

## >GÉOGRAPHIE LIBRE

*L'information géographique désigne toute information sur des objets ou des phénomènes localisables à la surface de la terre. On la représente en général sous forme cartographique. Cet article présente les Systèmes d'Information Géographique (SIG) qui ont pour but de fournir des informations sur la géographie d'un espace donné, comme GRASS, le SIG libre le plus complet du moment.*

### >À QUOI SERVENT LES CARTES ?

L'information géographique est présente dans de nombreuses disciplines et professions, de l'agronomie à la zoologie, en passant par l'architecture, la géologie, l'environnement, l'ingénierie, mais elle concerne aussi les « gens normaux » et les associations (ex : mobilisation contre la pollution, création de plans de régulation, etc.)

Actuellement, ce domaine est encore l'apanage d'une poignée d'experts qui disposent des données et des moyens pour les analyser. Cependant, dès à présent les Logiciels libres rendent possible la démocratisation de la totalité du processus. Il y a en effet aujourd'hui à votre disposition de plus en plus de logiciels et de données libres.

### >QU'EST-CE QU'UN GIS ?

GIS (*Geographic Information System*) ou SIG (Système d'Information Géographique en français), est généralement traduit par : Système d'Information Territorial. Il est composé des données géographiques et de leurs données attributaires, des programmes utilisés pour leur analyse et la création de nouvelles informations. En général, les données sont organisées en couches distinctes, représentant chacune un type distinct d'informations.

Le domaine le plus intéressant des GIS est évidemment l'aide à la décision. Les GIS permettent la spatialisation de l'information pour la construction de modèles et de scénarios, avec une représentation graphique permettant de faciliter leur appréhension. Les GDSS (*Geographic Decision Support Systems*, outils d'aide à la prise de décisions collective) sont actuellement peu employés, mais ils représentent des perspectives d'avenir extrêmement intéressantes et prometteuses.

### >GIS EN BREF

On distingue deux types de données GIS :

Les données « vecteur » composées de points caractérisés par leurs coordonnées XY (Z) (ex : emplacement de feux de circulation), des lignes (ex : routes, fleuves) ou des polygones (ex : parcelles cadastrales). On peut leur associer des informations (ex : au vecteur qui représente une route correspond son nom, le trafic moyen, le sens de circulation).

Les formats de stockage des vecteurs peuvent être soit :

« topologiques » : dans ce cas la frontière commune entre deux polygones sera décrite une seule fois et appartiendra aux deux objets.

« spaghetti » : la ligne sera alors redessinée pour chaque objet, ce qui peut générer des erreurs lors

de la retouche graphique (création de « trous » ou de chevauchements entre deux objets voisins). En outre, les fichiers créés sont alors plus lourds.

Les données « raster » peuvent être des images (ex : photos aériennes) ou des matrices de valeurs (ex : les Modèles Numériques de Terrain – MNT – représentent l'altitude à chaque cellule d'une matrice).

La structure d'une carte raster est simple, particulièrement adéquate pour représenter des données continues et pour des données algébriques.

Il y a des années, les GIS se divisaient en « raster-GIS » et « Vector-GIS », mais il est clair aujourd'hui que les analyses spatiales nécessitent les deux composants.

Tout bon GIS moderne gère maintenant plus ou moins bien ces deux formats. En particulier, toutes les études environnementales complexes emploient les deux modèles de données (raster et vecteur).

### >LES COMPOSANTS ESSENTIELS D'UN VRAI GIS

Les GIS sont des programmes complexes composés :

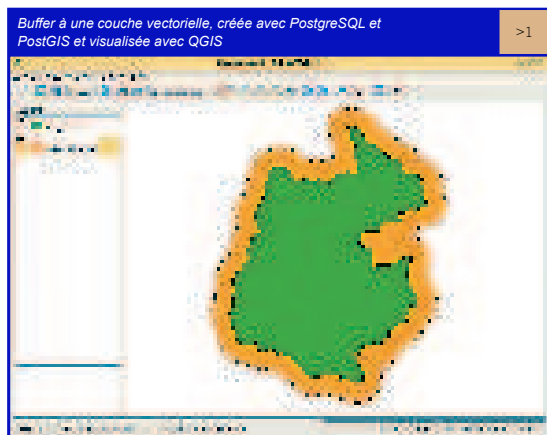
d'un système de stockage des informations ;

d'un programme de visualisation interactif ;

d'un programme d'analyses géographiques et géostatistiques ;

d'un programme de visualisation interactif sur Internet.

