

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Aboubakr Belkaïd– Tlemcen –

Faculté de technologie

Département d'Hydraulique



Polycopié intitulé :



SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE
COURS ET TRAVAUX PRATIQUES

Présenté par :

Mme BOUKLI HACENE Chérifa

Mme RABAH FISSA Amina

Remerciements

Nous remercions Mr BOUDAOU D Nouredine, Géomètre expert et enseignant associé à l'université de Tlemcen d'avoir pris de son temps pour pré-examiner ce travail.

Aussi, nous remercions les professeurs ADJIM Fouzia et BENSLIMANE Mohamed d'avoir accepté d'expertiser ce polycopié malgré leurs nombreuses charges et préoccupations.

Un merci spécial est adressé à Monsieur KELLOUCHE Abdelhakim, pour son aide.

A toutes les personnes qui nous ont assistés de près ou de loin, qu'ils trouvent dans ce modeste document l'expression de nos sincères remerciements.

Table des matières

Avant propos	
1 ^{ère} Partie : SIG : Notions fondamentales	01
I. Concepts fondamentaux des systèmes d'informations géographiques	02
I.1 Définitions	02
I.2 Structure d'un SIG	04
I.3 Fonctionnalités d'un SIG	04
I.4 Les données dans les SIG	06
I.4.1 Modes d'acquisition de données	06
I.4.2. Types de données dans un SIG	10
I.4.2.1 Données spatiales	11
I.4.2.2 Données associées	12
I.4.3. Modes de données dans les SIG	13
I.4.3.1 Mode vecteur	14
I.4.3.2 Mode raster	15
I.5. Domaines d'application des SIG	16
1.6. Mise en place d'un SIG	17
2 ^{ème} Partie : Travaux pratiques : Prise en main de MAPINFO	18
2.1 Choix et fonctions du SIG Mapinfo	19
TP 01 : Découvrir Mapinfo	21
TP N°02 : Calage et affichage d'une carte	28
TP N°03 : Création de nouvelle couche	34
TP N°04 : Création d'objets dans une table	39
TP N° 05 : Modification de la géométrie d'un objet	40
TP N°06 : Chargement de la base de données	42
TP N°07 : Mise en forme d'une carte	45
I. Etiquetage d'une carte	45
II. Analyse thématique	47
TP 08 : Requêtes et langage SQL	53
TP 09 : Extraction des coordonnées	58
TP N°10 : Mise en page et impression d'une carte	60
TP N°11 : Superposition de deux cartes de projections différentes dans un SIG	71
Références bibliographiques	74

AVANT PROPOS

Parce que les systèmes d'information géographique (SIG) intègrent progressivement l'héritage de la production cartographique classique, ils sont souvent assimilés ou réduits à des outils de cartographie assistée par ordinateur. Parce qu'ils reposent nécessairement sur la technologie informatique, ils sont aussi parfois assimilés à des ordinateurs spécialisés, à leurs périphériques et à leurs données.

En réalité, la dimension technique, économique et sociale des SIG va bien au-delà de ces aspects concrets et visibles de leurs activités, et il est important de recadrer celles-ci en rappelant les concepts généraux qui sont à la base des SIG.

Voici donc un polycopié à l'évidence utile. Il est consacré à l'étude des différents concepts autour de l'information géographique. Il prend en compte le fait que les étudiants seront confrontés lors de leurs futures activités à des problématiques de gestion d'information géographique.

Le polycopié présente les différentes clés qui leur permettront de remplir soit des fonctions techniques autour du SIG soit de gérer des projets traitant de données géographiques sans avoir à les manipuler (gestion de prestataires, maîtrise d'ouvrage, management d'équipe SIG, composante SIG d'un projet plus général, etc.).

Ainsi à l'issue de ce cours, les étudiants seront capables de:

- Comprendre la notion de l'information géographique numérique
- Comprendre les concepts de bases des SIG
- Découvrir les fonctionnalités des SIG
- Utiliser efficacement les outils SIG de traitements de données urbaines mis à leur disposition dans le cadre de leur vie professionnelle
- Découvrir la variété de domaines d'application
- Pratiquer sur le logiciel SIG Map Info

Pour illustrer les différents concepts abordés en cours, les TPs réalisés sous MapInfo permettent de se confronter concrètement aux concepts et aux respects de certains principes communs à tous les logiciels de gestion de l'information géographique.

1^{ère} Partie
SIG : Notions fondamentales

I. CONCEPTS FONDAMENTAUX DES SYSTEMES D'INFORMATIONS GEOGRAPHIQUES

Dans cette partie, il nous est apparu utile d'introduire quelques notions essentielles sur les systèmes d'information géographique. Le concept de système d'information géographique (SIG) est apparu dans les années 1960-1970. Depuis ce temps, des définitions plus ou moins similaires et cohérentes ont fait leur apparition. Afin de bien situer le rôle et l'usage d'un SIG, nous allons également en préciser sa définition. Signalons qu'il n'existe pas encore une définition claire et communément admise par l'ensemble de la communauté scientifique. La plupart des définitions citées sont plutôt d'ordre général et couvrent un large spectre de sujets et d'activités.

I.1 DEFINITIONS

Un système d'information géographique (SIG) est un système informatique permettant à partir de diverses sources, de rassembler et organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement contribuant notamment à la gestion de l'espace.

Un système d'information géographique est aussi un système de gestion de base de données pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées.

C'est un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision.

Un système d'information géographique, comme le montre la figure 1.1, est un ensemble d'équipements informatiques, de logiciels et de méthodologies pour la saisie, la validation, le stockage et l'exploitation de données, dont la majorité est spatialement référencée, destinée à la simulation de comportement d'un phénomène naturel, à la gestion et l'aide à la décision.



Figure 1.1 : Composantes d'un SIG
<http://www.afigeo.asso.fr/les-sig.html>

Un système d'information géographique peut être aussi défini par les questions auxquelles il apporte des réponses: Où ? Quoi ? Comment ? Quand ? Et si? (<http://seig.ensg.ign.fr/>)

Où se trouve l'échangeur ?



Où ? Où cet objet, ce phénomène se trouve-t-il ?
Plus généralement, où se trouvent tous les objets d'un même type ?

Cette interrogation permet de mettre en évidence la répartition spatiale d'un objet.

Quel est le nom de l'autoroute ?



Quoi ? Que trouve-t-on à cet endroit ?

Il s'agit de mettre en évidence tous les objets ou phénomènes présents sur un territoire donné.

Comment est organisée la circulation ?



Comment ? Quelles relations existent ou non entre les objets et les phénomènes ?

C'est la problématique de l'analyse spatiale.

Depuis quand cette bretelle est-elle en service ?



Quand ? A quel moment des changements sont intervenus ?

Quels sont l'âge et l'évolution de tel objet ou phénomène ?

C'est la problématique de l'analyse temporelle.

Si l'autoroute s'élargi, quelles sont les populations qui risquent d'être le plus touchées (population à moins de 300 mètres de l'autoroute) ?



Et si ? Que se passerait-il si tel scénario d'évolution se produisait ?

Quelles conséquences affecteraient les objets ou phénomènes concernés du fait de leur localisation ?

Un SIG répond à 5 fonctionnalités (les 5 A) :

- Abstraction: modélisation de l'information,
- Acquisition: récupérer l'information existante, alimenter le système en données,
- Archivage: stocker les données de façon à les retrouver et les interroger facilement,
- Analyse: réponses aux requêtes, cœur même du SIG,
- Affichage: restitution graphique.

En d'autres termes, un SIG est un environnement informatisé d'analyse d'une information spatiale numérisée.

I.2 STRUCTURE D'UN SIG

La figure 1.2 met en évidence quatre groupes de fonctionnalités au-dessous d'une couche d'applications: l'acquisition des données géographiques d'origines diverses, la gestion pour le stockage et la recherche des données, l'analyse spatiale pour le traitement et l'exploitation et enfin la présentation des résultats sous forme cartographique.

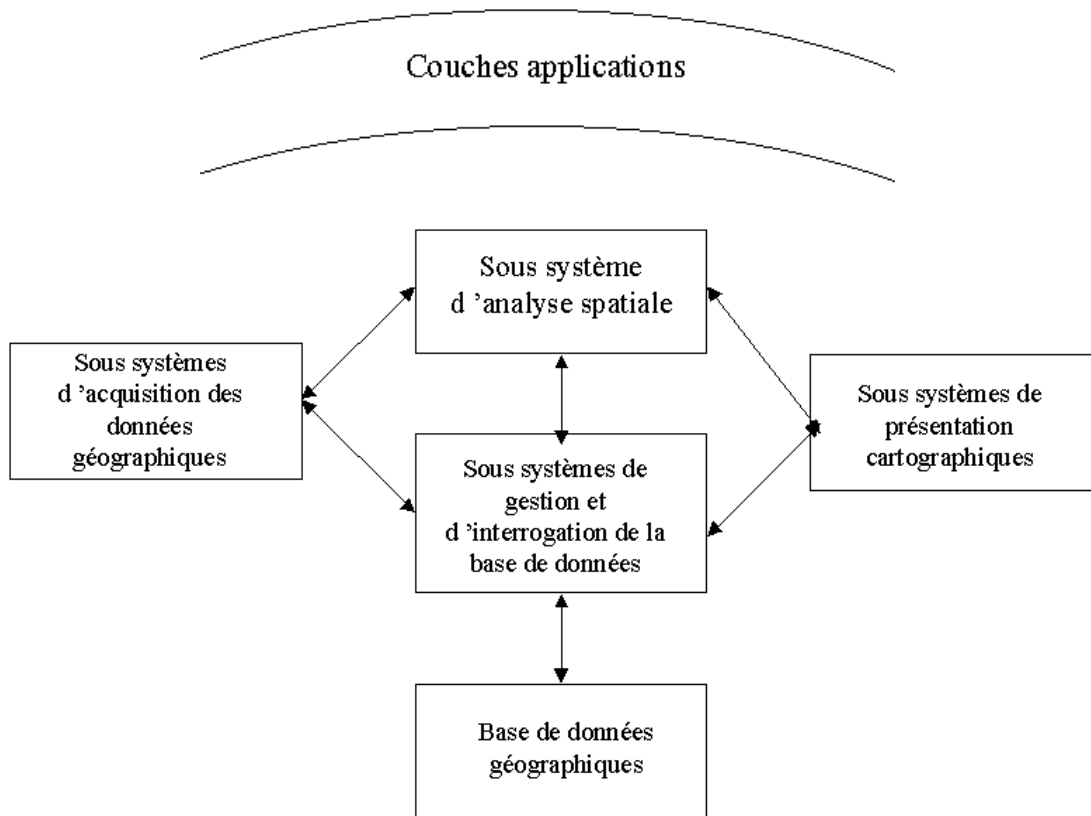


Figure 1.2 : Structure d'un SIG (Abdelbaki C., 2012)

I.3 FONCTIONNALITES D'UN SIG

Un SIG complet, permettra non seulement de dessiner puis tracer automatiquement le plan, mais en outre :

- De disposer les objets dans un système de référence géographique, de les convertir d'un système à un autre.
- De rapprocher entre elles deux cartes (deux plans) de sources différentes, de faciliter leur superposition comme c'est illustré dans la figure 1.3.

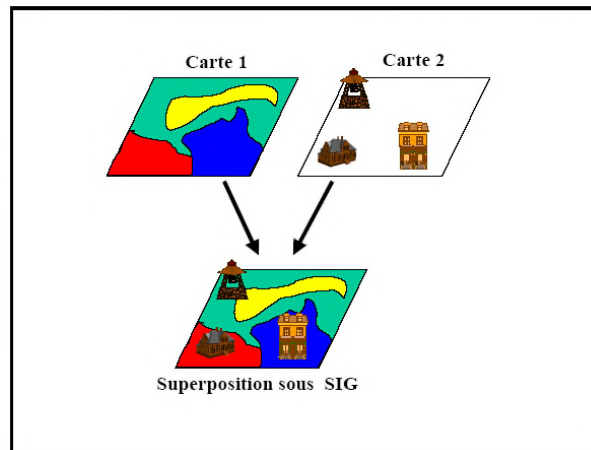


Figure 1.3 : Superposition sous un SIG

http://www.prevention2000.org/cat_nat/risques/mvtter/mvt_prev.htm

- De corriger certains contours de la moins fiable en reprenant les coordonnées correspondantes de la plus fiable.
- D'extraire tous les objets géographiques situés à une distance donnée, d'un carrefour, d'une route ou des rives d'un lac.
- D'extraire tous les objets situés dans un périmètre donné comme c'est présenté dans la figure 1.4.

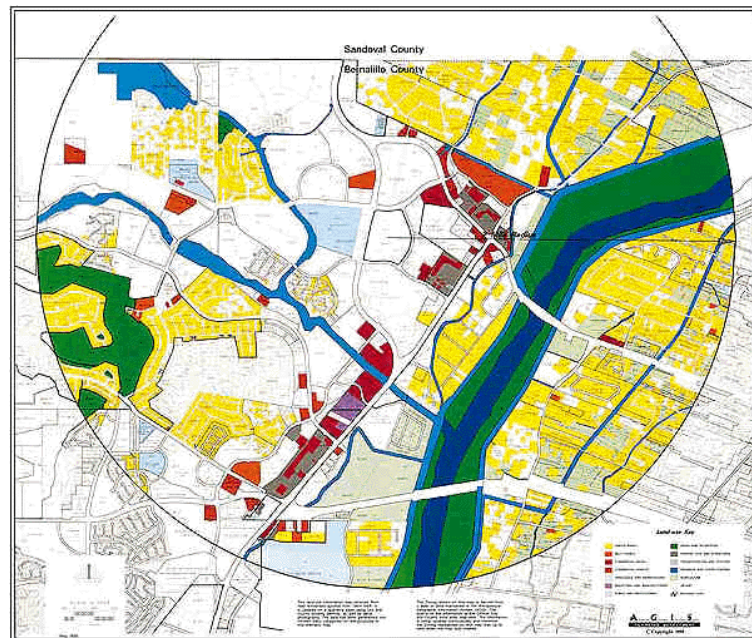


Figure 1.4 : Exemple de sélection (Mihoubi et Abdelbaki, 2003)

- De fusionner tous les objets ayant une caractéristique commune, par exemple les parcelles adjacentes ayant la même densité de surface bâtie.
- De déterminer, sur un réseau, l'itinéraire le plus court pour aller d'un point à un autre.

I.4 LES DONNEES DANS LES SIG

Le premier aspect auquel on pense quand on évoque la notion de logiciel de cartographie informatique ou de système d'information géographique est celui de manipuler les données. Dès lors, un certain nombre de questions se posent : Comment l'information contenue dans une carte peut elle être stockée dans un ordinateur? Quelles sont les données traitées par les SIG ? La section suivante apporte les réponses aux différentes questions posées et met le point sur les modes d'acquisition de données dans un SIG.

I.4.1 Modes d'acquisition de données

Dans la pratique, les données géographiques proviennent de sources différentes, ont des modes d'acquisition différents, sont sur des médias différents, on dit qu'elles sont multisources. Certaines données sont directement mesurées sur le terrain (levés topographiques) ou captées à distance (système de positionnement Global GPS, photos aériennes, images satellitaires), ou saisies à partir de cartes ou de plans existants, ou récoltées par des organismes de production de données et ensuite importées. Il s'agira d'intégrer ces données hétérogènes, car de qualité, de fiabilité, de précision et d'extensions spatiales bien différentes. Nous présentons dans ce qui suit les principales méthodes d'acquisition de données.

a. Numérisation

La numérisation (digitalisation ou vectorisation) permet de récupérer la géométrie des objets disposés sur un plan ou une carte préexistante comme illustré dans la figure 1.5.



Figure 1.5 : Opération de digitalisation

https://docs.qgis.org/2.8/fr/docs/gentle_gis_introduction/data_capture.html

<http://www.forumsig.org/showthread.php/37012-Vente-Table-%C3%A0-digitaliser>

Elle consiste à faire évoluer un curseur sur un plan posé sur une table à digitaliser et préalablement calé en coordonnées. La table est réceptive aux signaux électriques émis par le curseur. Elle peut localiser ces signaux sur le plan de la table avec une précision de l'ordre du dixième de millimètre. La figure 1.6 présente un exemple d'extraction des couches et la figure 1.7 présente le résultat de la digitalisation.

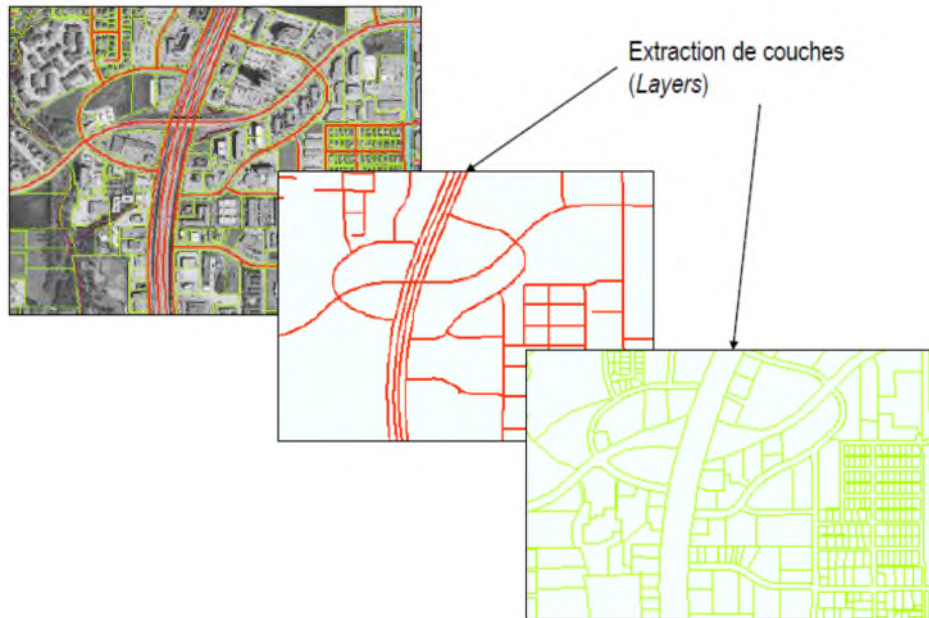


Figure 1.6 : Extraction des couches

<https://themamap.greyc.fr/fr/node/17>

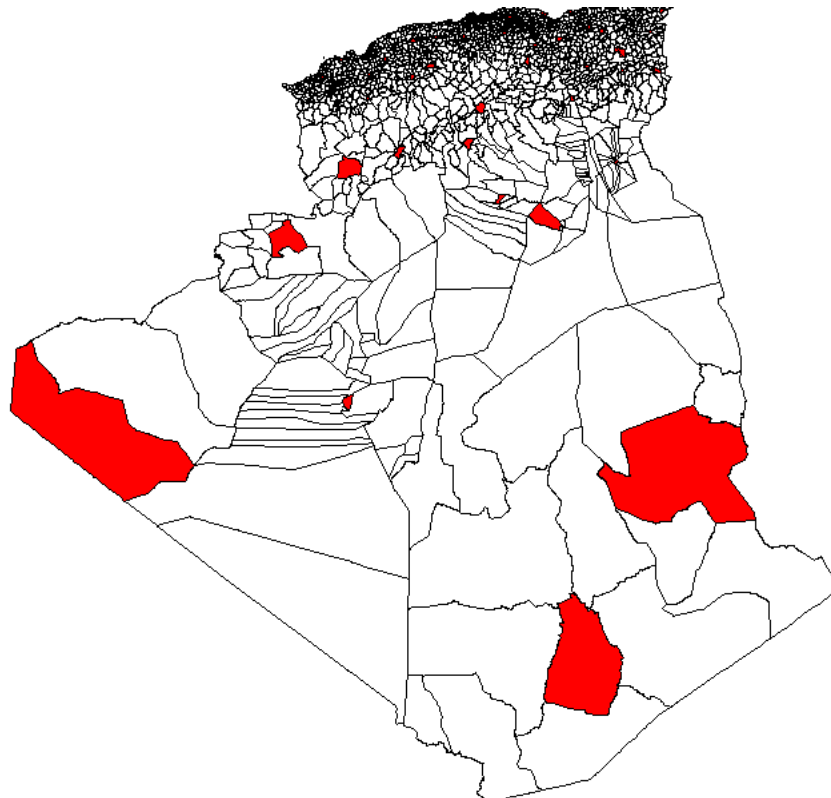


Figure 1.7 : Exemple de résultat de digitalisation

b. Balayage électronique (scannérisation)

Le balayage électronique (réalisé avec un scanner) est un autre moyen de saisir un plan existant (figure 1.8). Il est plus rapide que la digitalisation manuelle.



Figure 1.8 : Extrait d'une carte scannée

c. Photogrammétrie

La photogrammétrie aérienne est utilisée de façon systématique pour constituer les cartes à moyenne échelle. Elle est retenue également dans les pays dont la couverture cartographique et géodésique est déficiente et utilisée pour la constitution de plans à grande échelle pour un coût qui peut être très avantageux. La figure 1.9 présente un exemple de photos aériennes.

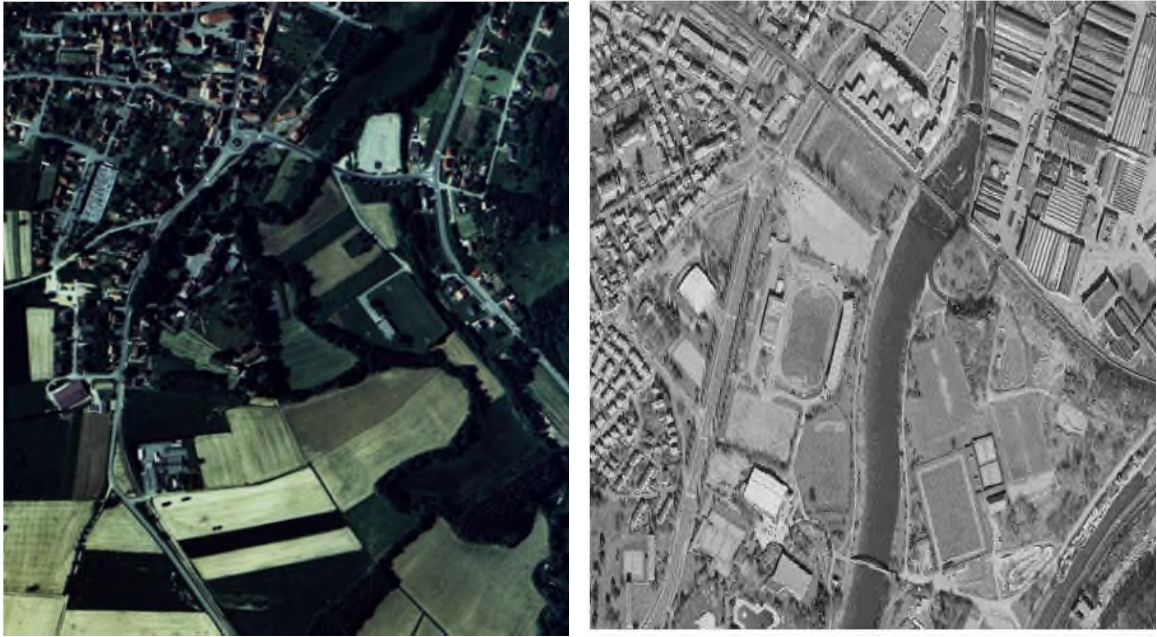


Figure 1.9 : Exemple de photos aériennes.

d. Images satellitaires (télédétection)

La télédétection est un moyen très commode de créer les données à introduire dans les SIG. Il s'agit en effet d'utiliser, dans des conditions particulières et rigoureuses, soit les photographies aériennes, soit les images enregistrées et transmises par satellite comme c'est illustré dans la figure 1.10.



Figure 1.10 : Exemple d'image satellitaire

e. Import de fichiers

C'est une façon de réduire les coûts de saisie et de récupérer des données existantes et de les convertir au format, au système d'unités et au système de projection souhaités comme c'est illustré dans la figure 1.11. Pour cela, on utilise des interfaces qui permettent:

- soit de transformer directement les données dans le format interne du SIG récepteur grâce à des bibliothèques de conversions à ce format interne.
- soit de passer par l'intermédiaire d'un format d'échange reconnu, par une fonction d'importation de données du SIG récepteur.

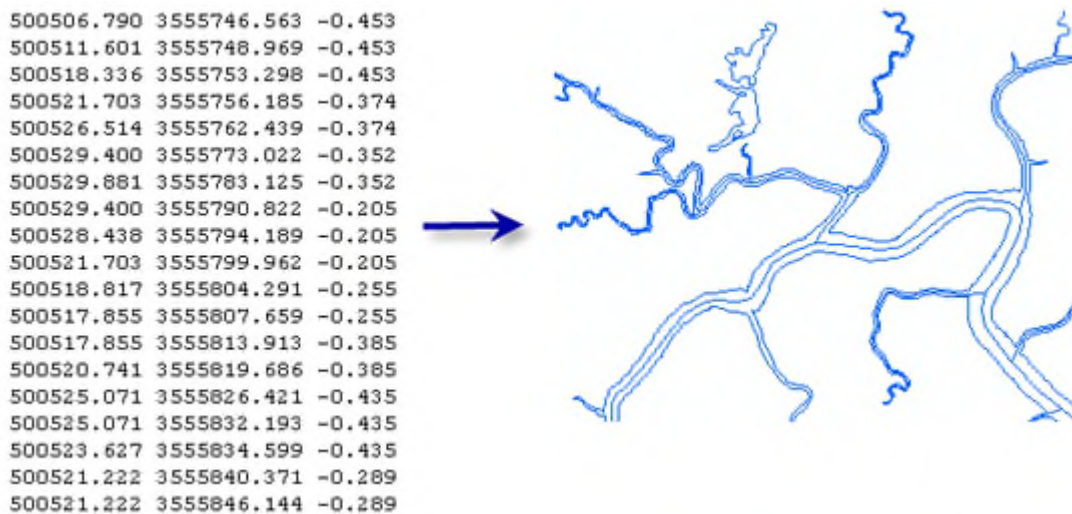


Figure 1.11 : Exemple d'importation de fichiers vers le SIG

<http://www.arcorama.fr/2015/01/sig-3d-35-conception-de-donnees-3d.html>

I.4.2. Types de données dans un SIG

Généralement pour qu'un objet spatial soit bien décrit et prêt à être utilisé par un SIG, trois informations doivent être fournies:

- sa position géographique dans l'espace
- sa relation spatiale avec les autres objets spatiaux : topologie
- son attribut, c'est à dire ce qu'est l'objet avec un caractère d'identification (code)

Les systèmes d'information géographique permettent de traiter les données spatiales et associées (figure 1.12).

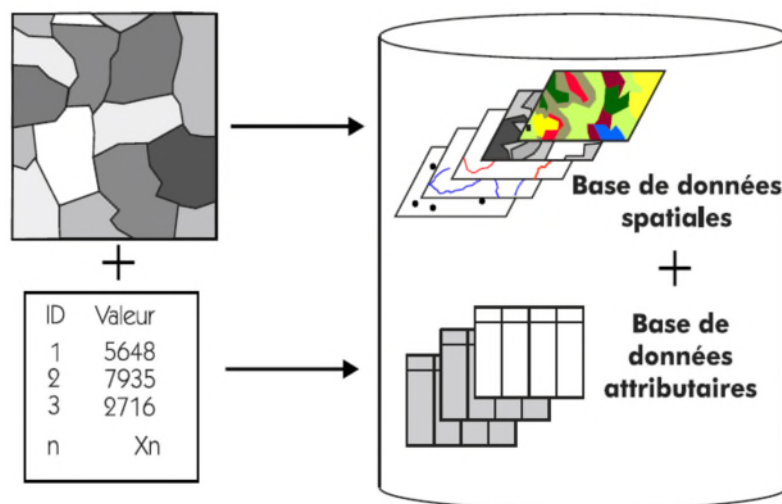


Figure 1.12 : Types de données dans un SIG

<http://resources.arcgis.com>

I.4.2.1 Données spatiales

Elles déterminent les caractéristiques spatiales d'une entité géographique où sont représentés et identifiés tous les éléments graphiques:

- La localisation : coordonnées par rapport à une échelle graphique de référence.
- La forme: point, ligne, surface.
- La taille: longueur, périmètre, surface.

Les informations font référence à des objets de trois types (figure 1.13):

- Point: est désigné par ses coordonnées et à la dimension spatiale la plus petite.
- Ligne: a une dimension spatiale constituée d'une succession de points proches les uns des autres.
- Polygone (zone ou surface): est un élément de surface défini par une ligne fermée ou la ligne qui le délimite.

