

Un système d'information géographique pour une cartographie historique de Strasbourg, de la carte à l'immeuble⁽¹⁾

■ **Thierry HATT**

Le travail présenté ici a deux objectifs liés : l'un scientifique l'autre pédagogique.

La première idée consiste à réaliser un SIG de nature historique qui superpose dans un même référentiel géographique un ensemble de cartes de la ville de Strasbourg couvrant la période la plus longue possible, concrètement de la fin du XVII^e au XXI^e siècle, de manière à mesurer les évolutions urbaines à toutes les échelles spatiales, de la carte d'ensemble à l'immeuble. Ce type de travail n'a jamais été fait pour Strasbourg. Le seul qui puisse lui être comparé est la vaste compilation de données archéologiques réalisée pour le compte du ministère de la culture par J. J. Schwiens⁽²⁾ en 1992, elle est réalisée sur des calques et non pas sur support informatique.

La deuxième idée est pédagogique : comment impliquer des classes de second cycle dans l'utilisation de ces documents et réaliser avec eux une étude urbaine globale et de détail sur la totalité de la période ?

Un projet scientifique

■ Objectifs, partenaires et moyens

Il s'agit de créer un système d'information géographique historique comparatif du XVII^e au XXI^e siècle. La superposition des cartes historiques dans un tel système informatique est seule susceptible de permettre des comparaisons de qualité. L'efficacité de la comparaison de cartes superposables à la même échelle est sans commune mesure avec la comparaison simultanée de cartes posées les unes à côté des autres. Seul le SIG permet de réaliser une telle opération.

Ce projet a intéressé tous les partenaires consultés, en particulier ceux qui disposent des documents cartographiques sources. Ils ont mis à ma disposition les fonds cartographiques anciens : la Bibliothèque Nationale Universitaire de Strasbourg (BNUS, 28 cartes), les Archives départementales (ADBR, 22 cartes) et municipales (AMS, 6 cartes) et le cabinet des Estampes des Musées de Strasbourg (20 cartes). Leur contribution est essentielle soit par des financements directs (Rectorat) soit par des financements indirects (dons de documents cartographiques récents, CUS⁽³⁾, cession gracieuse de droits, IGN⁽⁴⁾). L'opération prévue sur deux ans représente des frais

importants pour un lycée : le budget 2001-2002 est de 12 000 euros qui inclut les dépenses d'ordre pédagogique mais pas le prix du travail. Une bonne partie a été financée par les prix⁽⁵⁾ dont le projet a été lauréat.

■ Les sources documentaires, la question des droits de reproduction

Sources cartographiques

La numérisation des cartes anciennes de la BNUS, des AMS, des ADBR, aboutit à plus de 80 cartes, résultat de l'assemblage pour chaque carte d'une dizaine de sous-ensemble photographiques en moyenne. Beaucoup de cartes sont déjà connues mais certaines, comme celle de 1744⁽⁶⁾ n'ont jamais été

publiées en tout cas en couleurs. La plus ancienne que nous ayons traitée est datée de 1680, la voici avant et après géo-rectification sur le fond de 1980 (figure ci-dessous).

Sources photographiques anciennes et actuelles

Pour ce qui concerne l'échelle la plus fine, le bâtiment, nous avons procédé à la numérisation de photographies des plans relief⁽⁷⁾ de 1725 et 1836 disponibles à la DRAC⁽⁸⁾ et aux AMS ainsi qu'à la numérisation de photographies anciennes de la ville 1840-1910 issues des AMS et d'une collection privée de cartes postales anciennes et, pour assurer la comparaison avec la ville actuelle des photographies numériques de la ville en 2002⁽⁹⁾.



- La question des droits a été résolue par négociation directe avec les partenaires, BNUS, AMS, IGN, tous les droits d'utilisation en classe et de reproduction sur Internet ont été obtenus.

Les procédures

Nous avons souhaité, ne serait-ce que pour des raisons financières, pour des raisons de temps passé aussi, n'utiliser que des matériels grand public, numériseur à plat⁽¹⁰⁾, appareil photo bon marché. Nous avons mis au point une procédure, décrite en partie dans le schéma "Etapas d'élaboration des cartes géo-rectifiées".

