

Thierry Hatt
Professeur agrégé de géographie
Chargé de mission « Valorisation du patrimoine muséal »
Au CRDP d'Alsace
Lycée Fustel de Coulanges
Strasbourg

Décembre 2002

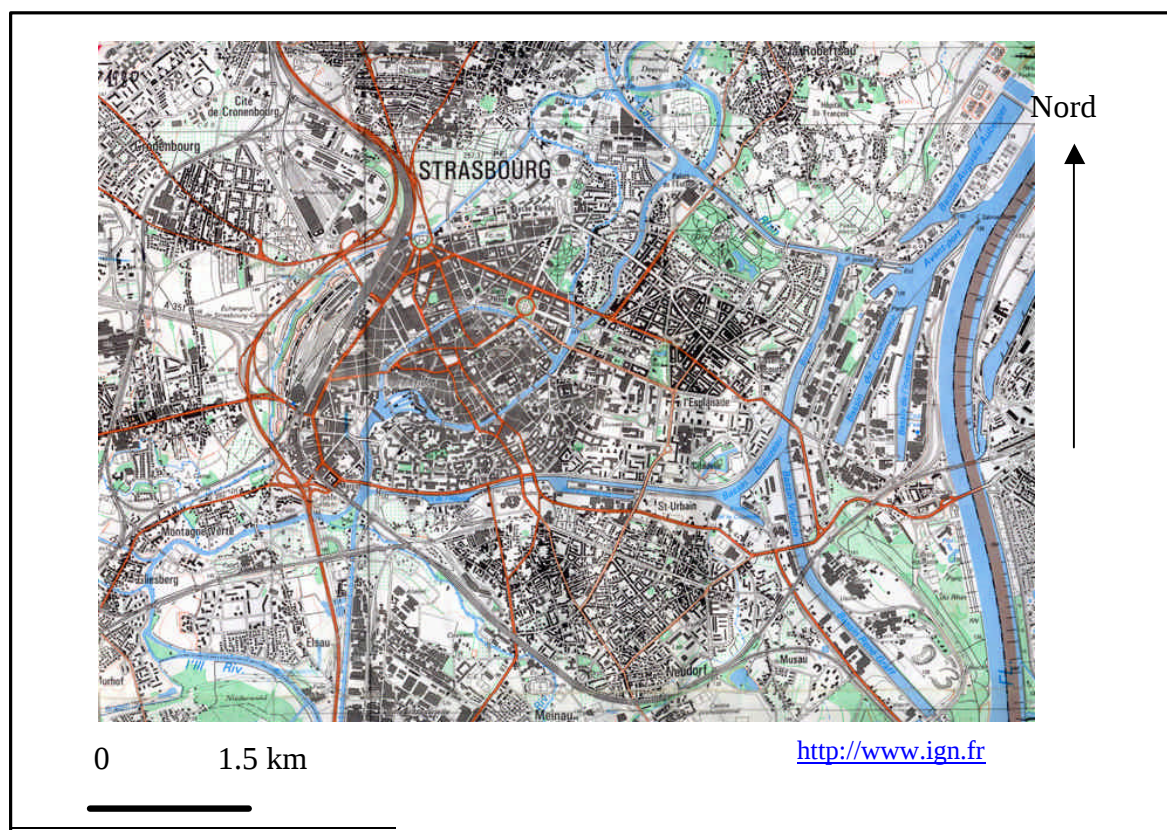
Article pour la Revue d'Alsace

**Construction d'un système d'information géographique historique¹
pour l'histoire urbaine de Strasbourg,
1674-2003²**

¹ Un système d'information géographique ou SIG est un logiciel permettant la superposition en « calques » ou « couches » informatiques d'images, d'information vectorielles, points, lignes, surfaces, couches cartographiques, liées à une ou plusieurs bases de données, c'est aussi le résultat obtenu par cette superposition

² L'ensemble des travaux correspondant à cet article (1600 pages et près de 1500 images) est visible à l'adresse Internet : http://sirius.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/sig-stg/ ou sur le site miroir http://www.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/sig-stg/index.htm