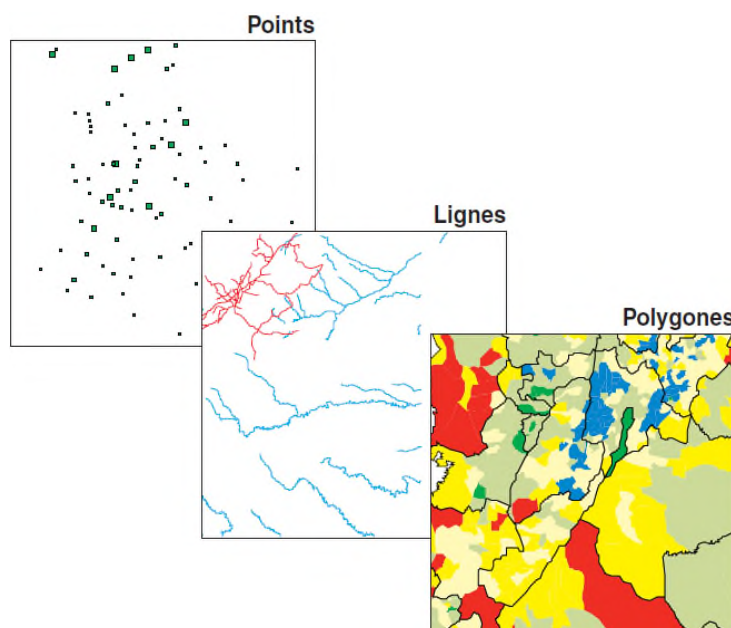


Figure 1.13 : Données spatiales <http://www.axesig.fr/produits/sig.html>

I.4.2.2 Données associées

Les données associées des entités géographiques permettent de compléter la représentation géométrique de l'entité spatiale. Chaque élément de l'espace reçoit un code d'identification qui peut être numérique ou littéral (figure 1.14). Ce code constitue en quelque sorte une étiquette caractérisant le point, la ligne ou le polygone. Parmi ces données il faut distinguer :

a) **Données de classification:** Ces données permettent de ranger le point isolé, la ligne ouverte ou la ligne fermée, dans une catégorie: limite administrative, contour de parcelle, bordure de trottoir, arbre d'alignement, conduite de réseau d'eau... Souvent ces distinctions seront prises en compte par l'organisation même du travail de saisie. Tout se passe, comme si l'on distinguait plusieurs couches d'informations, que l'on saisit successivement.

b) **Données d'identification:** Ces données permettent d'individualiser chaque objet figurant sur le plan: nom propre de l'objet, par exemple nom de la commune ou numéro permettant de l'identifier: numéro de parcelle, numéro de vanne...

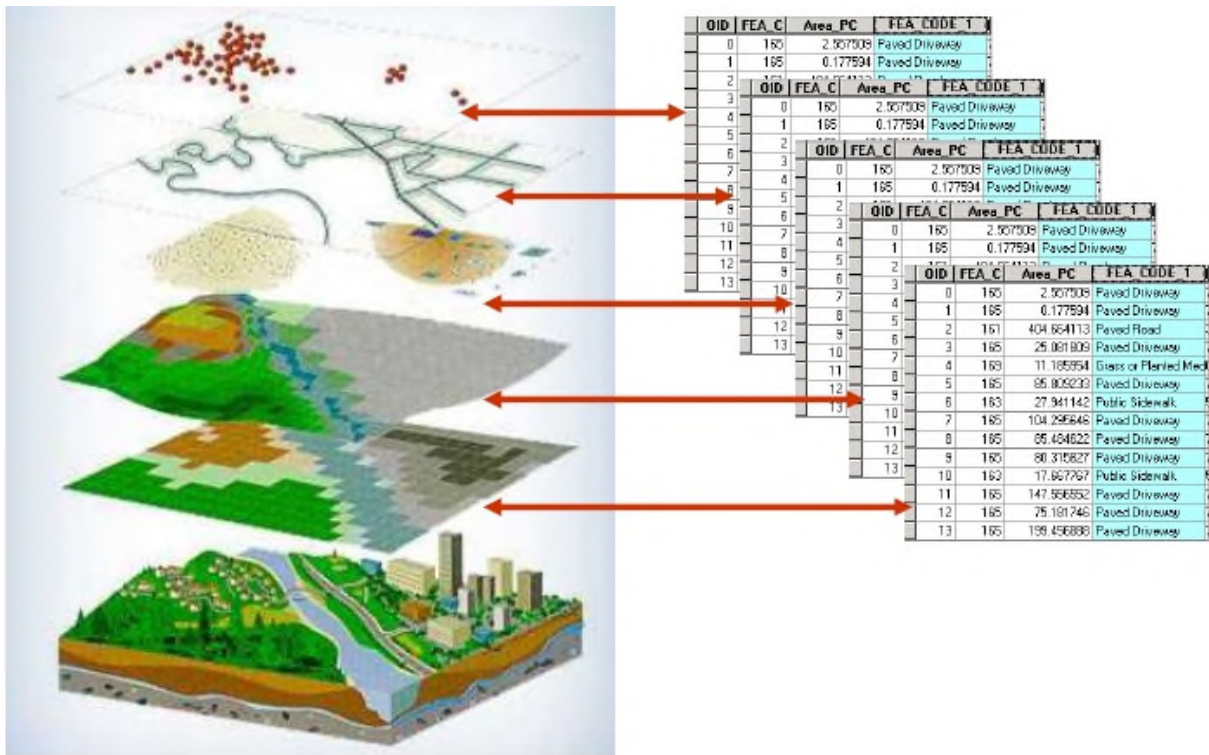


Figure 1.14 : Notion de couches de données

<http://www.seos-project.eu/modules/agriculture/agriculture-c03-s01.fr.html>

c) **Données attributaires:** Ces données viennent apporter une information supplémentaire, propre à chaque objet identifié: le propriétaire de la parcelle, le diamètre de la conduite d'eau...

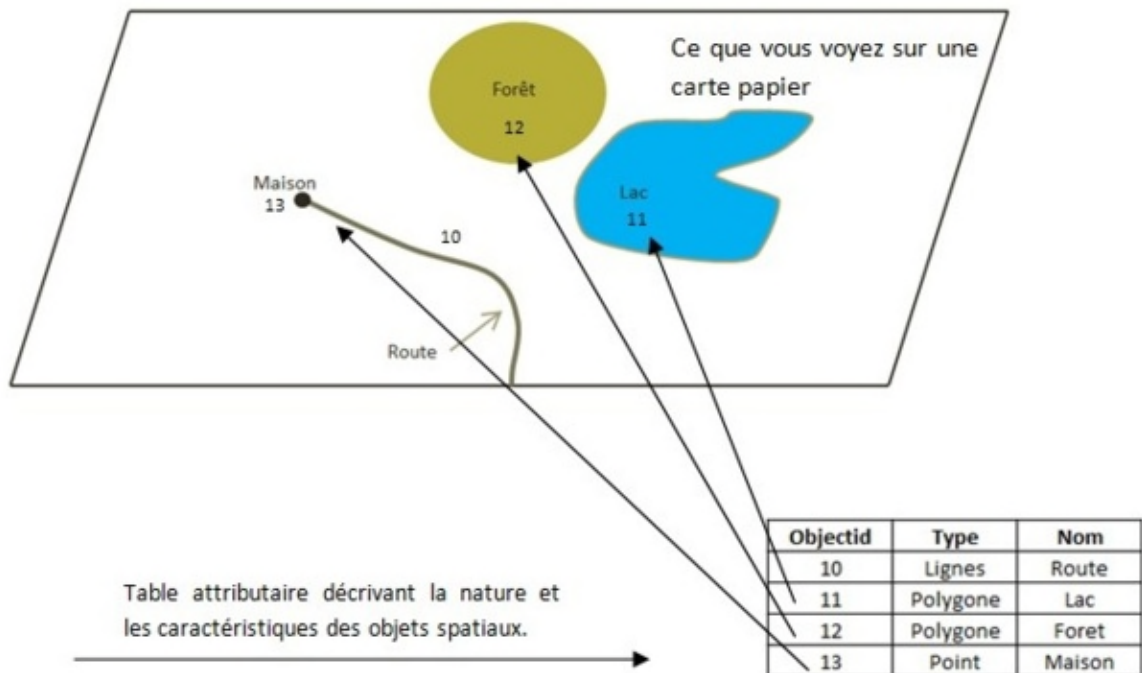


Figure 1.15 : Données associées

http://www.corse.fr/infogeo/Qu-est-ce-que-le-SIG_a24.html

Souvent ces informations sont déjà disponibles sur des fichiers informatiques, où elles sont liées à l'identifiant de chaque objet.

En général, la classe d'objet est déterminée, au moins en partie, par le processus de digitalisation, les identifiants étant introduits souvent en bloc à la fin.

I.4.3. Modes de données dans les SIG

La reprise de documents cartographiques existants sur support papier en vue de les introduire dans un SIG, pouvait recourir à des techniques différentes: la digitalisation et le balayage électronique par exemple. La première conduit directement, comme c'est illustré à la figure 1.16, à des données cartographiques numériques de type vecteurs, la seconde à des données tramées.

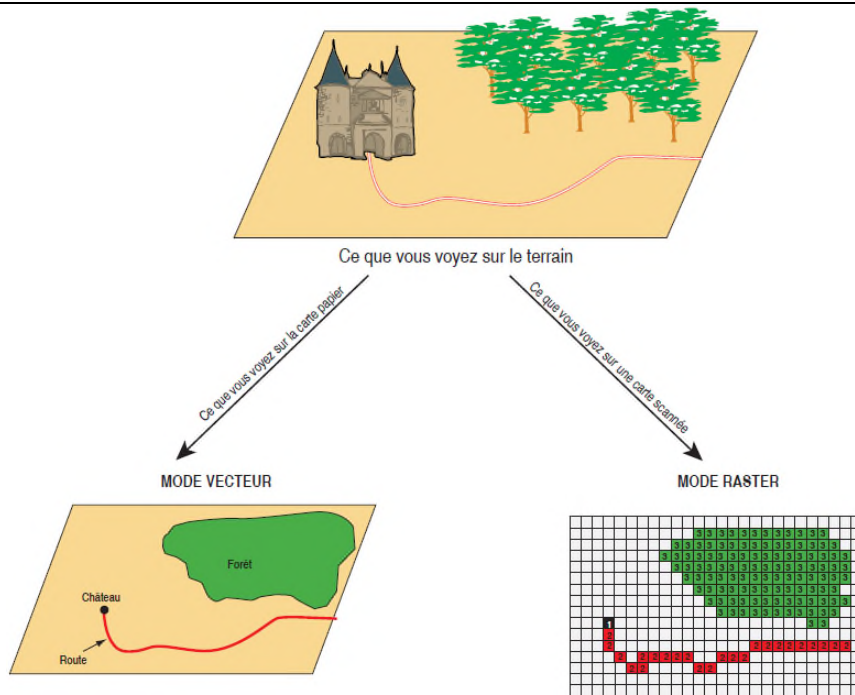


Figure 1.16 : Modes de données dans un SIG
<http://air.imag.fr/mediawiki/index.php/EA2012-SIG>

I.4.3.1 Mode vecteur

Ce mode répond au souci de représenter un objet de manière aussi exacte que possible. Pour transformer un objet réel en une donnée à référence spatiale, on décompose le territoire en couches thématiques (figure 1.17) (relief, routes, bâtiments...) structurées dans des bases de données numériques.

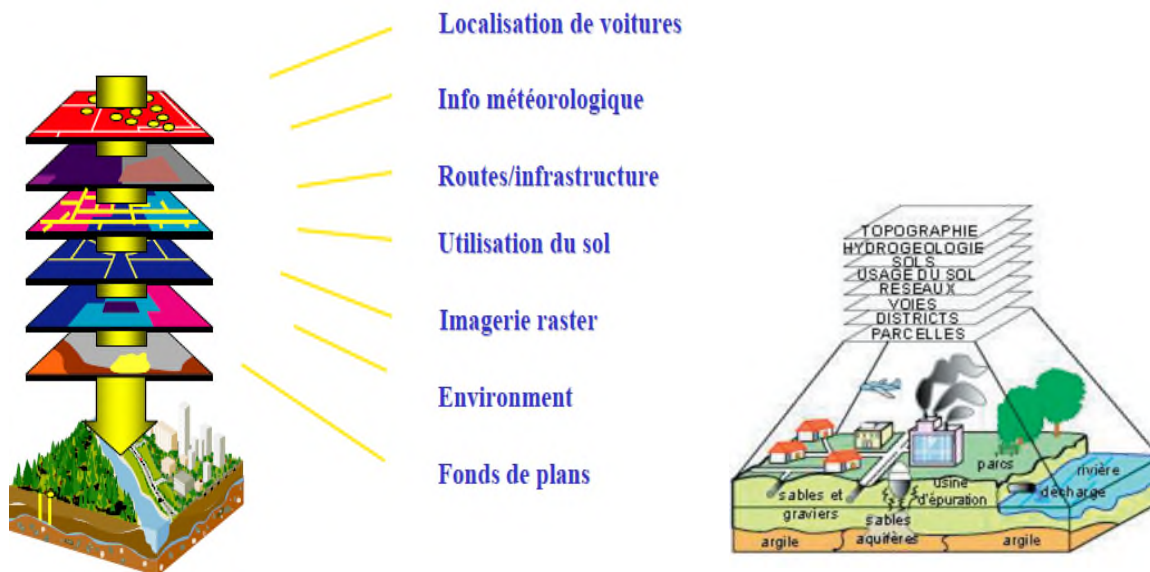


Figure 1.17 : Décomposition du monde réel en couches d'information
<http://seig.ensg.ign.fr/>, http://www.sigma972.org/def_1.html

Une couche réunit généralement des éléments géographiques de même type.
Les éléments géographiques (objets spatiaux) peuvent être représentés sur une carte par des points, des lignes ou des polygones (figure 1.18).

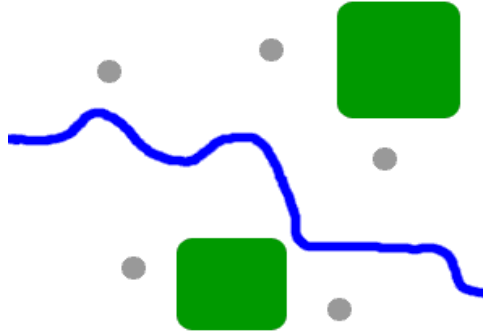


Figure 1.18 : Mode vecteur

<http://www.notre-planete.info/terre/outils/sig.php>

Les avantages du mode vecteur sont:

- Une meilleure adaptation à la description des entités ponctuelles et linéaires.
- Une facilité d'extraction de détails.
- Une simplicité dans la transformation de coordonnées.
- Les inconvénients du mode vecteur sont:
- Les croisements de couches d'information sont délicats et nécessitent une topologie parfaite.

I.4.3.2 Mode raster

Le mode trame ou raster est également appelé modèle matriciel. Contrairement au mode vecteur qui ne décrit que les contours, le mode raster décrit la totalité de la surface cartographique point par point (Figure I.19). Il est utilisé principalement dans les systèmes à balayage (scanners, capteurs en télédétection ...)

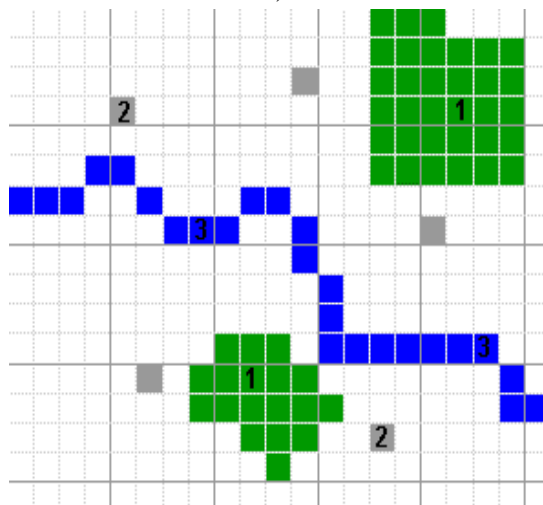


Figure 1.19 : Mode Raster

<http://www.notre-planete.info/terre/outils/sig.php>

Les avantages du mode raster sont:

- Meilleure adaptation à la représentation des détails surfaciques.
- Acquisition des données à partir d'un scanner à balayage.
- Meilleure adaptation à certains types de traitements numériques: filtres, classifications

Les inconvénients du mode raster sont:

- Mauvaise adaptation à la représentation des détails linéaires.
- Obligation de parcourir toute la surface pour extraire un détail
- Impossibilité de réaliser certaines opérations topologiques, la recherche du plus court chemin dans un réseau par exemple.

Ces deux modes sont complémentaires. Le raster est mieux adapté à certains types d'applications (télédétection) et apporte une réponse économique à certains besoins.

L'exploitant d'un réseau pourrait par exemple se contenter de scanner des fonds de plans en les conservant au format raster et on numérise par-dessus son réseau en mode vecteur (qui nécessite une définition par formes géométriques). Le vecteur correspond à l'ensemble des besoins courants en gestion de données localisées.

I.5. DOMAINES D'APPLICATION DES SIG

Les approches ont mis en évidence le fait qu'un système d'information géographique est un outil de gestion et d'aide à la décision. C'est un outil de gestion pour le technicien qui doit au quotidien assurer le fonctionnement d'une activité.

Le SIG doit aussi être un outil d'aide à la décision pour le décideur (directeur, administrateur) qui doit bénéficier de sa puissance et disposer de cartes de synthèses pour prendre les meilleures décisions. C'est cette finalité qui permet d'employer le terme de système d'information et de donner aux SIG les domaines d'applications suivants (figure 1.20):

Pour les grandes échelles

- La gestion foncière et cadastrale (recensement des propriétés, calcul de surfaces)
- La planification urbaine (plan d'occupation des sols et d'aménagement)
- La gestion des transports (voies de circulations, signalisation routière)
- La gestion des réseaux (assainissement, AEP, gaz, électricité, téléphone ...)
- La gestion du patrimoine (espaces verts, parcs, jardins ...)
- Les applications topographiques (travaux publics et génie civil)

Pour les échelles moyennes et petites

- Les études d'impact (implantation d'un centre commercial ou d'une école)
- Les études d'ingénierie routière (constructions de routes ou d'autoroutes)
- Les applications liées à la sécurité civile (prévention des risques naturels et technologiques).
- La gestion des ressources naturelles (protection de l'environnement, études géologiques, climatologiques ou hydrographiques).

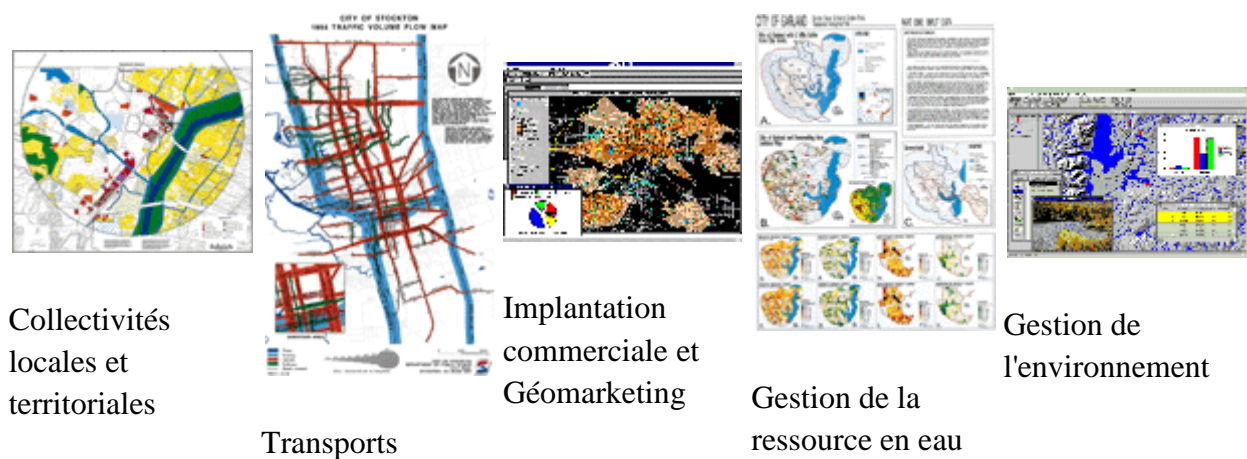


Figure 1.20 : Domaines d'application des SIG

<http://www.cairn.info/les-systemes-d-informations-geographique--9782130539230-page-88.htm>

1.6. MISE EN PLACE D'UN SIG

D'une manière générale, la mise en œuvre d'un SIG peut être faite avec différents logiciels parmi lesquels les quatre suivants constituent les plus utilisés : Geoconcept, ArcView, ArcGis et MapInfo. Tous ces logiciels ont une même vocation : apporter des réponses à la problématique spatiale grâce à des analyses cartographiques ou des thématiques. Les fonctionnalités techniques sont très proches les unes des autres. Ces logiciels s'adaptent à des usages dans les divers domaines, mais leur choix devra être éclairé par :

- son cout dépendant évidemment du budget alloué au projet du SIG.
- l'ergonomie de son interface.
- la nécessité de former les chargés d'études pour sa prise en main.
- ses atouts en termes d'apport de solutions d'analyses.
- les possibilités d'échanges de données.
- la compatibilité de ses supports de données avec d'autres.

2^{ème} Partie
Travaux pratiques :
Prise en main de MAPINFO

2.1 CHOIX ET FONCTIONS DU SIG MAPINFO

Confrontés aux nombreux systèmes d'information géographique adaptés au monde de la micro-informatique, notre choix s'est porté sur le système d'information géographique MAPINFO (figure 2.1) pour bénéficier d'un produit performant, évolutif, largement diffusé auprès des utilisateurs.

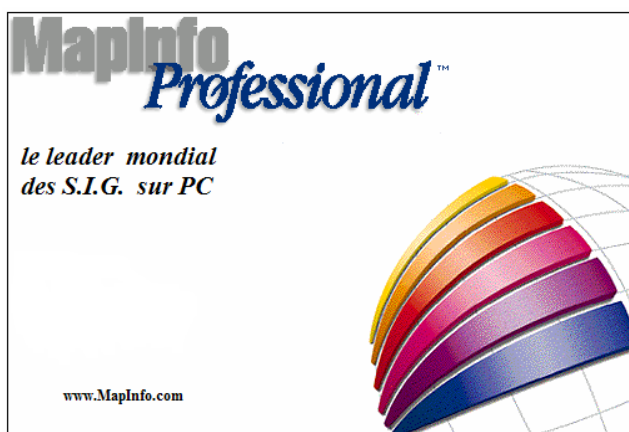


Figure 2.1: Présentation du logiciel MapInfo

MapInfo est un SIG, parmi les plus répandus en France (plus de 40 000 licences) et dans le monde (60 pays et 21 langues). Son succès tient essentiellement de :

- sa simplicité d'utilisation
- son langage de programmation (Map Basic qui permet d'ajouter de nouvelles applications répondant aux exigences de tous projets).
- sa puissance de gestion et de traitement de données.
- ses capacités d'échange avec les formats standards bureautiques et les bases de données.

Puissant outil cartographique, il permet d'afficher, de manipuler et d'analyser tout type de données, géographiques ou alphanumériques. Soit qu'il permet la traduction d'une information géographique en informatique. Pour ce faire, il travaille à l'aide de tables (ensemble de fichiers stockant les informations géographiques sous forme d'une couche graphique spatialisée et localisée).

MapInfo Professional est un Système d'information géographique (SIG) à l'origine Bureautique créé dans les années 1980 aux États-Unis. C'est un logiciel qui permet de réaliser des cartes en format numérique. MapInfo est conçu autour d'un moteur d'édition de cartes qui permet la superposition de couches numériques. Il permet de représenter à l'aide d'un système de couches des informations géo-localisées : points, polygones et image raster. Ce logiciel permet de créer, d'afficher, de modifier toutes formes d'informations géographiquement référencées. Il est utilisé pour :

- Créer des cartes détaillées afin d'améliorer les présentations et faciliter la prise de décision ;
- Mettre en évidence des tendances de vos données qui autrement ne sont pas perceptibles ;
- Réaliser des analyses spatiales dans un environnement bureautique ;

- Opérations de superposition : superposition de couches thématiques (Fig. 02) ;
- Traitements statistiques ;
- Echange de données avec les autres SIG (ArcGis, ArcInfo, etc.) et les logiciels de (CAO/DAO), tel que « AUTO CAD » ;
- Type de sortie : représentation cartographiques, valeurs numériques ou textuelles, histogrammes, graphiques etc ;
- Disponibilité d'une bibliothèque de symboles cartographiques, de trames et légendes modifiables de façon interactive ;
- Géocodage par adresse ;
- Accès aux bases de données externes (Access, Excel, Oracle, SQL server, ..) ;
- Son langage de requête qui permet de mixer les entrées graphiques et non graphiques ;
- Personnalisation avec MapBasic.

TP 01 : DECOUVRIR MAPINFO

Le but de ce premier TP est de se familiariser avec l'interface de ce logiciel et d'apprendre les principales fonctions de base. La première partie consiste simplement en un survol des menus et des commandes du logiciel, cette partie ne comporte aucun travail à accomplir (elle vous sera plus utile par la suite comme "guide rapide" à MapInfo), donc parcourez librement les menus et, après avoir suivi les instructions de cette première page, passez rapidement à la deuxième partie où des manipulations sont demandées.

Une table MapInfo est constituée de plusieurs fichiers liés entre eux. On distingue :

*.**TAB** : fichier de description de la table MapInfo Professional.

*.**DAT**, **.XLS**, **.DBT**, **.MDB** : fichier contenant la base de données associées à la table (données tabulaires).

*.**MAP** : fichier des objets cartographiques, contenant l'information géométrique.

*.**ID** : fichier faisant la liaison entre les enregistrements de la base de données et les objets de la carte.

*.**IND** : fichier d'index de la base de données (optionnel).

*.**MIF** et **.MID** : concernent l'exportation et l'importation de données (vers d'autres logiciels). Le fichier **.MIF** contient la structure de la table et la géométrie associée. Le fichier **.MID** contient les données tabulaires.

*.**WOR** : Document MapInfo Professional. Il ne contient pas les données (qui sont dans les tables), mais répertorie l'ensemble des tables nécessaires et gère leur utilisation.

A l'ouverture du logiciel apparaît un écran (figure 2.2) qui permet de recharger la dernière session ouverte sur MapInfo. Pour l'instant, cliquez sur le bouton « Annuler ». MapInfo est désormais ouvert : aucune donnée n'étant chargée, l'écran reste évidemment vide comme c'est illustré dans la figure 2.3. Seuls apparaissent la barre de menu et deux menus flottants nommés « Général » et « Dessin ».