Pour la plupart des applications, il est fondamental d'avoir la possibilité d'automatiser les analyses par l'utilisation de langages de scripts.



## >LES DONNÉES : FORMATS, CONVERSION, GESTION

Le format vectoriel le plus employé est le *shapefile* (*shp*) développé par ESRI. Il s'agit d'un format non topologique et propriétaire, mais heureusement ouvert et documenté. Il est composé de 3 fichiers obligatoires : le fichier principal (*\*.shp*) qui décrit la géométrie, associé à un index (*\*.shx*) et à un fichier *dBASE* (*\*.dbf*) qui contient les attributs alphanumériques. En outre, un fichier « *prj* » peut spécifier le système de projection (on parle alors de géoréférencement). Pour le raster, le format le plus diffusé est probablement le TIFF, géoréférencé grâce à un fichier auxiliaire (*tfw* ou *wld*) ou directement dans les métadonnées du fichier (*GeoTIFF*). C'est un format non compressé (en réalité, on peut effectuer une compression type LZW, mais dans les faits c'est très peu utilisé), mais il existe une grande variété d'autres formats.

La bibliothèque *GDAL/OGR* (<http://www.remotesensing.org/gdal/>) est l'outil libre principal pour les conversions. Il est utilisé dans tous les programmes libres majeurs (et même dans des programmes propriétaires !). Il fonctionne aussi bien sous GNU/Linux que sous MS/Windows où il permet

alors d'utiliser des formats propriétaires grâce aux SDK mis à disposition par leurs auteurs.

Certains formats posent encore problème, en particulier :

les fichiers d'AutoCAD : format DXF/DWG. Ils peuvent être importés, mais ils demandent une bibliothèque (*OpenDWG*) propriétaire,

même si elle est distribuée gratuitement pour des projets à buts non commerciaux. Évidemment, cette licence rend impossible son utilisation dans des programmes GPL.

les fichiers raster compressés au format ECW (compression en ondelette, comme le JPEG2000), pour lequel le SDK vient d'être publié pour GNU/Linux. Ces formats sont très utilisés dans les administrations et par les gros producteurs de données (comme l'IGN par exemple) comme formats d'échanges avec le public.

Les données géographiques (surtout les rasters) sont en général assez lourdes (résolution \* nombre de couleurs \* surface/taux de compression). On arrive rapidement à plusieurs GB. Pour faciliter leur utilisation, on les découpe généralement en dalles (ou tuiles) éventuellement indexées grâce à un *shapefile*. Toutes les données géographiques sont projetées. Un système de projection décrit alors la méthode utilisée pour représenter le globe terrestre (ellipsoïde) sur un plan (une carte). En France, on utilise principalement les projections Lambert (type conique). La France est découpée en 3 zones (Lambert 1, 2 et 3) plus une quatrième pour la Corse. On utilise aussi le « Lambert 2 étendu » pour une représentation complète du territoire. Pour représenter la totalité du globe, on

utilise le plus souvent la projection UTM Mercator. Il est important de comprendre que chaque système de projection produit une déformation par rapport à la réalité. Il est donc impossible d'effectuer une analyse avec des couches utilisant des systèmes de projection différents. Les résultats seraient incohérents. Il faut donc les re-projeter dans le même système. C'est là qu'intervient *proj4* (*proj4* : <http://proj.maptools.org>) une bibliothèque de projection/re-projection utilisée par presque tous les logiciels libres. On peut aussi stocker les données alphanumériques et vectorielles au sein d'un même système de base de données. Le plus employé est PostgreSQL. Son extension *Postgis* (<http://postgis.refractions.net/>) lui apporte de nouveaux types de données (*POINT*, *LINE*, *POLYGON*...) et de nouveaux opérateurs GIS natifs, plus ceux de la bibliothèque *GEOS* (<http://geos.refractions.net/>).

