

GeoGarage, serveur d'images spatiales

Peio Elissalde, Magic Instinct Software

Une application de webmapping

La géomatique traditionnelle a souvent été considérée comme une méthode sophistiquée pour la production de cartes géographiques, réservée à un univers de spécialistes et utilisant un modèle économique issu de l'économie traditionnelle. La récente arrivée sur la scène de la géomatique des trois leaders de l'Internet a secoué la discipline en bousculant certains concepts relatifs aux trois activités distinctes de la géomatique que sont la collecte, le traitement et surtout la diffusion des données. Google, Microsoft et Yahoo (GMY), dont la mission globale est d'organiser l'information au niveau mondial, ont en effet compris l'importance de la notion de lieu et d'espace géographique comme vecteur d'information, c'est-à-dire, au final, de publicité, elle-même synonyme de profits financiers. Le grand public est maintenant familiarisé avec les navigateurs géographiques 2D ou 3D comme Google Maps, Google Earth, Microsoft Virtual Earth, Yahoo!Maps ou Nasa Worldwind devenus très populaires grâce à leur simplicité d'accès.

Côté institutionnel, les demandes des collectivités territoriales et des organismes environnementaux,

aidés par les progrès en matière de télédétection, conduisent au développement d'informations spatiales plus détaillées et davantage mises à jour. Dans le même temps, les citoyens poussent tous les organismes officiels à partager les données recueillies grâce au financement des impôts.

Ainsi la technologie Internet a ouvert de nouvelles voies à la géomatique en permettant la collaboration et le diffusion des informations géographiques.

Partage de l'information

Dans la plupart des pays européens, l'accès aux données géospatiales publiques est relativement limité. L'argumentation utilisée par les partisans du « libérez nos données géographiques » est assez simple : en vendant les données collectées par les organismes publics, les gouvernements freinent la croissance des utilisations publiques ou privées de ces données, susceptibles de bénéficier à tous les Européens par la création de valeurs ajoutées.

En France, quelques exemples se démarquent de cette situation. Ainsi, en publiant leurs données spatiales :

✓ la communauté urbaine de Brest fournit une orthophotographie détaillée sur toute la métropole sous la licence CC Creative Commons ;

✓ le ministère de l'Équipement donne librement accès aux orthophotographies du littoral Manche/Atlantique français sous le nom Ortholittorale 2000.

Diffusion de larges volumes

L'une des raisons pour lesquelles les internautes apprécient Google Maps demeure le côté ludique de l'application en ligne (rapidité des zooms, fluidité des défilements) agrémenté par la qualité de la couverture de l'imagerie proposée. Cependant certaines zones restent relativement mal couvertes par des images à bonne résolution. Très récemment (voir *Géomatique Expert* n° 54), Spot Image vient de fournir à Google des images du satellite Spot 5 à 2,5 m de résolution afin de compléter son imagerie dans certains pays européens. De leur côté, les collectivités locales s'adressent de plus en plus à des fournisseurs privés afin de disposer de données récentes, de bénéficier d'images de résolution supérieure à la classique BD Ortho de l'IGN mais surtout pour conserver tous les droits en

matière de diffusion de l'image. Or, côté technologie, comment diffuser ces images de manière efficace via l'Internet ?

Problématique du webmapping

Normalement, la transmission sur le web d'images à haute résolution ayant un poids de plusieurs gigaoctets imposait une bande passante adéquate et une mémoire vive importante côté client. Or, le but visé d'une application de *webmapping* consiste à fournir une possibilité de navigation en ligne sur l'image (zooms, déplacements) sans télécharger l'image haute résolution entière côté client. En partant du principe que pour des échelles basses les images à haute résolution ressemblent essentiellement à des images basse résolution, l'idée principale est de minimiser la consommation de bande passante pour une résolution maximum à une échelle donnée. La solution consiste donc à découper les images HR en tuiles distinctes, architecturées en une structure pyramidale comportant différents niveaux d'échelle afin que seules les tuiles susceptibles d'être visualisées à un niveau de zoom donné soient téléchargées.