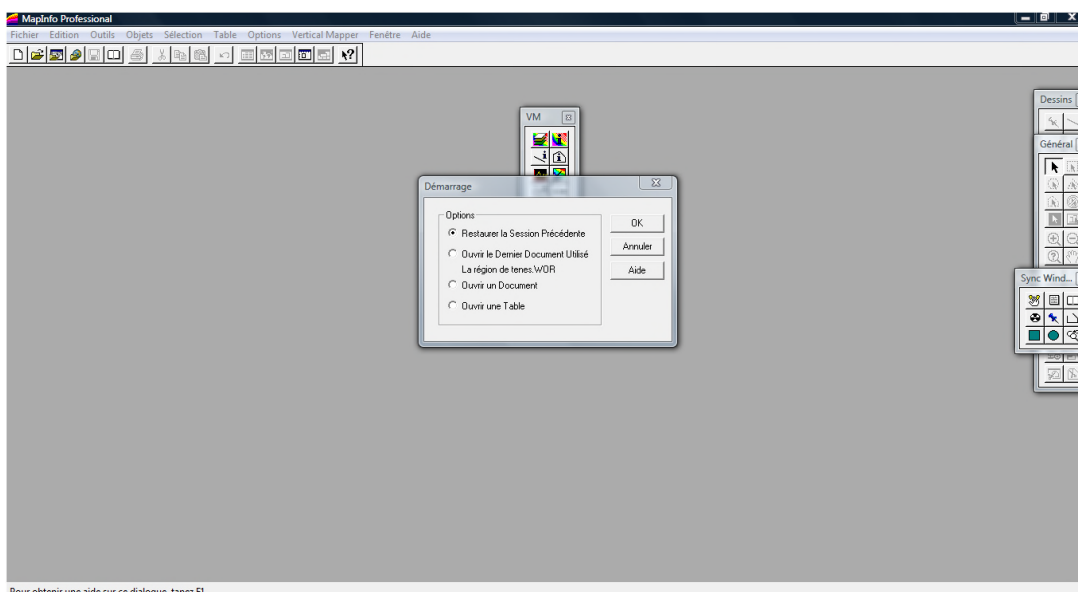


Figure 2.2 : Menu de démarrage de MapInfo

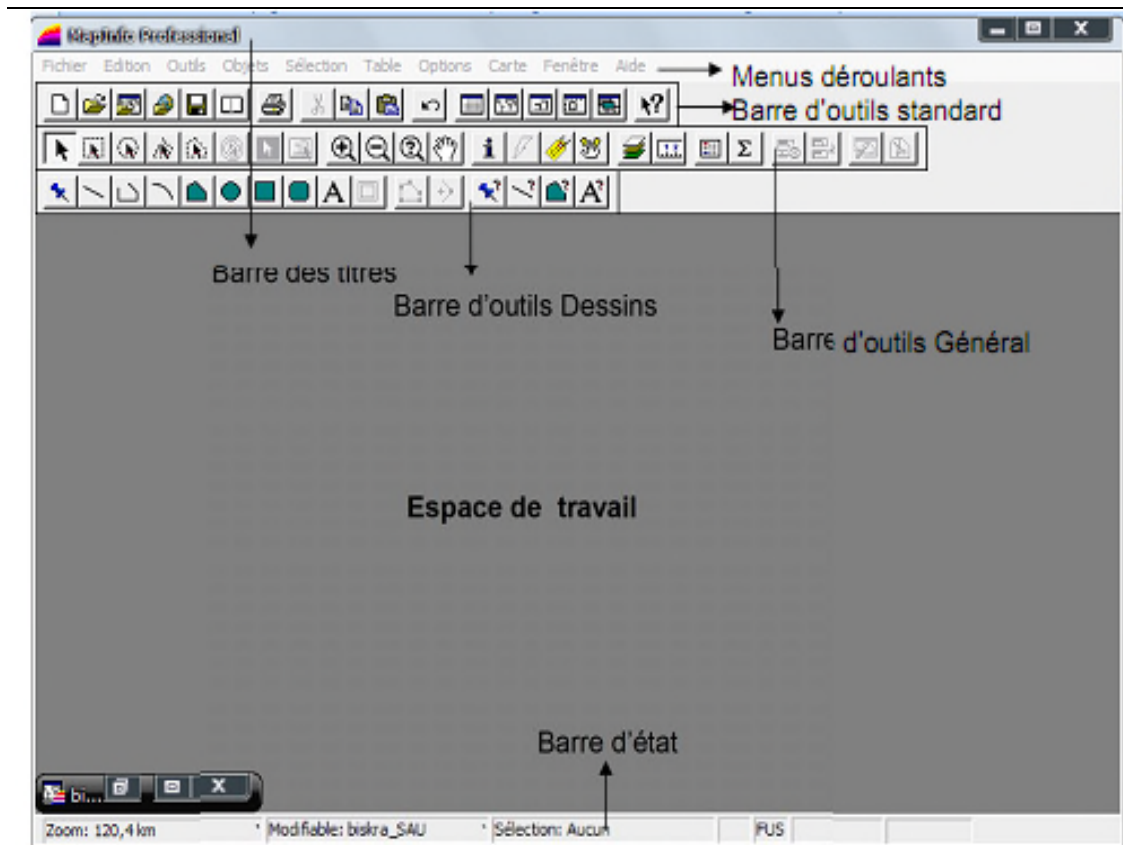


Figure 2.3 : L'interface de MapInfo

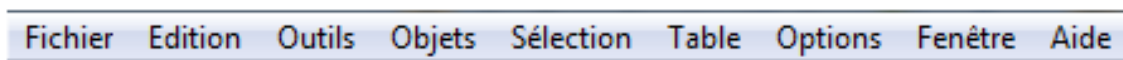
a. LA BARRE DES TITRES

La barre des titres de MapInfo contient le titre du logiciel (MapInfo professionnel) et le nom de la table activée.

b. LES MENUS DEROULANTS

Les menus déroulants sont composés chacun par un ensemble de sous menus.

Ces menus sont : **Fichier**, **Edition**, **Outils**, **Objet**, **Sélection**, **Table**, **Option**, **Fenêtre** et **Aide**.



Par ailleurs et lorsqu'une fenêtre est activée, son menu est alors automatiquement affiché dans la barre des menus déroulants. C'est le cas pour la fenêtre Carte, la fenêtre Données, la fenêtre graphique, la fenêtre Légende et la fenêtre Mise en page.

De gauche à droite dans la barre de menus du logiciel :

- **Le menu Fichier** : Ce menu permet de gérer les fichiers que vous créez avec MapInfo, ses fonctionnalités ressemblent beaucoup aux autres applications courantes de Windows (Word, Excel,...). Vous pouvez ouvrir vos fichiers, les enregistrer (là vous devez préciser si vous enregistrez seulement une table ".tab" - ou tout le document ".wor"), les importer et exporter, les imprimer et quitter le logiciel. En plus la commande **Exécuter** vous permet de lancer des petits logiciels créés avec MapBasic, qui est un langage de programmation adapté aux

problèmes cartographiques et qui permet ainsi de personnaliser le logiciel (avec une certaine connaissance des langages de programmation: ce n'est pas pour tout le monde

-Le menu Edition : Tout comme d'autres logiciels, ce menu vous donne la possibilité d'annuler votre dernière action et de copier, couper, coller ou effacer le ou les objets sélectionnés (il faut les sélectionner à l'avance !). Plus spécifique à MapInfo est la troisième partie de ce menu, où on trouve les commandes **Modifier objets** et **Nouvelle ligne** qui servent à modifier des objets (communes, routes, etc.) représentés à l'écran (actif seulement si la couche est modifiable). La commande **Informations** sert à afficher les caractéristiques (position, taille et forme) d'un objet sélectionné.

-Le menu Outils : Ce menu permet d'accéder à différents outils MapInfo, notamment les traducteurs de format pour les fichiers provenant d'autres logiciels (ArcView, ArcInfo, etc.).

-Le menu Objets : Il contient notamment les outils pour manipuler les objets: par exemple les assembler, les transformer, modifier leur forme, etc.

-Le menu Sélection : Dans ce menu on trouve les outils permettant de faire une requête au SIG, suivant plusieurs méthodes: **Sélection** gère la table dans lequel vous vous trouvez à un moment donné et vous permet de sortir des caractéristiques à travers une expression mathématique des variables de la table. **Sélection SQL** gère toutes les tables d'un document avec des opérateurs logiques du langage SQL. **Rechercher** donne la possibilité de préciser certaines variables afin de trouver les entités géographiques correspondantes et enfin **Statistiques** produit un résumé des indicateurs statistiques principaux par rapport à une variable donnée du tableau chiffré concerné.

-Le menu Table : Les commandes de ce menu servent à gérer une table tant du point de vue graphique que statistique: vous y trouvez **Mettre à jour colonne** qui permet de modifier les valeurs d'un attribut en fonction d'un calcul. **Ajouter** donne la possibilité de prendre des attributs d'autres tables et de les intégrer à la table en cours d'utilisation. La deuxième partie comprend les commandes **Géocodage**, **Créer Points** et **Fusionner**: la première vous permet de localiser géographiquement un ensemble d'entités à partir d'une de leurs variables (nom d'une rue, coordonnées,...), tandis que la deuxième commande est utilisée lors de la création de points supplémentaires dans la table en question, en fonction de leur position X,Y. La possibilité de fusionner des objets suivant une de leurs caractéristiques est un autre point important de ce menu.

*Les deux commandes **Importer** et **Exporter** permettent de gérer des données (numériques ou graphiques) qui proviennent d'autres sources ou qui doivent être converties vers d'autres logiciels, tels que des plans Auto CAD ou des bases de données dBASE.

* **Gestion Tables** vous donne la possibilité de supprimer ou renommer une table et, plus important, de gérer la structure des attributs (leur format, leur titre et leur indexation) de la table. Quant à la commande **Image Raster**, elle sert à caler une image de fond (raster) sur un vecteur de manière à ce que les coordonnées géographiques des deux couches correspondent précisément.

-Le menu Options : Ce menu se compose d'un premier bloc "**Style...**" qui vous permet de contrôler et modifier la forme des différents objets graphiques (lignes, polygones, symboles, texte) dans vos cartes: vous pouvez préciser la forme, la couleur, l'épaisseur (taille) et le remplissage de ces objets. La deuxième partie est consacrée à l'affichage à l'écran des

différents outils de travail (barres d'outils, légendes,...): vous pouvez choisir ici si vous voulez les cacher ou les afficher. La commande **Palette de couleurs** vous affiche les couleurs disponibles pour vos analyses et vos affichages, tandis que **Préférences** vous permet de personnaliser certains paramètres, mais en principe vous n'aurez pas à toucher à ces rubriques.

-Le menu Carte/Données : Ce menu varie en fonction de la tâche en cours: Si vous travaillez sur une carte il s'appellera **Carte**, tandis que si vous avez un tableau sous les yeux, il se nommera **Données**.

- **Menu Données** : Très réduit, ce menu vous permet seulement de choisir quelles variables afficher (**Choisir champs**) et si vous voulez afficher la grille du tableau (**Grille**).

- **Menu Carte** : Plus complexe que le précédent, il présente des éléments très importants, dont le premier est le **Contrôle des couches**, celui-ci vous propose une boîte de dialogue représentant toutes les couches actives et vous permet d'en décider les caractéristiques fondamentales :

- **visible**: vous pouvez choisir quelles couches vont apparaître à l'écran;
- **modifiable**: on ne peut modifier qu'une couche à la fois, celle que vous sélectionnez dans cette colonne; **sélectable**: cette option indique sur quelles couches vous pouvez agir pour faire des sélections à l'écran d'entités que vous allez analyser ensuite;
- **seuil de zoom**: vous pouvez choisir si une couche doit être visible seulement quand vous êtes dans un certain seuil de zoom, ceci se modifie à l'aide du bouton **Affichage** juste plus bas.

- Le bouton **Affichage** vous permet aussi de gérer le style d'affichage des éléments de la couche; tandis que le voisin **Étiquettes** décide de la manière d'attacher des étiquettes à vos objets géographiques et le bouton **Analyse** sert à modifier l'affichage des éléments d'une analyse de cartographie thématique. Les deux boutons **Couches** offrent la possibilité d'ajouter ou supprimer des tables au document et les deux boutons voisins (**Monter** et **Descendre**) servent à changer la position relative des tables dans la pile du document, de manière à afficher certaines couches avant d'autres.

- La commande **Analyse thématique** vous amène à travers quelques étapes qui vous donnent la possibilité de cartographier vos données de diverses manières; tandis que **Modifier Analyse thématique**, comme bien le dit son nom, sert à modifier une analyse déjà en place.

- La troisième partie concerne le **zoom** et vous permet de choisir à quelle "distance" vous voulez afficher votre carte. La quatrième partie permet d'inscrire à l'écran les **étiquettes** d'une couche et d'enregistrer cette couche comme étant une nouvelle table de votre travail. Enfin **Options** vous permet de modifier les unités de mesure et d'autres paramètres de visualisation.

-Le menu Fenêtre : Ce menu est lui aussi assez répandu dans les logiciels sous Windows; il permet de parcourir les différentes tables ouvertes et d'en afficher respectivement la **carte** ou le **tableau** correspondant, ainsi que de créer des nouveaux **graphiques** en partant des données du tableau et de gérer la **mise en page** de votre travail en vue d'une impression. La commande **Sectorisation** permet de regrouper des objets suivant certaines caractéristiques et d'obtenir ainsi une nouvelle couche avec des nouveaux objets géographiques.

- **Le menu Aide** : Celui-ci est un autre menu "standard" des logiciels Windows dans lequel vous pourrez trouver des conseils concernant le logiciel et ses commandes.

c. LES BARRES D'OUTILS

A l'ouverture de MapInfo des fenêtres outils qui rassemblent les outils spécifiques apparaissent, parmi elles les deux plus importantes qui sont celles **Général** et **Dessins**. Elles rassemblent les fonctionnalités les plus utilisées et les outils de Dessin.

BARRE « GENERAL »

Cette barre est illustrée dans la figure 2.4.

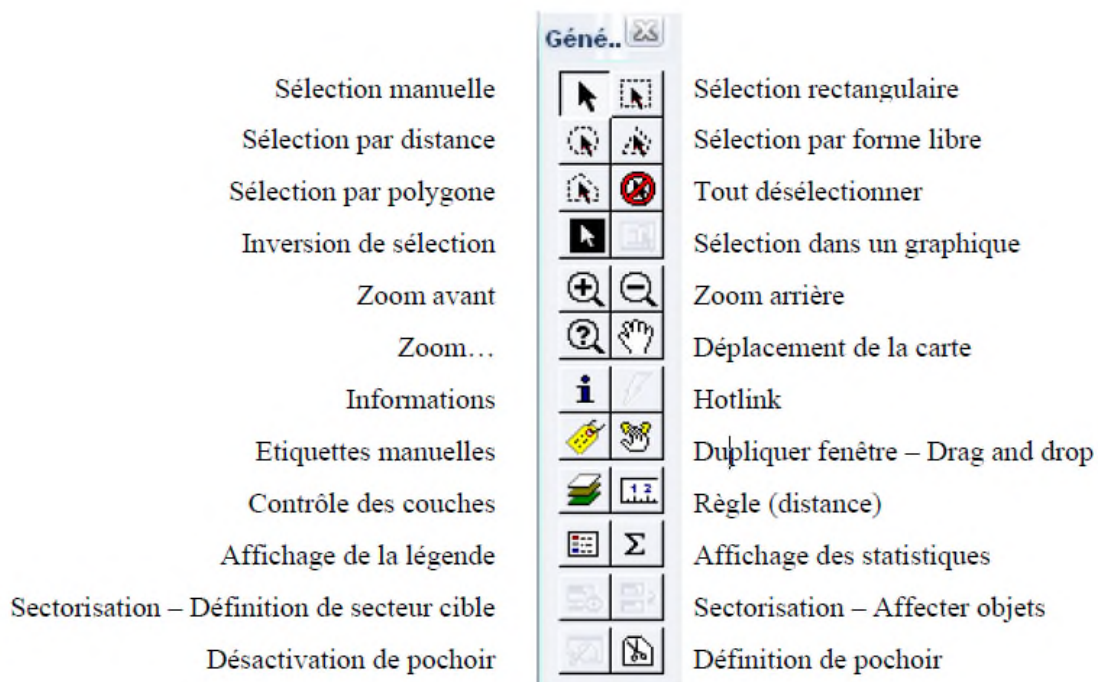


Figure 2.4 : Présentation de la barre d'outils « Général »

Les différentes fonctions de la barre « Général » sont données dans ce qui suit :

Contrôle des couches : Définir la position et l'affichage des tables dans une fenêtre Carte.

Inverser la sélection : Inverse la sélection

Légende : Afficher la légende associée aux cartes ou aux graphiques.

Sélection par rectangle, Sélection par Distance : Rechercher et sélectionner des objets à l'intérieur d'une forme donnée.

Distance : Déterminer la distance entre deux points.

Sélection : Sélectionner un ou plusieurs objets ou enregistrements en vue de les analyser. Il peut également servir à modifier une carte, une mise en page ou un tableau.

Pochoir : Rendre apparent qu'une partie de la carte en vue d'une impression ou d'une présentation. La délimitation se fait selon un objet sélectionné.

Définir Secteur Cible : Définir le secteur de l'objet sélectionné comme nouveau secteur cible.

Statistiques : Afficher la fenêtre Statistiques où sont calculées la somme et la moyenne des champs numériques des objets/enregistrements sélectionnés. Le nombre d'enregistrements sélectionnés est également affiché. Les données sont recalculées et la fenêtre Statistiques est automatiquement mise à jour chaque fois que d'autres objets/enregistrements sont sélectionnés.

Zoom avant, Zoom arrière : Agrandir ou réduire une carte ou une mise en page.

BARRE DE DESSIN

Cette barre d'outils est très utile lors de la création d'une nouvelle couche (table) pour dessiner ou paramétrer les entités. elle est présentée dans la figure 2.5.

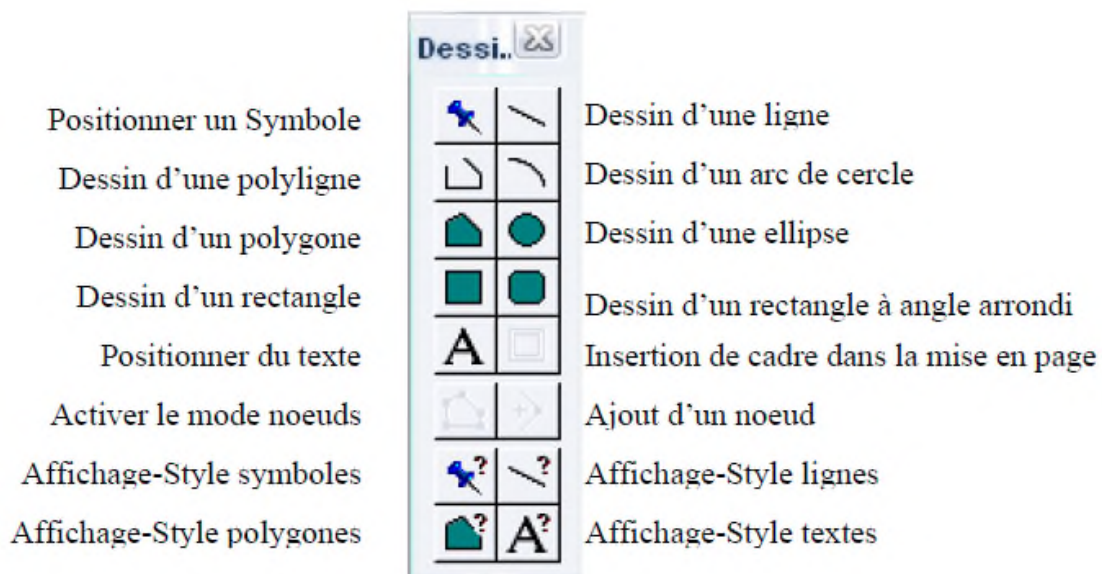


Figure 2.5 : La barre d'outils « Dessin »

La barre d'outils « Dessin » contient :

Ajouter Nœud : Ajouter un nœud à des polygones, des polylignes et des arcs de cercle.

Arc de cercle : Tracer un arc ayant la taille et la forme d'un quart d'ellipse. Après avoir créé un arc de cercle, vous pouvez modifier sa taille.

Ellipse : Permet de créer des cercles ou des ellipses.

Cadre : Créer des cadres dans les fenêtres affichées dans la mise en page pour afficher vos fenêtres cartes, données... Vous pouvez ainsi encadrer une carte, un graphique, un tableau, une légende de carte ou de graphique, la fenêtre Informations, la fenêtre Statistiques, la fenêtre de messages ou du texte. Le cadre peut également être vide.

Ligne : Dessiner des segments.

Style Ligne : Définir le type de ligne, l'épaisseur et la couleur des objets ligne (lignes, arcs et polylignes). Vous pouvez également changer le type, l'épaisseur et la couleur des objets que vous modifiez.

Polygone : Dessiner des polygones en ne traçant qu'un côté à la fois.

Polyligne : Dessiner des polylignes (séquence de lignes mises bout à bout, formant une figure non fermée).

Rectangle : Dessiner des rectangles et des carrés dans une couche de carte modifiable ou une mise en page.

Style Polygone : Définir la couleur, le motif et le style de trait des contours des objets fermés. Vous pouvez également changer la couleur et le motif des objets que vous modifiez.

Modifier Objets : Activer/désactiver le mode Modification Forme. Dans ce mode, vous pouvez modifier des polygones, des polylignes, des lignes et des points en déplaçant, ajoutant et supprimant les nœuds qui définissent les segments de droite. Vous pouvez également créer des polylignes en copiant et en collant des nœuds sélectionnés.

Rectangle Arrondi : Dessiner des rectangles et des carrés à coins arrondis.

Symbole : Disposer des symboles points ("épingles") sur une carte.

Style Symbole : Afficher des symboles et définir leurs attributs, c'est-à-dire la taille, la couleur et le type de symbole. Vous pouvez modifier les attributs de symboles existants et définir ceux des nouveaux objets point avant de les créer. Ceux-ci doivent se trouver ou être créés dans une couche modifiable.

Texte : Annoter des cartes et des mises en page.

Style Texte : Choisir la police et la taille des caractères du texte.

TP N°02 : CALAGE ET AFFICHAGE D'UNE CARTE

Le calage est une étape nécessaire avant tout travail sous SIG, il sert à établir une relation entre les entités affichées sous le système d'information géographique et leur position dans le monde réel, Cette opération s'effectue à partir de la boîte de dialogue Calage Image. Cette boîte permet de définir les coordonnées des points de calage et de préciser le type de projection de l'image raster.

Pour effectuer cette opération, on suit les étapes suivantes :

Avec la commande « Fichier / Ouvrir Table », on peut ouvrir des images raster caractérisées par divers extensions (*.bil ; *.tif ; *.bmp ; *.gif ; *.tga ; *.jpg) comme c'est illustrée dans la figure 2.6.

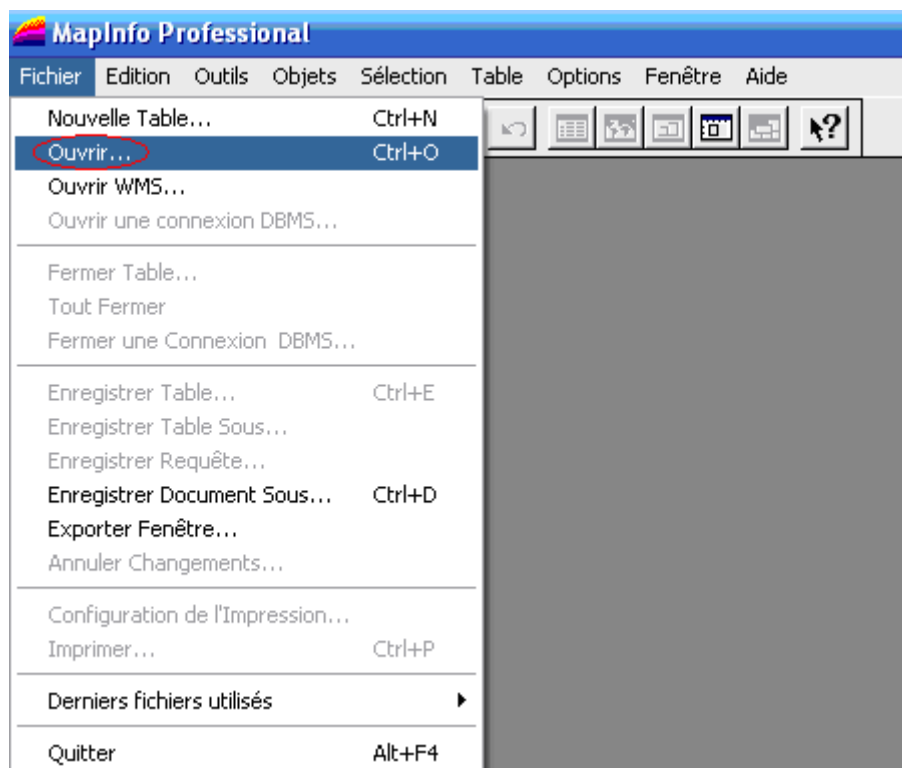


Figure 2.6 : Calage d'une image raster : 1^{ère} étape

Sélectionnez le fichier contenant l'image ciblée, n'oubliez pas de choisir le format de fichier image raster (figure 2.7).

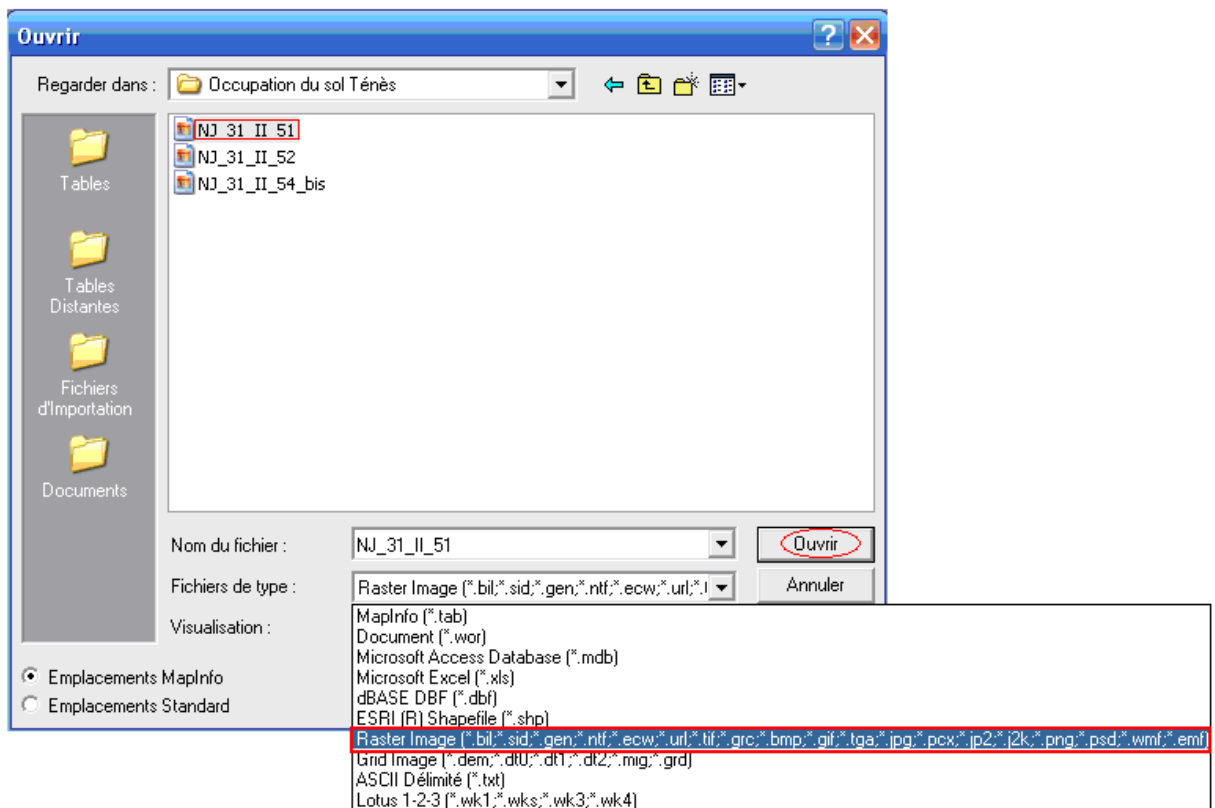


Figure 2.7 : Calage d'une image raster : 2^{ème} étape

Lors de l'ouverture, MapInfo demande si vous souhaitez afficher une image non calée (figure 2.8), cliquez sur calage.

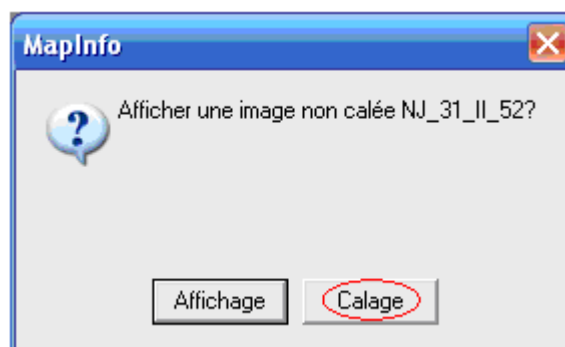


Figure 2.8 : Calage d'une image raster : 3^{ème} étape

La boîte de dialogue du calage de l'image apparaît.

Dans ce menu, définissez le type de projection de l'image à l'aide du bouton « Projection », dans laquelle on va saisir les points de calage et l'unité de mesure (mètre, degré..).

L'Algérie est couverte par deux projections :

- LAMBERT Algérie (Algérie du Nord et Algérie du Sud) ;
- L'Universal Transverse Mercator (UTM), 4 fuseaux UTM couvrent l'Algérie (29, 30, 31,32) comme c'est illustré sur la figure 2.9.