Ex. :

```
CREATE TABLE nometabella AS SELECT AIRE
(geometry), BUFFER (geometry, double)
from tabella_origine ;
```

Crée une nouvelle entité géographique, avec la zone tampon autour du vecteur de départ. (*geometry* est le nom du champ contenant les objets géographiques et *double* la largeur du *buffer* exprimée en mode décimal) visualisé avec QGIS : en vert l'aire de départ, en orange le *buffer* (figure 1). Grâce à son driver *SDBC* pour PostgreSQL (<http://dba.openoffice.org/drivers/postgresql/>), on peut même effectuer des opérations géographiques (calculs d'aires, sélections en fonction de la position, etc.) directement à l'intérieur d'OpenOffice (et, comme OOo a son propre module graphique vectoriel, une extension géographique n'est pas impensable...).

## >OGC OPENGIS CONSORTIUM

Fondé en 1994, cette organisation à but non lucratif cherche à développer l'interopérabilité dans le



## > QU'EN EST-IL DE L'AUTRE MONDE ?

Le logiciel propriétaire le plus diffusé provient de la firme ESRI, avec les programmes ArcView/ArcGIS et ArcInfo. Les deux premiers sont très limités mais extensibles grâce à des plugins payants et gratuits. ArcInfo est très puissant, mais son coût est prohibitif. La politique commerciale très « agressive » d'ESRI lui a permis de s'élever au rang de leader incontestable du secteur, reléguant les autres logiciels commerciaux à des positions marginales.

En France, vous trouverez aussi beaucoup de Mapinfo (avec ces .tab), qui est moins évolué, moins cher et plus simple et un petit peu de GeoConcept (produit français).

UMN/MapServer a comme concurrent propriétaire quelques produits mais principalement Internet Map Server (ArcIMS) de ESRI.

Postgresql/PostGIS/GEOS a des caractéristiques semblables à la cartouche Spatial d'Oracle.

Tous ces logiciels coûtent très cher pour une utilisation institutionnelle ou professionnelle (dans les 10 k € environ pour une gamme complète).

domaine des GIS. Elle réunit plus de 200 membres dont la NASA, le MIT ou encore des éditeurs comme ESRI, Oracle, SUN... (<http://www.opengeospatial.org>). Elle fournit un ensemble de normes et de spécifications comme :

*Simple Features for SQL* : un ensemble de fonctions et d'opérateurs SQL normalisés pour la manipulation de données géographiques au sein d'un SGBD ;

*GML Geography Markup Language* : format d'échange et de stockage de données géographiques et de leurs données attributaires associées ;

*WMS Web Map Service* : spécification permettant la visualisation de données géographiques à distance ;

*WFS Web Feature Service* : spécification permettant la manipulation de données géographiques à distance (support des transactions longues, lecture, insertion, modification, suppression...) ;

La liste complète des documents adoptés : <http://www.opengeospatial.org/specs/?page=baseline>.

Exemples d'implémentations dans les Logiciels libres :

Côté serveur : Degree <http://degree.sourceforge.net/> (WMS, WFS, WCS, WCAS, WFS-G, WTS et WCTS OGC), Mapserver (WMS,

WFS, WCS), Postgis/Geos (*Simple Features for SQL*) ;

Côté clients GDAL/OGR (GML), JUMP (décrit plus loin dans cet article).

## >DESKTOP MAPPING

Le *desktop mapping* est tout simplement l'utilisation d'un GIS avec une interface graphique. Sous GNU/Linux, on l'emploie traditionnellement pour la visualisation, la mise en forme, la production et l'impression de cartes.

QuantumGIS (<http://qgis.org/>), bien qu'encore un peu jeune, est un logiciel très prometteur, son développement est très actif. Son interface basée sur la bibliothèque Qt est très simple et ergonomique. Il est capable d'utiliser Postgis. La limitation majeure vient de son système d'impression encore « primitif ». Le principal avantage de QGIS est sa possibilité d'agir comme *front end* graphique pour GRASS, en combinant ainsi facilité d'emploi avec puissance analytique. On prévoit que l'intégration sera complétée vers le début de 2005.

