

**BASE DE DONNEES CARTOGRAPHIQUES A 1/200 000
DE COTE D' IVOIRE (BDGéo200©)**

Yatié DIOMANDE*, **Eric BAHINTCHIE****
Centre de Cartographie et de Télédétection (CCT)
Bureau National d' Etudes Techniques et de Développement (BNETD)

* (yatied@bnetd.sita.net)

** (bahintch@bnetd.sita.net)

Inter-technical Commission IC-7

KEY WORDS : database, GIS, imagery, remote sensing,.

ABSTRACT

The need to develop territory, to govern economically and administratively countries requires that people resort more and more to the information obtained from the study of geographic and modern data handling of this information. Thus, people witness, in our country, the development and the birth of Geography Information System (GIS) in most sectors of activity.

BDGeo200© is essentially a geographic reference system common to all these sectorial geographic information systems. It contains all the information related to the usual topographic map of Côte d' Ivoire at scale 1/200 000. Additional information regarding the socio-economic infrastructures and demographic information are integrated to this data bank.

In order to avoid the handling of many intersections and useless relations, the geometric data bank of BDGeo200© are broken down into independent geometric parts representing a class of object. For this purpose BDGeo200 information will be gathered into 13 great families of data among which some are made up of many parts. The mechanics of implementation of BDGeo200© falls into five stages :

- production of cartographic data at scale 1/200 000 from existing hydrographic and orographic informations ;
- production of cartographic data at scale 1/50 000 from panchromatic SPOT satellite pictures and fields works ;
- gathering of data bank by the integration of semantic data ;
- quality control ;
- updating of data bank.

The work carried out by BDGeo200© which started in June 1998, have permitted up now to cover 25% of the ivoirien territory and should end before December 2002. The estimated cycle of data updating is 4 years. Thanks to the implementation of automated extraction process, BDGeo200© will be disseminated on CDROM according to user' s needs (geographic zones and specific themes).

RESUME

Les besoins d' aménagement du territoire, de gestion administrative et économique des pays nécessitent un recours de plus en plus croissant à l' information géographique et aux modes d' exploitation modernes de cette information.

Ainsi, nous assistons, en Côte d' Ivoire, au développement et à la mise en place de systèmes d' information géographiques (SIG) dans la plupart des secteurs d' activités.

La BDGéo200© se veut principalement un référentiel géographique commun à tous ces systèmes d' information géographiques sectoriels. Elle contient toutes les informations de la carte topographique régulière à 1/200.000 de Côte d' Ivoire. Des informations complémentaires relatives aux infrastructures socio-économiques et des informations démographiques sont intégrées en sus à la base de données.

Afin d' éviter d' avoir à gérer de multiples intersections et relations inutiles, les données géométriques de la BDGéo200© sont réparties en plusieurs couches géométriques indépendantes représentant chacune une classe d' objet. A cet effet les informations de la BDGéo200© sont regroupées en 13 grandes familles de données dont certaines sont composées de plusieurs couches d' informations.

Les travaux de la BDGéo200© qui ont débuté en juin 1998, ont permis de couvrir à ce jour 25% du territoire de la Côte d' Ivoire et devraient s' achever avant décembre 2002. Le cycle prévisionnel de mise à jour des données est de 4 ans.

Grâce à l'implémentation de processus d'extraction automatisée, BDGeo200 sera distribuée sur CD-ROM selon les besoins du client (zones géographiques et thèmes spécifiques).

I - CONTEXTE

Parallèlement aux travaux d'achèvement et de mise à jour de la couverture cartographique de base de la Côte d'Ivoire (1/50.000) et afin de satisfaire les besoins immédiats des utilisateurs, le CCT a mis en place une chaîne de production de spatiocartes à 1/50.000 à partir d'images satellitales SPOT Panchromatiques ainsi qu'une chaîne de production de produits thématiques numériques dérivés. Ces produits cartographiques concernent généralement les parties du territoire national couvertes de cartes à 1/50.000 ou 1/200.000 trop anciennes ou ne disposant pas encore de cartes à 1/50.000. Ils offrent principalement une mise à jour de la planimétrie (réseau routier, établissements humains), indispensable aux projets de développement économique et ce, au meilleur rapport qualité, coût et délai de production.