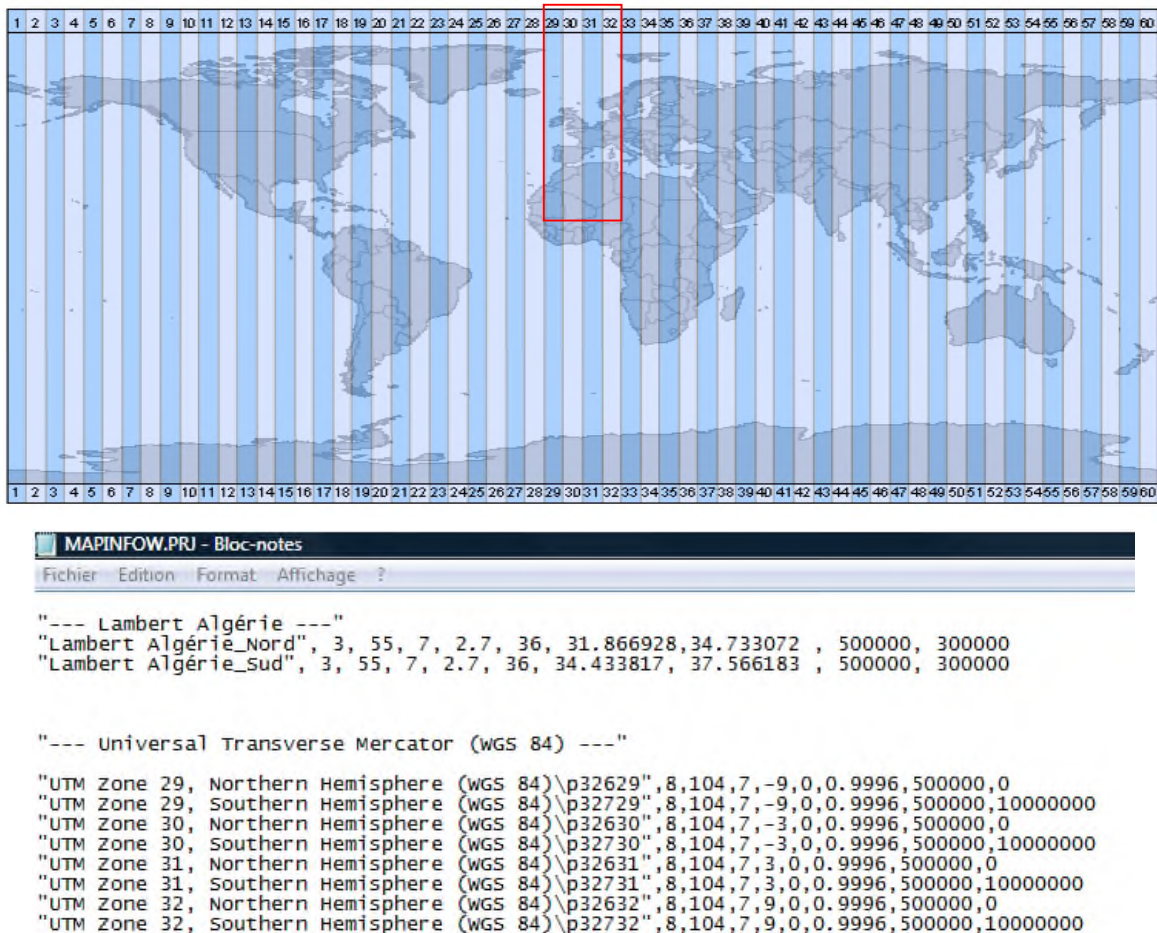


Figure 2.9 : Systèmes de projection couvrant l'Algérie et leurs paramètres de transformation dans Mapinfo

Prenez soin de définir le type de projection correct afin de minimiser les distorsions de l'image lors de la superposition des couches de la carte comme c'est illustré dans la figure 2.10.

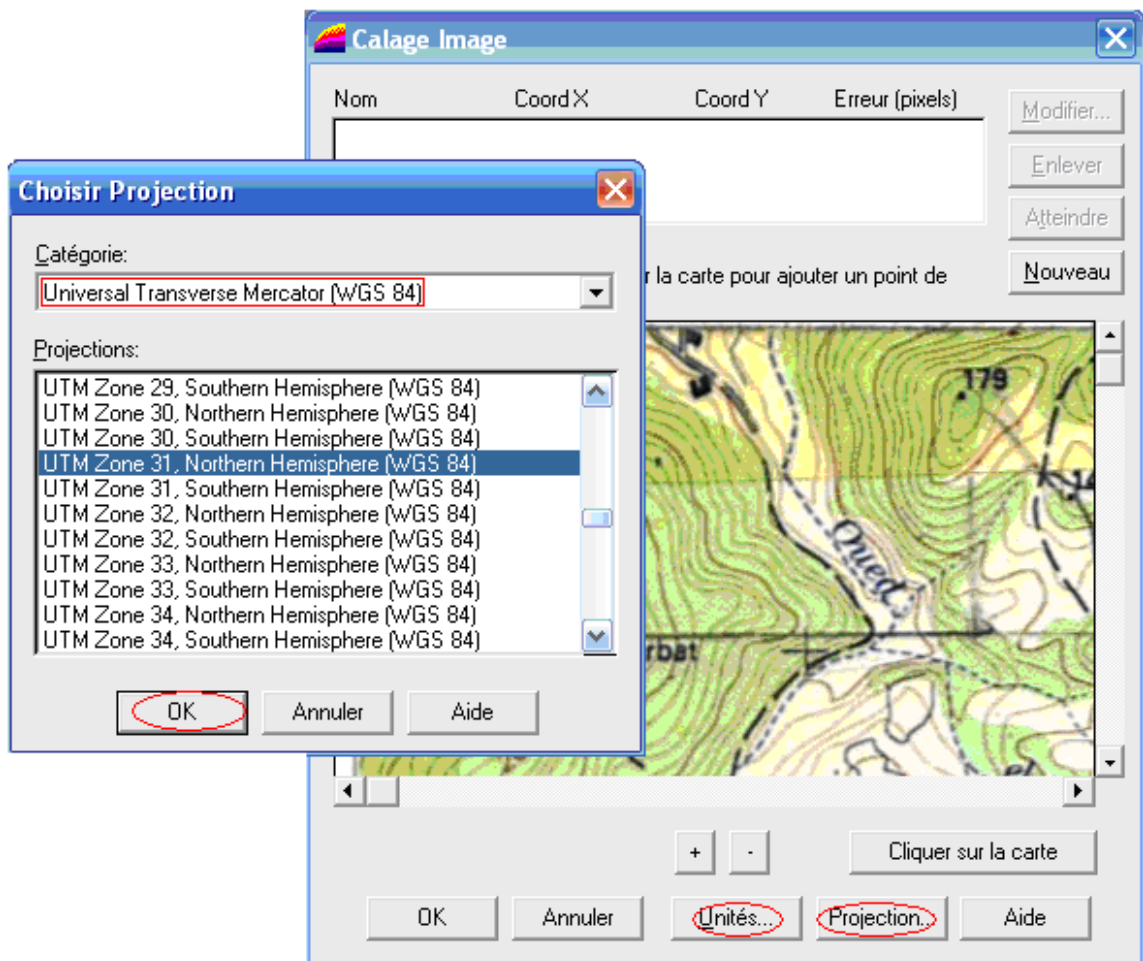


Figure 2.10 : Calage d'une image raster : 4^{ème} étape (choix de la projection)

Insérer au moins 4 points de calage bien répartis avec leurs coordonnées, les points choisis sont alors matérialisés dans la fenêtre de prévisualisation.

Pour chaque point, on clique sur « Nouveau » pour créer un nouvel emplacement à un nouveau point.

L'opération d'introduction des coordonnées géographiques, se fait pour l'ensemble des points, un par un, de la même façon.

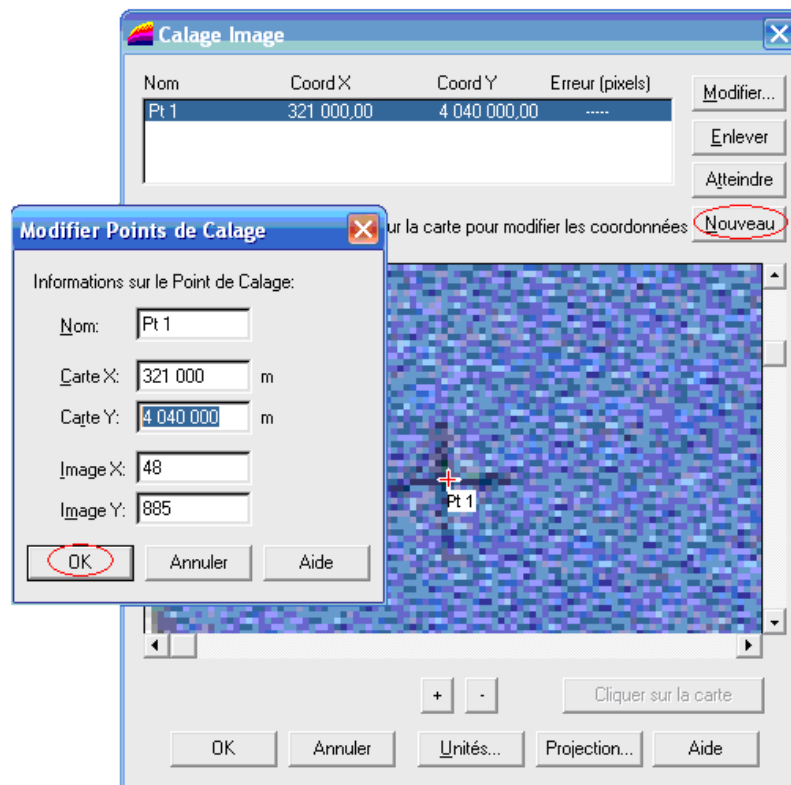


Figure 2.11 : Calage d'une image raster : 5^{ème} étape : Introduction des points de calage

Le déplacement sur l'image se réalise avec les ascenseurs et les 2 boutons «+» et «-» qui permettent de zoomer avant et arrière.

Une fois les 4 points de calage chargés, assurez-vous que l'erreur soit inférieure à 1 pixel comme le montre la figure 2.12, puis cliquez sur OK pour afficher l'image calée donnée dans figure 2.13.



Figure 2.12 : Calage d'une image raster : 6^{ème} étape : Calcul de l'erreur de calage

Dans cas étudié, après validation, le fichier « *NJ_31_II_51.tab* » est créé dans le répertoire de l'image source. C'est ce fichier « *.tab » qui conserve les paramètres de calage de l'image.

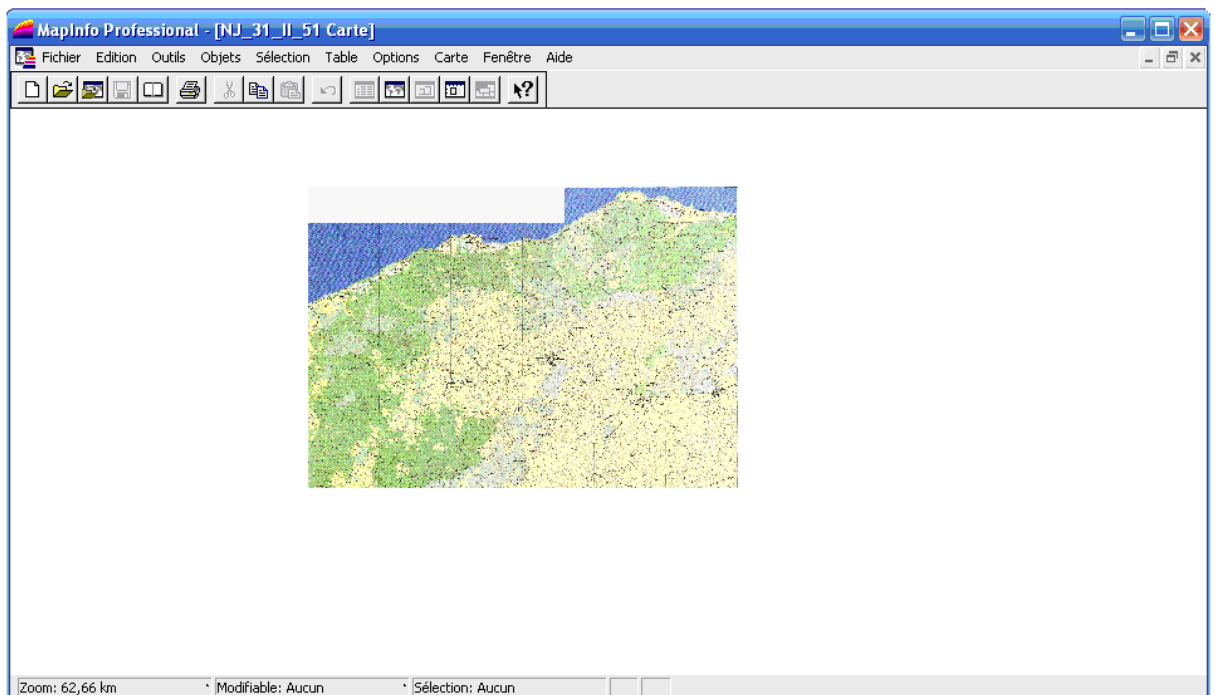


Figure 2.13 : Affichage de l'image calée sous SIG

TP N°03 : CREATION DE NOUVELLE COUCHE

La manière de créer une table (couche) est de procéder à partir de la commande « Fichier / Nouvelle Table » comme c'est illustrée dans la figure 2.14.

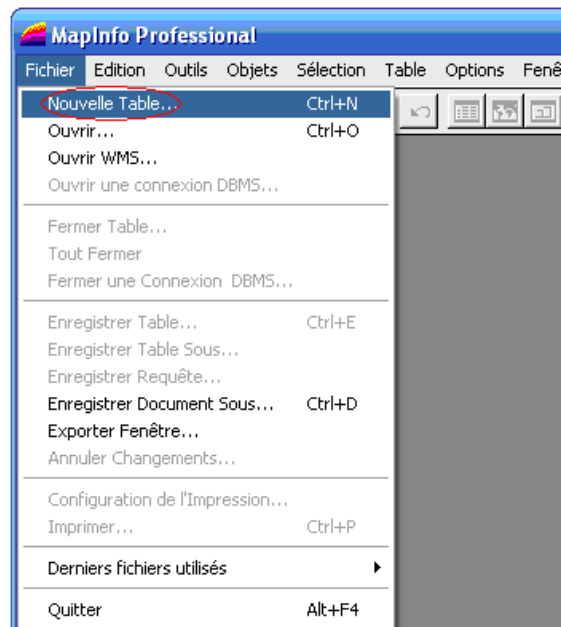


Figure 2.14 : Création d'une nouvelle couche (table): 1^{ère} étape

Apparaît alors le menu de création de la structure de la nouvelle table donné dans la figure 2.15 qui suit :



Figure 2.15 : Création d'une nouvelle couche

Avant de créer la structure de table, il faut choisir son système de projection par le bouton «Projection» comme c'est présenté dans la figure 2.16.

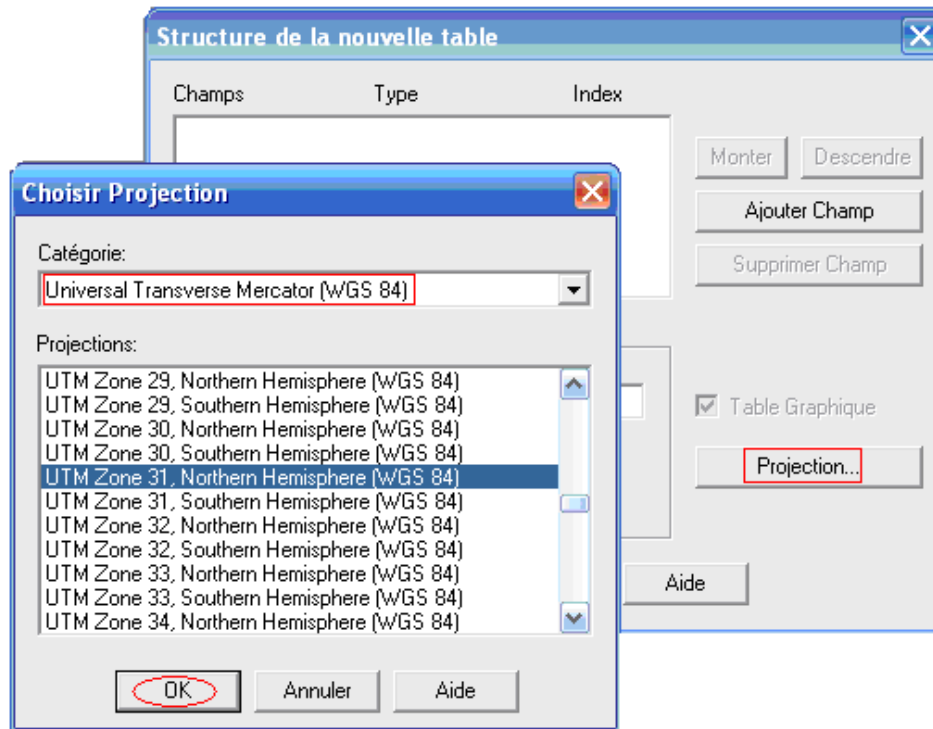


Figure 2.16 : Création d'une nouvelle couche (table): 2^{ème} étape : Choix de la projection

La nouvelle couche à créer est nommée « Réseau_hydrographique ». On définit ainsi, les données associées à cette couche (le nombre de champs et leurs caractéristiques). La figure 2.17 illustre la démarche adoptée.

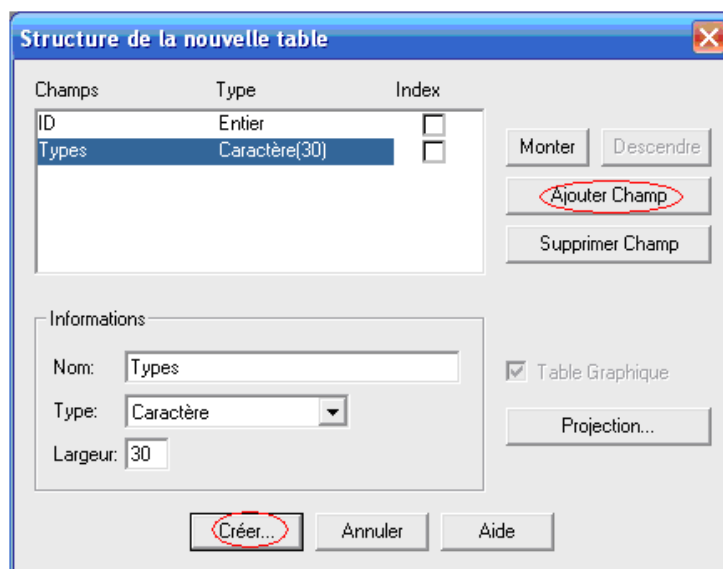


Figure 2.17 : Création d'une nouvelle couche: 3^{ème} étape : Définition de la structure de la table

Dès que la table est créée, elle est également ouverte (vide).

Pour commencer la digitalisation, on utilise la carte calée ultérieurement (NJ_31_II_51) comme fond, pour cela, on doit l'ouvrir et la superposer avec la couche « Réseau_hydrographique » (figure 2.18).

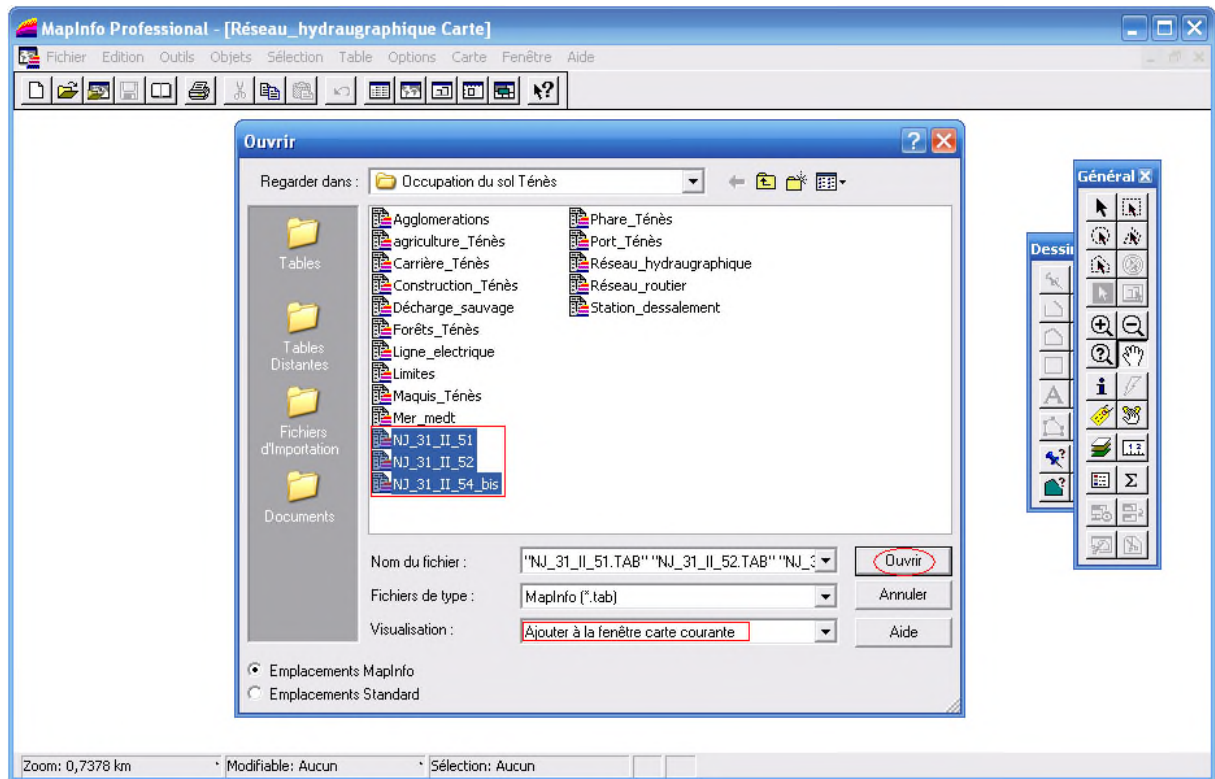



Figure 2.18 : Superposition de la couche créée et de la carte calée

On accède au gestionnaire de couches (l'outil de gestion et de l'affichage des différentes tables ouvertes) grâce au bouton «  » du menu général. Les principales fonctions de « Contrôle des couches » sont illustrées dans la figure 2.19.

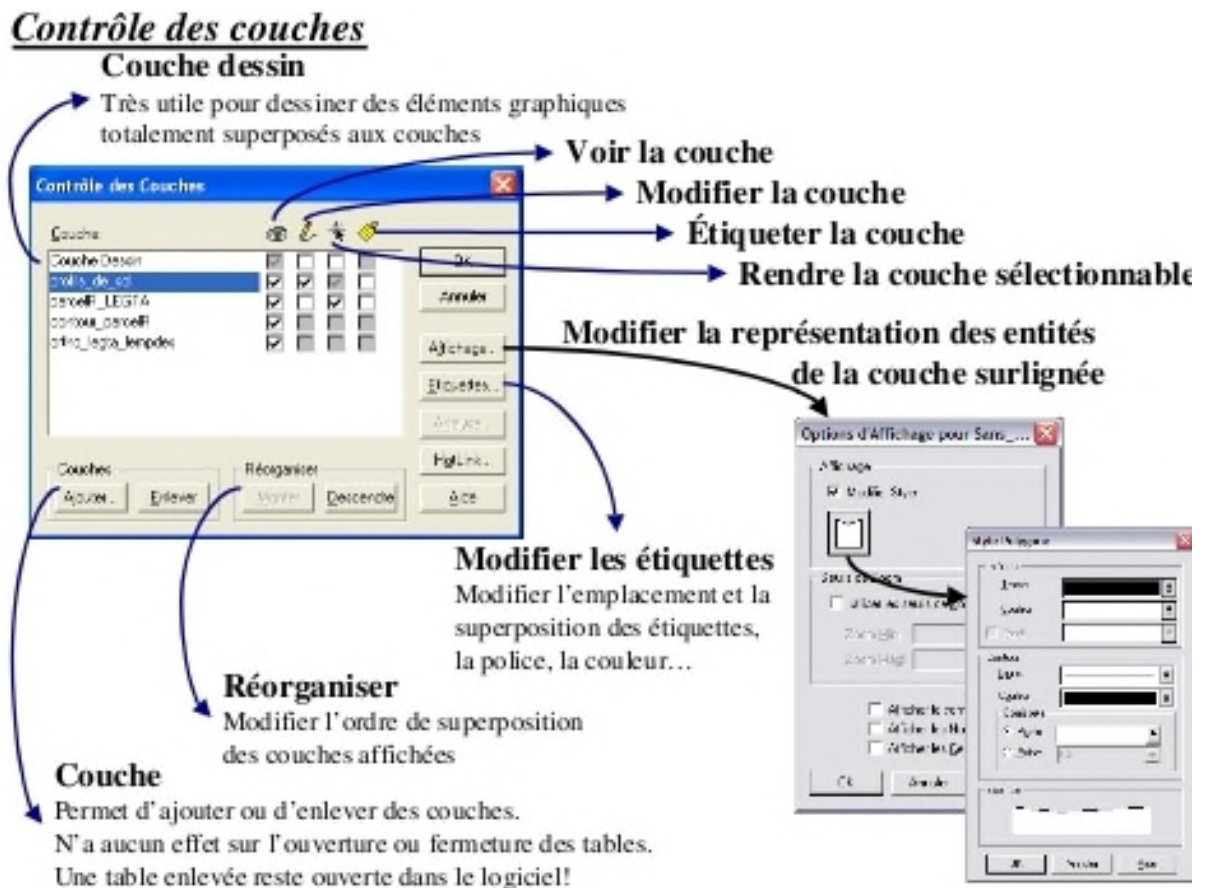


Figure 2.19 : Description du sous menu : Contrôle des couches

MapInfo empile les couches (tables) par défaut dans l'ordre d'ouverture des tables. Le changement de cet ordre initial est possible par l'intermédiaire des boutons « Monter » et « Descendre » du bloc « Réorganiser » comme c'est illustrée dans la figure 2.20. L'opération s'applique à la couche sélectionnée en bleu.

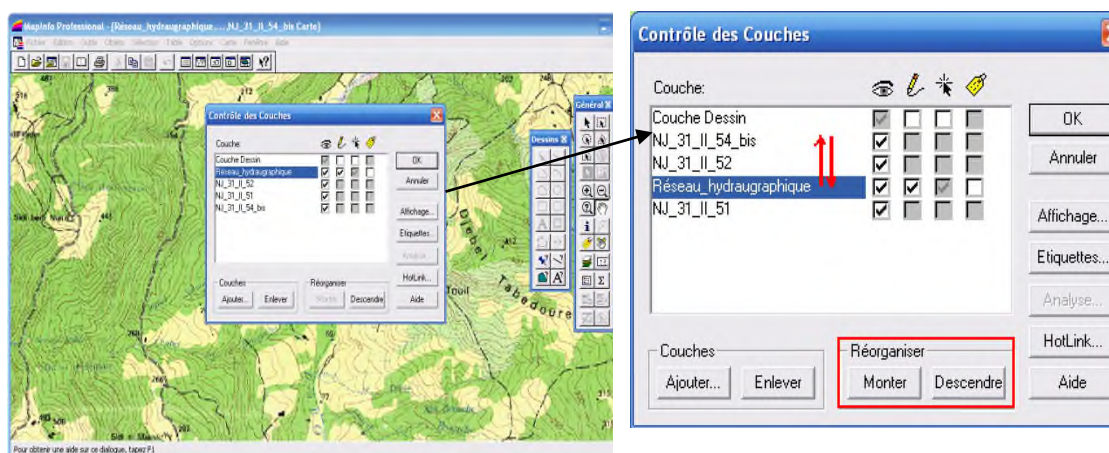


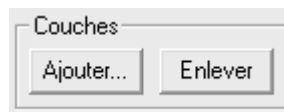


Figure 2.20 : Gestion des couches

On peut également cliquer sur une couche et la déplacer en la tirant avec la souris dans la pile des couches.