Thuban (<http://thuban.intevation.org/>) est un petit programme utilisant vxWindows. Il rend bien des services pour une visualisation rapide de fichiers vecteur et raster.

OpenEV (<http://openev.sourceforge.net/>) est un programme plus complexe, avec de bonnes caractéristiques pour les analyses d'images. Il existe en outre une grande variété d'applications basées sur java, notamment JUMP (<http://jump-project.org/>) qui est aussi très utile pour consulter des couches d'informations à distance grâce à WMS (*Web Map Server* <http://www.opengeospatial.org/docs/01068r2.pdf>)

Pour une liste plus complète, consultez le site de référence <http://freegis.org/>

## >ANALYSES GÉOGRAPHIQUES ET SYSTÈMES DE SUPPORT AUX DÉCISIONS

GRASS (*Geographic Resources Analysis Support System* : <http://grass.itc.it/>) est sans conteste le système GIS libre le plus complet du moment. C'est un outil incontournable pour les analyses géographiques avancées. Il s'agit d'un programme « ancien » remontant à 1982, avec une histoire intéressante (<http://grass.itc.it/intro/general.php>).

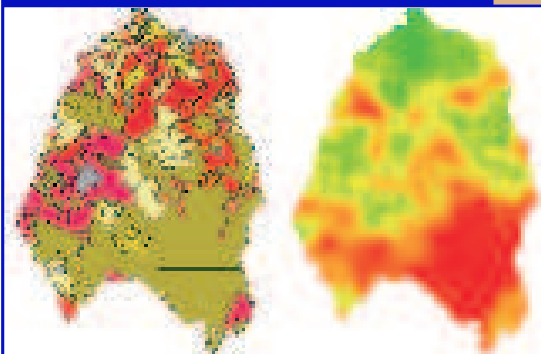
Développé à l'origine pour le traitement des rasters, on lui a rajouté ces dernières années une importante partie vectorielle topologique. Sa structure est complexe, mais modulaire, de style UNIX qui facilite l'ajout et la suppression d'extensions. Depuis peu, la version stable est la 6.0, avec d'importantes nouveautés dans le traitement vectoriel et 3D. Pour l'utilisation professionnelle, l'interface en lignes de commandes est d'habitude plus rapide et plus fonctionnelle. Pour une utilisation simplifiée, il y a une interface graphique basée sur Tcl/Tk assez simple et relativement complète (figure 2). GRASS est un ensemble coordonné de centaines de petites applications, qui vont de la manipulation de base des informations (ex. : conversion raster/vecteur, conversion de sys-

Une session de travail de GRASS >2



de propagation des incendies, pour les analyses du paysage, la modélisation de l'érosion, la réalisation de modèles hydrologiques, etc.). La figure 3 montre une analyse de la biodiversité par l'index de Shannon, calculé au moyen d'une fenêtre mobile. Il est possible de réaliser des visualisations et des animations tridimensionnelles type simulateur de vol ou bien scénarios du changement ambiant en faisant varier dynamiquement quelques conditions de base, etc... (figure 4).

Visualisation de l'utilisation du sol et calcul de la variabilité ambiante avec le module r.le de GRASS >3



R-GRASS allie la puissance de l'outil statistique R (<http://www.r-project.org>) à GRASS et permet alors la réalisation d'études géostatistiques extrêmement poussées (ex. : les études marketing, écologie, etc.). Il est alors possible d'appeler des commandes de R à partir de GRASS et vice-versa. On peut donc calculer des inter-

polations, des *krigeages*, des *kernels*, etc. Les résultats peuvent être utilisés dans chacune des deux applications directement ou par des bases de données. Par exemple, il est possible, à partir d'une série d'images séquentielles comme des acquisitions satellites, d'utiliser la commande *r.series* et d'obtenir des cartes de résultats qui montrent, pixel par pixel, la tendance des changements. On peut ainsi effectuer un suivi, même sur des aires reculées et étendues, de la déforestation, de l'agrandissement des aires urbaines ou agricoles...