Par ailleurs, pour soutenir les vastes projets de développement engagés par l'Etat tels que la relance de l'agriculture de plantation, l'aménagement des aires protégées, la privatisation et l'extension des plantations industrielles, etc., il est nécessaire de réaliser une cartographie statistique d'inventaire à moyenne échelle relative à la végétation et l'occupation du sol compte tenu des fortes modifications de ces thèmes enregistrées ces dernières années, notamment au sud du 8^e parallèle Nord.

Ce constat conduit le CCT, sur la base de son savoir-faire, à élaborer une base de données cartographique numérique à 1/200 000 (BDGeo200©) en vue d'assurer le bilan global du milieu naturel en Côte d'Ivoire puis un suivi régulier et souple de son évolution.

II - OBJECTIFS DU PROJET

La BDGeo200© se veut principalement le support de référence pour l'élaboration des SIG sectoriels à l'échelle régionale. Elle doit permettre en extension l'édition de planches cartographiques à la demande par sélection de types ou sous-types de données par simple requête multicritère sur les attributs de ces données et modification de la typologie.

III - SPECIFICATIONS DE LA BDGeo200©

III.1 Contenu

La BDGeo200© contient l'ensemble des informations existant actuellement sur les cartes topographiques à 1/200.000. Des informations complémentaires relatives aux infrastructures socio-économiques et des informations démographiques sont intégrées en sus à la base de données.

Les informations de la BDGeo200© sont regroupées en 13 grandes familles de données dont certaines sont composées de plusieurs couches.

On appelle couche un ensemble structuré d'entités géométriques élémentaires. Au sein d'une couche, les intersections, les connexions et les liens de proximité entre entités sont gérés sous forme de relations topologiques.

Afin d'éviter d'avoir à gérer de multiples intersections et relations inutiles, les données géométriques de la BDGeo200© sont réparties en plusieurs couches géométriques indépendantes représentant une classe d'objet. Les différentes familles de données de la BDGeo200© sont :

1. les voies de communication (réseau routier et chemin de fer) avec une classification topographique et une classification administrative ;
2. le réseau de transport d'énergie ;
3. l'orographie en 2 classes : courbe de niveau et point coté ;
4. l'occupation du sol :
 - végétation,
 - habitat,
 - hydrographie surfacique,

- sols nus et les affleurements rocheux ;

NB : la gestion de cette famille de données permet de gérer le partitionnement de l' espace.

5. l' habitat : les agglomérations urbaines et villageoises, les campements ou les hameaux de culture ;
6. l' hydrographie en 2 classes d' objet : surfacique (retenues d' eau, plans d' eau, fleuves, îles) et linéaire (cours d' eau) ;
7. les unités administratives en 2 classes d' objet :
 - entités territoriales : région, département, sous-préfecture,
 - entités communales : commune ;
8. les aires protégées : forêts classées et parcs nationaux
9. les ouvrages de franchissement ;
10. les barrages agro-pastoraux ;
11. les aérodromes ;
12. les équipements géodésiques: points géodésiques, repères de nivellement ;
13. les équipements ponctuels : antennes, château d' eau.

III.2- Méthodologie de réalisation

Elle comporte cinq étapes :

III.2.1- Production de données cartographiques à 1/200.000 à partir des planches mères d' hydrographie et d' orographie existantes

Dans le processus actuel de production cartographique à partir des images satellitales, les informations relatives à l' hydrographie et à l' orographie ne sont pas générées. Ces informations sont produites à partir des documents cartographiques existants. Et dans le cadre de la BDGeo200©, celles-ci sont produites par numérisation des cartes à 1/200 000.

A cet effet, les courbes de niveau ont été numérisées et un modèle numérique de terrain au pas de 40 m a été produit sur l' ensemble de la côte d' ivoire à partir des planches cartographiques originales de l' orographie. Seul un degré carré n' a pu être couvert pour cause de manque de données orographiques.

L' actualisation du fichier des courbes de niveau se fait au fur et à mesure que sont générées les informations d' hydrographie surfacique par suppression des courbes de niveau là où sont apparus des plans d' eau à la suite d' aménagements de diverses natures.