Le Gestionnaire de couches permet également de :

- Contrôler la visualisation des tables ouverte par des cases à cocher situées sous le symbole en forme d'œil «  » ;
- Contrôler la caractéristique «sélectionnable » de chaque couche grâce aux cases à cocher situées en troisième colonne «  » ;
- Ajouter ou enlever du gestionnaire de couche une table ouverte, par les boutons «Ajouter » et « Enlever » du bloc « Couches » ;



A noter qu'une table ouverte peut figurer plusieurs fois dans le gestionnaire de couches ; Contrôler la sémiologie d'affichage de tous les objets d'une couche. En cliquant 2 fois sur le nom d'une couche, on peut accéder au menu d'option d'affichage. A ce niveau il est possible de préciser un niveau de zoom qui permettra de contrôler l'affichage d'une couche en fonction du niveau de zoom (figure 2.21).

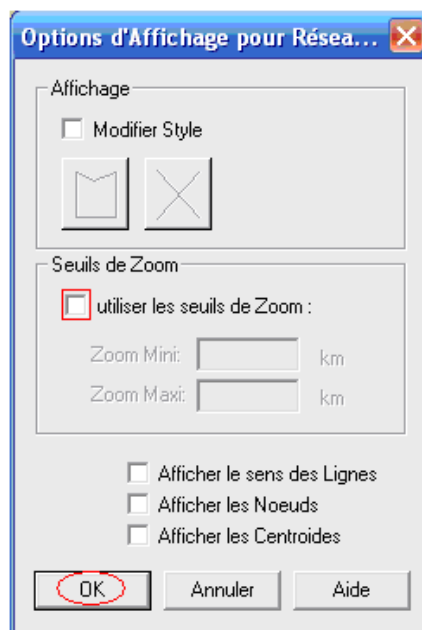



Figure 2.21 : Caractéristiques de gestion d'une couche

Pour pouvoir modifier, supprimer ou créer un objet dans une couche, il faut la déclarer modifiable dans le gestionnaire de couche, pour cela il faut cocher la case de la couche qui est en colonne 2 (sous le crayon) «  » dans le gestionnaire de couche. La notion « modifiable » sera affichée en bas de la fenêtre MapInfo.

TP N°04 : CREATION D'OBJETS DANS UNE TABLE

Un objet ne peut être créé que dans une table modifiable. MapInfo n'oblige pas à garder une homogénéité de type d'objets géométriques par couche (ou table). Néanmoins il est déconseillé de créer des objets de types géométriques hétérogènes dans une même couche.

Par exemple si vous avez à créer un dessin de type linéaire (cours d'eau formant le réseau hydrographique) et un autre de type surfacique (couvert végétal), il est préférable de créer alors 2 tables différentes pour recevoir chacun des 2 types géométriques.

Pour créer un objet on utilise le menu dessin. Le bouton avec la punaise bleu sert à numériser des objets ponctuels. Le bouton avec une ligne brisée en dessous sert à numériser les polygones. Le bouton rempli en vert sert à numériser les polygones. Les même boutons, mais ornés d'un point d'interrogation servent à modifier la sémiologie par défaut de chacun de ces types d'objets (figure 2.22). Le bouton avec la lettre « A » permet l'insertion du style texte (écriture).

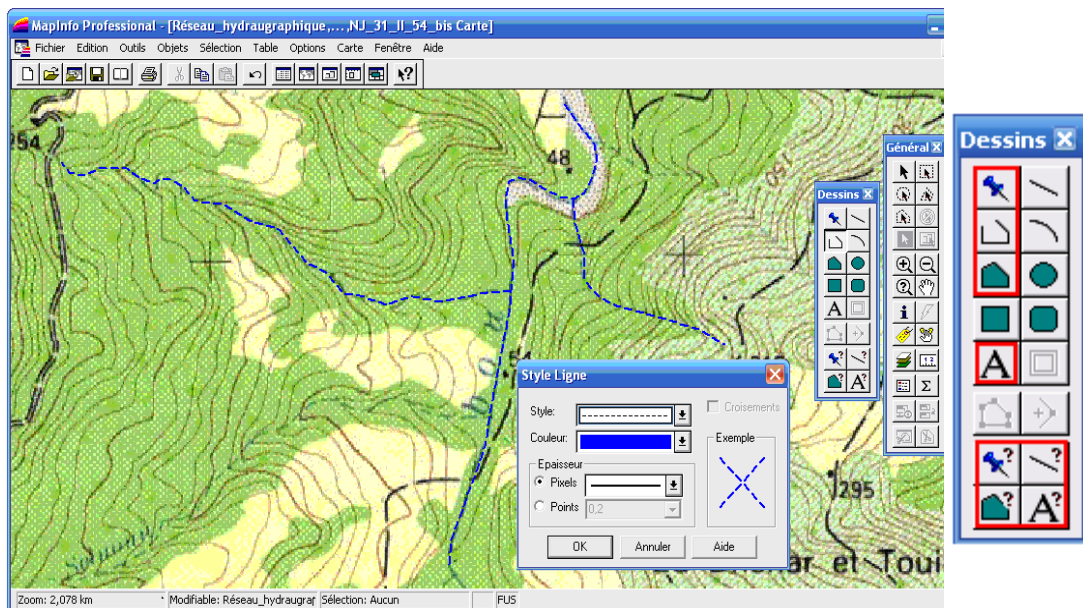


Figure 2.22 : Insertion des différentes formes d'objets

TP N° 05 : MODIFICATION DE LA GEOMETRIE D'UN OBJET

Un objet ne peut être modifié, en géométrie, que dans une table modifiable. Pour réaliser cette opération nous allons utiliser le **mode Fusion**.


On bascule en mode Fusion / Fusion désactivée en appuyant alternativement sur la touche «F» du clavier. L'information est indiquée par l'acronyme « FUS » qui apparaît en bas de la fenêtre MapInfo (figure 2.23).



Figure 2.23 : Déclaration du mode de fusion

Dans ce mode, dès que le curseur passe à proximité d'un point intermédiaire existant dans quelque couche que ce soit, le curseur change de forme.

Si un point est créé dans ces conditions, le point sera créé avec les coordonnées exactes du point qui a «capturé» le curseur.

On peut modifier la position d'un point descripteur de polygone ou de polyligne en utilisant le bouton . Ce dernier fait apparaître les points intermédiaires. Ils sont alors modifiable par action de «glisser déplacer».

Si nécessaire, des points intermédiaires peuvent être rajoutés à l'objet géométrique de manière à améliorer sa forme par le bouton indiqué sur la figure 2.24.

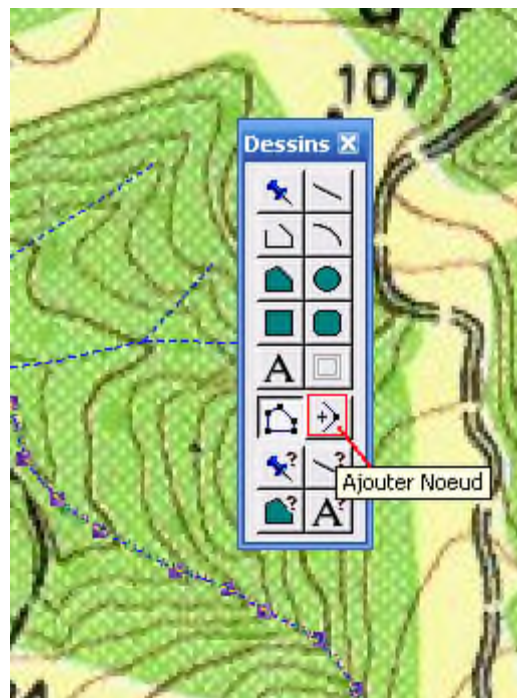


Figure 2.24 : Procédure d'ajout d'un nœud

On peut capturer également tous les points intermédiaires qui constituent une polyligne ou un polygone en mode Fusion et en maintenant les touches « Shift » ou « Ctrl » enfoncée. Cette méthode permet d'assurer qu'aucun point intermédiaire n'est oublié (figure 2.25).

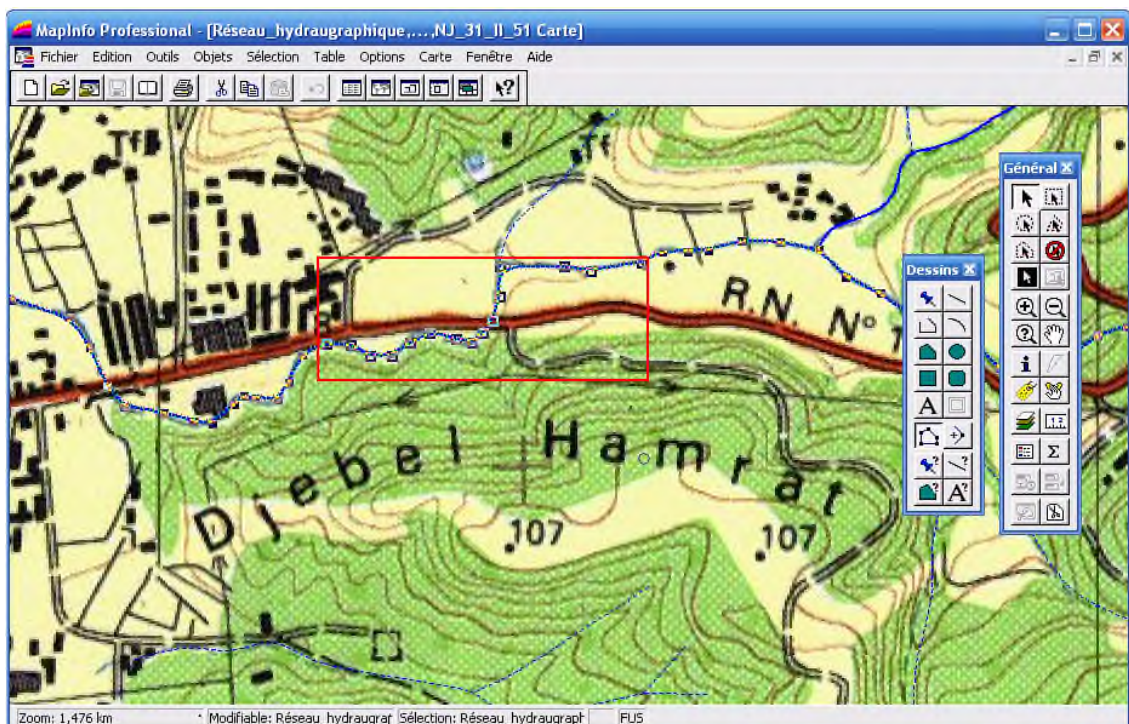


Figure 2.25 : Correction des erreurs de digitalisation

TP N°06 : CHARGEMENT DE LA BASE DE DONNEES

Un SIG établit un lien entre des entités géographiques (on parle également d'entités localisées) représentées sur une carte et les informations, ou attributs, qui les décrivent. Ce lien est le principe fondamental du fonctionnement d'un SIG et fait toute la puissance de cet outil analytique et d'interrogation.

Il permet en effet, d'accéder aux attributs de n'importe quelle entité représentée ou de localiser une entité sur une carte à partir de ses attributs.

Une base de données géographique est le cœur d'un SIG. C'est une série de thèmes d'information géographique organisée de façon la plus efficace pour être utilisée par une ou plusieurs applications.

Pour introduire des données qui concernent la table, cliquer sur « Fenêtre → données », un tableau s'affiche (figure 2.26), contenant les champs introduit lors de la création de la table. On peut recharger ainsi la base de données en introduisant les informations souhaitées dans le tableau. L'affichage doublé de la carte et des données facilite la tâche (fenêtre → mosaïque).

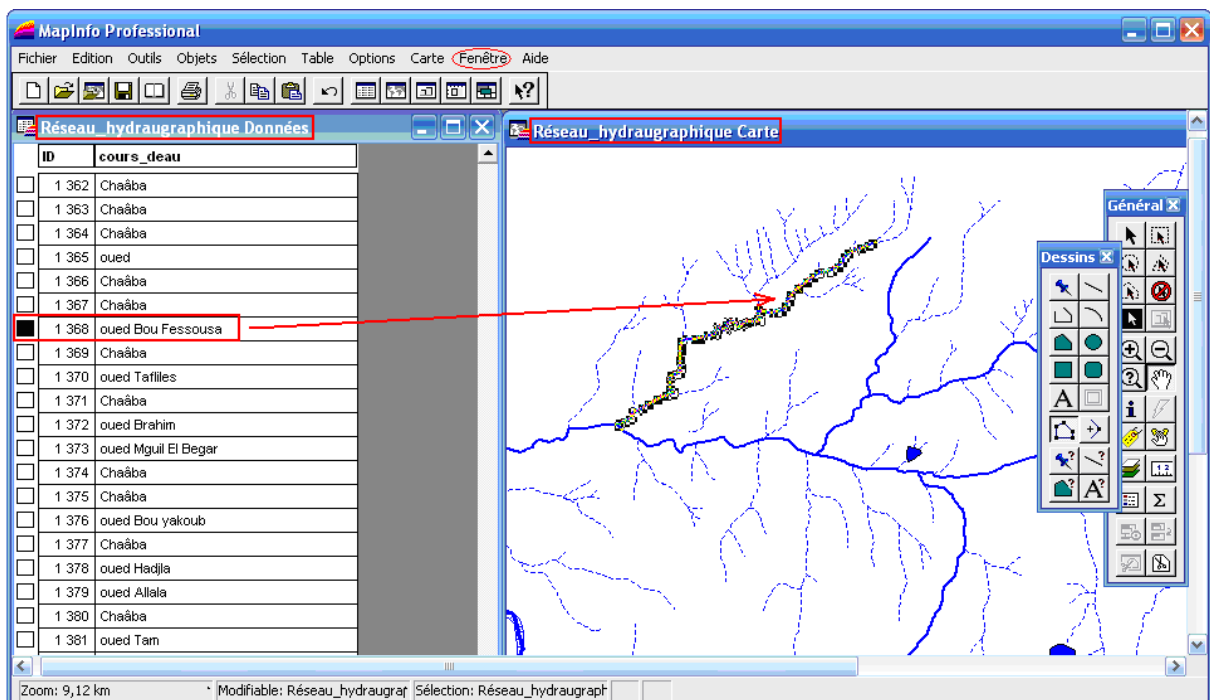


Figure 2.26 : Chargement de la base de données

Après avoir fini la numérisation et le chargement de la base de données, on enregistre. On peut vérifier la base de données en utilisant le bouton « i » de la barre d'outils général figure (2.27).

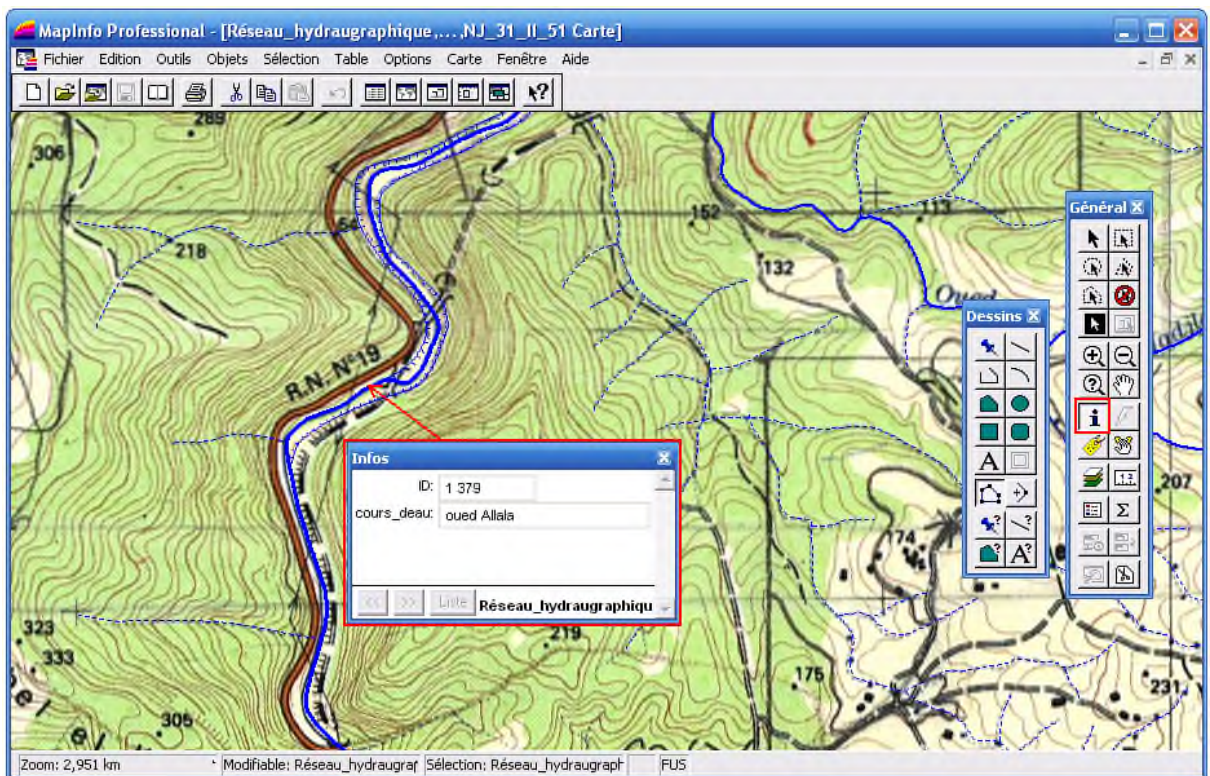


Figure 2.27 : Affichage des données

Si vous voulez modifier la structure d'une table, ajouter ou supprimer un champ :

Cliquer sur « Table → Gestion table → modifier structure ». Choisir la table à modifier (figure 2.28).

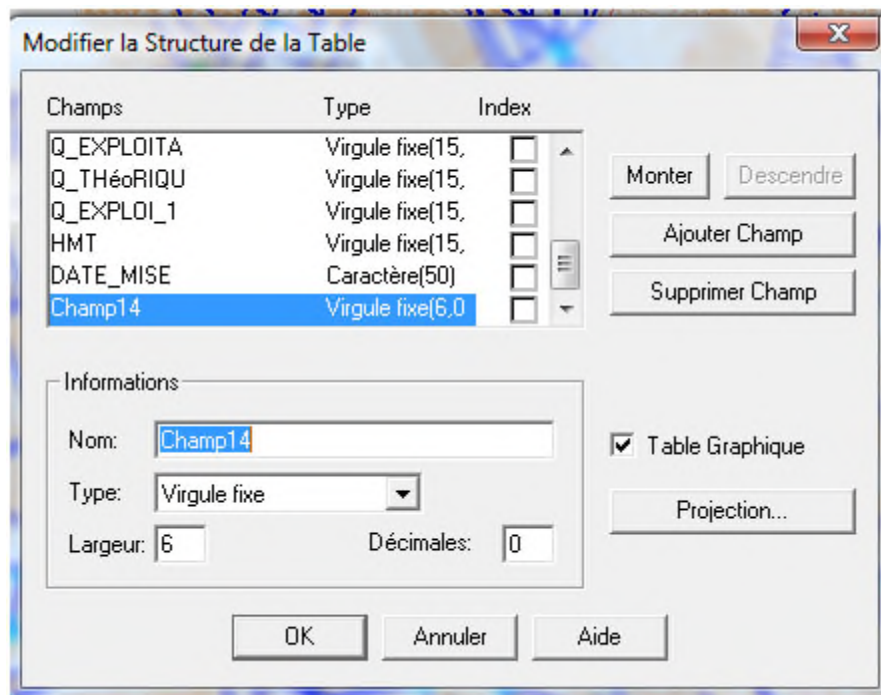


Figure 2.28 : Modification de la structure d'une table

Même chose pour la suppression d'une table :

Table → Gestion table → supprimer table et on sélectionne la table à supprimer. Un message d'avertissement d'affiche (figure 2.29), cliquer OK.

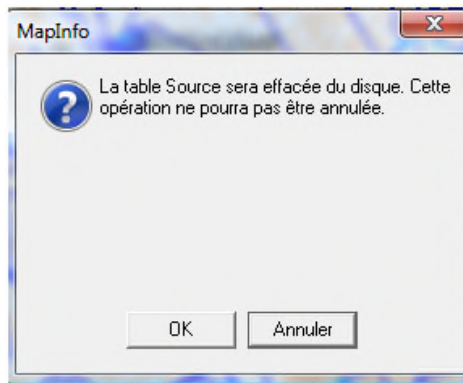


Figure 2.29 : Message de confirmation de suppression de table

Si dans le tableau de données de la table il ya des lignes en gris (vides), il suffit de cliquer :

Table → Gestion table → Compacter table (pour éliminer les vides) (figure 2.30).

Sélectionner la table à compacter, puis choisir « compacter les deux », et valider Ok.

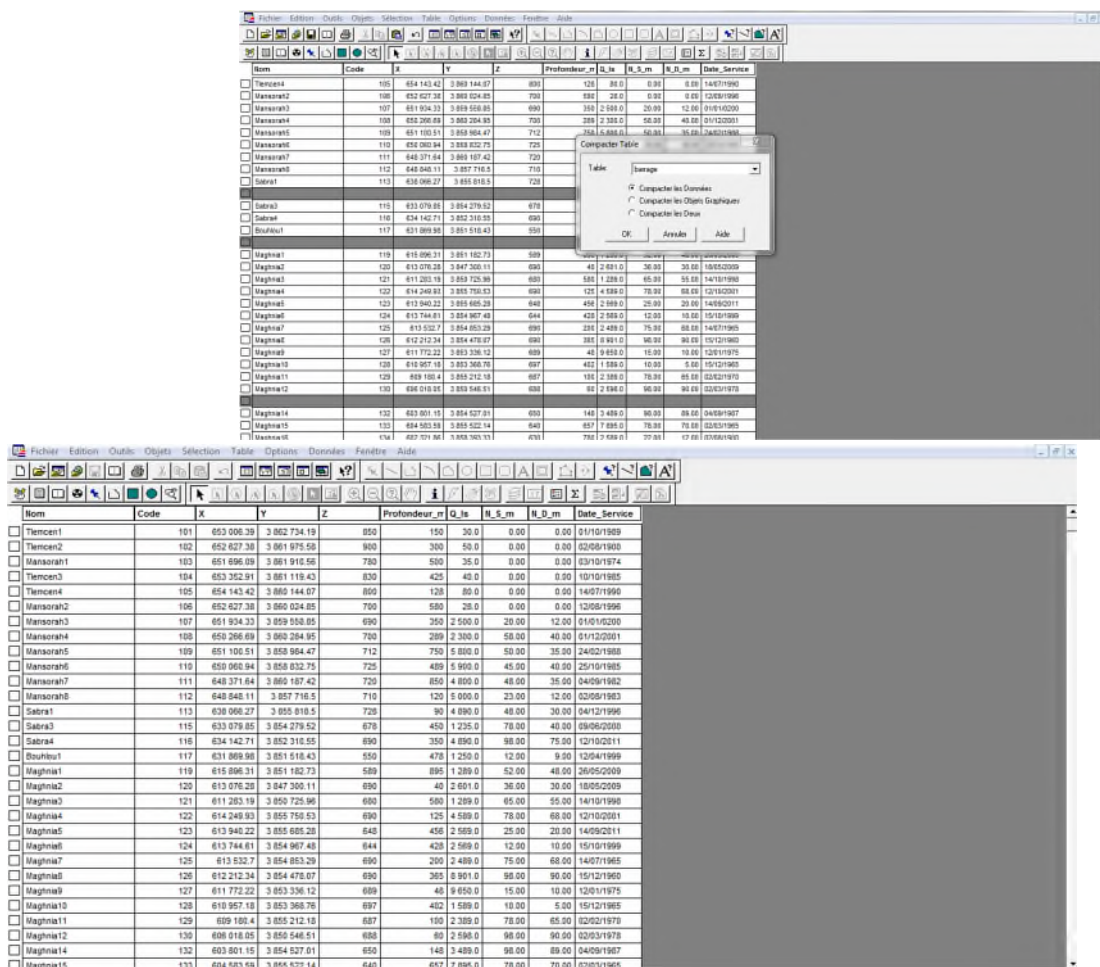


Figure 2.30 : Compactage d'une table

TP N°07 : MISE EN FORME D'UNE CARTE

I. ETIQUETAGE D'UNE CARTE

Quand on introduit toutes les données qui concernent les tables, on passe à l'étape de l'étiquetage comme illustrée sur la figure 2.31.

Carte → contrôle des couches, cocher la case « étiquette », cliquer sur Étiquettes.

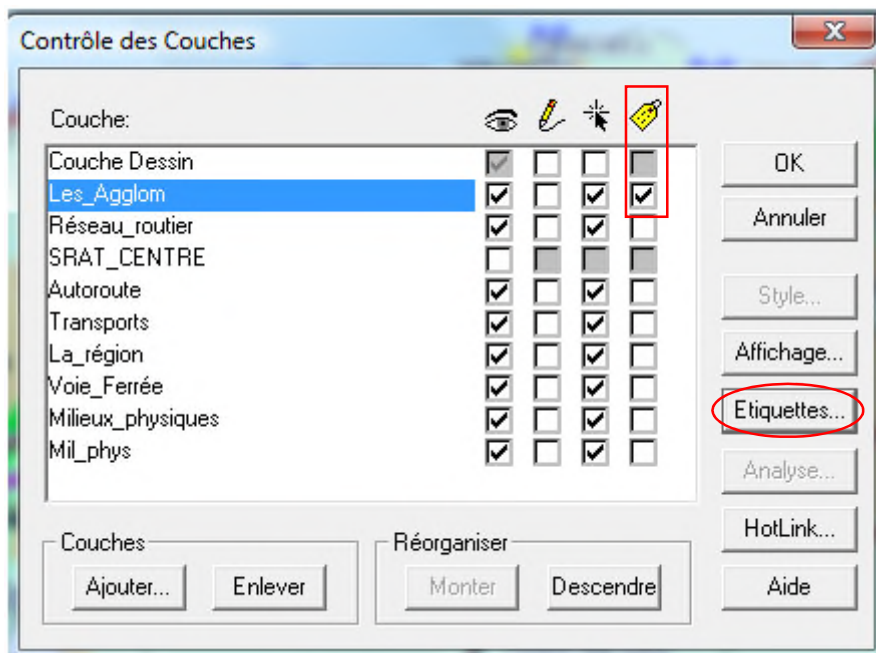


Figure 2.31 : Etiquetage d'une couche : 1^{ère} étape : Choix de la couche à étiqueter

Choisir la classe à étiqueter, on peut permettre la duplication ou le chevauchement. Pour choisir la position de l'écriture (figure 2.32), on clique sur un élément de position (point d'ancrage).

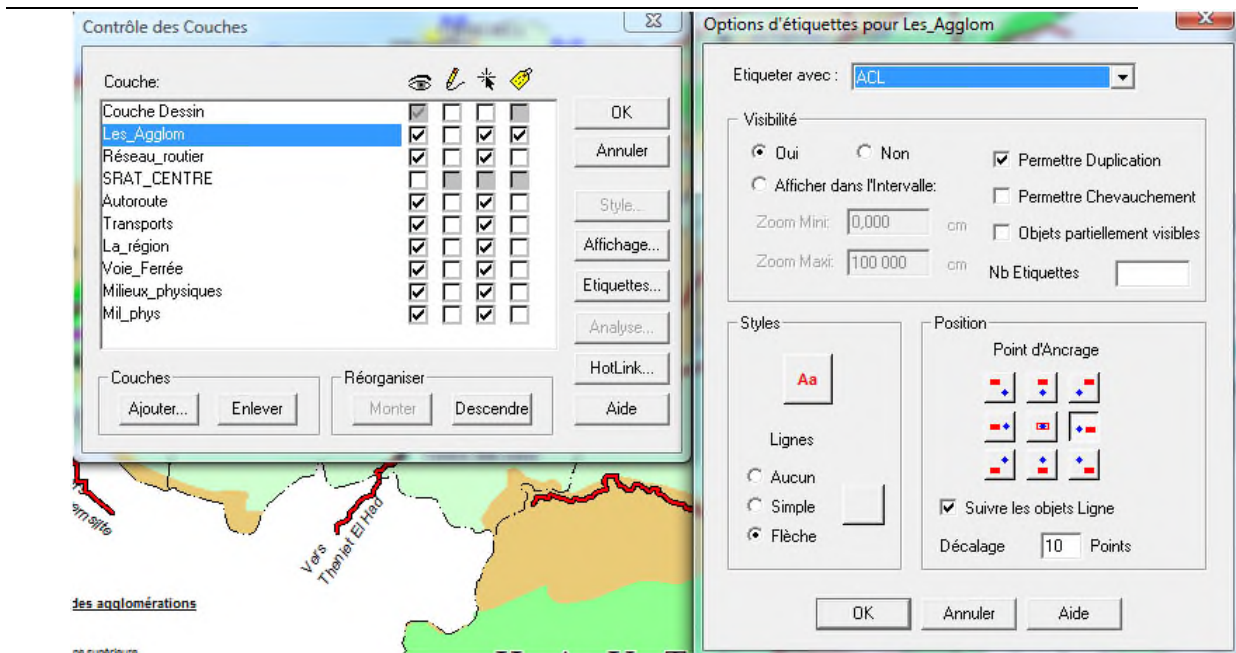


Figure 2.32 : Etiquetage d'une couche : 2^{ème} étape : Choix de la position d'étiquetage

Pour le style d'écriture on clique sur A, et on choisit les paramètres voulus figure (2.33).