Notre objectif est de superposer dans un référentiel³ géographique unique – un système d'information géographique ou SIG- le plus grand nombre possible de cartes, d'images aériennes ou satellitaires de Strasbourg des débuts de la cartographie en 1674 à 2003. Cette superposition, la plus « exacte »⁴ possible, rend l'étude de l'évolution historique des formes urbaines, du bâti, du contrôle de l'eau, des emprises militaires infiniment plus facile et plus efficace que la simple comparaison, à vue d'œil, des mêmes cartes. La qualité de localisation bien que variable permet des études tout à fait impossibles autrement. Ce type de superposition a déjà été réalisé par Jean-Jacques Schwien⁵ qui a joué ici un rôle pionnier, mais en 1992 seule la superposition de calques transparents réalisés à la main était possible, les ressources de l'informatique n'étaient pas aussi disponibles qu'aujourd'hui. Une des particularités du SIG est de permettre tous les jeux d'échelle : d'une part ramener toutes les images à une même échelle, d'autre part passer aisément de la vue d'ensemble au bâtiment en passant par le quartier. C'est un objectif important de ce travail. Notre domaine d'étude est limité : au port aux pétroles au NE, au Glienberg au SW, à Cronembourg au NW, à l'avant port sud au SE, le fond de carte de référence est le fond IGN de 1980.



³ Ce référentiel classiquement est Lambert II il peut aussi être du type GPS, par exemple WGS 84, ou autre

⁴ Nous expliquons plus loin ce que nous entendons par « exactitude »

⁵ Jean Jacques Schwien, « Documents d'évaluation du patrimoine archéologique des villes de France, Strasbourg », 1992, AFAN, 285 p., l'usage direct des calques en superposition est très difficile et nous proposons une méthode de superposition par composition colorée en imagerie informatique (article à paraître)

I. Les conditions de l'élaboration

A. Les partenariats

Ce projet a pris forme au printemps 2001. Nous avons conclu des accords de partenariat avec les principales institutions qui disposent de documents cartographiques sur le plan local et national, soit une quinzaine. Les termes du contrat sont ainsi définis : le détenteur des sources accorde des facilités de communication des documents et les droits de publication non commerciale sur Internet, en « contrepartie » nous numérisons en haute définition (entre 300 et 600 points par pouce) les ressources cartographiques qui sont nécessaires à la réalisation du projet, ces cartes assemblées sont données ensuite à l'institution.

Nous avons reçu le meilleur accueil⁶ des Archives Municipales de Strasbourg et de la Communauté Urbaine (AMS), des Archives départementales du Bas-Rhin (ADBR), de la Bibliothèque Nationale et Universitaire de Strasbourg (BNUS), du Cabinet des Estampes des Musées de Strasbourg (CE) et du Musée Historique (MH), de la Conservation de l'Inventaire à la Direction Régionale des Affaires culturelles (DRAC) et de l'Ecole Nationale Supérieure des Arts et Industries de Strasbourg (ENSAIS), du Système d'information géographique de la communauté urbaine de Strasbourg (SIG de la CUS). L'Institut Géographique National (IGN) et l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Géographiques (ENSG) nous ont également apporté leur appui en ce qui concerne les photographies aériennes (acquisitions, droits d'usage et cession des droits de publication non commerciale sur l'Internet).

B. Les financements

Le projet est coûteux : les volumes de stockage informatiques nécessaires sont considérables, les tirages papier de qualité très chers. Le financement des cédéroms, le stockage complet du projet requiert 40 cédéroms, et des tirages des images ont été assurés par des opérations académiques ou privées⁷. Le budget total sur deux ans se monte à 18 000 euros.

C. Les conditions techniques

Nous avons tenu à une indépendance technique complète, le contrôle de l'ensemble des étapes de construction nous paraît essentielle pour des raisons à la fois économiques, de délais et de maîtrise scientifique. Cette indépendance repose sur la démocratisation récente des appareils numériques⁸, appareil photographique et numériseur à plat. Le

⁶ Nous remercions ici B. Jordan et L. Perry (AMS), B. van Reeth et A. M. Glessgen (ADBR), G. Littler et F. Storne (BNUS), A. C. Haus (CE), M. Fuchs (MH), F. Boura, B. Parent et J. Erfurth (DRAC), P. Grussenmyer (ENSAIS), G. Carabin, (SIG-CUS), A. Gerard, Y. Ayrault (Ecole d'Architecture), N. Marthe (IGN), J. Denègre (ENSG)

⁷ Académie de Strasbourg : opérations « Lire la Ville », « Classe à projet culturel », Anvar : « Actions innovantes à caractère scientifique et technique », financements du Lycée Fustel et sponsors privés « prix jeunes Sogénal », subvention de la Région Alsace

⁸ Nous avons utilisé un appareil photographique Canon Power Shot G1 de 3.3 M pixels, un numériseur à plat A4 Hewlett Packard scanjet 5400 c.

coût⁹ de ces appareils est devenu très accessibles sans commune mesure avec celui des appareils professionnels, alors que leur qualité est devenue très bonne comparable à celle de bons professionnels. Les logiciels choisis de traitement de l'image et de SIG sont des produits « grand public »¹⁰.

