance à sélectionner les documents graphiques en fonction de leur qualité plastique, du format de la publication et des contraintes de la mise en page plutôt que pour leur relation avec le texte.

Chaque document cartographique est composé de deux couches d'informations : le fond et les données. Pour la préparation du fond, le choix de son échelle de réduction, son code graphique... les outils informatiques sont précieux. Depuis déjà plusieurs années, les fonds tracés à la main, qui avaient souvent le défaut de prendre trop d'importance visuelle, ont tendance à être remplacés par des fonds digitaux dont

¹⁵. A propos des documents cartographiques utilisés comme des « illustrations », voir P.-A. Rosental, *Les formalisations spatiales de la mobilité : fragments pour l'histoire longue d'une non-réception*, dans *Genèses*, 29, 1997, p. 75-98.

l'apparence est plus facile à régler. Il est ainsi devenu plus aisé de mettre les données en exergue, même dans le cadre de documents imprimés en noir et blanc. Les fonds digitaux présentent d'autres avantages, ils peuvent facilement être modifiés et réutilisés, ceux qui sont structurés en couches séparés¹⁶ permettent de sélectionner seulement les informations nécessaires, ce qui n'était pas toujours facile avec les fonds dressés à la main. En la matière les plus importants progrès à accomplir au cours des prochaines années concernent le partage de ces fonds. Malgré les efforts louables de quelques établissements¹⁷, il n'existe pas de portail des fonds de cartes et de plans alors même que dans toutes les universités et tous les centres de recherche ces documents sont abondants.

Les documents cartographiques produits pour être exploités comme des outils d'analyse sont assez différents des cartes destinées à être publiées. Alors que les premiers peuvent être multipliés au gré des questions et des corrélations à vérifier, les secondes sont toujours moins nombreuses. Les modes de représentation et les formats sont aussi assez différents : les documents de travail peuvent facilement être imprimés en format A4 et en couleurs tandis que les cartes publiées sont souvent en noir et blanc et de format bien moindre. Enfin, la carte publiée est plutôt une synthèse qu'un inventaire¹⁸. Si les cartes d'inventaire, outil par excellence, sont aisées à produire de manière automatique, une synthèse témoigne d'un point de vue de connaissance. Or, ce point de vue n'est pas celui d'une machine mais l'expression d'un auteur à travers une hiérarchie des informations, une forme d'agrégation des données, un mode de construction des catégories, des choix de codes graphiques... Autrement dit, l'ordinateur constitue sans doute une aide précieuse mais il est incapable de porter un point de vue susceptible de varier avec chaque objet d'étude, chaque problématique.

Publication

La publication scientifique est en pleine mutation ; si la part du numérique est sans cesse croissante, on ignore encore jusqu'où elle s'étendra au cours des prochaines années. Malgré tous les avantages objectifs des supports numériques, il semble que le livre imprimé, comme témoin par son épaisseur d'un volume d'un travail, comme support d'annotations, comme objet rangé dans tel rayon de bibliothèque qui, par les caractéristiques de sa tranche ou la qualité de son papier, se rappelle au souvenir du lecteur, ne soit pas encore désuet. Les paramètres qui jouent dans l'équilibre entre le support papier et le support numérique sont multiples et il ne semble pas envisageable aujourd'hui d'en préjuger.

¹⁶. Dans les documents organisés de cette manière, les informations sont classées par catégories et partagées entre des dossiers – couches - différents. Certains documents comportent un grand nombre de couches qui permettent de composer, en fonction de chaque projet de cartographie, un fond de plan différent adapté aux données à représenter.

¹⁷. On consultera en particulier le site de l'atelier de cartographie de Sciences Po Paris : <http://cartographie.sciences-po.fr/?q=fr/node/9>

¹⁸. L'inventaire est toujours plus brut et, en ce sens plus facile à réaliser mais il convient mieux à un usage au cours du processus de recherche qu'à une publication. Sur la distinction entre ces deux catégories, voir J.-L. Arnaud, *Analyse spatiale, cartographie et histoire urbaine*, Marseille, 2008, p. 113-120.