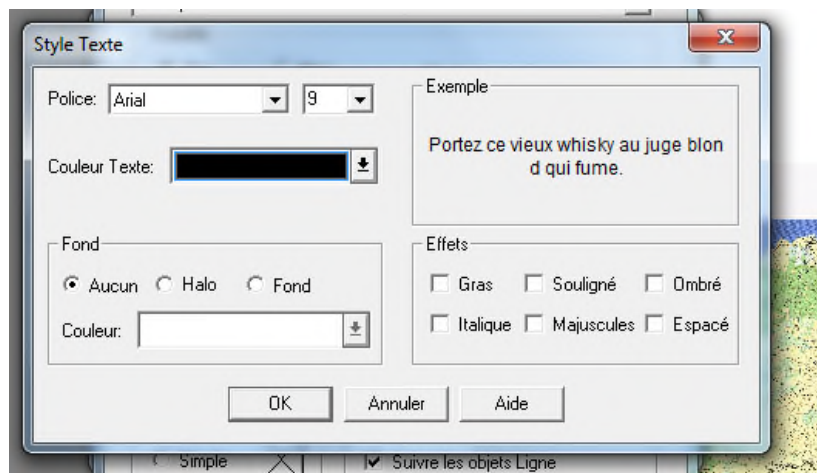


Figure 2.33 : Etiquetage d'une couche : 3^{ème} étape : Choix du style d'étiquetage

Le résultat de l'étiquetage est donné dans la figure 2.34

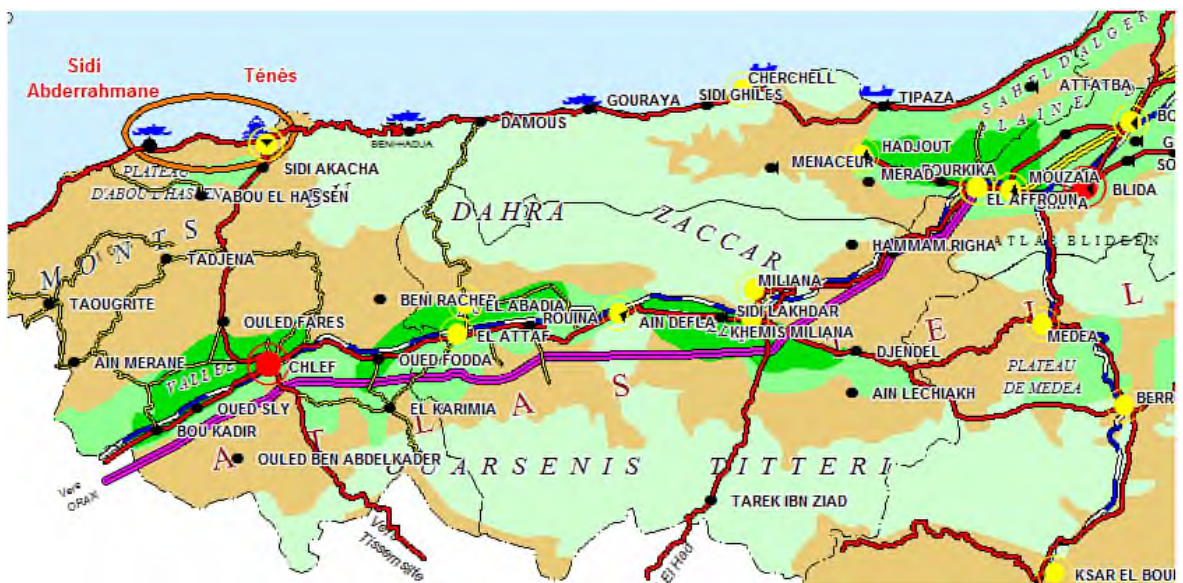


Figure 2.34 : Carte avec étiquetage

La sauvegarde des étiquettes doit se faire dans un document.

II. ANALYSE THEMATIQUE

L'un des principaux atouts d'un SIG est la conception de carte thématique. L'analyse thématique se fait sur un champ de type numérique.

Dans Mapinfo, il faut Cliquer sur le menu **Carte** et sélectionner **Analyse thématique**.

Une boîte de dialogue s'ouvre, elle se répartit en 3 étapes.

1. Dans la première étape, Mapinfo vous demande de sélectionner quel type de carte thématique vous voulez concevoir (figure 2.35). Vous avez le choix entre plusieurs types de cartes thématiques fournies par MapInfo.

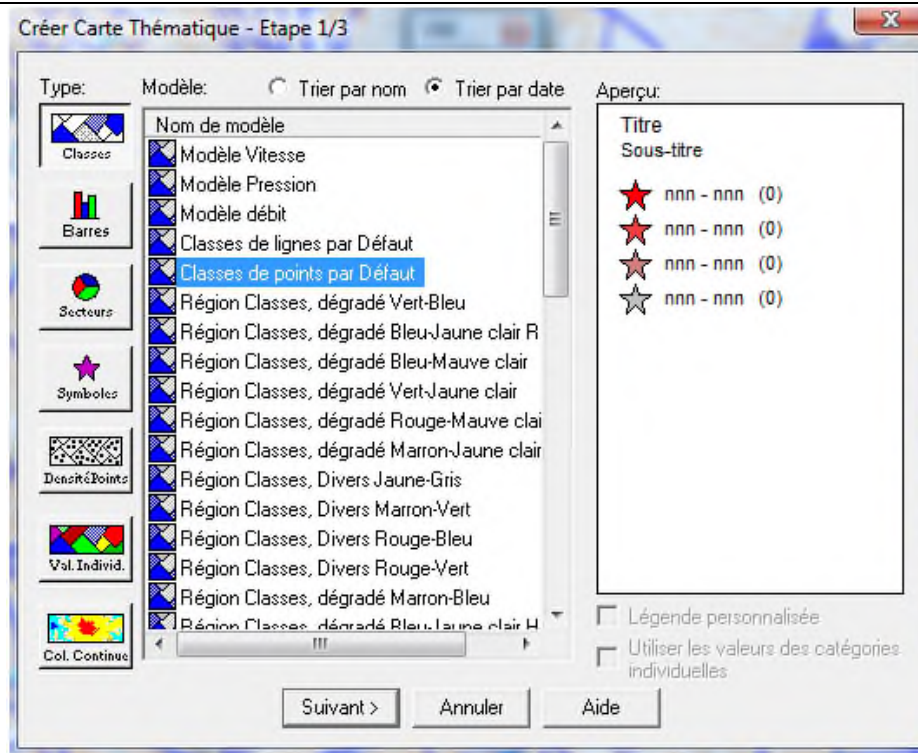


Figure 2.35 : Analyse thématique : 1^{ère} étape : Choix du type d'analyse

2. Dans la seconde étape, vous devez choisir la table et les variables à utiliser (figure 2.36).

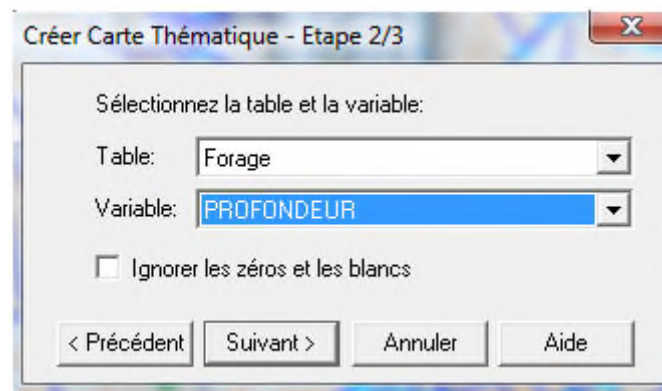


Figure 2.36 : Analyse thématique : 2^{ème} étape : Choix de la table et de la variable

3. Enfin, dans la dernière étape, vous avez la possibilité de modifier l'apparence de la thématique, par le choix des couleurs, ou des noms à afficher dans la légende (figure 2.37).

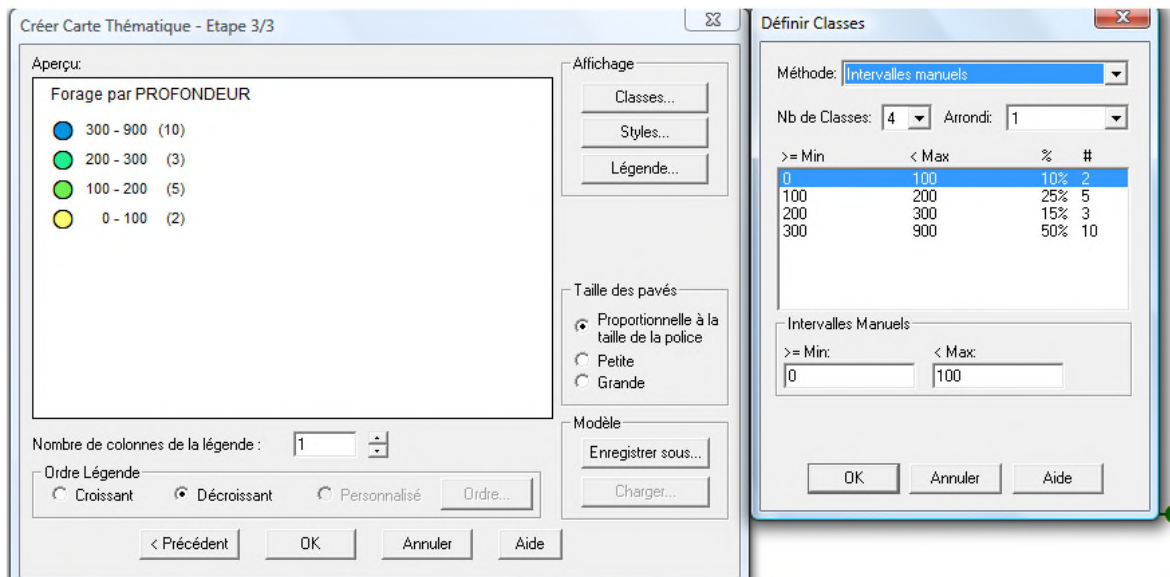


Figure 2.37 : Analyse thématique : 3^{ème} étape : Choix du style de l'analyse thématique

La figure 2.38 donne le résultat de l'analyse thématique : la carte thématique.

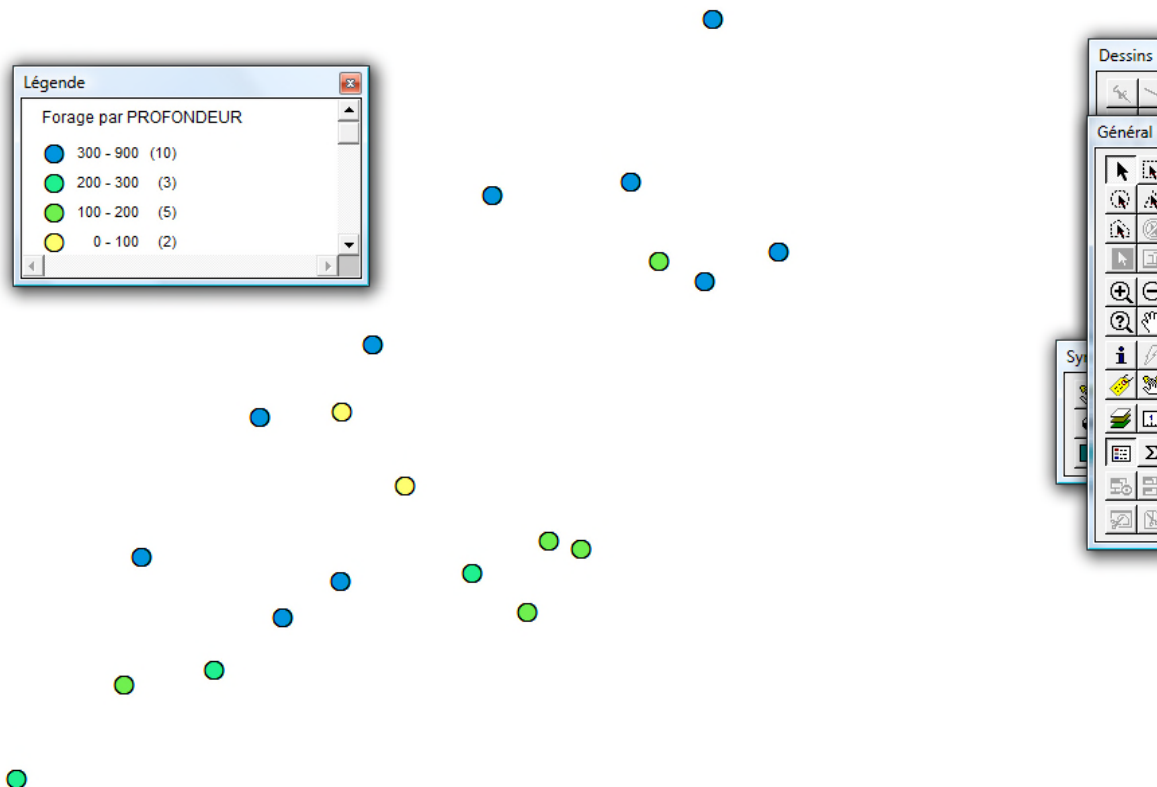


Figure 2.38 : Résultat de l'analyse thématique : la carte thématique

On peut modifier une analyse thématique, allez à :
 Carte → Modifier Analyse thématique.

De la même manière, on peut réaliser une analyse thématique pour les entités de type ligne (figure 2.39).

Étape 1 : choix des types et modèles.

Carte → analyse thématique → classe des lignes par défaut → suivant.

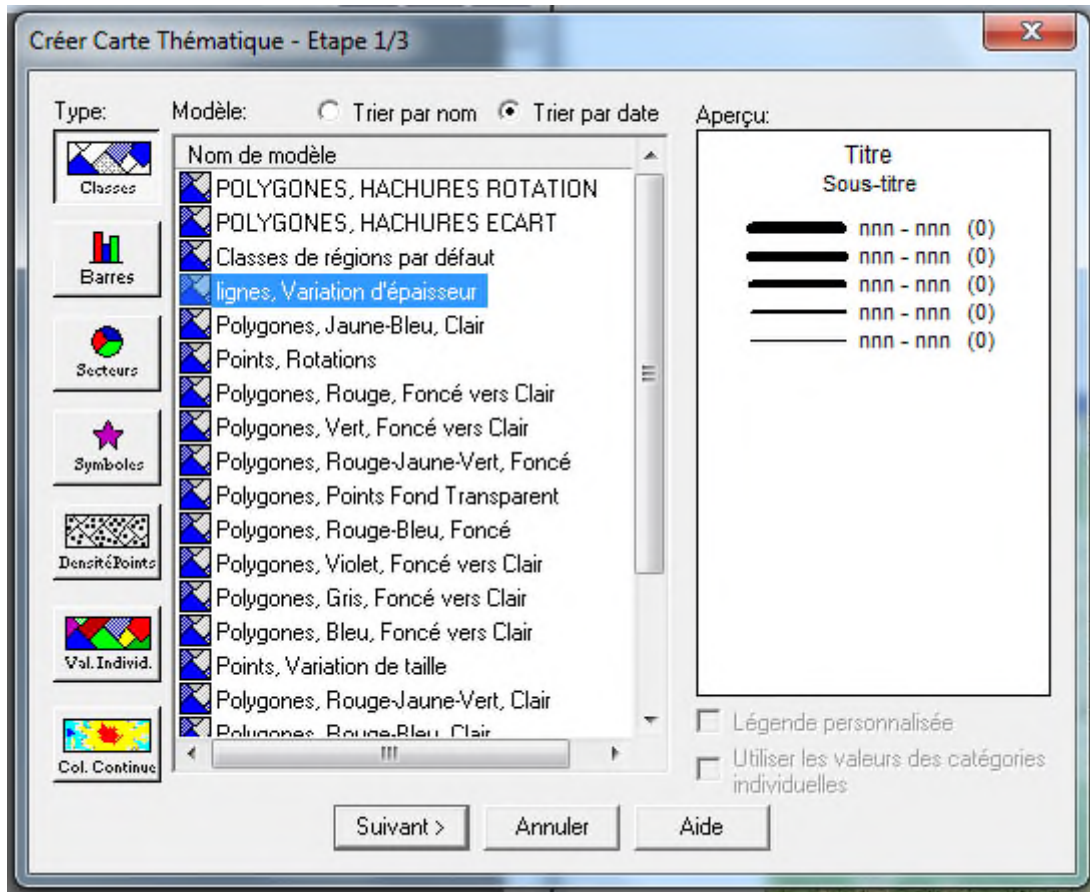


Figure 2.39 : Exemple d'analyse thématique pour les lignes

Étape 2 : choisir la table et les variables.

Exemple : On choisit Table des cours d'eau.

Variable : longueur → suivant

Étape 3 : choisir la classe et le style.

Pour le cas des polygones, la démarche est la suivante (figure 2.40) :

Étape 1 : choix du modèle.

Carte → analyse thématique → classe des polygones par défaut → suivant.

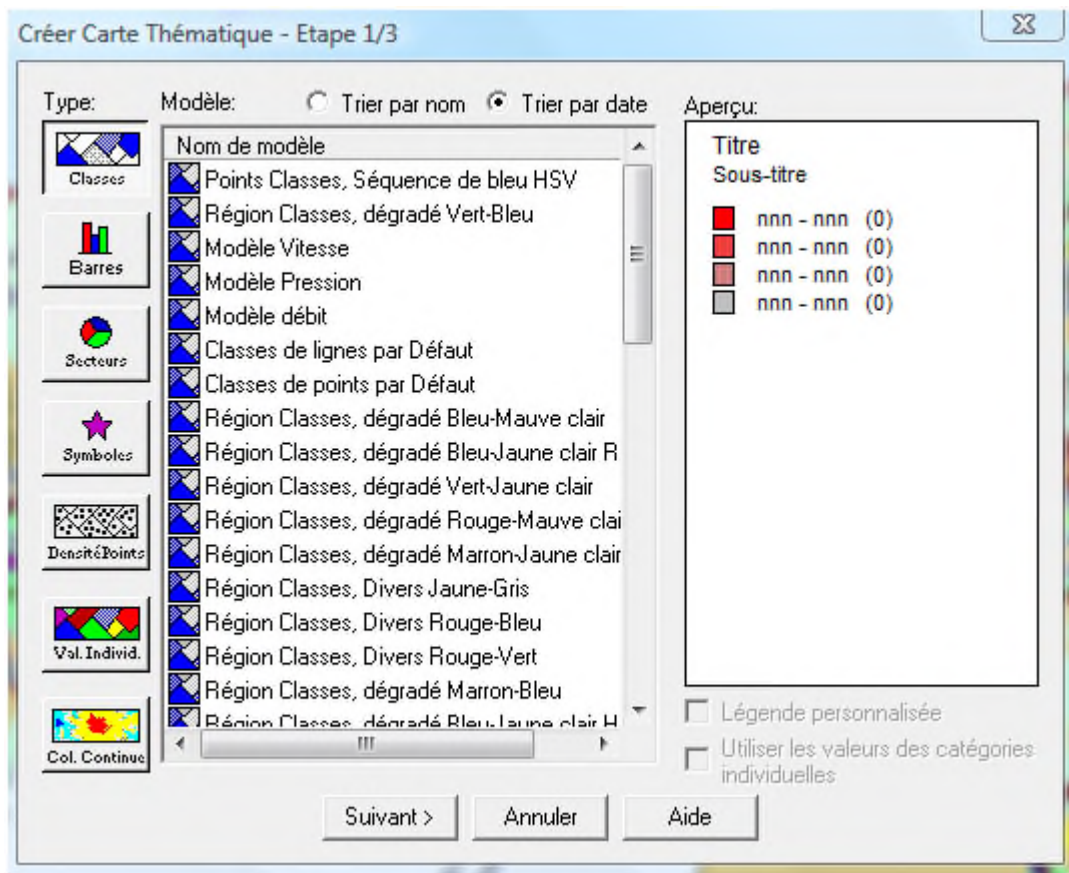


Figure 2.40 : Analyse thématique pour des entités polygones

Étape 2 : choisir la table et les variables.

Exemple : On choisit :

Table des communes.

Variable : populations → suivant.

Étape 3 : choisir la classe et le style.

Pour sauvegarder un modèle d'analyse thématique, soit pour les points, les lignes ou polygones, on clique sur **Enregistrer sous** (figure 2.41).

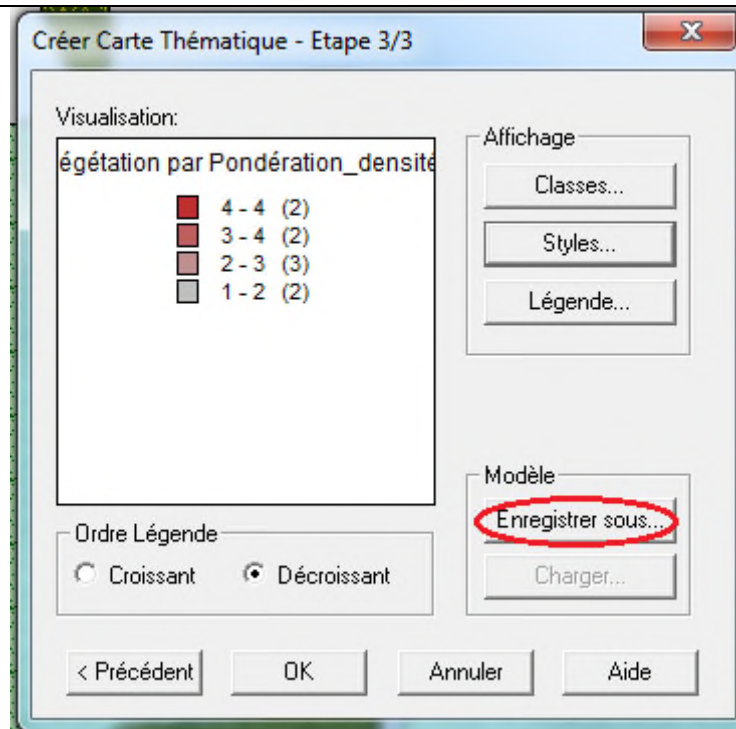


Figure 2.41: Exemple de sauvegarde d'un modèle d'analyse thématique

Pour sauvegarder le travail réalisé, on clique sur « Fichier → enregistrer document sous ».

TP 08 : REQUETES ET LANGAGE SQL

La particularité des SIG réside dans leur capacité d'exploiter les données tant sur leur aspect descriptif (tableau) que géométrique (carte). La maîtrise de l'exploitation et de l'interrogation des données est la clé pour tout usager désirant fonder ses décisions sur de l'information valide et « parlante ».

Quelles sont les options offertes par MapInfo pour exploiter et interroger les données?

MapInfo base ses requêtes sur le SQL (Structured Query Language). Ce langage est répandu dans les logiciels de bases de données et n'est donc pas exclusif à MapInfo. Par contre, un aspect propre aux SIG rend ce langage encore plus puissant car il peut également tenir compte des caractéristiques de l'objet, directement sur le territoire.

Ce TP approfondit donc cet aspect de MapInfo qu'est l'interrogation des données, de manière à en extraire tout le potentiel. Il permet aussi de prendre en main rapidement ce puissant langage et sa manipulation au sein du même logiciel.

Une requête est une opération d'interrogation réalisée sur une partie d'une base de données. MapInfo simplifie le recours aux requêtes SQL (Structured Query Language) en proposant des interfaces graphiques assez commodes pour interroger la base de données géographiques. Une requête SQL produit une table qui va contenir la, ou les réponses, à la question posée. Il est donc possible de chaîner les requêtes SQL entre elles.

Les questions posées aux bases de données SIG peuvent porter aussi bien sur le niveau attributaire que géographique des objets. Il est aussi possible d'interroger une base sous l'angle sémiologique.

Dans MapInfo, les connections SQL sont définies à partir d'une instruction SQL de type `SELECT FROMWHERE.....` dont le résultat (les enregistrements sélectionnés) devient une table MapInfo temporaire.

La procédure générale d'utilisation de la sélection SQL est donnée dans la figure 2.42 :

1. Ouvrez la table sur laquelle vous voulez effectuer une sélection (table source) ;
2. Sélectionnez Sélection → Sélection SQL. Renseignez les zones de la boîte de dialogue « Sélection SQL » correspondant à vos besoins ;

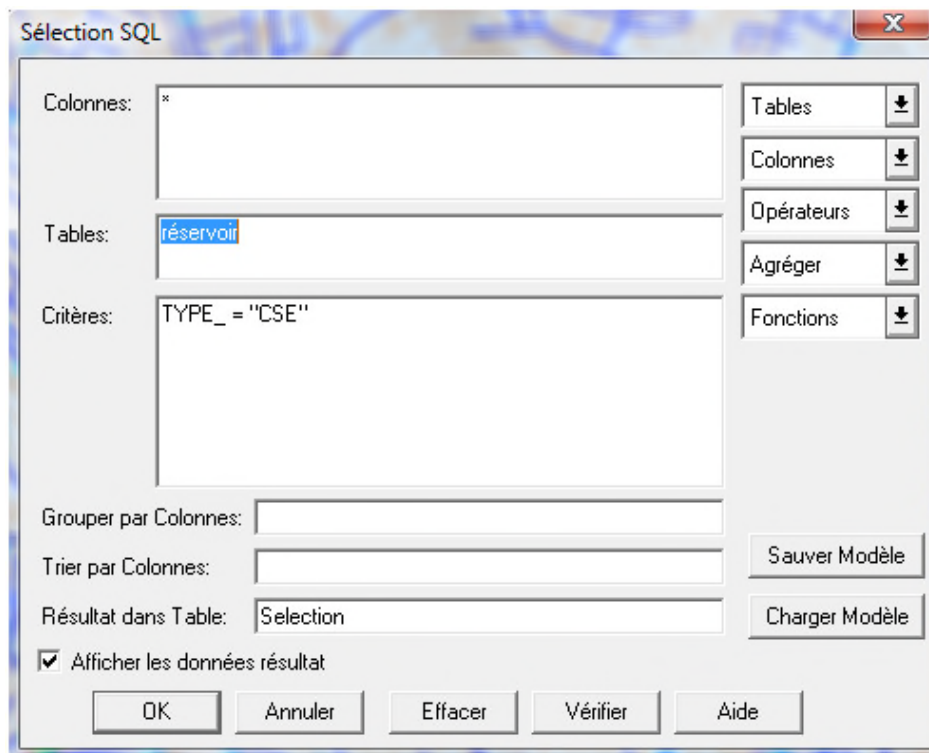


Figure 2.42 : Exemple d'une requête SQL

Lorsque vous cliquez sur OK, MapInfo exécute la sélection et affiche le résultat (figure 2.43).

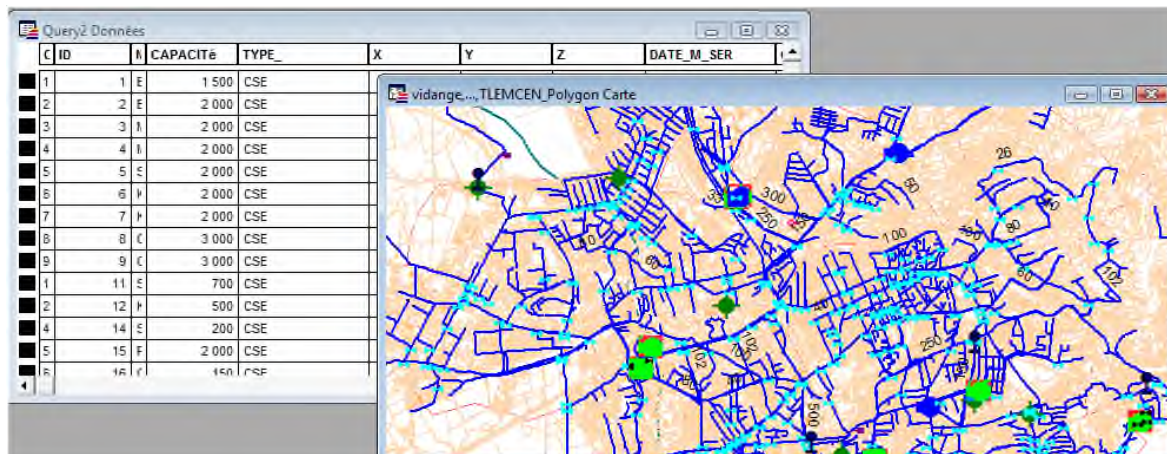


Figure 2.43 : Résultat d'une requête SQL

MapInfo extrait alors les données de la table source, stocke les résultats de la sélection dans une table temporaire particulière, appelée « table de résultats ».