III.2.2- Production de données cartographiques à 1/50.000 à partir d' images satellitales corrigées

A l' exception de la zone ouest où les sommets atteignent 1 800 m d' altitude, le territoire ivoirien est très peu accidenté. A cet effet des images de niveau 2 et de niveau 3 sont utilisées respectivement sur la majeure partie du terroir et sur la partie semi-montagneuse de l' ouest.

Le traitement des images satellitales aboutit à la production de données géographiques qui sont validées et complétées par des travaux de terrain dits complètement.

Les informations géographiques complétées sont ensuite organisées en différentes couches vectorielles en fonction de leur nature et de leur topologie pour leur intégration dans une base de données. A ce niveau de production nous disposons de produits cartographiques qui entrent dans la confection d' autres produits (spatiocartes, cartes topographiques à 1/200 000 et 1/50 000 révisées, cartes thématiques diverses).

III.2.3- Construction de la base de données par intégration des données sémantiques

a) Analyse de la solution

Les objets géographiques de la BDGeo200© sont décrits selon deux types d' attributs :

- Les attributs d'ordre général ou métadonnées concernent essentiellement les unités cartographiques que sont les coupures à 1/200 000 et les familles de données ou jeux de données. Ces métadonnées ont pour fonction de fournir les spécifications générales des données faisant partie du jeu de données.
- Les attributs descripteurs des objets géographiques sont associés aux entités géographiques pour leur donner une signification.

La BDGeo200© est système conçu pour fournir des informations géographiques pouvant servir de support à l'élaboration de SIG. Ainsi l'une des fonctions essentielles de cette base de données est de permettre la distribution des informations géographiques sélectionnées selon des critères attributaires ou graphiques.

Les attributs ainsi définis ayant des relations entre eux, nous avons choisi une base de donnée relationnelle pour stocker ces données. La méthode Merise a été utilisée à cet effet pour élaborer le modèle relationnel.

a) Architecture actuelle

Dans l'architecture actuelle, la base de donnée Oracle est installée sur un PC. Des stations SUN sont utilisées pour la saisie des données géométriques et des données sémantiques ou, quand cela est possible, des attributs d'identification. Ces données sont ensuite converties au format *Shapefile* et incorporées dans le système. L'exploitation du système se fait entièrement sous Arc/Info pour Windows NT, grâce à une macro qui permet d'extraire directement les données géographiques et les données attributaires, puis les convertit dans le format souhaité.

b) Module de saisie des données

Les données géographiques et sémantiques sont d'abord saisies avec le logiciel *Erdas Imagine*. Les couvertures ainsi créées sont converties au format *Shapefile*. Les données sémantiques sont incorporées dans la base Oracle et ainsi que les données géographiques grâce au module *Spatial Database Engine* (SDE). Une interface écrite en *Visual Basic*, permet de compléter la saisie des données sémantiques. Le schéma global de la solution est représenté ci-dessous :