D. Numérisation, assemblage, géo-rectification¹¹

Nous décrivons ailleurs¹² les conditions techniques précises de numérisation d'assemblage et de géo-rectification des images numériques cartographiques. Indiquons simplement un point de méthode important : nous avons choisi d'effectuer seulement des rotations et des changements d'échelle homothétiques¹³. La source documentaire historique doit demeurer la plus proche possible de ce qu'elle est avec ses qualités et ses défauts propres, il faut éviter de reconstruire une carte différente avec des méthodes de géo-rectification qui ne respectent pas cette proportionnalité¹⁴.

La technique est servie mais incontournable dans un tel projet. Nous nous contenterons de souligner quelques contraintes. Les plus grandes cartes ont des tailles métriques, le plan relief de 1725 mesure 11 m x 7 m. La numérisation à haute définition de documents de cette taille rend nécessaire la manipulation de données très volumineuses à la limite de capacité des machines de bureau actuelles. La carte du plan relief de Strasbourg en 1725, (16500 x 8500 pixels¹⁵) représente un volume de 0.4 Go¹⁶, celle de 1836-1863, (18000 x 16000 pixels), un Go. Il est nécessaire de disposer de machines¹⁷ aux normes 2000 tant en vitesse qu'en puissance de stockage.

⁹ Le coût additionné de ces deux appareils grand public est de moins de 2000 euros !

¹⁰ Il s'agit d'Adobe Photoshop version 6.0 et Mapwiewer version 4.0 puis 5.0 de Golden Software, budget des deux logiciels additionnés : moins de mille euros.

¹¹ L'opération de géo-rectification consiste à caler l'image numérique cartographique sur un fond de référence par réduction ou agrandissement et mise au Nord.

¹² « Un SIG pour une cartographie historique de Strasbourg, de la carte à l'immeuble », XYZ, association française de topographie, n° 92, septembre 2002, p. 21-24. Article disponible sur l'Internet à l'adresse :

http://sirius.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/xyz/XYZ_92.pdf

¹³ Homothétique : respectant la proportionnalité en x et en y.

¹⁴ Nous pensons en particulier aux méthodes de déformation de type « caoutchouc » ou « anamorphose » qui dénatureraient le document historique.

¹⁵ Le pixel représente l'unité image élémentaire, pour ces images le pixel permet 16 M de couleurs et codé sur 3 octets.

¹⁶ Go = un giga-octets soit plus d'un milliard d'octets. L'octet est l'unité de base de mesure informatique sur les machines de bureau actuelles

¹⁷ Nous avons utilisé un Pentium II à 400 MHz, mémoire vive de 384 Mo, plusieurs disques durs de 60 Go.

II. Les sources cartographiques

Strasbourg est une ville frontière d'intérêt stratégique aussi sa couverture cartographique est-elle abondante. Nous avons numérisé une soixantaine de cartes¹⁸ sur la centaine étudiée, loin d'épuiser la documentation disponible. Parmi les cartes essentielles que nous utilisons, on trouve : le plan de 1744 dont nous parlons plus loin, le plan Blondel de 1765¹⁹, le plan Villot de 1829²⁰, les plans fournis dans Seyboth²¹, des plans cadastraux comme celui de 1830-40, etc. L'un des premiers documents cartographiques est le plan de Heer de 1674 aux AMS, il est inaccessible, en restauration et sera intégré ultérieurement au SIG. Nous avons essayé de redresser le plan Morant²² de 1548, c'eût été possible à condition de déroger au principe de conservation du document « exact » que nous avons établi. Nous l'avons donc conservé pour les informations qu'il contient mais il n'est pas superposable aux autres cartes. Le premier document retenu est ainsi la carte de Laguille²³, 1680, publiée en 1727, dont un original se trouve à la BNUS et qui présente un état de la ville dans ses murailles avant la conquête de Louis XIV, Schoepflin²⁴ en fournit une copie en 1761. Nous présentons ici quatre documents dont trois sont inédits. Ils donnent une idée de l'éventail disponible.