Photographie et montage

Il est évidemment interdit de numériser à plat ces documents anciens aussi avons-nous photographié les cartes, de préférence en lumière naturelle, sur pied, avec appareil mis à niveau. Cette opération s'est révélée assez difficile, les documents sont rarement plats, or la photographie accentue les ombres, ils sont déformés ou déchirés, parfois entoîlés par petites coupures créant des espaces qu'il faut combler ultérieurement par logiciel. Le remontage des images photographiques n'a été possible par logiciel automatique que très rarement. Il a donc fallu remonter "à la main" des centaines de photographies, près de 800, pour obtenir les cartes complètes. Un des grands intérêts de la photographie numérique est de pouvoir vérifier immédiatement le résultat sur place et donc de reprendre sans délai les photographies ratées, à condition bien sûr de disposer d'un ordinateur sur place pour transférer et traiter les images.

Géo-rectification

La recherche de repères communs

Pour réaliser la rectification, mise à l'échelle et mise au Nord, il faut des repères communs à la carte ancienne et à la carte moderne. Nous avons choisi comme carte de référence la carte IGN de 1980 car celles de 1997 et de 2000 ont des caractéristiques graphiques qui ne conviennent pas à notre travail. On remarque que ces repères communs pour les cartes les plus anciennes sont peu nombreux et exclusivement intra-urbains ; les églises offrent des repères sûrs, quelques voies telles que le fau-

ETAPES D'ELABORATION DES CARTES GEO RECTIFIEES

Photographie sur pied, avec appareil photographique numérique à niveau des cartes par morceaux avec recouvrement⁽¹⁷⁾, exemple d'une partie de la carte de 1744



Assemblage des images par logiciel⁽¹⁸⁾, en cas d'échec, assemblage "à la main"⁽¹⁹⁾



Géo-rectification "manuelle" de l'image sur fond repéré de l'IGN 1980 avec Photoshop 6.0



Comme nous disposons de multiples points chronologiques, il est assez aisé de réaliser le "film" de l'évolution pour les différents thèmes. On trouvera ces animations à l'adresse : http://sirius.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/sig-stg-eleves/index.htm.

La qualité des comparaisons obtenues peut être montrée sur un dernier exemple :



Carte de 1680 sur le fond IGN de 1980

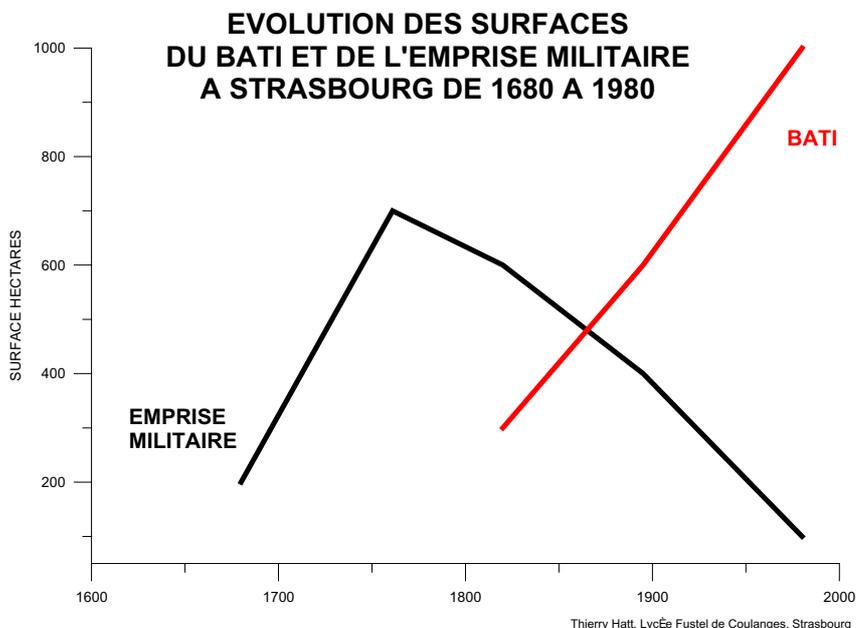
bourg de Pierre ou le faubourg de Saverne aussi, le cours de la rivière Ill à un moindre degré car son cours a été largement modifié au cours du temps. Le Rhin n'a aucune stabilité et la citadelle de Vauban, après 1700 est le seul repère fiable à l'Est de la ville.