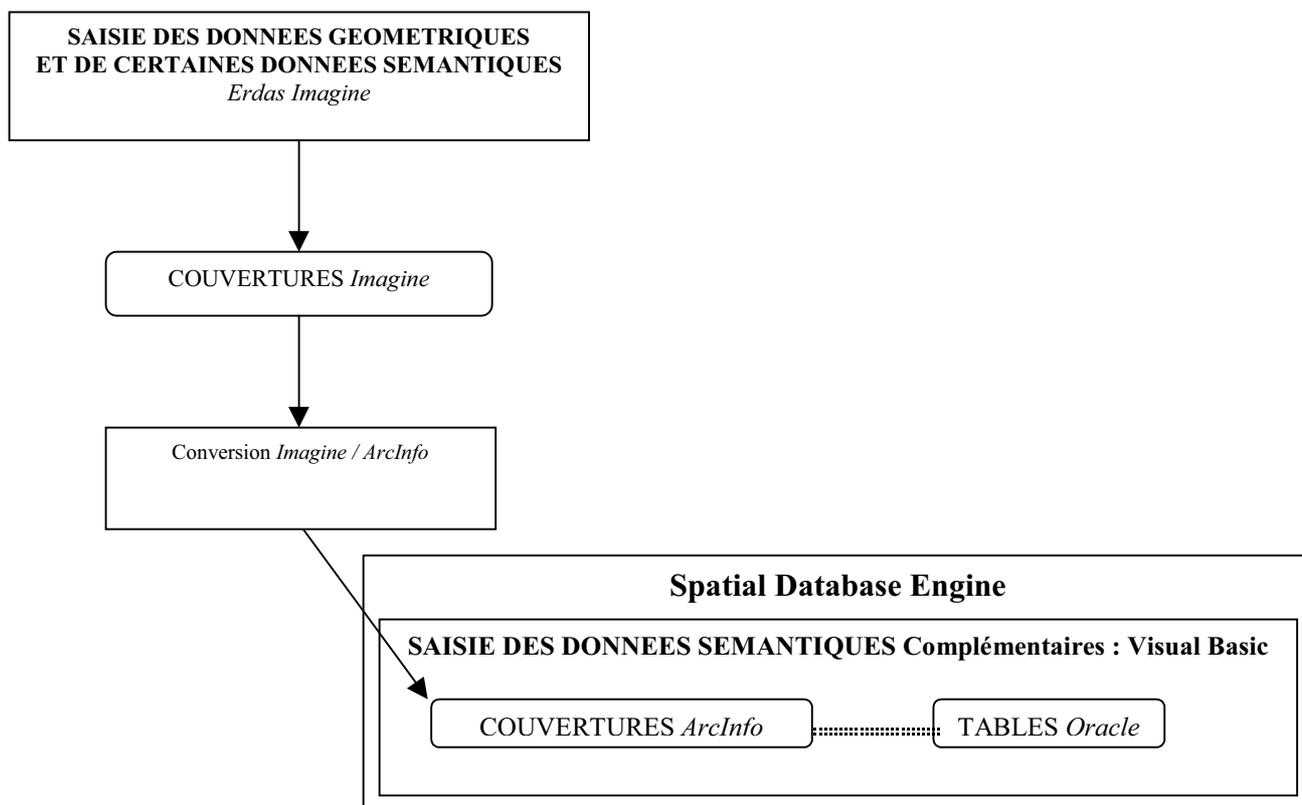


Fig. 1 : Schéma général du système de saisie des données

L'avantage de la base de donnée Oracle est de permettre de supporter un grand volume de données et est optimisée pour les accès multi-utilisateurs.

c) Module d' exploitation des données

Grâce à une interface développée en *Microsoft Visual Basic*, l' utilisateur indique la zone qui l' intéresse et les données qui l' intéressent. L' applicatif découpe ensuite les zones d' intérêt dans les différentes couches d' informations. Il se connecte enfin à la base de données Oracle pour compléter les couches d' information par des données sémantiques. Les couvertures finales peuvent être converties en divers formats ou être directement utilisées. La représentation du système est faite ci-dessous :

