

## Elaboration d'un SIG pour la Gestion des Réseaux Géodésiques.

A. DERKAOUI, B. GHEZALI  
Centre des Techniques Spatiales – Division de Géodésie  
BP 13, 31200 Arzew, Algérie

### ملخص :

يتركز موضوع هذا المقال حول التصميم، الإنجاز و وضع على مستوى CTS نظام المعلومات الجغرافي SIG الخاص بوضع الشبكات الجغرافية المختلفة. يستخدم مستعمل هذا النظام قواعد الإستفهام الفضائية والدالية التي تسمح بالإجابة على كل طلب يهدف إلى الإستعلام على وجود المعطيات الجيوديزية أياً كانت في المنطقة. اقتضى إنجاز نظام المعلومات الجغرافي جرد وتحليل يسمح بتصنيف المعطيات في أربعة مجالات ( شبكة قياس الجاذبية، شبكة التسوية، شبكة جيوديزية أرضية و فضائية GPS ). سمح إعداد المخططات التصورية مجالاً بمجال إلى تزويد الجزء الوصفي تحت "SGBD Access". تم المرور من الجداول الدالية نحو الرسم البياني تحت "Mapinfo" بإنشاء خرائط الشبكات المختلفة، بينما تتلاقى المعلومة البيانية بخاصيتها الدالية في القاعدة. أخيراً، تؤمن قواعد الإستفهام المتنوعة الدالية و الفضائية بأجهزة ترابط، تتجز بمعلومات "Mapbasic"، مطابقة لإحتياجات مستعملي المعلومة الجيوديزية .

**Résumé :** Le thème développé à travers cet article porte sur la conception, la réalisation et la mise en place au niveau du CTS un système d'information géographique (SIG) de l'état des divers réseaux géodésiques. L'utilisateur de ce système dispose de fonctionnalités d'interrogation spatiale et sémantique permettant de répondre à toute requête visant à s'informer de l'existence d'une donnée géodésique quelconque sur une région. La réalisation de ce SIG a nécessité un inventaire et une analyse de l'existant qui a permis de classer les données en quatre domaines (réseau gravimétrique, réseau de nivellement, réseau géodésique terrestre et réseau géodésique spatial GPS). L'élaboration des schémas conceptuels par domaine a permis. Enfin, les règles d'interrogation diversifiées sémantiques et l'implémentation de la partie descriptive sous le SGBD "Access". Le passage des tables sémantiques vers le graphique est effectué, sous l'environnement "Mapinfo", par la création de cartes des divers réseaux, tout en reliant l'information graphique à ces attributs sémantiques dans la base. Enfin, les règles d'interrogation diversifiées sémantiques et spatiales sont assurées par des interfaces, "Mapbasic", bien adaptées aux besoins des utilisateurs de l'information géodésique.

**Mots clés :** Réseau géodésique, Base de données, SIG, SGBD relationnel.

**Abstract :** The developed theme through this article is about the conception, the realization and the setting up to the level of the CTS a system of geographical information (GIS) of the state of the various geodesic networks. The use of this system has functionalities of spatial and semantic questioning permitting to answer all requests aiming to inquire about the any geodesic data existence on a region. The realization of this GIS required an inventory and an analysis of the existing that permitted to classify the data in four domains (gravimetric network, network of levelling, terrestrial geodesic network and spatial geodesic network GPS). The development of the conceptual diagrams by domain permitted the implementation of the descriptive part under the DBMS "Access." The passage of the semantic tables toward the diagram is done, under the "MapInfo" environment, by the creation of cards of the various networks, while joining the graphic information to these semantic attributes in the basis. Finally, the rules of varied semantic and spatial questioning are assured by interfaces, developed in "Map basic" language, well adapted to the need of the users of the geodesic information.