Mise à l'échelle et au Nord

La tâche s'est révélée d'une difficulté inattendue. Notre première démarche a été d'utiliser un SIG pour cette rectification. Il s'agit d'un logiciel universitaire américain Idrisi⁽¹¹⁾. Le travail est d'une grande lourdeur, il faut repérer des coordonnées x, y communes aux deux cartes pour effectuer la transformation, plusieurs dizaines de couples doivent être relevés, ce qui est très difficile à trouver sur ce type de documents, ceci fait, les calculs sont relativement longs⁽¹²⁾, les résultats assez décevants. Après un bref passage par Didger⁽¹³⁾ dont le module de rectification n'a pas donné satisfaction nous avons décidé de procéder autrement. Nous avons utilisé Photoshop⁽¹⁴⁾ qui s'est parfaitement prêté à l'exercice si l'on met à part les problèmes posés par le volume des fichiers (1 Go pour la vue aérienne du plan relief de 1836 !). Une couche du logiciel est réservée aux points repères communs à la carte source ancienne et à la carte de 1980, il est ensuite assez aisé de faire les rotations et les transformations linéaires nécessaires avec la couche cartographique.

Les erreurs cartographiques

Les erreurs sont importantes et nous ont gêné : la précision du document de départ est faible, l'optique de l'appareil photo déforme, les erreurs de recollage sont inévitables, la superposition cartographique est donc parfois assez médiocre. Dans certains cas il a fallu carrément couper la carte ancienne, car elle était faussée de plusieurs kilomètres pour le positionnement d'un élément, par exemple la carte des dégâts de 1870 pour la citadelle par rapport à la ville. Cette imprécision est acceptable pour les vues d'ensemble elle ne l'est plus pour les vues de détail. L'imprécision des documents originaux impose des rectifications locales pour passer des petites échelles aux plus grandes ce qui limite l'avantage du SIG.

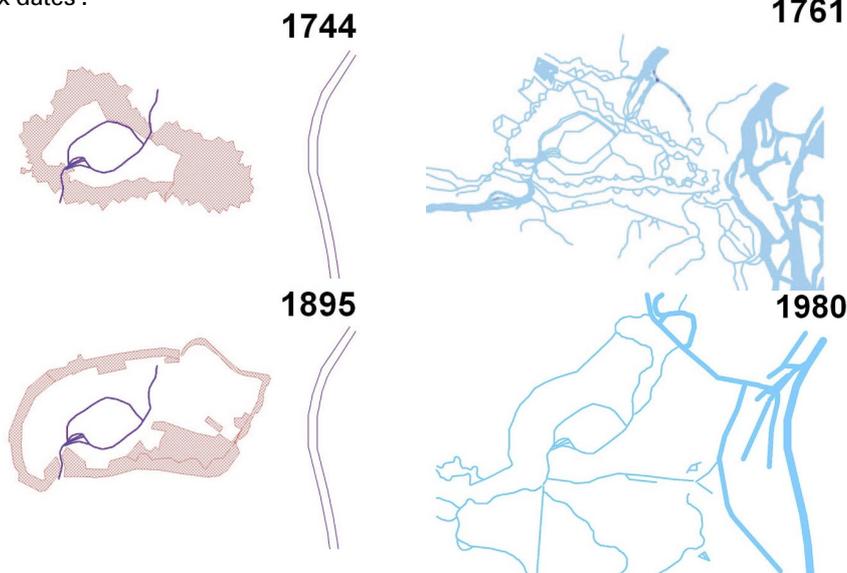


Le système d'information géographique

Nous avons d'abord travaillé avec Idrisi puis nous avons choisi Mapviewer⁽¹⁵⁾ qui nous a apporté pleine satisfaction. Nous stockons pour commencer les fonds cartographiques anciens rectifiés puis les couches suivantes sont vouées aux thèmes étudiés : l'eau, l'emprise militaire, l'évolution du bâti, les espaces verts⁽¹⁶⁾. Toutes les cartes sont ensuite insérées dans le même référentiel, UTM GPS WGS84. On poursuit par le traitement vectoriel de l'information des cartes sources.