¹⁸ Un très large éventail des sources cartographiques, avant et après géo-rectification est présenté à l'adresse Internet :

http://www.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/sig-stg/collection-cartes-stg/sources-carto-avant.htm et

http://www.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/sig-stg/sources-carto-apres.htm

¹⁹ Nous avons utilisé la très belle copie en dix feuilles et une réduction réalisée par l'Ecole d'Architecture de Strasbourg sous la direction d'Annelise Gérard et Yves Ayrault

²⁰ Nous avons utilisé la très belle copie et un assemblage général réduit réalisés par l'Ecole d'Architecture de Strasbourg sous la direction d'Annelise Gérard et Yves Ayrault

²¹ Seyboth, Adolph, « Strasbourg historique et pittoresque depuis son origine jusqu'en 1870 », Strasbourg : Imprimerie alsacienne, 1894. - 43 pl. ; 2 plans en 4 parties ; 34,7 cm (M 9 261), « Plan de la ville de Strasbourg en 1852 avec indication des numéros de toutes les maisons selon le numérotage de 1858 », 4 feuilles., 26,3 x 38,8 cm ; 33,9 x 46,7 cm

²² Liliane Châtelet-Lange, « Strasbourg en 1548, le plan de Conrad Morant », Presses Universitaires de Strasbourg, 2001, 163 p. carte de 73 x 60 cm. L'original est à Nuremberg.

²³ Laguille, Louis. « Histoire d'Alsace depuis Jules César jusqu'au mariage de Louis XV ». - Strasbourg : Jean-Renaud Doulssecker, 1727 (M 3 196) p. 264, « Le plan de la ville de Strasbourg comme elle a esté en 1680 »

²⁴ Schoepflin Daniel Jo. » *Alsatia illustrata germanica gallica tomus II* », Ex typographia regiae Colmariae 1761, in octavo, 748 pages, index, tables des illustrations cartes de Strasbourg (Argentina, p. 288) pour 1680 et 1761, vignettes de 20x28 cm (1680) et 14x28 (1761), bibliothèque du Lycée Fustel de Coulanges

A. La carte de 1744²⁵

La BNUS possède deux cartes, une de très grand format, (MS-3-904, 2 m x 1.3 m), en très mauvais état. Pliable en quatre morceaux, probablement destinée à des exposés devant un public (?), elle a beaucoup souffert la date, 1744, est bien lisible dans le cartouche du titre. Une autre carte de plus petite taille, M-Carte-1224²⁶, peut être datée avec une bonne certitude, par comparaison avec la première : mêmes graphismes cartographiques, même légende avec numéros identiques. Il s'agit de très belles réalisations cartographiques en couleur. Elles ont peut-être été préparées à l'occasion de la visite de Louis XV à Strasbourg. Cette carte a déjà été publiée en noir et blanc sans autre exploitation²⁷.



Carte de Strasbourg, probablement de 1744, BNUS, M-Carte-1224

B. La carte issue du traitement des photographies aériennes verticales du plan relief de 1725

Nous avons réalisé, en partenariat avec la DRAC²⁸ et les musées de Strasbourg dont le Musée Historique, plusieurs campagnes photographiques²⁹ de sauvegarde du plan relief

²⁵ 1. Carte de 1744 datée de grand format « Plan de la ville et citadelle de Strasbourg avec leurs environs », édition : S.l : s.n., description : 1 plan manuscrit colorié; 134,5 x 213,3 cm; 141,5 x 221,5 cm, cote MS.3.904, plan très abîmé, très grand qui a manifestement beaucoup servi, inutilisable par la cartographie mais permet de dater M carte 1224 par comparaison.

2. Carte de 1744 de petit format, « Plan de la ville, et citadelle de Strasbourg, avec leurs environs », édition : [S. l.] : [s. n.], [1750?], description : 1 plan : entoilé et col. ; 75 x 62 cm, sur feuille 94 x 65 cm ; M.Carte.1.224.

²⁶ On peut voir une image plus grande de ces deux cartes à l'adresse :

http://www.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/sig-stg/collection-cartes-stg/sources-carto-avant.htm

²⁷ «Ouvrage coll., « Histoire de la ville de Strasbourg des origines à nos jours », t III, p. 458-459

²⁸ Photographes : Jean Erfurth et Thierry Hatt

de 1725 avant son départ en restauration. Parmi ces campagnes, deux ont consisté à photographier à la verticale le plan relief. On peut construire une image cartographique à partir de ces photos, l'assemblage est délicat à réaliser, nous l'avons établi pour quelques quartiers, l'Esplanade, le Marais-Vert, le Faubourg Blanc, la Krutenau³⁰, l'ellipse insulaire³¹ :



Plan de 1725, musée de Strasbourg, vue aérienne de l'ellipse insulaire, avant géo-rectification