**Keywords :** Geodesic network, Data base, GIS, relational DBMS.

## 1. Introduction

Les techniques de géodésie (terrestre ou spatiale) exige une variété et un volume important de données (observations, répertoires de points géodésiques, éphémérides des satellites, données géodésiques, etc.). Comparativement à la méthode de recherche traditionnelle basée essentiellement sur la consultation des archives et dépourvue de tout moyen de calcul, l'outil élaboré et présenté dans cet article offre de meilleures possibilités notamment :

- Analyses thématiques, statistiques et spatiales,
- Création de cartes,
- Mise à jour de données,
- Rassemblement de données.
- Organisation des données spatiales en couches,
- Interrogation conviviale de la base de données.

Ce travail effectué au niveau de la division de géodésie du CTS, consiste à la mise en œuvre d'un SIG de l'état des réseaux géodésiques qui comporte deux grands volets :

### 1<sup>er</sup> volet : Base de données

La conception de la base de données a nécessité le développement de plusieurs phases :

- Inventaire de l'information géodésique par domaine en s'appuyant sur la documentation disponible au niveau du CTS : il comporte la description des données, la compilation des documents de spécifications des producteurs de l'information géographique, et la collecte et l'exploitation des données existantes. Les données ont été classées en quatre domaines (réseau gravimétrique, réseau de nivellement, réseau géodésique terrestre et réseau géodésique spatial GPS).
- Modélisation de l'information géodésique par domaine : elle permet de dégager l'ossature du réseau géodésique, notamment en terme de spécification, de description des informations qui seront supportées par le système. Cette phase sera représentée par l'établissement d'un schéma conceptuel par domaine utilisant l'approche entité association et le formalisme HBDS en intégrant toutes les contraintes descriptives et fonctionnelles.
- Implémentation du schéma conceptuel de chaque domaine sous le SGBD relationnel "Access".
- Validation de la base de données géodésiques.

### 2<sup>ème</sup> volet : Modèle SIG

Une fois les définitions formelles des informations adoptées, un modèle SIG est développé sous le logiciel SIG "Mapinfo". Il englobe surtout les contraintes spatiales des données.

Enfin, pour répondre au souci de mettre à la disposition des usagers de l'information géodésique, un système convivial, dans lequel les outils utilisés sont transparents pour l'utilisateur, des règles d'interrogation diversifiées sémantiques et spatiales ont été développées en langage "Mapbasic" sous l'environnement "Mapinfo". Elles jouent le rôle d'interface avec les utilisateurs de l'information géodésique, et permettront un gain en temps d'accès aux données géodésiques quelconques sur une région.

## 2. Base de Données

### 2.1 Analyse de l'information géodésique

Dans le cadre de ce travail, cette étape a consisté à inventorier et analyser les données géodésiques existantes au niveau du Centre des Techniques Spatiales (CTS). L'exploitation des différents documents et fichiers existants et l'étude des besoins des différents usagers de l'information géodésique, qu'ils soient chercheurs ou opérateurs économiques, publics ou privés, nous ont permis d'établir une liste de données classée en quatre domaines :

**Domaine "réseau gravimétrique"** : le réseau gravimétrique est subdivisé principalement en trois réseaux partiels (ordres 0, 1 et 2). Un point gravimétrique est décrit par des informations descriptives et géométriques (matricule, désignation, ordre, nature, type, état, type d'observation, instrument de mesure, gravité observée, système géodésique, anomalie à l'air libre, correction de terrain, position géographique et sa précision, système d'altitude, altitude et sa précision, méthode de traitements, etc.).

Les données gravimétriques utilisées ont été fournies par le Bureau Gravimétrique International (B.G.I.) et sont exprimées dans le Système de Référence Géodésique GRS80. La précision à priori des mesures est de 5 mGals.

**Domaine "réseau géodésique classique"** : le réseau de géodésie classique est établi par des techniques terrestres (mesures d'angles, de distances et d'azimuts) et calculé sur un ellipsoïde à partir d'un point fondamental [Bouteloup, D, 2002]. Les points géodésiques sont matérialisés sur le terrain par des repères dont leurs coordonnées sont publiées sous forme de répertoire.

Ce domaine regroupe les informations relatives aux observations (période, lieu dit, opérateur, instruments, type de mesure, précision, etc.) et aux traitements géodésiques (méthode de calcul, date, matériel, ellipsoïde, projection cartographique, précision, etc.), et à la description des points géodésiques (numéro, situation cartographique et administrative, système géodésique, ordre, coordonnées géodésiques, système d'altitude, altitude, précision, répertoire, etc.).