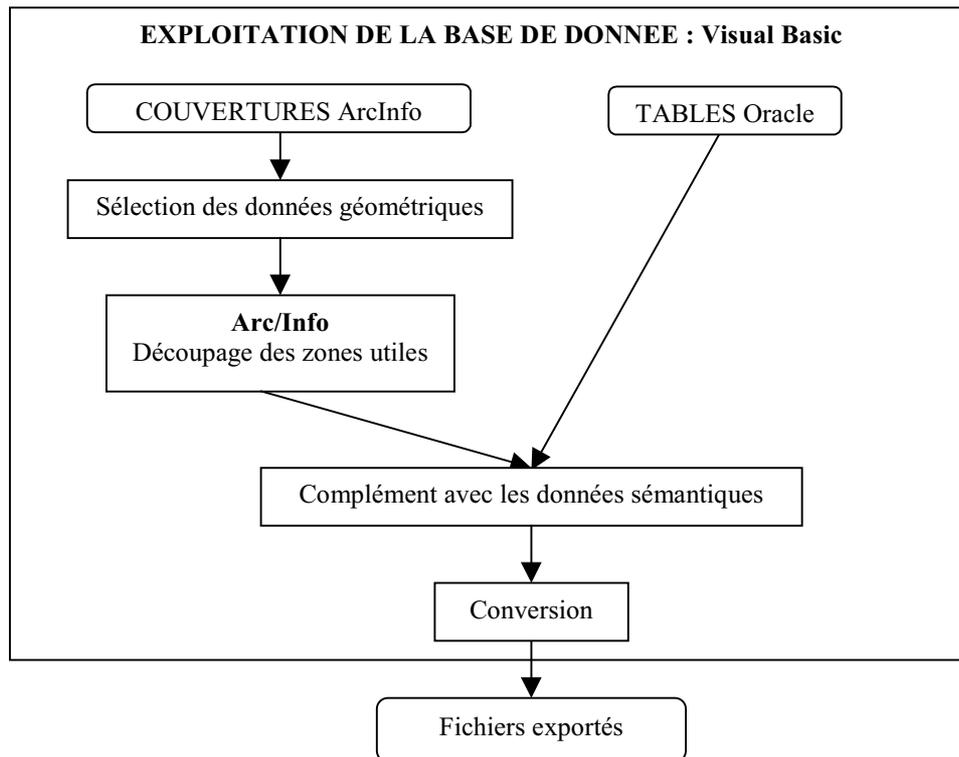


Fig. 2 : Schéma général du système d' exploitation des données

III.2.4- le contrôle qualité

Estimer la qualité de la BDGeo200©, c' est chercher à quantifier l' écart entre les données extraites de la base de données et leurs valeurs nominales sur le terrain. Cet écart est mesuré selon les critères de qualité suivants :

- la généalogie ou l' historique ;
- la cohérence logique ;
- l' actualité ;
- la précision géométrique ;
- l' exhaustivité ;
- la précision sémantique.

a) Généalogie

La généalogie indique la source des données et le processus de fabrication. C' est une indication qualitative, mais qui permet aux utilisateurs avertis de se faire une idée générale du niveau de la précision des données manipulées.

En effet chacune des données doit être renseignée de sa généalogie (ou origine de la donnée), notamment si sa précision géométrique diffère de la précision du 1/200.000, et/ou si son actualité diffère de celles des données de la base. Ces attributs sont des attributs de bas niveau. Ceci s' entend principalement dans un contexte de mise à jour de la base qui ne sera jamais homogène sur l' ensemble des données et sur l' ensemble du territoire.

Exemple pour un tronçon routier

Origine : levé GPS portatif
 Précision géométrique : 30 m
 Actualité : 1999 (date du levé)

Origine : Image SPOT-P et complètement
 Précision géométrique : 20 m
 Actualité : 2000 (celle du complètement)

Exemple pour une limite administrative

Origine : Ministère de l' Intérieur (décret du 15
 janvier 1997
 Précision géométrique : inconnue
 Actualité : 1997

Exemple pour une courbe de niveau

Origine : Carte à 1/200.000
 Précision géométrique : 10 m
 Actualité : 1965

b) Cohérence logique

La cohérence logique décrit le respect des contraintes logiques imposées par le modèle de terrain nominal. Le contrôle de la cohérence logique se fait par :

- contrôle des valeurs d' attribut autorisées et de cohérence entre attributs ; exemple : un tronçon de voie de communication ne peut pas être décrit par chemin de fer et bitumée , ou un objet habitat a toujours un nom ;
- contrôle de continuité sur certains objets linéaires de la base ; exemple : une ligne électrique part ou s' arrête toujours soit à une zone habitée, soit à un poste de transformation ;
- contrôle de partitionnement de l' espace ; exemple : contiguïté habitat/occupation des terres ;

c) Actualité

L' actualité donne la date de validité des informations de la base de données sans présumer des éventuels changements à la date de consultation de la base. La date de validité de l' information est celle du complètement de terrain pour les informations géographiques, ou la date de publication dans le Journal Officiel de la République de Cote d' Ivoire du décret fixant les limites administratives.

Cependant l' actualité de la BDGeo200® doit être vue à travers les spécifications de la mise a jour.

d) Précision géométrique

La BDGeo200© est une base de données bidimensionnelle. Les objets, selon leur forme, leur taille sur le terrain nominal, sont représentés par des points, des lignes, ou des surfaces repérés dans un système de coordonnées a deux dimensions.