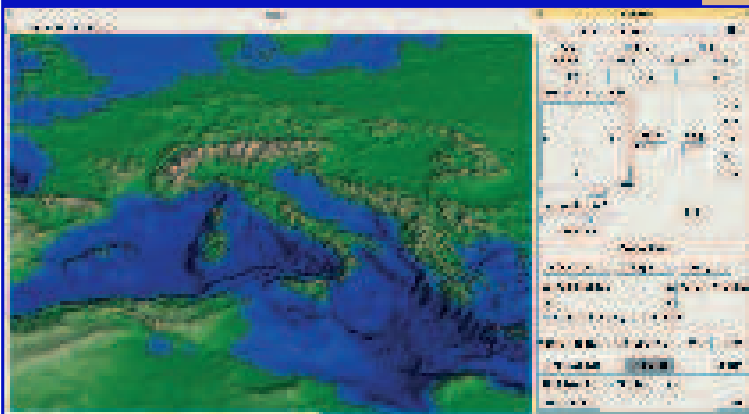
Avec les extensions de GRASS ou au moyen de l'interface R, il est alors possible d'identifier les aires ayant des tendances au changement semblables, celles dans lesquelles le changement est plus marqué ou plus rapide. On peut alors identifier les aires sur lesquelles concentrer les interventions : par exemple, quelles sont les interventions pour favoriser la faune sauvage ?

Elles seront prioritaires à proximité des forêts et des haies ; moins à proximité d'habitations et de routes. Le résultat des analyses (figure 5) est immédiatement compréhensible même par des opérateurs moins expérimentés (un des points forts des analyses spatiales). Le principal problème pour un programme de cette taille est sa prise en mains. Son utilisation est plutôt restreinte à des spécialistes qui maîtrisent

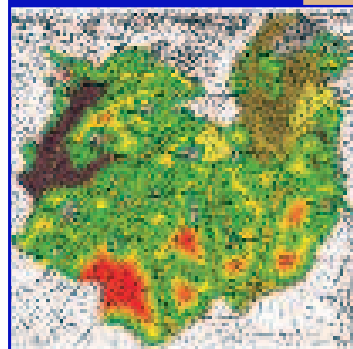
tème de projection raster ou vecteur, analyse d'images, interprétation photographique), jusqu'à des modèles extrêmement spécialisés (ex. : pour la prévision de la vitesse

écologie, etc.). Il est alors possible d'appeler des commandes de R à partir de GRASS et vice-versa. On peut donc calculer des inter-

Visualisation tridimensionnelle du modèle digital du terrain, avec le module nviz de GRASS >4



Où réaliser des bandes enherbées pour la faune sauvage ? En rouge, les aires prioritaires (loin des bois, mais pas trop voisines des habitations) >5



les problématiques. Il y a peu de développeurs et relativement peu d'utilisateurs, ce qui rend difficile le *debugging* et le développement. Pour réduire ce problème, GRASS externalise beaucoup de ses fonctions, en utilisant des bibliothèques (par exemple : GDAL/OGR, PROJ.4) et des programmes externes. En particulier, on prévoit de déporter les programmes de visualisation sous QGIS et de reléguer les interfaces en mode caractère à l'intérieur de GRASS. Comme le programme est en constante évolution, il est préférable d'installer la version la plus récente. Pour cela, on peut soit recompiler les *snapshots* hebdomadaires du CVS, soit utiliser la version binaire très facile à installer (vous trouverez les informations nécessaires sur la page de *download*). Évitez l'installation des vieilles versions *patchées* (rpm, deb), basées sur les 5.0.

## >INTERACTION AVEC LES GPS

Le GPS (*Global Positioning System*) est un outil économique et largement répandu. Il permet de retrouver sa position avec une précision élevée, d'habitude de l'ordre 5-10 mètres, jusqu'à une précision centimétrique. Les GPS sont donc très intéressants comme outils d'acquisition de données géographiques. Ils sont utilisés par des amateurs, pour s'amuser à cartographier ses randonnées par exemple ou par des professionnels. Comme il existe un standard documenté pour l'interopérabilité des données entre les appareillages (NMEA), cela facilite l'interfaçage. Il existe donc beaucoup de programmes qui permettent d'acquérir des données GPS :

GPSTrans (<http://gpstrans.sourceforge.net/>) : même chose, mais seulement en ligne de commandes et il communique uniquement avec les appareils Garmin.