C. Le cadastre Napoléon

Ce document, qualifié de « cadastre Napoléon » est détenu par les services du SIG de la CUS³². Il s'agit d'un état évolutif en plusieurs volumes surchargés dont les dernières mises à jour datent des débuts de la mise en place de la gare de chemin de fer soit des années 1840. Sa photographie est délicate : la reliure déforme les pages en créant des zones d'ombre qui rendent les images difficiles à lire. Il est possible de numériser ces pages mais seule une exploitation graphique vectorielle³³ est réalisable. Autre difficulté, ce document est grand. Le centre ville à lui seul représente 26 numérisations en A4. L'information contenue sur les limites du bâti est en revanche éminemment précieuse.

²⁹ Un premier éventail de 1400 images du plan classées par quartier, vues d'ensemble, aériennes etc ... est visible à l'adresse : http://www.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/images-plan-1725/

³⁰ On trouvera les premiers éléments de critique des qualités planimétriques du plan à l'adresse : http://sirius.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/ellipse-qualite/

³¹ Ces vues aériennes sont visibles à l'adresse : http://www.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/images-plan-1725/utilitaires/vues-aeriennes.htm

³² Système d'information géographique de la communauté urbaine de Strasbourg

³³ Les « vecteurs graphiques », points, lignes et surfaces, sont tracés dans une « couche » du logiciel de SIG en s'appuyant sur le fond de l'imagerie géo-rectifiée, une fois dessinés ils peuvent être associés à tout autre fond, pixel ou vecteur.

D. La carte issue du traitement numérique des photographies aériennes verticales de la DRAC³⁴.

Jean Erfurth, photographe à la Drac a eu l'idée heureuse de photographier à la verticale les tables démontées du plan relief de Strasbourg, 1836-1863, lors du prêt de ce plan à la ville dans les années 1980. Nous avons numérisé, assemblé et géo-rectifié les images pour obtenir une carte inédite de la ville en 1863.



Vue aérienne du plan relief de Strasbourg, 1836-1863

Cette image est d'autant plus précieuse que le plan de 1836-63 est actuellement en caisse au Musée des Plans Relief des Invalides et que sa consultation est impossible pour une durée indéterminée.

III. Premiers résultats

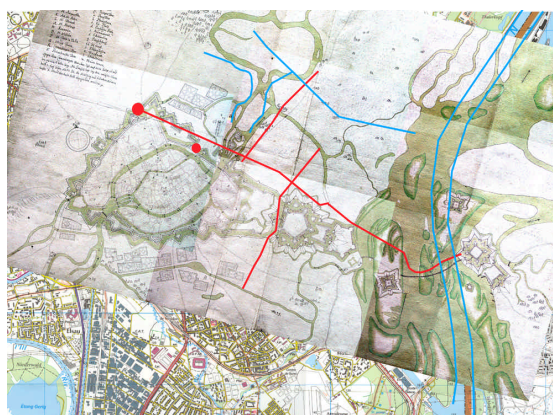
L'intérêt du système d'information géographique est double : qualité des repérages absolus à travers les époques et possibilités de changer les échelles, de la vue d'ensemble au bâtiment. Nous avons étudié plusieurs thèmes : le contrôle de l'eau, l'emprise militaire, les « espaces verts », le bâti. Ces thèmes ont abordés à trois échelles, totalité de la zone d'étude, échelle des quartiers et des rues. Pour cette dernière échelle nous donnerons l'exemple de la rue des Veaux, témoignage d'une longue stabilité du parcellaire, du faubourg de Pierre, inséré dans le quartier du Marais-vert sujet à de profonds changements.

³⁴ Ces images prises à la verticale sont visibles à l'adresse :

http://www.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/sig-stg/drac-1836/index.htm

A. Qualité et intérêt des repérages absolus à toutes les échelles

Une fois les cartes assemblées et géo-rectifiées, il est possible de superposer des informations de dates différentes, de placer des repères actuels sur un fond ancien, par exemple les voies principales, ou bien de représenter un phénomène ancien sur une carte actuelle, par exemple le contrôle de l'eau à une certaine date. Cet aspect du SIG est particulièrement important pour le repérage dans les zones de la carte profondément transformées comme le Nord de la Krutenau ou le Marais-Vert. Repères de voirie actuelle sur un fond ancien : on a représenté sur le fond de 1690³⁵, les axes de l'avenue de Vosges et de la Forêt Noire, le passage actuel du Rhin jusqu'à Kehl, le boulevard de la Marne prolongé au Sud par l'avenue du Général de Gaulle et le pont Churchill, l'allée de la Robertsau vers le Nord, le tracé actuel du Rhin, de l'Ill, du canal de la Marne au Rhin. Ce repérage est d'une grande efficacité pour améliorer la lisibilité des cartes anciennes.