Solutions sur le marché

Il existe différentes technologies sur le marché. Trois catégories peuvent être différenciées, chacune avec ses forces et faiblesses.

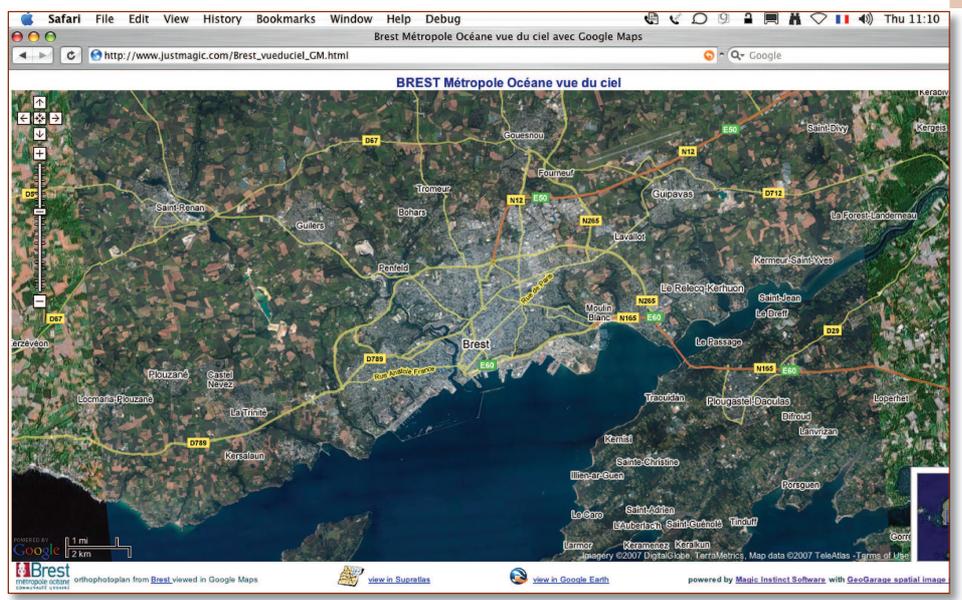
Tout d'abord, les principaux Systèmes d'Information Géographiques (ESRI ArcIMS, Autodesk MapGuide, Intergraph Geomedia WebMap, MapInfo MapXtreme pour les plus connus) qui utilisent des technologies propriétaires pour la diffusion

de données géographiques par le web. Concernant le domaine précis des serveurs d'images raster, le plus populaire reste l'Image Web Server d'ER Mapper (utilisé par le Géoportail national) assurant la diffusion d'images géoréférencées au format compressé ECW ou JPEG2000 sans contrainte de limite de

taille. Ces technologies restent adaptées à des organisations qui utilisent en interne les produits SIG de la même famille. Bien que relativement onéreuses, elles constituent des solutions efficaces pour une diffusion rapide tout en évitant un développement conséquent ainsi que les contraintes de conversion de données.



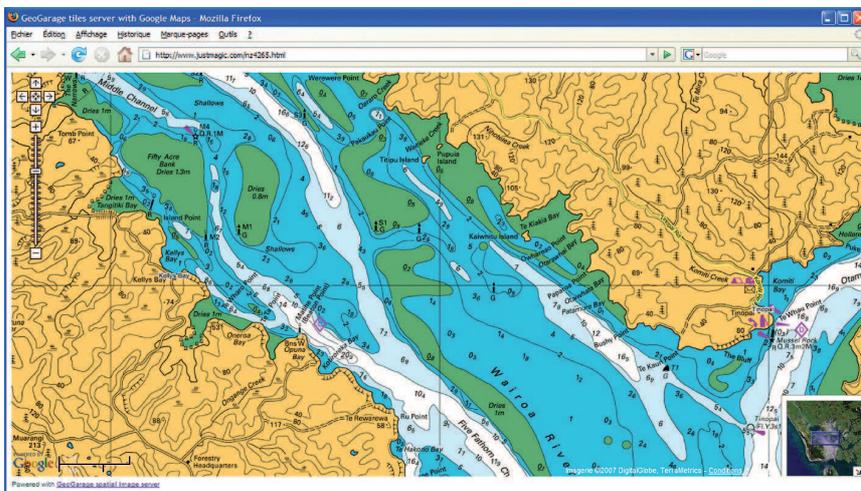
Deux images, à des résolutions diverses de la métropole brestoise, sous interface type Google.