Les données exploitées sont fournies par l'INCT (Institut National de Cartographie et de Télédétection), en tant qu'organisme national ayant en charge le réseau géodésique national et la cartographie de base.

**Domaine "réseau de nivellement"** : un repère de nivellement est représenté par des informations descriptives et géométriques (matricule, nom, état, type, nature, numéro et nom du cheminement, situation cartographique et administrative, point kilométrique, technique de détermination, organisme responsable, répertoire, système d'altitude, altitude, précision, etc.) [B. chemaa, 1999]. D'autres informations relatives aux observations sont intégrées à savoir les points de référence visés, l'époque et la session d'observations, les mesures, l'instrument utilisé, le nom de l'opérateur, etc.

Ce domaine regroupe aussi le "réseau de GPS/nivellement" qui représente des stations GPS nivelées qui sont rattachées au réseau Nivellement Général Algérien (NGA).

**Domaine "réseau de géodésie spatiale"** : le réseau de géodésie spatiale est réalisé par des techniques d'observations spatiales (GPS, Altimétrie spatiale, DORIS, VLBI, etc.). Dans le cadre de ce travail, les données de géodésie spatiale utilisées sont issues de la technique GPS. Un point GPS est décrit par des informations relatives aux observations (numéro du point, situation cartographique et administrative, période, nom de la session, heure de début et de fin de la session, lieu dit, opérateur, instruments, type de mesure, hauteur de l'antenne, nombre de satellites observés, etc.) et aux traitements (logiciel, méthode de calcul, date, réseau de référence, système géodésique, coordonnées géodésiques, système d'altitude, altitude, précision, etc.). [N. Dennai, 2004]

## 2.2 Modélisation des données

La modélisation constitue une démarche d'investigation permettant de gérer un réseau. C'est une étape fondamentale dans la conception des bases de données.

La méthode adoptée pour la création de ces modèles est basée sur celle de MERISE (Méthode d'Etude et de Réalisation Informatique de Système d'Entreprise) qui prévoit une conception par niveaux qui sont les suivants [H. Tradieu & A. Rochfeld, 1991]:

**Le niveau conceptuel** : Modèle Conceptuel de Données (MCD). Les modèles de diagrammes de référence utilisés dans ce niveau sont le modèle "Entité Association" et le modèle "HBDS" (Hypergraph Based Data Structure) [F. Duquenne, 1990].

**Le niveau logique** : Modèle Logique de Données (MLD). Ce niveau introduit la notion des tables logiques, et constitue donc le premier pas vers les tables des SGBD relationnel.

**Le niveau physique** : Modèle Physique des Données (MPD). Il se base sur le modèle logique des données et contient finalement les tables à l'aide d'un SGBD.

## 2.3 Implémentation

Il s'agit à ce niveau de traduire le MCD en un modèle relationnel plus proche de la machine.

Après normalisation et transformation du MCD en modèle logique relationnel, une implémentation par domaine a été effectuée sous le SGBD relationnel "Access". La validation des différents modèles physiques établis pour chaque domaine est basée sur des données concrètes disponibles au niveau du CTS (§ 1.1.).

## 3. Modele SIG

En plus des fonctionnalités qu'offre les SGBD, les SIG offrent particulièrement des outils de développement, de traitements statistiques, d'opérations de superposition et d'analyse spatiale. Ils permettent aussi d'exprimer et d'exécuter des requêtes complexes, et d'importer des données à partir d'autres systèmes (SIG et SGBD) et de logiciel de CAO ou de traitement d'images.

### 3.1 Création des cartes graphiques

La démarche adoptée pour la création des cartes graphiques des réseaux sous l'environnement "Mapinfo" est la suivante :

- Connexion à la base de donnée "Access" via l'outil l'outil l'connexion DBMS;
- Importation des tables;
- Création du Linkage entre les tables à l'aide des requêtes SQL [Viescas J.];
- Création de la carte des points (géodésiques, gravimétriques, etc.).