Le SIG permet ensuite toutes les comparaisons par exemple l'évolution de la surface de l'emprise militaire à travers le temps (voir graphique ci-dessus).

Voici l'exemple de l'emprise militaire à deux dates :

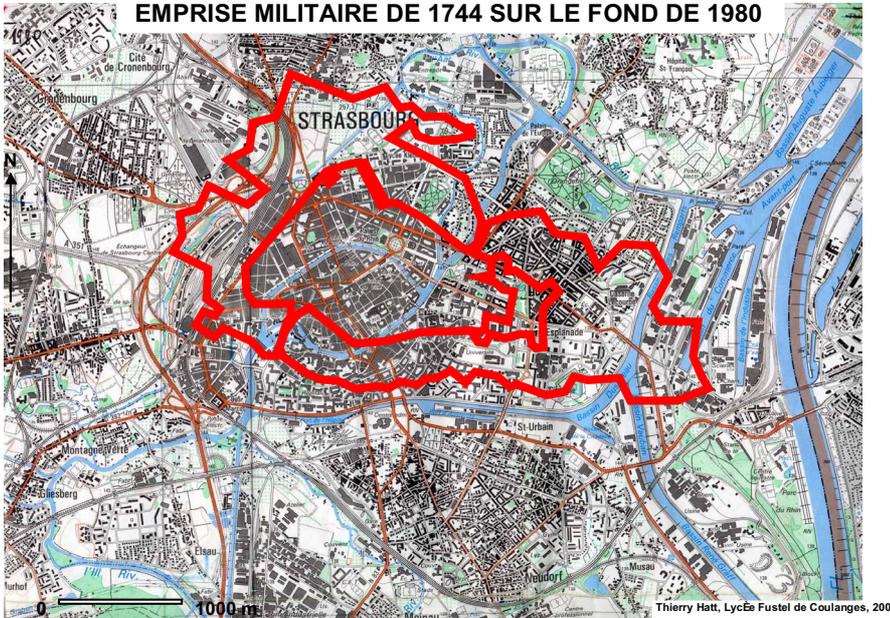


Le problème du volume des données, 40 cédéroms !

Les cartes obtenues par montage ont une taille de l'ordre de 5000 x 5000 pixels sur 24 bits, leur encombrement est donc énorme, il a fallu utiliser une compression jpeg, modérée pour ne pas perdre trop d'information tout en limitant l'encombrement. Malgré cette opération nécessaire, le volume des données manipulées dans ce projet crée un véritable problème, en août 2002, les données représentent 24 Go et 15000 fichiers (données sources et données transformées ainsi que les sites Internet), la sauvegarde, très lourde, occupe 40 cédéroms ! Les fichiers Photoshop.psd sont les plus probléma-

Evolution du contrôle de l'eau :

STRASBOURG EMPRISE MILITAIRE DE 1744 SUR LE FOND DE 1980



<http://www.ign.fr>

tiques certains d'entre eux ne tiennent pas sur un seul cédérom et résistent à la compression de sorte qu'il a fallu segmenter les données par période. L'absence de graveur de DVD bon marché a été très gênante.

Un projet pédagogique

Le deuxième objectif est de faire déboucher ce SIG sur un travail avec des classes. Ceci a rendu nécessaire des approches pédagogiques complémentaires, par exemple les cheminements urbains⁽²⁰⁾, de la carte à l'immeuble. Pour rendre le travail plus concret plusieurs cheminements ont été organisés pour les élèves et des photos numériques de Strasbourg en 2002 ont été prises avec eux pour comparer avec le bâti ancien. Les élèves ont ensuite élaboré sous notre maîtrise des cartes thématiques qui ont fourni la base d'un site Internet⁽²¹⁾. Tous les éléments du dossier étant numériques il était assez aisé de placer sur l'Intranet du lycée (pour les élèves qui ne disposent pas d'Internet à la maison) et sur Internet, tous les documents de travail textuels et cartographiques en couleur, cartes sources, cartes redressées, photos des plans relief, photos anciennes, photos actuelles, zooms sur les quartiers étudiés. La démarche avec la classe était la suivante : réalisations à la main, par équipe, sur les fonds de carte A3 fournis des tracés par thèmes, l'eau, les espaces verts, le bâti, les fortifications, numérisation de ces travaux par