Depuis quelques années, les technologies issues du monde du logiciel libre séduisent de plus en plus de collectivités locales. Ces dernières, qui laissent plus de latitude dans la créativité, s'adressent à des organisations souhaitant développer des applications personnalisées à moindre coût. Elles sont en effet aussi puissantes (si ce n'est plus) que les solutions propriétaires mais

concept à base de *Tiles Map Service* accessible via une API. Elles offrent en plus l'avantage de proposer par défaut des cartes détaillées et des images aériennes dont les résolutions varient d'un service à l'autre et suivant les zones géographiques. Ainsi, en utilisant ces API pour intégrer ses propres cartes ou photo aériennes, on bénéficie de la puissance des serveurs GYM en accédant

géomatique : elle a défini des spécifications nécessaires à l'interopérabilité des systèmes d'information géographique dont notamment le WMS - *Web Map Service*. Le but de WMS est de produire des cartes à partir de requêtes géographiques contenant différents paramètres sous la forme d'URL. Cependant, l'architecture des serveurs WMS n'est pas adaptée aux solutions client/serveur type *Tile Mapping*. En effet, WMS a été conçu pour fournir des images sur un cadre géographique arbitraire (non déterminé à l'avance), et donc systématiquement recalculé à chaque requête. Or, dans un système de tuiles, ces dernières présentent chacune un cadre géographique pré-défini, et n'ont donc pas besoin d'être régénérées si elles ont déjà fait l'objet d'un accès. Néanmoins, il est possible d'ajouter une couche logicielle de gestion de cache au serveur WMS pour leur éviter de recalculer des tuiles. Les serveurs n'étant pas conçus dès l'origine pour cette utilisation, cette solution, bien que présentant une grande amélioration en termes de rapidité, n'est pas optimale. Ainsi, très récemment, de nouveaux outils *Open Source* (*TileCache*) ont été développés afin d'agir comme tampon entre un serveur WMS et son client. Cela permet de créer un *TMS* générique (*OSGeo Tile Map Service*) sur le serveur WMS afin de protéger ce dernier d'une charge trop agressive liée au cache. On conserve ainsi la simplicité de l'interopérabilité liée à la structure de la requête *URL* contenant le cadre géographique de la carte à afficher tout en introduisant un mécanisme de cache partagé (*WMS-C*).



Exemple d'un tuilage de documents raster (ici, une carte nautique), réalisée par le GeoGarage et exploitée par une interface type Google Maps.

elles demandent aussi de bonnes compétences techniques dans les domaines de l'informatique et des réseaux. Développée par des communautés de l'*Open Source*, la solution 2D type *ka-Map* couplée au serveur cartographique *MapServer* ou *GeoServer* est un bon exemple de combinaison client/serveur pouvant gérer des images ayant une structure pyramidale de tuiles multi-résolution. Une autre solution intéressante est *OpenLayers* qui implémente une *API Javascript* pour construire des applications de *webmapping* riches similaires à celles proposées par les leaders de l'*Internet*. Enfin on peut en effet citer l'application 3D *Open Source* de la *Nasa*, *Worldwind*, maintenant écrite en *Java*.