La figure 1 représente un exemple de la répartition du réseau gravimétrique national (découpage administrative par commune).



Fig. 1 répartition des points gravimétriques.

L'outil SIG permet aussi de croiser des critères sémantiques; la figure suivante (2) illustre un exemple de ce croisement de critères :

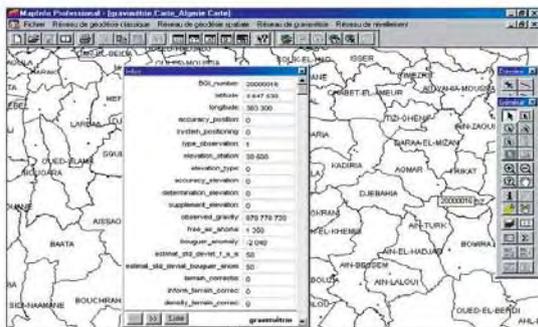


Fig. 2 localisation et consultation d'un point gravimétrique.

### 3.2 Elaboration du menu personnalisé

Pour concrétiser notre travail, nous avons élaboré, en langage MAPBASIC, un programme permettant l'accès facile à l'information, la communication rapide et conviviale entre l'utilisateur et le logiciel et l'exécution rapide des requêtes personnalisées par simples clics.

L'interface développée est constituée d'un menu composé de cinq sous menus liés à des applications

exécutables distinctes. La figure (3) illustre les principales fonctionnalités du menu principal :



Fig. 3 Menu principal du programme.

Le menu "Fichier" regroupe les principales fonctions du menu de MapInfo telles que l'import de table et la modification de la structure de la table (figure 4).

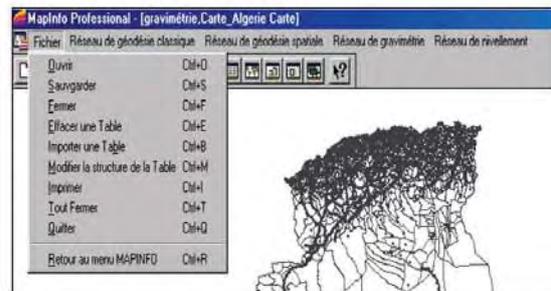


Fig. 4 Description du menu "Fichier".

Un exemple du menu "Réseau de géodésie classique" est illustré par la figure 5. Il permet la visualisation des points du réseau sur une carte découpée par commune et l'exécution de quelques requêtes spatiales et sémantiques.



Fig. 5 Menu "Réseau de géodésie classique".

### 3.3 Mécanismes d'interrogation

Les SIG procurent à la fois des outils simples d'interrogation et de puissantes solutions d'analyses. L'intégration de données au travers des différentes couches d'information permet d'effectuer une analyse spatiale rigoureuse. Cette analyse par croisement d'information, si elle peut s'effectuer visuellement nécessite souvent le croisement des informations sémantiques et graphiques. Les figures suivantes (6) et (7) illustrent quelques exemples d'interrogations :

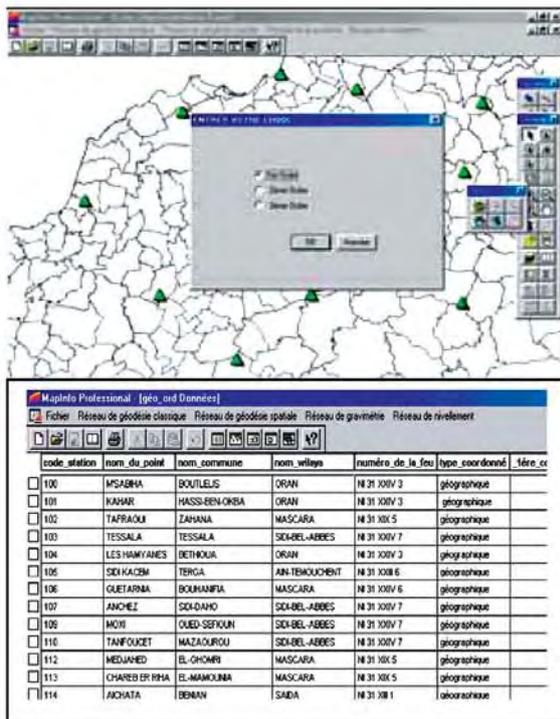


Fig. 6 Sélection des points géodésiques par ordre.