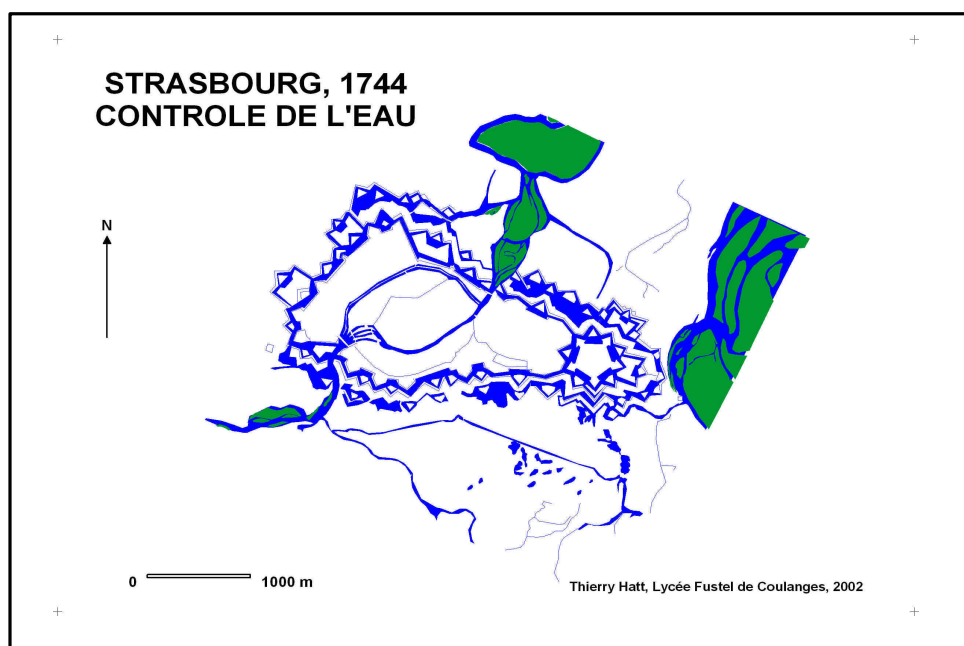


Carte de 1690, géo-rectifiée et repérages sur le fond IGN 1999

B. Etudes thématiques d'ensemble

Le contrôle de l'eau est stratégique à Strasbourg, utilisé comme arme de défense par les ingénieurs hydrauliciens en particulier à l'époque de Vauban. Les fossés des fortifications peuvent être ennoyés, les marais du Sud de la ville sont entretenus à des fins de défense, on peut imaginer que la plaine était malsaine et paludéenne quand on mesure l'importance des eaux par rapport à aujourd'hui. Nous donnons l'exemple de 1744, l'eau est tracée en mode graphique « vectoriel »

³⁵ Cabinet des Estampes



En dessinant ces tracés de l'eau sur chaque carte³⁶ géo-rectifiée; à la même échelle, il est possible, avec des techniques d'animation élémentaires de construire un petit film de l'évolution de chaque phénomène observé, eau, bâti, espaces verts, emprise militaire³⁷.

C. Etude des quartiers

Première utilisation du changement d'échelle, rapprochons nous des détails d'un quartier. Nous donnons ici l'exemple du quartier compris entre le faubourg de Pierre et le Faubourg de Saverne. Cet espace reste très longtemps une zone maraîchère importante pour la ville. Soixante et onze jardiniers chefs de famille y habitent en 1789³⁸ sur les 165 recensés dans la ville.

³⁶ On trouvera des exemples d'études du contrôle de l'eau, des espaces verts et de l'emprise militaire beaucoup plus nombreux à l'adresse :