les élèves les structures informatiques étant fournies par le professeur, mise en page avec Photoshop, finition avec Dreamweaver⁽²²⁾.

Conclusion

Ce travail est original, il permet de mettre en valeur par comparaison les grandes dates de l'évolution urbaine de Strasbourg à toutes les échelles spatiales avec une aisance impossible à obtenir autrement. La possibilité de fournir à des étudiants les fonds de carte à la même échelle autorise des travaux d'une grande richesse. Ce travail se poursuit en 2002-2003 sur le thème de "Strasbourg, du satellite à la carte". Nous mettrons en SIG les missions satellites et aériennes depuis 1932 pour élaborer un travail du même type que celui poursuivi cette année avec les cartes anciennes. ●

Contact

Thierry Hatt,
professeur agrégé de géographie,
Lycée Fustel de Coulanges,
1, place du Château, 67000 Strasbourg

Références

- 1 L'ensemble des travaux présenté est visible à l'adresse Internet : http://sirius.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/sig-stg/
- 2 **Jean Jacques Schwien**, "Documents d'évaluation du patrimoine archéologique des villes de France, Strasbourg", 1992, AFAN, 285 p.
- 3 Communauté Urbaine de Strasbourg
- 4 Institut Géographique National, <http://www.ign.fr>

5 "Actions innovantes à caractère scientifique et technique" et "Lire la Ville" - Rectorat de Strasbourg -, "Prix Jeunes Société Générale"

6 Plan de la ville, et citadelle de Strasbourg, avec leurs environs., édition : [S. I.] : [s. n.], [1750?]. description : 1 plan : entoilé et col. ; 75 x 62 cm, sur file 94 x 65 cm ; M. Carte. 1.224. Datée de 1744 par comparaison avec ms3904 (même légende avec les mêmes numéros repères, mêmes graphismes cartographiques) BNUS

7 Voir à l'adresse : http://sirius.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/sig-stg/index-plans-relief.htm , près de huit cent photographies de la ville ancienne

8 Direction Régionale des Affaires Culturelles

9 Voir à l'adresse : http://sirius.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/sig-stg-eleves/cheminement-1/index-cheminements.htm

10 Nous avons utilisé le Scanjet 5400c de Hewlett-packard avec hp Precision scan pro 3.13

11 Idrisi 32 release 02 de l'Université Clark du Massachusset, <http://www.clarklabs.org/>

12 Nous avons utilisé une machine équipée d'un Pentium II à 400 Mhz, d'une mémoire vive de 256 Mo, de 2 disques durs de 20 Go et d'un disque de 60 Go

13 Didger 3.0 de Golden Software, <http://www.goldensoftware.com/>

14 Photoshop 6.0 release 0.1, <http://www.adobe.fr/>

15 Mapviewer 4.0 de Golden Software

16 L'ensemble des études thématiques est accessible à l'adresse : http://sirius.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/sig-stg/

17 Nous avons utilisé un Canon Power Shot G1 optique 34/102 mm, 3.24 M de pixels

18 Photostitch 3.1 de Canon ou Panorama Factory de Smoky City Design

19 Dans ce cas nous avons travaillé avec Photoshop 6.0

20 Visibles à l'adresse : http://sirius.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/sig-stg-eleves/cheminement-1/index-cheminements.htm

21 Ces résultats sont visibles à l'adresse : http://sirius.ac-strasbourg.fr/microsites/hist_geo01/sig-stg-eleves/index.htm

22 Dreamweaver 4.0 de Macromédia, <http://www.macromedia.com/>

ABSTRACT