La table de résultats contient uniquement les lignes et colonnes correspondant à vos critères. Le nom par défaut de la table de résultats est Sélection, mais vous pouvez indiquer un autre nom au niveau de la zone Résultat dans table, dans la boîte de dialogue Sélection SQL.

- Ouvrez une fenêtre Carte et/ou Données si vous souhaitez visualiser les résultats. Par défaut, MapInfo affiche automatiquement la table de résultats dans une fenêtre Données (figure 2.43), à moins que vous n'enleviez la croix marquée dans la case Afficher les données résultat de la boîte de dialogue Sélection SQL.

Si votre table de résultats s'appelle Sélection (le nom par défaut), la fenêtre Données indiquera un autre nom de table, tel que Query1 ou Query2. Ceci est dû au fait que MapInfo, au moment de mettre sous forme de tableau la table de résultat, "photographie" la table et nomme cette "copie" Query n (n étant un chiffre). MapInfo exécute ce "cliché" car Sélection est un nom particulier de table. Sélection change à chaque fois que vous sélectionnez ou désélectionnez des lignes.

Dans la boîte de dialogue Sélection SQL, vous pouvez donner un autre nom à la table de résultats (par exemple : végétation). Cela évitera que MapInfo ne le renomme Query n.

- MapInfo sélectionne automatiquement toutes les lignes de la table de résultats. Aussi, après avoir réalisé votre sélection SQL, il vous est possible d'effectuer des opérations sur l'ensemble des lignes sélectionnées. Vous pouvez ainsi appliquer une couleur différente à toutes les lignes sélectionnées (en choisissant « Affichage → Style polygones »), ou encore les Couper et les Copier dans leur ensemble.

Pour le cas des Requêtes sur une table unique (sur un attribut), la question porte sur l'existence d'un enregistrement (ou plus) dans la base de données qui contient un attribut particulier.

La commande « Sélection/Sélection... » permet d'accéder à cette fonctionnalité. Cette commande se développe en plusieurs fenêtres de la manière suivante :

- Choix de la table cible de la requête. Dans la fenêtre « Sélectionner », choisir la table dans la liste déroulante (figure 2.44).

Le choix propose toutes les tables ouvertes.

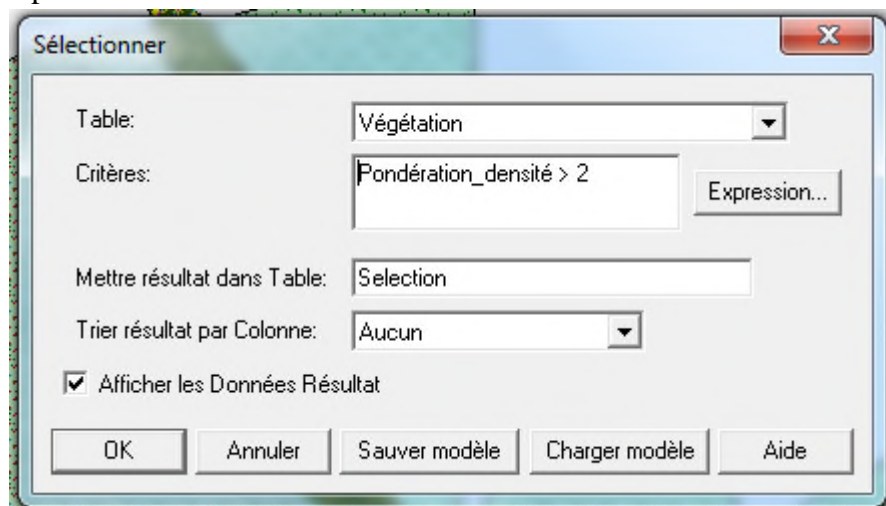


Figure 2.44 : Exemple de sélection

- Choix du champ qui porte la requête dans la fenêtre « Expression » pour remplir la boîte de saisie « Critères ». L'utilisateur n'est pas censé connaître les noms des champs de la table. Le bouton « Expression ... » va l'aider dans son choix en le guidant. Cliquer sur « Expression... » fait apparaître le menu donné dans la figure 2.45 suivante :

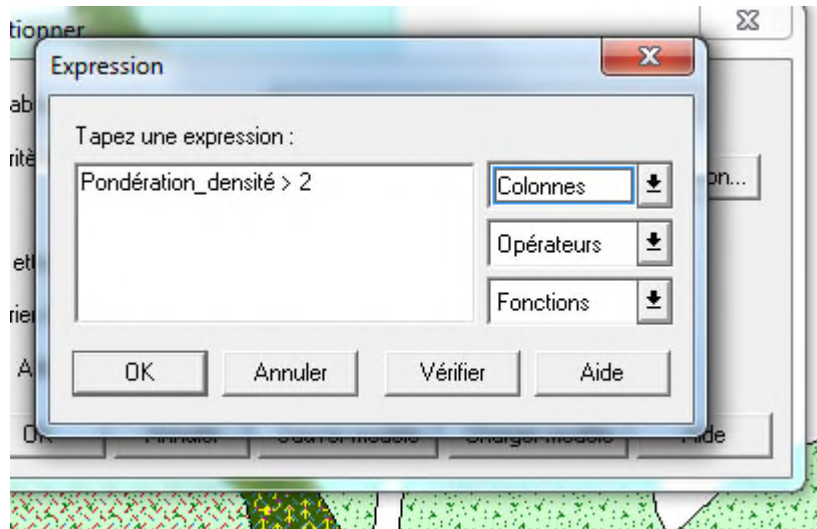


Figure 2.45 : Choix des critères de sélection

- Choix des critères d'interrogation dans la fenêtre « Expression ». La liste déroulante « Colonne » permet d'accéder aux noms des champs de la table. La liste déroulante « Opérateurs » permet de choisir les opérateurs qui peuvent être appliqués à la colonne choisie (« = », « > », « >= », « and »...) et la liste déroulante « Fonctions » permet de choisir des fonctions qui peuvent être appliquées aux champs choisis. La touche «Vérifier » permet de contrôler la cohérence syntaxique de l'expression saisie. Le bouton «OK » transmet la formule choisie dans la rubrique « Critères » de la fenêtre « Sélection ».

Dans cette fenêtre « Sélection », il est possible, en option, de trier les résultats affichés dans la nouvelle fenêtre qui correspondra à la Table Sélection.

Une requête souvent utilisée peut être enregistrée grâce au bouton « Sauver modèle » comme c'est illustré dans la figure 2.46.

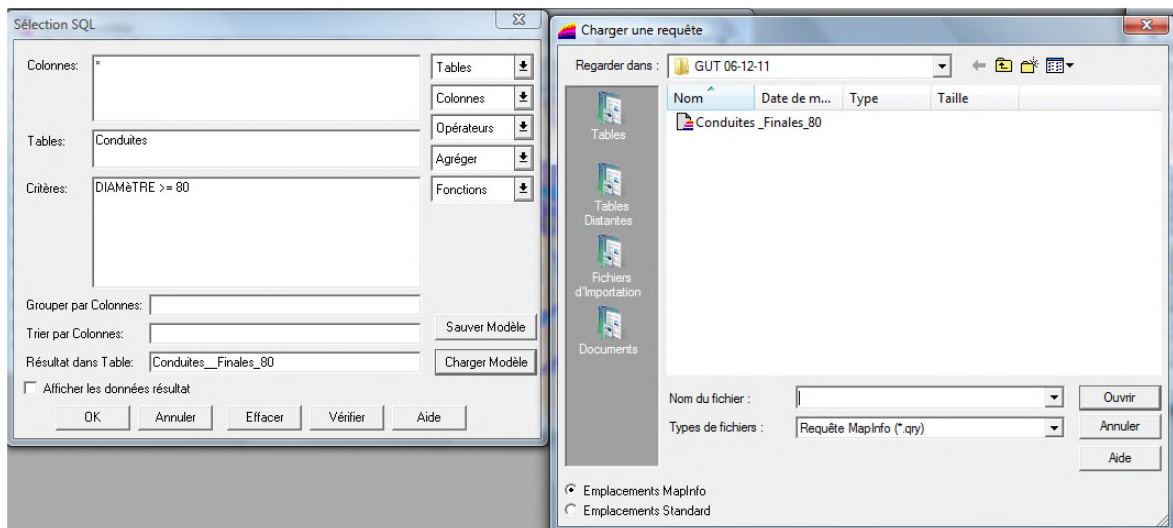


Figure 2.46 : Enregistrement et chargement d'une requête SQL

Un fichier d'extension « . qry » est alors créé dans le Document.

Toute requête sauvegardée peut être rappelée par le bouton « Charger modèle ».

- Affichage du résultat dans une fenêtre « Query.. ». Les fenêtres query sont des tables temporaires qui doivent être sauvegardées par « Enregistrer table sous » si l'on souhaite en conserver la trace.

TP 09 : EXTRACTION DES COORDONNEES

MapInfo nous donne la possibilité d'extraire les coordonnées X et Y des objets de type point. Cela se fait comme illustré dans la figure 2.47.

Outils → gestionnaire d'outils → Coordinate Extractor → Ok

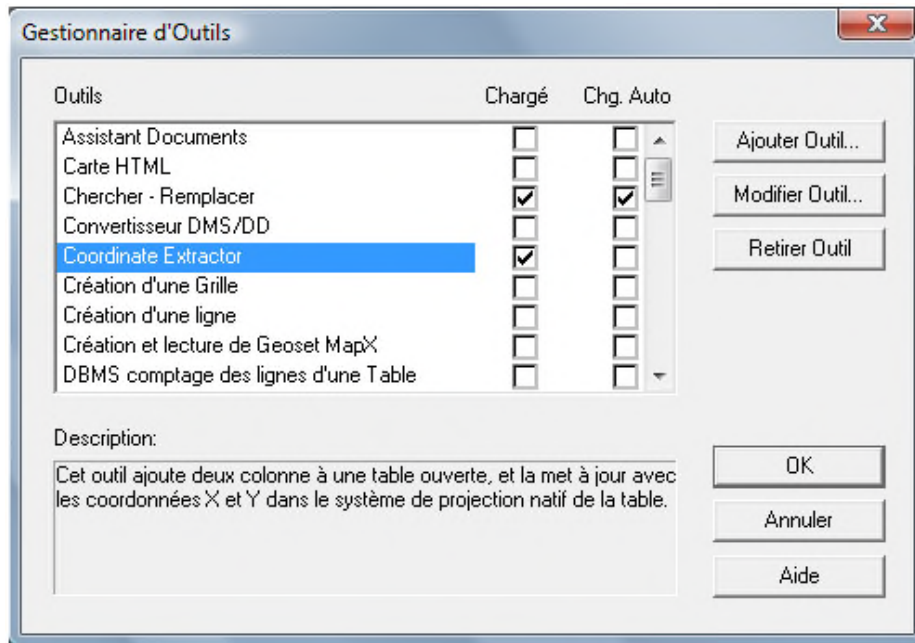


Figure 2.47 : Lancement de l'extracteur de coordonnées

Cette étape permet d'ajouter une rubrique. Outils → Extracteur de Coordonnées → Extraire les coordonnées.

Choisissez la table et les deux colonnes de chargement (figure 2.48) et validez OK

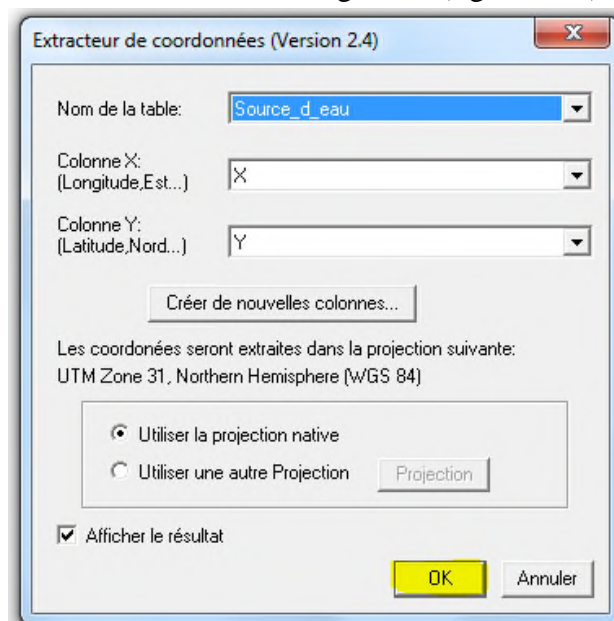


Figure 2.48 : Choix de la table et des colonnes d'extraction de coordonnées

On peut également le faire directement : Outils → Extracteur de Coordonnées → Extraire les Coordonnées → Créer une nouvelle colonne comme le montre la figure 2.49 et on valide.

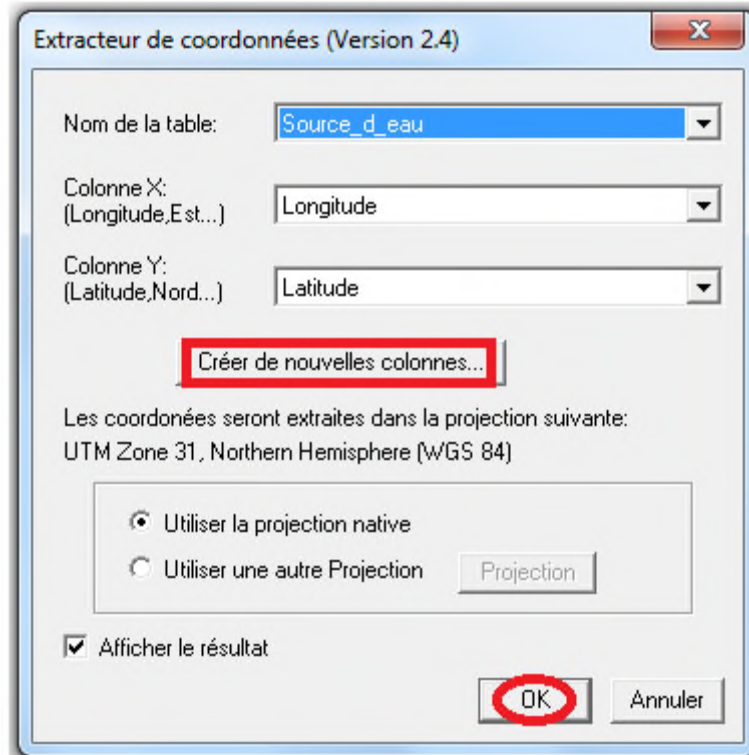


Figure 2.49 : Extraction des coordonnées en créant des nouvelles colonnes d'extraction

TP N°10 : MISE EN PAGE ET IMPRESSION D'UNE CARTE

Quand on travaille dans la fenêtre Mise en page, on change de référentiel. On passe du système de projection à la feuille de papier. Dans ce cas l'unité de travail devient le centimètre.

On accède à cette fonctionnalité en utilisant la commande : « Fenêtre / Mise en Page ». La carte résultante doit contenir le titre, l'échelle, la flèche du nord et la légende.

Pour préparer la mise en page, on doit déclarer la couche de dessin modifiable comme représenté sur la figure 2.50.

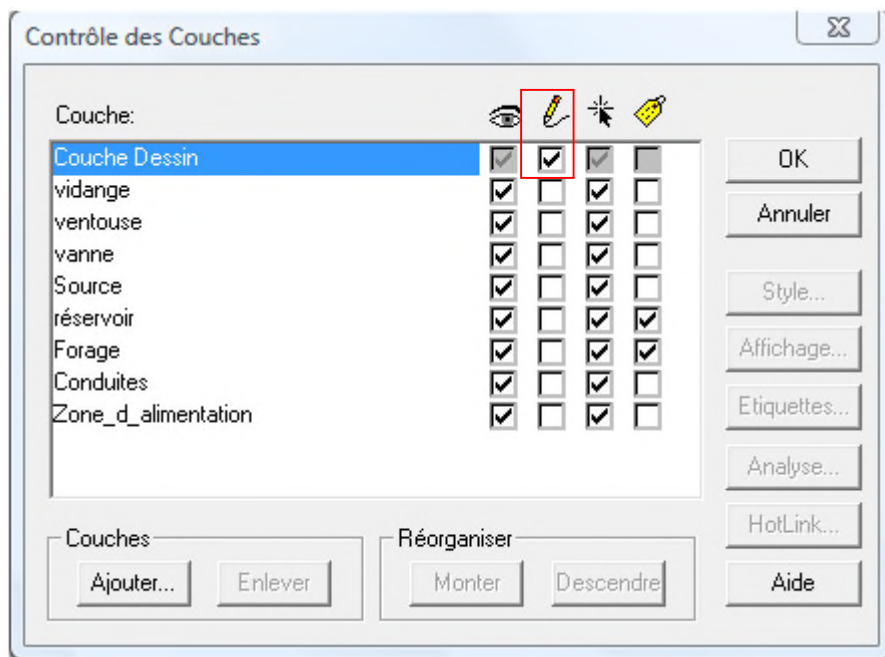


Figure 2.50 : Déclaration de la couche de dessin « modifiable »


- Titre de la carte

Pour insérer le titre de la carte, On doit sélectionner le Style texte dans la barre de dessin (figure 2.51) et on écrit le titre de la carte.



Figure 2.51 : Insertion du titre de la carte

- Flèche du Nord

Pour insérer la flèche du Nord, sur le menu dessin choisir symbole  de la barre de « dessin »

Une fois le symbole inséré, un double clic est indispensable pour afficher le style « Symbole » comme le montre la figure 2.52. Dans la bibliothèque des symboles ; choisir la catégorie MapInfo Arrows pour choisir un modèle de flèche du Nord, puis valider.

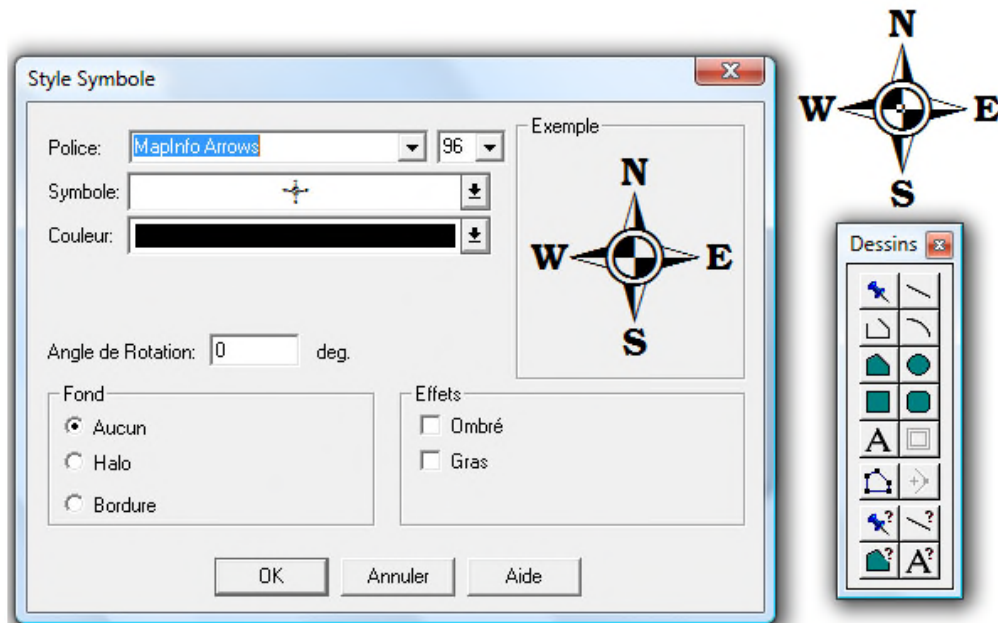


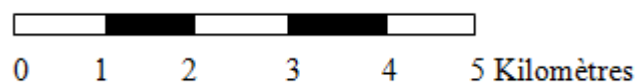
Figure 2.52 : Insertion de la flèche du nord

- Notion d'échelle

Afin de représenter une portion de la surface de la terre sur une carte, la surface doit être réduite. La mesure de cette réduction est exprimée par un ratio appelé « échelle de la carte ». Elle est définie comme le ratio de la distance sur carte et sur terrain.

L'échelle de la carte peut être exprimée avec plusieurs manières différentes :

- Fraction (1 : 50000 ou 1/ 50000) ;
- Expression écrite (1 centimètre équivaut à 500 mètres) ;
- Graphique.



Pour afficher l'échelle d'une carte, cliquez sur :
Outils → Exécuter → ScaleBar (figure 2.53)

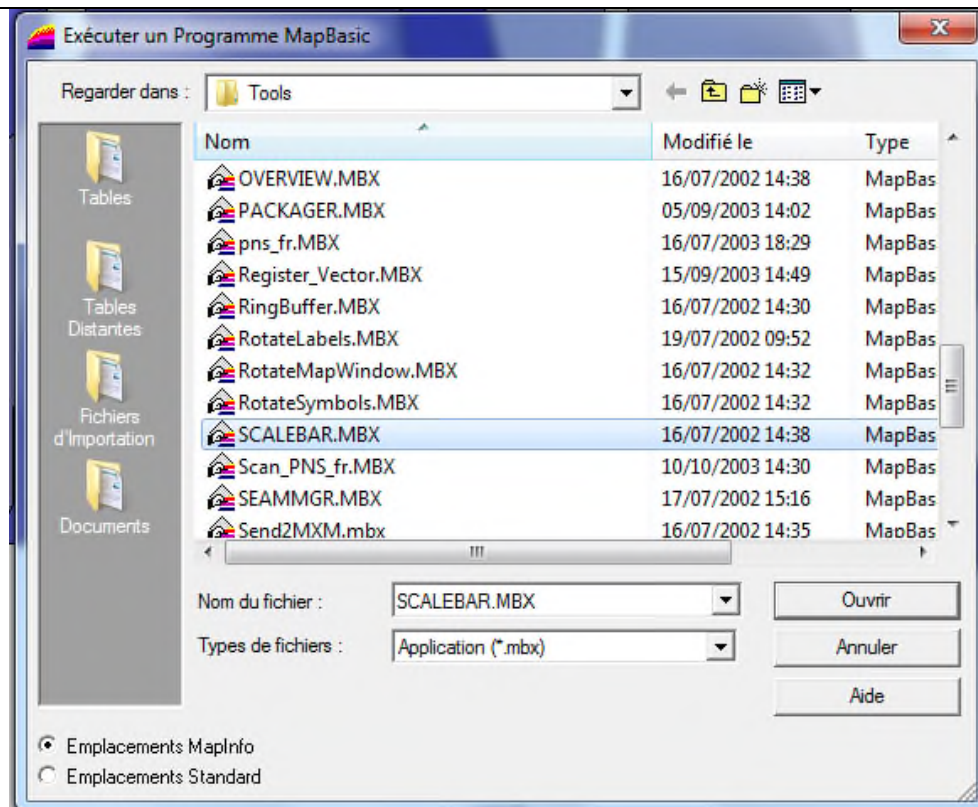


Figure 2.53 : Exécution de l'outil de dessin de la barre d'échelle

Encore une fois allez à:

Outils → Echelle → Dessiner une échelle (figure 2.54)

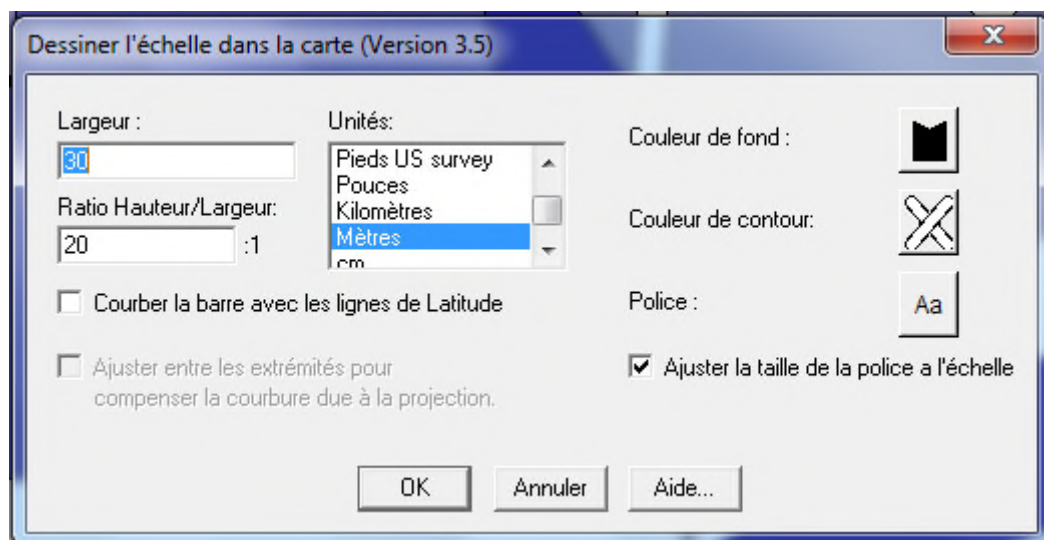


Figure 2.54 : Dessiner une barre d'Echelle

Choisir les unités, exemple kilomètre et valider Ok.

- La légende

On peut créer la légende d'une carte en suivant les deux méthodes suivantes:

- Pour la légende automatique (Figure 2.55) : Carte → Créer légende → suivant.
On choisit la couche qu'on veut ajouter à la légende et toutes les autres caractéristiques → Suivant → Terminer.

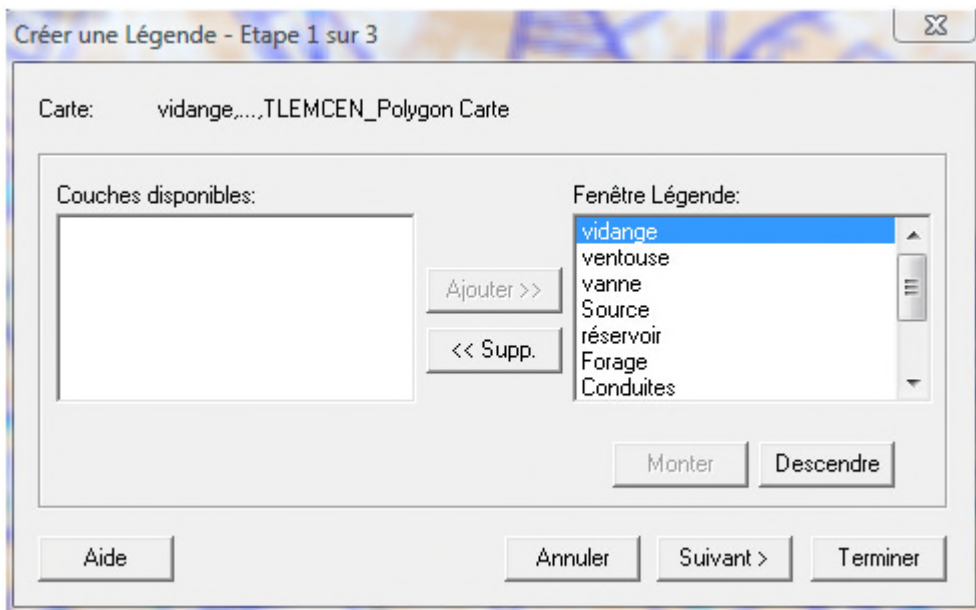


Figure 2.55 : Création de la légende (1^{ère} étape)

Le résultat est donné dans la figure 2.56

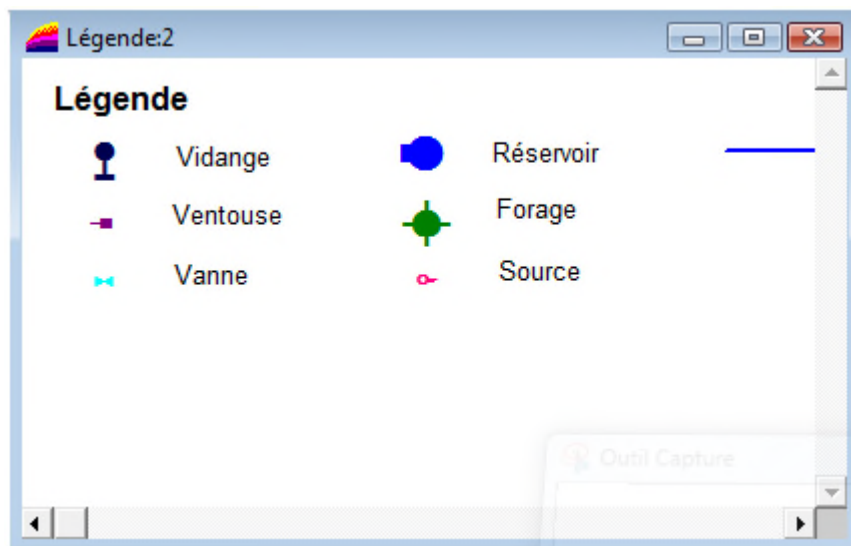


Figure 2.56 : Exemple de légende

- Pour la légende manuelle : Il est possible d'écrire sur la mise en page, pour aboutir à la carte finale, on limite une zone pour afficher la légende, présenter l'échelle, et le titre de la carte comme illustrée sur les figure 2.57 et 2.58.