GpsDrive (<http://www.gpsdrive.de/>) est un vrai système de navigation satellitaire, utilisable par exemple dans votre voiture. Il montre votre position actuelle reçue par GPS, sur une carte autoroutière qu'il peut télécharger directement sur Internet.

GPSd (<http://gpsd.berlios.de/>) est un démon qui permet aux programmes client de s'interfacer avec le « serveur » de GPS, c'est-à-dire à une machine physiquement reliée avec l'appareil, en fournissant les données dans un format plus simple que NMEA.

Le secteur connaît une forte activité et il y a sûrement beaucoup d'autres applications. Vous trouverez certainement votre bonheur sur <http://freegis.org> ou sur un moteur de recherche. Il est très intéressant d'interfacer directement un GPS avec un GIS. Avec le plugin GPSTrans pour GRASS, il est possible, en ligne de commandes, de télécharger les points enregistrés, de les convertir dans les coordonnées voulues et de les rendre disponibles comme couche vectorielle topologique. QuantumGIS a aussi un plugin pour GPSbabel. Il permet le download et l'upload entre le GPS et le GIS (figure 6). Il reste cependant des problèmes de conversion de coordonnées car QGIS ne gère pas pour l'instant (v. 0.6) les projections (il semblerait que cela soit résolu dans la version 0.7).



GPSTrans (<http://gpstrans.sourceforge.net/>) : il convertit les données entre divers formats et permet l'upload et le download vers les GPS.

GPSman (<http://www.ncc.up.pt/gps-man/>) : il permet, à partir d'un *shell* ou d'une interface graphique, d'acquérir des données, pour l'élaboration cartographique ou la visualisation.

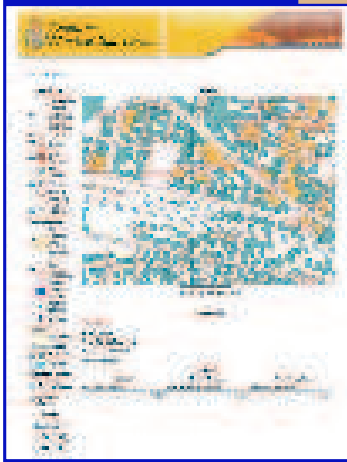
## >WEBMAPPING

L'emploi des desktops GIS pose encore de petits problèmes, notamment la duplication des données en local. Une des solutions serait d'utiliser les protocoles WMS/WFS et une base de données sous PostgreSQL/Postgis pour centraliser la donnée. Mais, le plus gros problème reste la capacité de l'utilisateur final à manipuler un GIS. Cela reste relativement compliqué même pour des tâches simples (ex. : sélectionner diverses informations, les combiner dans une carte et imprimer). Cela a considérablement freiné le développement et l'usage des GIS. Une approche particulièrement intéressante s'est alors développée, le *webmapping*, c'est-à-dire une interface web proposant le traitement et l'affichage d'informations géographiques (comme Mappy, ViaMichelin, etc.). Plusieurs programmes proposent une extension web, mais la *killer application* est actuellement UMN/MapServer (<http://mapserver.gis.umn.edu/>). C'est un environnement de développement très puissant, rivalisant avec les alternatives commerciales (il n'existe pas de comparatif mais, dans certaines applications, Mapserver fournit des milliers d'accès concurrents sur des couches d'informations de dizaines de Tb sans problème). Vous trouverez sur <http://mapserver.gis.umn.edu/gallery.html> une série de sites qui utilisent UMN/MapServer (figure 7). Ils proposent une interface simplifiée à l'utilisateur, la complexité de la gestion des données se déplace alors côté serveur. Le champ d'application est donc très large. Pour les administrations publiques, c'est une façon simple de mettre à disposition des informations publiques (recensement, plan de régulation...) et les sociétés de services et les entreprises privées l'utilisent aussi bien sur leur site Internet que sur leur Intranet, de même pour les particuliers et les associations... Mapserver vous permet de développer une application interactive en ligne comme le plan d'un bâtiment, le tracé des canalisations



Avec UMN/MapServer, on peut réaliser des applications GIS très complexes et faciles à employer

>7



de gaz, une carte mondiale de la densité de population... Pour utiliser Mapserver, il faut :

Se procurer et mettre en forme les données qui vous intéressent. UMN/MapServer, grâce à GDAL/OGR, peut accéder à une vaste gamme de formats et se connecter à des bases de données spatiales PostgreSQL/PostGIS, ainsi qu'aux équivalents commerciaux ou encore interroger des couches distantes avec WMS/WFS.