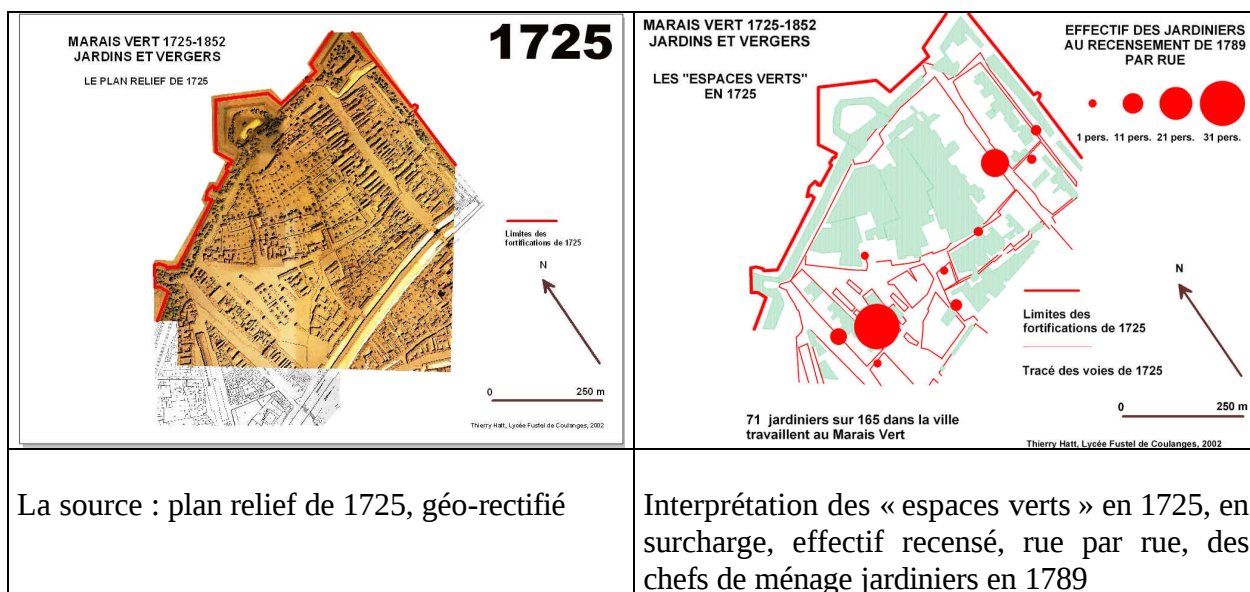
http://www.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/sig-stg/eaux.htm et

http://www.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/sig-stg-eleves/index.htm

³⁷ On trouvera de telles animations vidéos, qui ne peuvent évidemment être présentées ici, à l'adresse :

http://www.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/sig-stg-eleves/index.htm

³⁸ Exploitation de la base de données de 12 000 personnes issue du DEA de Marie-Noël Hatt-Diener, « Un recensement des Strasbourgeois en 1789 », Université Marc Bloch, Centre de Recherche Historique sur la Ville, Strasbourg, 1992, 290 p.



D. Dernier changement d'échelle : le détail du bâtiment

Nous donnons l'exemple de la rue des Veaux³⁹, modèle de stabilité parcellaire jusqu'aux bombardements de 1944. On peut espérer sur le SIG géo-rectifié superposer les parcelles, déterminer celles qui ont changé, celles dont la continuité est possible, y associer les bases de données émanant d'autres travaux de manière à donner un contenu social aux parcelles et aux maisons. La comparaison des parcelles du versant côté rivière de la rue permet de constater le maintien du parcellaire bâti autour de cours rectangulaires et des jardins au bord de l'eau. En façade sur l'Ill entre la ruelle de l'Abreuvoir et le pont Saint Guillaume, on reconnaît qu'il ne demeure plus qu'un seul immeuble du XVIII^e siècle comme le montrent les figures suivantes. Malgré ces changements au sein des parcelles bâties, l'allure générale de la rue a été largement conservée sauf à l'emplacement de l'école maternelle où les bombardements de 1944 ont fait une large trouée qui a été maintenue ouverte.

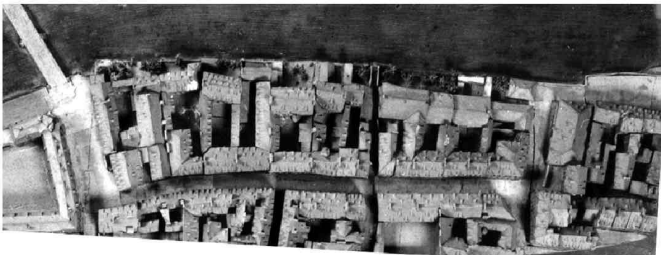
³⁹ Cet exemple est développé à l'adresse :

http://sirius.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/images-plan-1725/rue-des-veaux/index.htm