Les coordonnées des objets répondent aux caractéristiques suivantes :

- Système géodésique : RGCI (Réseau Géodésique de Côte d' Ivoire)
- Ellipsoïde de référence : WGS 84
- Méridien origine : 3° W et 9° W du méridien origine
- Projection associée : UTM
- Système altimétrique : Nivellement général AOF
- Unité : mètre

La précision géométrique mesure l' écart entre la position planimétrique d' un objet sur le terrain nominal et sa position enregistrée dans la base de données. Les estimateurs utilisés pour ce critère de qualité sont :

- l' écart type en x (il doit être inférieur à 50 m) ;
- l' écart type en y (il doit être inférieur à 50 m) ;
- l' erreur moyenne quadratique (le seuil de rejet est fixé à 100 m).

d) Précision sémantique

La précision sémantique mesure pour les attributs descripteurs l' écart entre la description des données de la base et celle du terrain nominal.

La qualité sémantique se définit en estimant le pourcentage de données mal codées par thème parmi les informations reconnues. Pour la BDGeo200© ce pourcentage devra être inférieur à 2% pour chaque couche d' information.

f)Exhaustivité

L' exhaustivité mesure la quantité et l' importance des objets omis (omission) et des objets en trop (excédents). Les estimateurs utilisés sont :

- le pourcentage d' omission c' est-à-dire le pourcentage d' information absente dans la base de données pour chaque couche par rapport au terrain nominal ;
- le pourcentage d' excédent c' est-à-dire le pourcentage d' informations en excès dans la base de données pour chaque couche par rapport au terrain nominal.

NB :

- les contrôles qualité sont réalisés à raison d' une couverture de 10% par feuille ;
- un document technique contenant un dictionnaire détaillé des données et décrivant la méthodologie de réalisation de la BDGeo200® accompagne chaque produit à la livraison.

IV- MISE A JOUR DE LA BDGeo200©

La fourniture régulière aux utilisateurs de versions actualisées de la BDGeo200© est une priorité du CCT. Le cycle de révision qui est fixé à 4 ans en moyenne, dépend des thèmes, et de l' évolution des zones.

Cependant lorsque des changements importants interviendront sur certains thèmes, la base de données sera modifiée en conséquence et la nouvelle édition sera proposée aux utilisateurs en remplacement de l' intégralité de l' ancienne édition.

V- ORGANISATION DE LA PRODUCTION

V.1- Conduite du projet

La maîtrise d' ouvrage du projet BDGeo200© est assurée par une unité de production qui conduit ce projet parallèlement à d' autres activités. Ce projet ne constitue pas une activité isolée d' autant plus que les produits générés dans la chaîne de production sont utilisés pour réaliser d' autres produits (spatiocartes, cartes topographiques actualisées à 1/200 000 et 1/50 000, etc.).

V.2- Moyens disponibles

- Ressources humaines

Le projet BDGeo200© est conduit par une équipe pluridisciplinaire composée actuellement de :

- 10 ingénieurs de différentes spécialités (cartographes, géographes, géologues, spécialistes en télédétection et SIG, informaticiens)
- 4 agents de maîtrise (techniciens supérieurs géomètres et photo-interprètes)

- Moyens matériels

Les moyens utilisés sont constitués actuellement :

- d' un parc de 6 stations de travail équipées de logiciels de traitement d' images pour la production des informations géographiques à partir des images satellitales ;
- de 4 PC pour la saisie des données sémantiques ;
- de 3 licence ArcView 3.0 ;

- de 3 licences Acces97 ;
- de 4 récepteurs métriques GPS pour le complètement ;
D' autres outils sont en cours d' acquisition dont notamment :
- une licence Arcinfo 7 pour l' intégration et la manipulation des données ;
- une licence Oracle pour la gestion de la base de données ;
- une licence SDE

VI- DELAIS DE REALISATION

La BDGeo200© devrait être disponible courant avant décembre 2002.

Références bibliographiques

Mesure de la qualité d' interprétation des images SPOT pour l' occupation du sol ; Hervé Le Men, Olivier Jamet (IGN- COGIT) ; Bulletin SFPT n°137 ;1995

Evaluer la qualité de la BD-TOPO® : l' approche de l' IGN ; Isabelle Veillet, Gilles Leconte (IGN – SIT) bulletin SFPT n°137 ;1995

Recalage d' images multisources ; thèse spécialité signal et images – ENST ; M. ROUX ; Sept.92

Nouvelle facture de la carte de base ; document interne CCT ; juillet 1996.