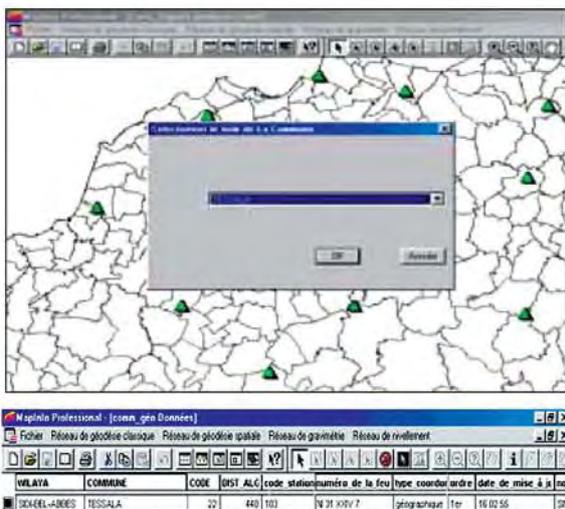


Fig. 7 Sélection de la commune par nom.

### 4. Conclusion

Le travail présenté dans cet article constitue un maillon de la chaîne de développement d'un système d'information géographique destiné à mettre à la disposition des différents acteurs intéressés à l'Information géographique d'un outil de renseignement sur l'état de couverture cartographique du pays, intégré dans un processus de consultation à distance via un réseau de communication (réseau national, Internet, etc.).

Ce système une fois opérationnel, aura des retombées positives aussi bien sur le plan économique, scientifique que technique. En effet, il constituera un outil majeur de promotion de l'usage de l'information géodésique. De même, il permettra de valoriser l'information existante et d'orienter de manière plus efficace les programmes de réalisation de couvertures cartographiques. Ceci engendrera en conséquence un gain appréciable en coût et en temps d'accès à l'information géodésique.

Le système devra disposer de toutes les fonctionnalités d'interrogation et de formulation de requêtes en se basant sur le découpage administratif ou la spécification d'une région particulière. Il devra répondre au souci de mettre à la disposition des usagers de l'information géodésique, un système convivial, dans lequel les outils utilisés sont transparents pour l'utilisateur. Il reposera sur l'usage de la technologie des SIG et des résultats d'une enquête auprès de tous les producteurs de l'Information Géodésique.

L'application développée, dans le cadre de ce travail, démontre clairement la faisabilité de tel projet. Elle permettra à l'utilisateur de doter d'un outil d'information performant et actualisé sur les états des différents réseaux géodésiques par le biais de mécanismes d'interrogation spatiale ou sémantique. Néanmoins, la validation de cet outil a été basée uniquement sur un échantillon de données géodésiques restreint disponible au niveau du CTS et ne permettra pas, en conséquence, de prononcer sur sa fiabilité.

### Références Bibliographiques

Bouteloup. D, 2002 : cours de géodésie, systèmes géodésiques et transformations de coordonnées.

Chemaa B., 1999 : conception de base de données géodésique : article. Bulletin des sciences géographique N°04 I.N.C.T.

Dennouni N., 2004 : Elaboration d'une nouvelle base de données géodésiques intégrant les nouvelles missions spatiales. Mémoire de magister (CTS)

Duquenne F., 1990 : La base de données géodésique sa conception, son état de réalisation et les perspectives, instructions techniques IT/N°63, Institut Géographique National / Paris.

Duquenne F., 1990 : La base de données géodésique sa conception, son état de réalisation et les perspectives, instructions techniques IT/N°63, Institut Géographique National / Paris.

Tradieu H. & Rochfeld A., 1991 : Méthode merise, démarche et pratique. (Tome 2) / Paris.

Viescas J. : Guide du langage SQL, Microsoft PRESS.