Les difficultés relatives à la publication sur papier ne sont pas nouvelles et, en matière de cartographie, l'informatique n'a pas apporté de transformations importantes. Il est sans doute devenu plus aisé d'intégrer les documents graphiques dans le corps du texte mais la question du format reste cruciale : les cartes sont toujours trop grandes ou les livres trop petits. Les auteurs se plaignent aussi du volume restreint des documents qu'ils sont autorisés à publier, enfin, il n'est pas toujours possible d'obtenir une impression en couleurs, pourtant parfois indispensable dans la mesure où certaines distinctions sont difficiles à exprimer en noir et blanc. Les publications informatiques (en ligne ou sur CD) offrent des opportunités d'amélioration. La possibilité de publier en couleurs constitue la plus évidente et la plus remarquable d'autant plus qu'elle ne nécessite aucun moyen particulier ou supplémentaire, aussi bien du côté de l'éditeur que de celui du lecteur. En ce qui concerne les formats, ceux des écrans sont peu extensibles mais, je l'ai évoqué plus haut, plusieurs nouveaux outils de visualisation sont assez prometteurs. Il est regrettable que les portails de revues semblent peu intéressés par les possibilités qu'ils offrent et qu'ils ne comportent pas pour le moment d'outils spécifiques performants. On peut attendre des développements en la matière au cours des prochaines années, en particulier avec la publication d'images en format vectoriel qui permet d'agrandir et/ou de rétrécir la zone visualisée sans limite, voire de faire varier certains paramètres¹⁹. Actuellement, la plupart des documents graphiques publiés en ligne avec des articles scientifiques ont été dressés pour être imprimés sur papier, la version en ligne est le sous-produit d'un document qui n'a pas été conçu pour être présenté à travers un écran. Autrement dit, actuellement, l'intégration de nouveaux outils trouve sa limite dans le processus de production ; la plupart des cartes ne sont pas préparées pour un usage qui optimiserait leur publication en ligne. Pour y parvenir dans les meilleures conditions, il serait aussi nécessaire de développer de nouveaux outils d'impression dédiés à cette forme de publication et capables de gérer l'échelle de réduction des sorties²⁰. Enfin, pour être complet, un système de visualisation efficace devra aussi intégrer la possibilité d'annoter les documents ; on est encore loin du compte. Il reste à définir des normes assez simples pour en permettre le partage par une communauté la plus large possible, il n'est pas évident d'y parvenir au cours des dix prochaines années.

Mais, alors qu'en archéologie les grands formats s'imposent, en histoire la possibilité de publier des documents de grande taille risque d'entraîner des pratiques pas toujours souhaitables. En effet, la réduction des formats imposée par les publications sur papier oblige les auteurs à rendre compte de l'information de manière synthétique. La levée de cette obligation est une porte ouverte à la publication de documents bruts au détriment de documents de synthèse plus difficiles à réaliser. Le risque est du même ordre avec le nombre des documents publiés. La sélection imposée par le coût de la publication

¹⁹. Le format SVG (scalable vector graphic) assez prometteur il n'y a pas si longtemps semble être en cours d'abandon. Actuellement les systèmes performants (qu'il s'agisse de Flash développé par Adobe ou de Silverlight développé par Microsoft) nécessitent tous l'installation d'un plugin sur la machine de l'internaute.

²⁰. A cet égard, le site web développé par le ministère des finances pour le cadastre français, est remarquable. Il permet d'imprimer les extraits du plan à une échelle donnée. Voir : <http://www.cadastre.gouv.fr/scpc/accueil.do>.

sur papier n'est pas nécessairement mauvaise, elle oblige les auteurs à s'en tenir à l'essentiel ; la possibilité de publier des documents sans limite de nombre n'est peut-être pas un gain. En tout état de cause, elle risque de faire avancer la connaissance au détriment de la réflexion.

La revue *Mappemonde*, dont la plus grande part des lecteurs sont enseignants de géographie dans les classes secondaires, n'existe plus en version imprimée, elle est uniquement en ligne et, au contraire des revues publiées par des portails ouverts à toutes les disciplines, *Mappemonde* dispose d'un serveur particulier équipé d'outils spécifiques²¹. La revue bénéficie aussi des moyens de mettre en forme la documentation cartographique fournie par les auteurs. Sur cette base, elle a développé un dispositif de publication en ligne de cartes animées : les fonds (le plus souvent des découpages administratifs) sont fixes ce sont les données qui varient, le plus souvent avec le temps de telle manière que l'on peut visualiser à travers des animations de quelques secondes les étapes du passage entre deux états, entre deux moments différents. Ce dispositif présente un intérêt évident pour les historiens, il offre un moyen de rendre compte du temps qui passe et de ses effets. La consultation de ces animations laisse cependant une impression paradoxale de frustration. Alors que l'on dispose enfin des moyens de rendre compte du déroulement du temps, les mouvements de la carte font perdre la possibilité de saisir les recompositions de l'organisation de l'espace : on souhaiterait pouvoir faire des arrêts sur image !