Créer le fichier de configuration (mapfile) dans lequel sont définies les informations géographiques à visualiser avec leurs couleurs, les niveaux zoom admissibles, la légende, les symboles à utiliser et les données alphanumériques accessibles pour la sélection. QGIS peut simplifier cette phase, puisqu'il est possible d'établir interactive- ment la visualisation qui vous inté- resse et générer ensuite le mapfile automatiquement, ce qui deman- dera quand même quelques modifi- cations manuelles.

Créer les pages html/javascript pour l'interrogation et la visualisa- tion de la base de données géogra- phiques.

Développer la logique « métier » avec PHP, Perl, Python, Java ou avec le lan- gage de « template » de Mapserver.

Mapserver peut aussi être utilisé comme serveur WMS/WFS.

## >DONNÉES LIBRES DISPONIBLES

Il existe beaucoup de données géo- graphiques libres disponibles sur Internet. Les termes exacts de la licence ne sont pas toujours très clairs, mais vous pouvez utiliser par exemple :

<http://glcf.umiacs.umd.edu/>

images de satellite (Landsat, Aster, Modis, SRTM à diverses résolutions) ;

produits dérivés (classement de l'occupation du sol, index de végétation, etc.).

[http://earth-info.nga.mil/gns/html/cntry\\_files.html](http://earth-info.nga.mil/gns/html/cntry_files.html)

base de données des noms géoréférencés, des localités et autres éléments géographiques mis à jour mensuellement.

<http://www.mapability.com/info/index.html>

Carte digitale du monde (VMAPO), au format vectoriel à échelle 1:1.000.000 (1 cm = 10 km). Cela inclut les routes, les chemins de fer, les fleuves, les voies de communications, les aéroports, les courbes de niveau (altitude), les côtes, les frontières nationales et les villes. Il y a presque 2 Gbytes de données. Les données sont cepen- dant difficiles à convertir en quelque chose d'exploitable.

Les principaux fournisseurs de données territoriales sont : L'IGN, Météo France, BRGM (géologie). Ces organismes français financés en majorité par des fonds publics sont poussés à déve- lopper des services payants pour cofinancer leurs activi- tés. Pratiquement toutes les données qu'ils produisent sont payantes. C'est une politique « per- dants/perdants », pour les contribu-

bles qui financent un service auquel ils n'ont pas accès et pour les chercheurs qui utilisent souvent des données américaines gratuites, mais peu précises, pour leurs études par manque de moyens (un comble !).

## >QUE MANQUE-T-IL ENCORE ?

Le secteur est encore en chan- tier, beaucoup de logiciels doivent encore se stabiliser et se compléter, mais le travail avance vite. Il man- que surtout de bons logiciels pour la mise en page et l'impression. Cependant, la gamme de produits libres disponibles est largement suf- fisante pour l'utilisation profes- sionnelle et amateur. D'autre part, le secteur est propice pour qui veut s'y engager. En particulier, contribuer au développement de GRASS et QGIS est une excellente opportu- nité (un volontaire dans la salle ?).

## >REMERCIEMENTS

Pour l'importante collaboration à cet article et plus généralement pour la mise en place de notre GIS, à nos collègues de Faunalia : Leonardo Lami, Emilia Venturato, Daniele Scarselli, Riccardo Petrini et aux « gourous » Giovanni Bacci, Niccolò Rigacci et Stefano Menegon. Enfin, sans le travail des développeurs de GRASS et en particulier de Radim Blazek et Markus Neteler, tout ceci n'aurait pas été possible. Qu'elles et ils en soient toutes et tous remer- ciés !

Paolo Cavallini, Thomas Sondag

Données libres disponibles pour la totalité de la superficie terrestre (carte de l'altitude et bathymétrie, importée sous GRASS de : <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/>).

>8