Côté *Google Maps*, *Yahoo! Maps* et *Microsoft Virtual Earth* (regroupées sous l'acronyme *GYM*), ces dernières s'appuient toutes sur un

à des fonds de cartes et d'image de qualité issus de ces serveurs, ce qui libère de la bande passante pour la pleine charge des données « utiles » provenant de son propre serveur. Ces services sont de plus en plus utilisés à la place des serveurs de cartes traditionnels, même s'ils requièrent un certain développement. Au final, elles demeurent actuellement les plus performantes en termes de rapidité grâce à leur gestion de l'infrastructure réseau (mémoire cache, systèmes de répartition de charge, présence de miroirs de proximité).

Solution norme OGC

L'*Open Geospatial Consortium* (*OGC*) est une organisation internationale à but non lucratif dédiée au développement des systèmes ouverts en

Compatible avec Google

En attendant une évolution des spécifications *OGC* pour l'établissement d'un standard WMS de tuiles, les membres de la troïka *GYM* ont implémenté leur propre serveur.

Le but du projet *GeoGarage* est de proposer un serveur de tuiles compatible avec les serveurs *GYM* afin d'utiliser leur API pour superposer ses propres images à celles issues de leurs serveurs de tuiles (*kh.google.com* par exemple). Mais la vocation du *GeoGarage* dans sa partie visualisateur est aussi de proposer une solution indépendante du client *Google Maps* afin de s'affranchir d'une trop grande dépendance préjudiciable en cas de modifications de la licence d'utilisation de l'API (notamment par rapport aux développements futurs possibles concernant l'intégration de la publicité sur ce support de communication). Aussi le défi de créer une structure d'overlay d'images à haute résolution consiste à créer une organisation pyramidale de tuiles pouvant être utilisée par *Google Maps* ou même *Google Earth*.

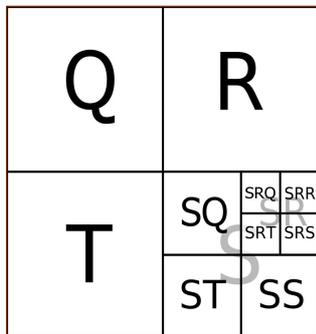


Schéma de principe de la dénomination récursive des fichiers *Keyhole* permettant un géoréférencement de type alphabétique.

Le processus de tuilage d'images développé par *MIS (Quadtrimageo)* utilise une structure hiérarchique pyramidale de données de type *quadtree* (arbre quaternaire). Le stockage de la génération de la mosaïque de tuiles raster à résolution multiple ne nécessite pas de base de données car il se fait sous la simple forme de système de fichiers. Ainsi, la structure est organisée dans un système hiérarchique de répertoires composée de fichiers raster (tuiles carrées de 256 pixels), compressés au format *JPG* et *PNG* (pour la transparence)

à différents niveaux d'échelle. L'astuce mise en œuvre originellement par *Keyhole* (repris par *Google*) réside dans la conception d'un système de fichiers assurant à la fois à la fois l'adresse, le libellé et surtout le géocodage des tuiles. Cela est réalisée par l'utilisation d'une codification basée sur les lettres (q, r, s, t) définissant une subdivision en quatre quarts de manière récursive. Ainsi, le monde entier est représenté par la lettre « t ». Le planisphère est ensuite divisé en quatre pour obtenir les régions baptisées « tq », « tr », « ts » et « tt », chaque région étant ensuite subdivisée en quatre autres quarts pour obtenir « tqt », « tqr », « tq s » et « tq q » ; et ainsi de suite jusqu'à atteindre le niveau de détail souhaité. Il n'y a donc pas réellement de limite liée à l'échelle maximale de l'image.

Utilisation de logiciels Open Source

Les systèmes de projection et géodésie utilisés par *Google Maps* et *Google Earth* sont respectivement *Mercator/WGS84* et *Plate Carrée/WGS84*. Or, les orthophotoplans sont la plupart du temps fournis sous format *geoTiff* et la plupart du temps compressés aux formats *MrSid*, *ECW* ou *Jpeg-2000*, dans des référentiels terrestres locaux (par exemple, en France, avec les différents systèmes *Lambert*).