Les animations publiées par *Mappemonde* posent un autre problème. Elles sont construites sur l'hypothèse d'un déroulement régulier des recompositions. Or, on sait qu'un changement d'effectif entre deux dates peut résulter de mouvements opposés - et qui se compensent - bien plus importants que la différence nominale ne le laisse soupçonner. En ce sens, les cartes animées ont pour effet de lisser les mouvements et de donner l'illusion de recompositions qui se déroulent de manière régulière dans le temps alors même que les données ne permettent pas de le vérifier.

Quel avenir pour l'usage de la cartographie en histoire ?

Entre les trois usages de la cartographie en histoire, le second – la cartographie comme outil d'analyse – est celui pour lequel l'informatique a provoqué les progrès les plus importants au cours des dernières années, c'est aussi le moins bien connu des historiens. Ces outils présentent d'autant plus d'intérêt qu'ils sont susceptibles de contribuer à de nouvelles formes d'investigation des sources et au renouvellement des approches. Dans la mesure où les documents cartographiques produits dans ce cadre sont à usage interne, leur aspect revêt peu d'importance. Il n'est pas nécessaire de disposer de compétences particulières en matière de sémiologie graphique pour utiliser la cartographie comme outil d'investigation. Il reste seulement à convaincre les historiens de les adopter. A cet égard, il est sans doute souhaitable d'améliorer la formation des étudiants, pas tant en leur apprenant à utiliser les logiciels qu'en les informant, dès les

²¹. Cette revue, qui, depuis 2004, existe seulement en version électronique, présente plusieurs expériences intéressantes en matière de cartographie. Voir le site : <http://mappemonde.mgm.fr/>.

premières années, quant à leurs fonctionnalités, quant aux possibilités qu'ils offrent et quant à la manière d'organiser les données pour les exploiter avec ces outils²².

Mais, de la même manière que pour l'usage de la statistique, tous les travaux en histoire ne sont pas susceptibles de trouver un intérêt à la cartographie. Seuls ceux pour lesquels l'organisation de l'espace est en jeu – soit au titre de déterminant soit comme résultat –, peuvent être concernés par son usage.

Dans un monde scientifique dominé par la technicité et par l'usage de modèles toujours plus impénétrables (en matière de prédiction en particulier), dans un monde médiatique qui utilise de manière de plus en plus massive les figurations graphiques, l'historien fait sans doute figure de parent pauvre en ce qui concerne l'usage des outils numériques de cartographie. Cependant, le travail des historiens ne s'évalue pas à l'aune de la complexité des outils qu'ils mettent en œuvre. N'oublions pas que les sources peuvent être très laconiques, que les séries sont souvent discontinues ou encore que les catégories de description peuvent varier. Dans ce contexte, l'historien peut être conduit à produire des cartes en collant des gommettes et en coloriant des zones, il gagnera sans doute un peu de temps en utilisant un logiciel de dessin plutôt qu'en taillant ses crayons de couleurs mais, dans de nombreuses situations, il serait aberrant de chercher à utiliser un logiciel plus complexe et de chercher à automatiser les opérations. Pourtant, de nombreux programmes en histoire qui bénéficient de financements importants proposent de développer des systèmes d'informations géographiques. On leur prête d'autant plus volontiers toutes les qualités qu'on n'en connaît mal les modes de fonctionnement et les usages. Mais les outils complexes ont un double effet, ils rassurent les bailleurs de fonds quant aux capacités de ceux qui les mettent en œuvre et - grâce ou à cause de cette complexité - ils nécessitent des financements importants qui ont le même impact sur les bailleurs.

²². Au début des années 2000, trois écoles doctorales d'été consacrées aux usages de la cartographie en histoire des villes ont regroupé une trentaine de doctorants. Elles ont été organisées par la Maison méditerranéenne des sciences de l'homme d'Aix-en-Provence et l'Ecole française de Rome. Plusieurs thèses soutenues par ces étudiants sont redevables à ces formations mais il est encore trop tôt pour évaluer leur impact sur les pratiques des jeunes historiens.