Thierry Hatt,

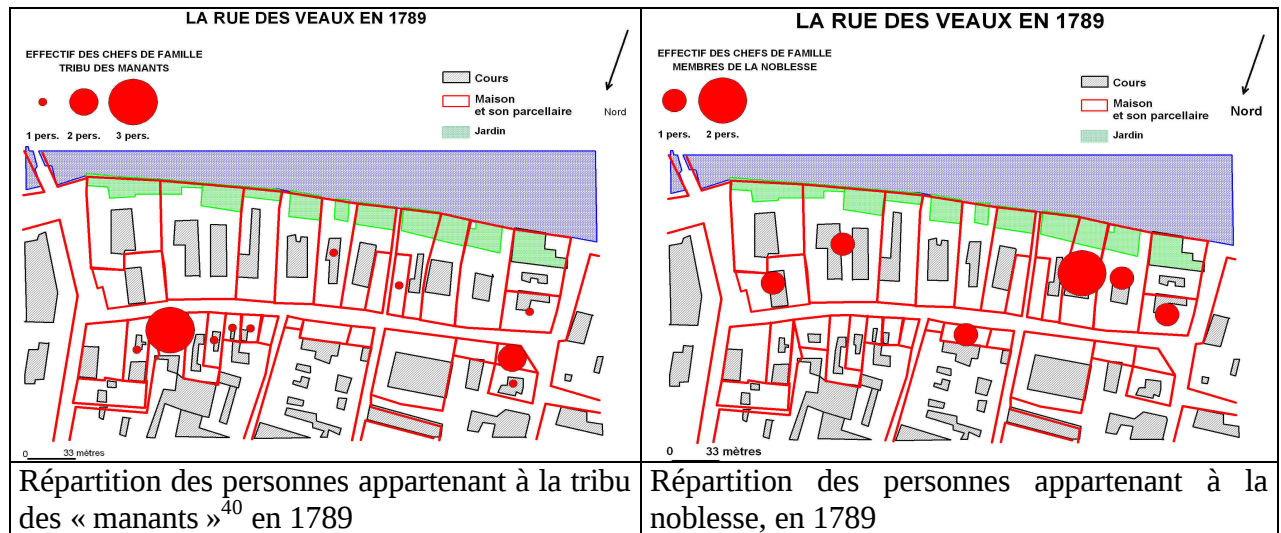
« Construction d'un système d'information géographique historique pour l'histoire urbaine de Strasbourg, 1674-2002 »,

Revue d'Alsace 11/11

1725  1836  2002 	1725  1863  2002 	1725  1836  2002 
Sources documentaires : images cartographiques ou photographies aériennes de la rue des Veaux, géo-rectifiées, de 1725 à 2002	Limites du bâti sur les fonds géo-rectifiés	Immeuble à avant corps seule trace du XVIII^e en 2002, existe déjà sur le plan de 1725

Thierry Hatt,
« Construction d'un système d'information géographique historique pour l'histoire urbaine de Strasbourg, 1674-2002 »,
Revue d'Alsace

L'étude détaillée des parcelles à partir du recensement de 1789 montre l'opposition des catégories juridiques et sociales entre le côté ville et le côté rivière, cette carte est construite à partir des bases de données associées au SIG :



IV. Conclusion

Nous avons essayé de donner la mesure de l'enrichissement qu'apporte cette méthode d'étude de documents historiques courants, les cartes de la ville. La numérisation de ces sources primaires anciennes, fragiles et peu accessibles, leur donne une dimension et une disponibilité nouvelles. Les cartes, dans le système d'information géographique, quand elles sont géo-rectifiées, superposables et susceptibles de changements d'échelle, prennent un intérêt tout à fait nouveau. Les études d'ensemble, où les détails sont inutiles, peuvent être combinées avec des études cadastrales fines où la vue d'ensemble est perdue mais où la démonstration peut être étayée en s'appuyant sur les résultats de bases de données de recensement individuel, le retour à la vue d'ensemble étant toujours possible.

Le caractère numérique de la réalisation facilite la publication scientifique ainsi que la diffusion, en particulier sur l'Internet, ce qui donne toute sa dimension à l'effort de construction du système d'information géographique.

La construction de ce système d'information géographique historique sur Strasbourg est en cours, ce travail ayant été commencé en 2001, les développements de 2002 concernent l'ajout de cartes complémentaires anciennes, l'exploration des photographies aériennes et des images satellitales de 1932 à 2003⁴¹.

⁴⁰ Manants : catégorie juridique propre à Strasbourg, disposant de ses règles propres, tribunaux particuliers, par exemple, et qui ne bénéficiaient pas des droits de bourgeoisie complets.

⁴¹ Il est également prévu d'y associer les cadastres disponibles à des dates régulières