Ainsi afin d'être compatibles avec les applications ayant une couverture mondiale, il est nécessaire de reprojeter les images dans les deux projections avant de lancer le processus de tuilage *Quadtrimageo*. En effet, la conversion à la volée, sur un client web, d'un système à l'autre est trop consommatrice de temps ; de plus les coûts d'hébergement de plus en plus faibles ne pénalisent pas excessivement l'ac-

croissement de la place mémoire supplémentaire occasionnée par la génération de plusieurs bases de données de tuiles dans des projections différentes.

Différentes bibliothèques *Open Source* ont été utilisées au sein d'un développement interne pour la création du mosaïquage de l'image originale en tuiles géoréférencées. *GDAL* est une librairie de traduction de formats de données raster géoréférencées, proposée par l'*Open Source Geospatial Foundation*. *GDAL* est fourni avec une variété d'utilitaires en ligne de commande dont *PROJ4* qui permet de convertir des coordonnées cartésiennes en latitude/longitude selon différentes techniques de projection. *ImageMagick* est une autre collection d'outils et de librairies pour lire, écrire et manipuler une image dans tous les formats possibles, incluant *Jpeg* pour une meilleure compression des photos et *PNG* pour la gestion de la transparence.

La solution GeoGarage

Au final, un serveur web géospatial a été écrit pour l'hébergement et la visualisation en ligne de données cartographiques à large échelle et à haute résolution. Baptisé *GeoGarage*, il est destiné à répondre aux besoins d'organismes n'ayant pas forcément de compétences techniques dans le domaine du *webmapping*. Le mode location de services (solution *ASP* : application hébergée accessible via l'*Internet*) a été choisi afin d'intégrer les données et les publier sur le web. Ainsi un visualisateur en technologie *Flash* fonctionnant sur tout environnement (*Windows*®, *Mac*®, *Linux*®) a été développé afin de permettre l'affichage sur tous les navigateurs web du marché de ces données hébergées par le *GeoGarage*. Ce visualisateur intègre des outils

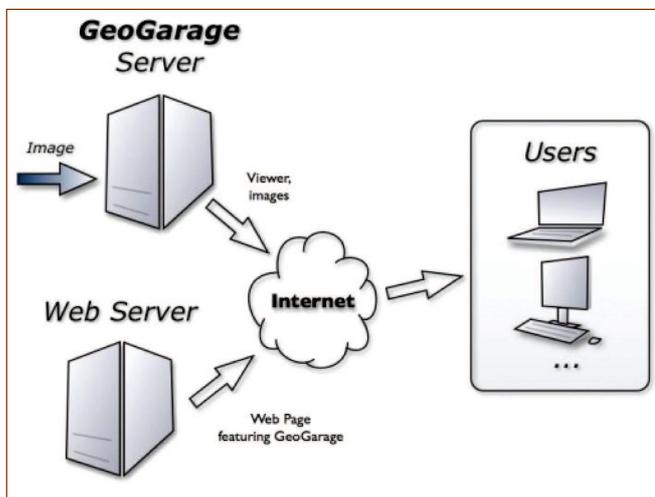
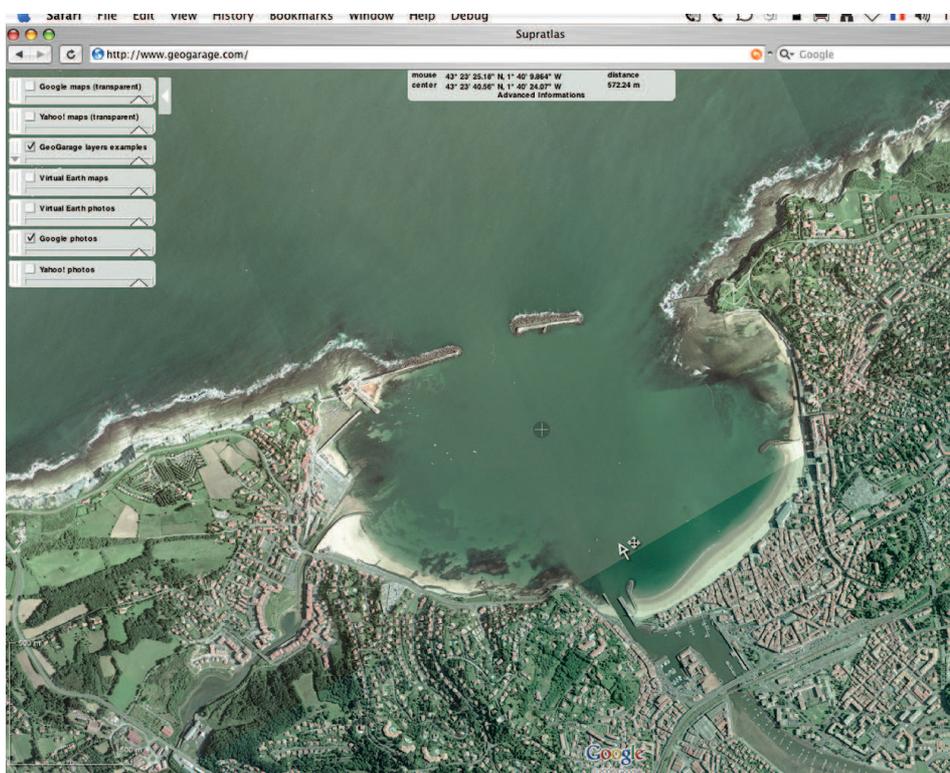


Schéma de principe du serveur GeoGarage.

classiques de zoom et de déplacement mais aussi des outils de de positionnement géographique, de calcul de distances, de rotation d'image et de gestion des couches avec possibilités de transparence entre les couches. En pratique, le donneur d'ordres envoie les

données brutes (par réseau ou DVD) au GeoGarage pour être traitées et hébergées et il reçoit en échange quelques lignes de code *Html* à insérer sur sa propre page web abritant le visualisateur dynamique des images hébergées par le GeoGarage.



Consultation de l'orthophotographie littorale stockée et tuilée sur le GeoGarage.

D'autre part, une application expérimentale baptisée *Supratlas* a été réalisée pour démontrer la qualité du géoréférencement du GeoGarage et permettre de visualiser les données du GeoGarage superposées aux données de cartographie et d'imagerie satellite et aérienne issues des serveurs de Google, Microsoft et Yahoo!.

Actuellement, on peut trouver à titre d'exemples sur le site *Supratlas* (<http://www.supratlas.com>) les images provenant de :

- ✓ *Brest Métropole Océane* (orthophotographie aérienne d'une résolution de vingt centimètres GSD, d'une étendue d'environ 450 km² soit 125000 x 90000 = 11,25 gigapixels) ;
- ✓ *L'Ortholittorale 2000* : environ 28 500 tuiles (chacune représentant 1 km², avec une résolution de 2000 x 2000 pixels, 50 cm GSD) ont été téléchargées à partir du site web *Siglittoral*.

Ces orthophotographies côtières prises à marée basse (différentes de celles visibles sur le *Géoportail*) et couvrant tout le domaine littoral français (Manche/Atlantique) représentent 31,34 gigaoctets de données d'image compressées au format *MrSid* (322 gigaoctets en format *geoTiff*). Cette imagerie mosaïquée par le processus *Quadrimageo* a généré plus de trois millions de petites tuiles PNG/Jpeg géoréférencées.

Un enrichissement de l'offre GeoGarage est actuellement en cours de développement. On peut citer notamment l'intégration d'informations vectorielles (projet d'affichage en tuiles raster de données cadastrales issues de SIG avec possibilité de requête sur tous les objets de la carte stockés en format vectoriel dans une base de données *PostGres/PostGis*), ainsi que de données *hypermedia* (projet *ImmerCity* : images panoramiques 360° géoréférencées en mode continu). ■