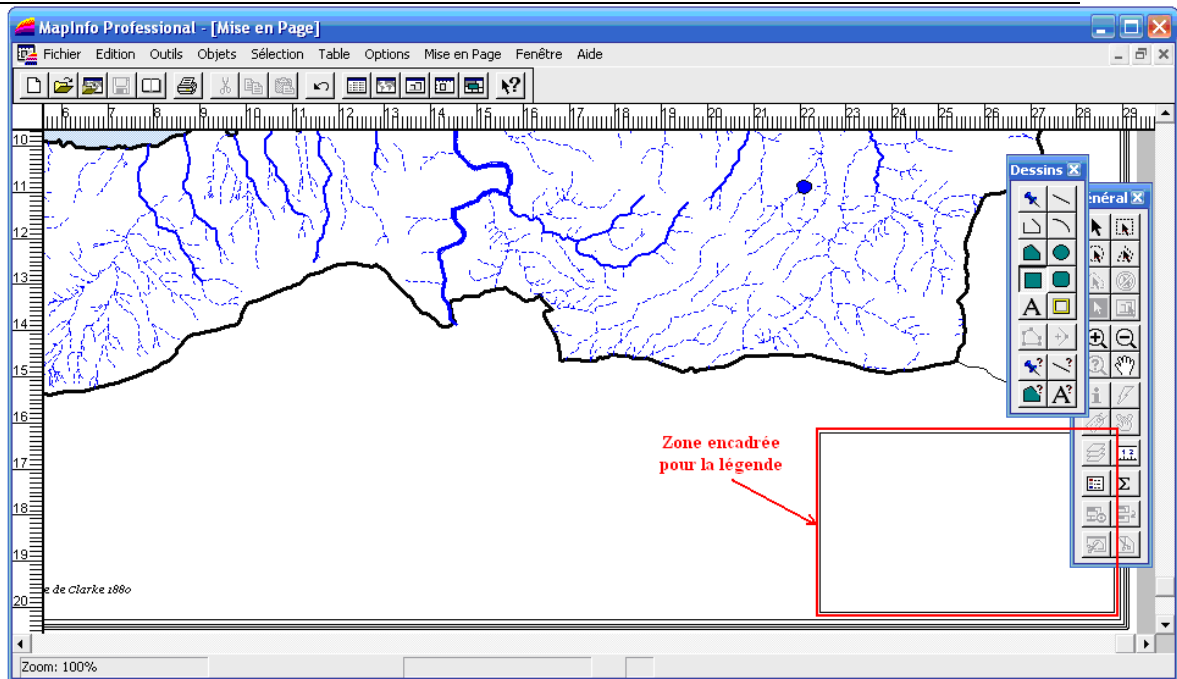


Figure 2.57 : Exemple de légende personnalisée

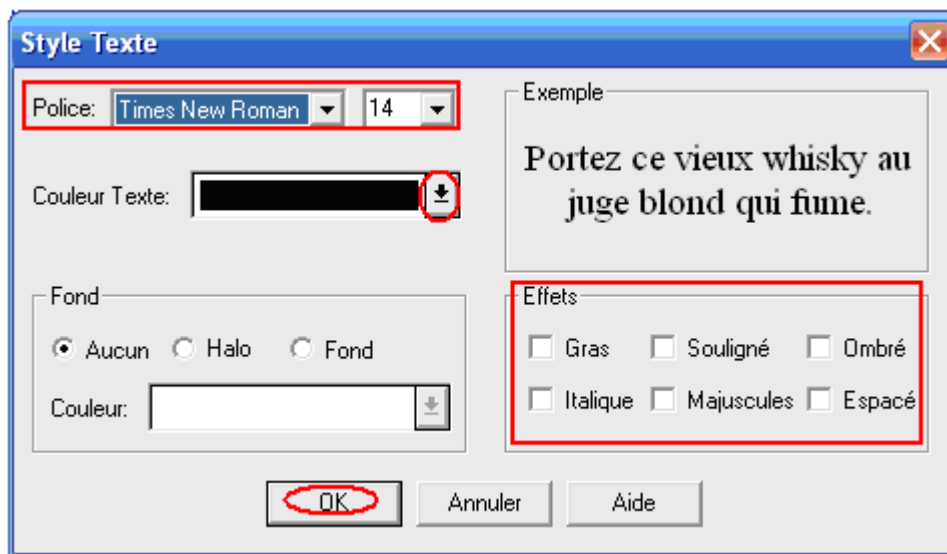


Figure 2.58 : Choix du style pour la légende personnalisée

- **Mise en page**

Pour préparer la mise en page, on clique sur Fenêtre → Mise en page comme c'est représenté sur la figure 2.59, la boîte de dialogue de la figure 2.60 apparaît, On doit valider OK.

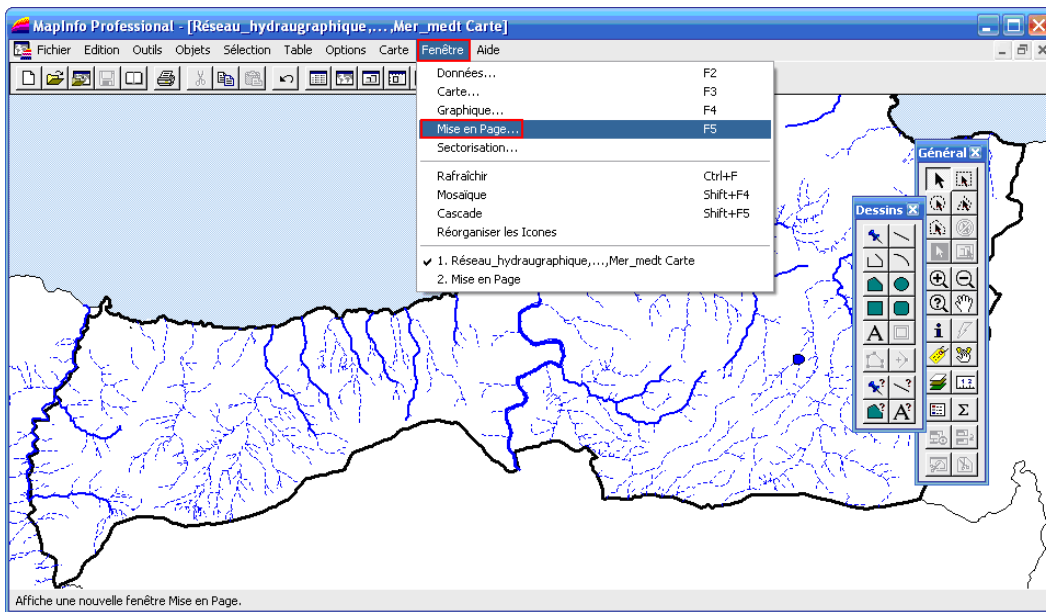


Figure 2.59 : Création d'une mise en page

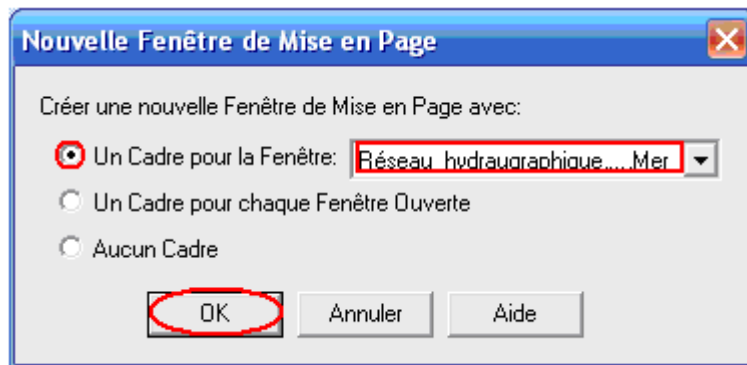


Figure 2.60 : Exemple de création de fenêtre « Mise en page »

On obtient dans l'environnement MapInfo une nouvelle fenêtre qui est composée d'un objet fond de carte et d'un objet légende. Les règles graduées qui apparaissent correspondent à l'unité courante de la fenêtre « Mise en Page » et le rectangle blanc qui contient le graphique est lié aux paramètres de l'imprimante par défaut connectée à votre ordinateur.

- Format d'impression de la carte

Dans l'exemple, il s'agit du format « A4 paysage », mais il pourrait tout aussi bien s'agir du format A0.

De toute manière cette configuration par défaut est modifiable grâce à la commande MapInfo «Fichier/Configuration de l'impression» illustrée dans la figure 2.61.



Figure 2.61 : Configuration d'une table pour impression

A ce niveau les objets qui apparaissent dans la fenêtre Mise en Page ne sont plus modifiables (figure 2.62) sauf pour les paramètres globaux (Changement d'échelle, forme du rectangle du dessin..).

La fenêtre Mise en Page est liée à la fenêtre Carte de manière dynamique.

Ainsi, si l'on revient dans la fenêtre carte et qu'on ajoute de nouveaux éléments (de nouvelles couches par exemple) au dessin, alors la fenêtre Mise en page prend les modifications en compte.

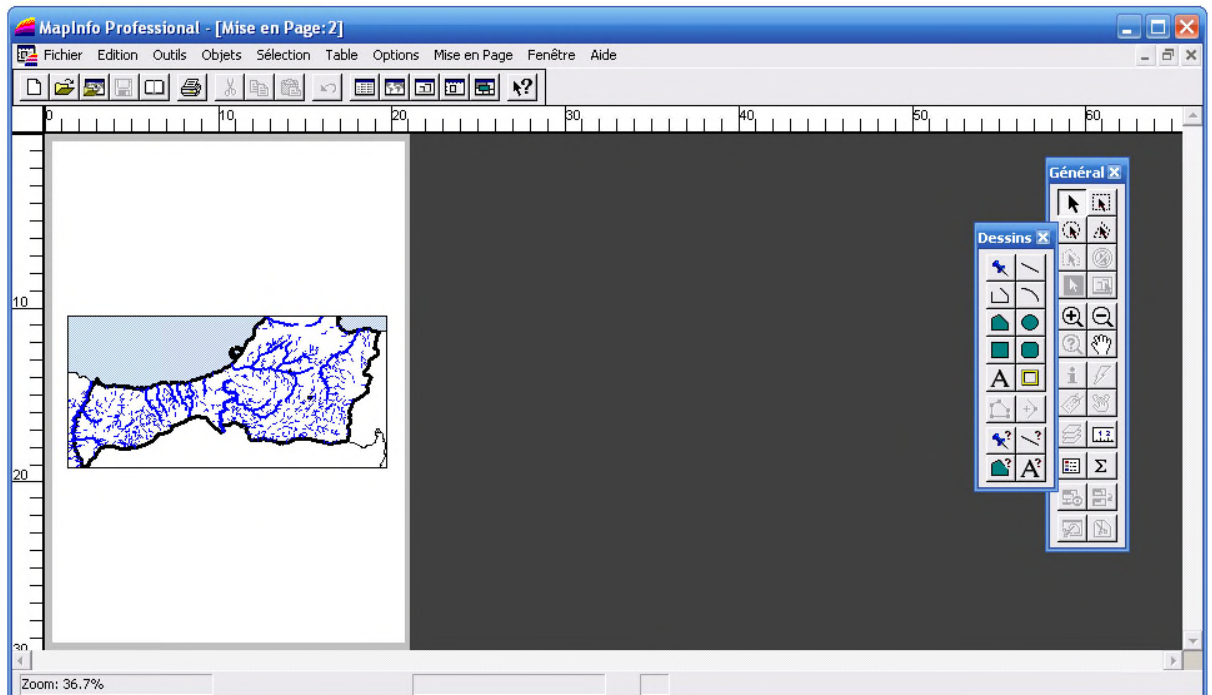


Figure 2.62 : Affichage de la fenêtre « Mise en page »

On peut aussi ajouter du texte dans la fenêtre Mise en Page (titre, sources des données, date de réalisation, auteur..) et d'autres éléments graphiques, images non calées (logo), graphiques...et bien sur d'autres fenêtres grâce au bouton « Cadre » donné dans la figure 2.63.

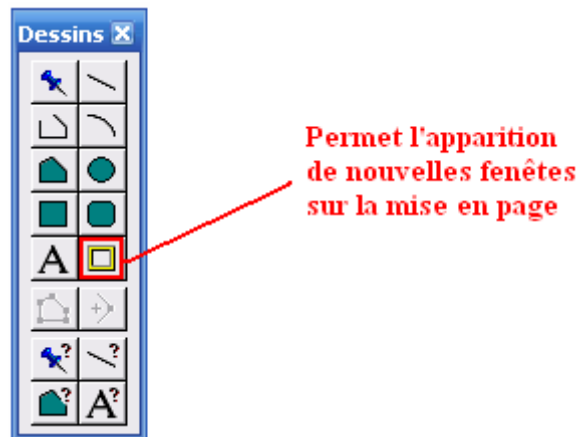


Figure 2.63 : Caractéristiques de la fenêtre « Mise en page »

Il est possible de faire un aperçu pour la mise en page et l'ensemble de couches formant la carte (table) en parallèle, grâce à la commande « Fenêtre – Mosaïque » comme illustré dans la figure 2.64.

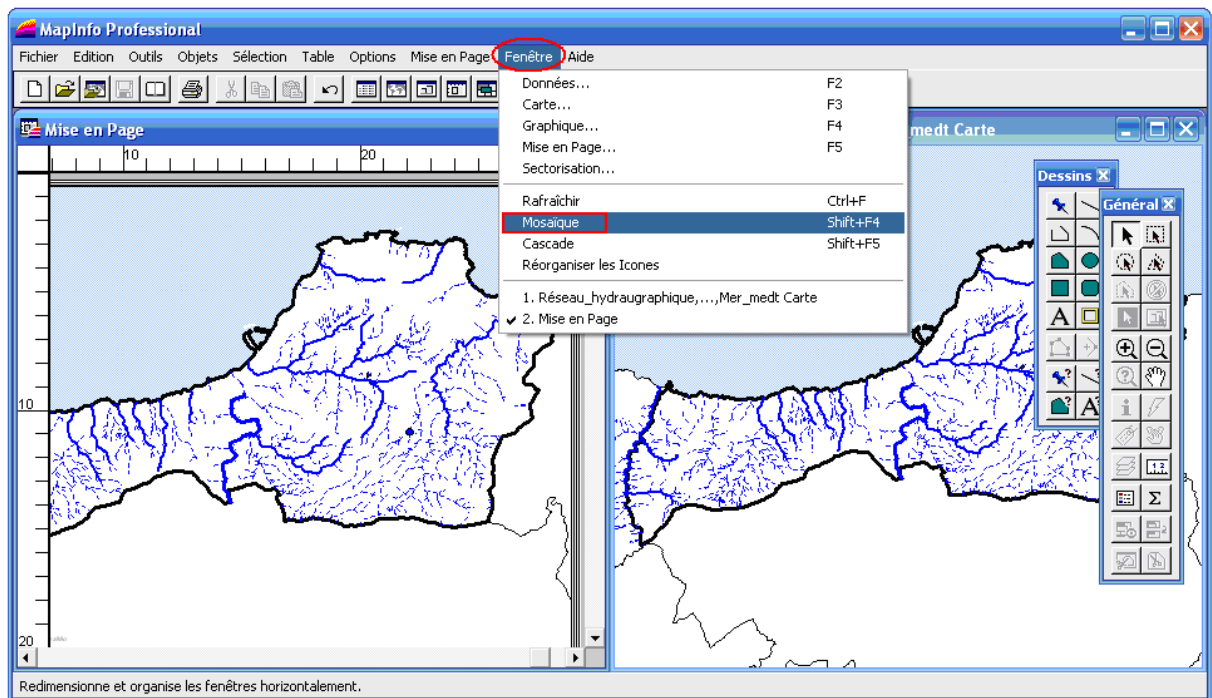


Figure 2.64 : Affichage en Mosaïque de la carte et la mise en page

Il est possible de modifier l'unité de distance utilisée dans la fenêtre en faisant un clic sur le bouton droit de la souris « Options » qui fait apparaître la fenêtre donnée dans la figure 2.65.

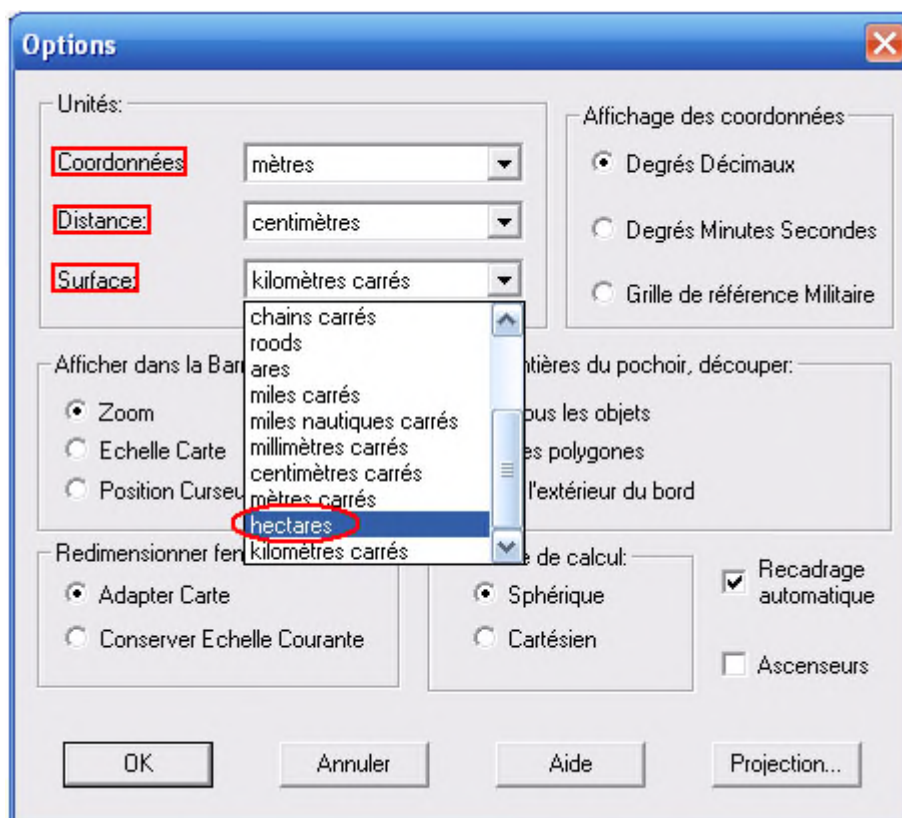


Figure 2.65 : Options de mise en page

- Document

Les différents travaux que nous venons de voir (symbolisation, étiquettes, Analyse thématique, requêtes SQL...) peuvent demander beaucoup de temps en travail interactif. Il faut donc pouvoir enregistrer les actions réalisées de manière à ne pas avoir à les refaire lors d'une séance de travail ultérieure. Il s'agit donc d'une logique de séquence de macro commandes.

Dans MapInfo c'est sous forme de document (projet) qu'on peut enregistrer tout le travail effectué précédemment sous forme de fichier spécifique de macros.

Les documents sont caractérisés par l'extension « *.wor ».

Plusieurs documents peuvent être enregistrés sur les mêmes tables si plusieurs traitements différents sont nécessaires.

Pour enregistrer un document, utiliser la commande: « Fichier/ Enregistrer Document sous... » (Figure 2.66) puis choisir l'emplacement et nommer votre session de travail qui prendra l'extension « Réseau_hydrographique.wor » (figure 2.67).

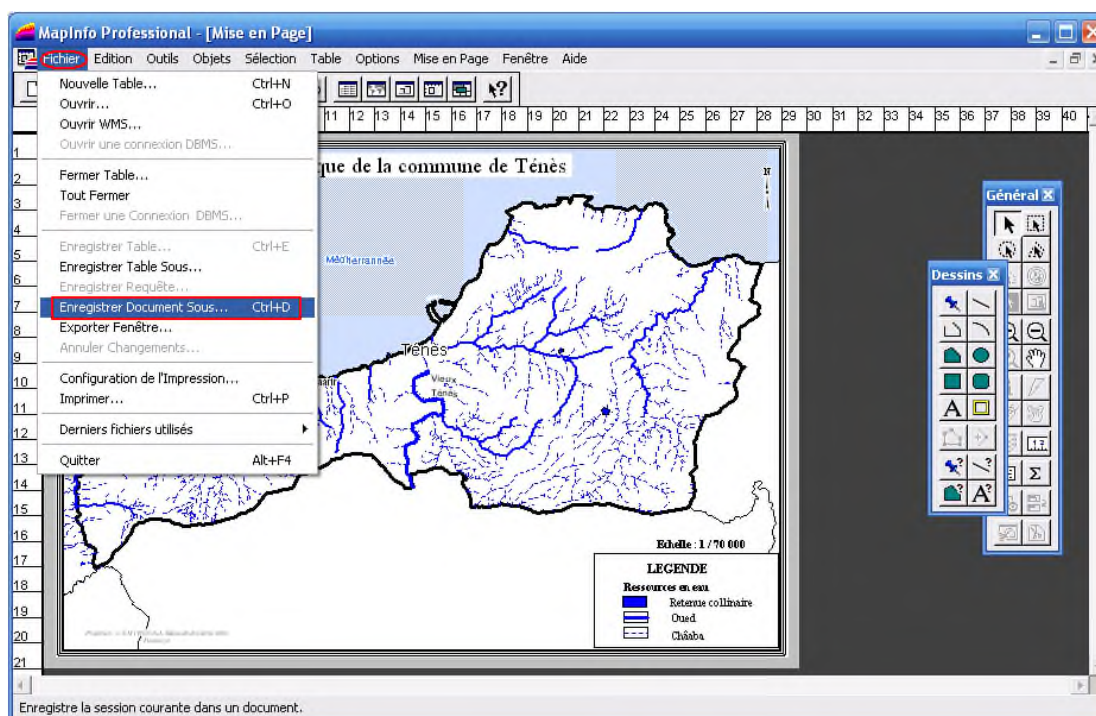


Figure 2.66 : Enregistrement d'un document

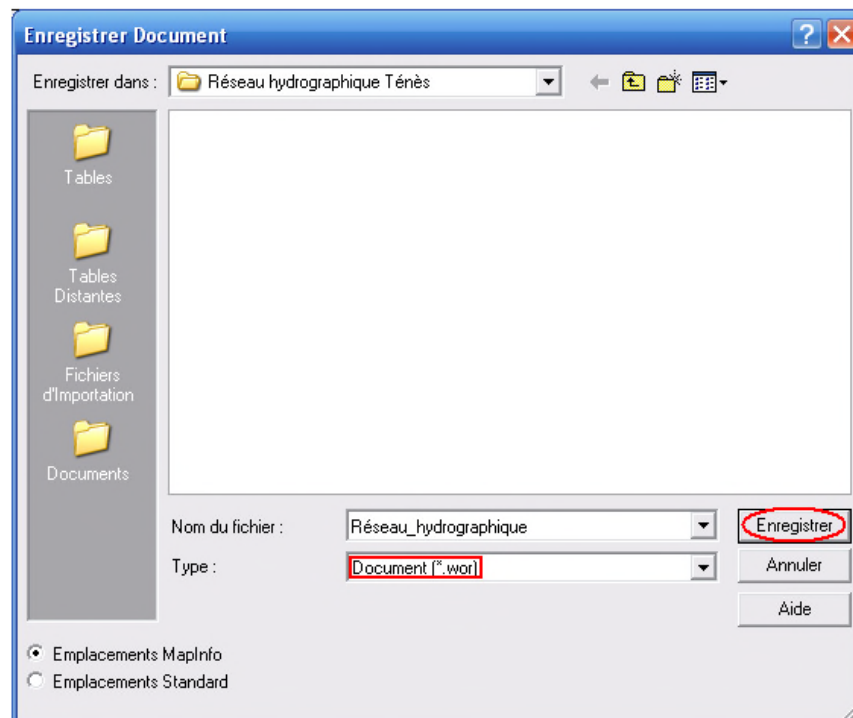


Figure 2.67 : Exemple de document

TP N°11 : Superposition de deux cartes de projections différentes dans un SIG

Le système de projection d'une couche est très important. Vous devez, pour travailler proprement sur vos couches, œuvrer dans un système de projection unique dans la mesure du possible. Ceci évite les erreurs lors de calculs d'analyse spatiale, ne serait-ce que pour calculer des distances, ou pour croiser des couches.

Pour connaître le système de projection d'une couche, allez dans le menu Carte > Options comme c'est illustrée dans la figure 2.68. Dans la fenêtre qui s'affiche, appuyez sur le bouton Projection pour faire apparaître le système de projection.

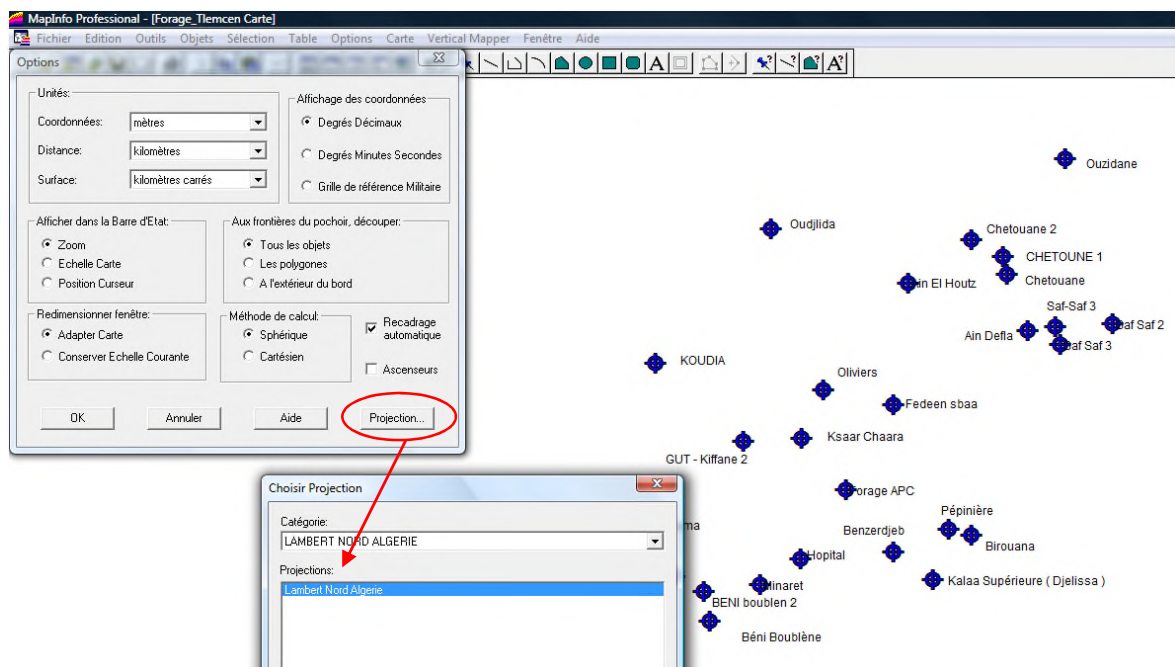


Figure 2.68 : Système de projection d'une carte

- Changement de la projection d'une carte

Pour modifier le système de projection d'une couche, il faut enregistrer la couche sous un autre nom comme c'est illustrée dans la figure 2.69 (menu Table > Enregistrer table sous...); dans la fenêtre d'enregistrement (représentée ci-dessous), appuyer sur le bouton projection pour spécifier une catégorie et un système de projection différents.

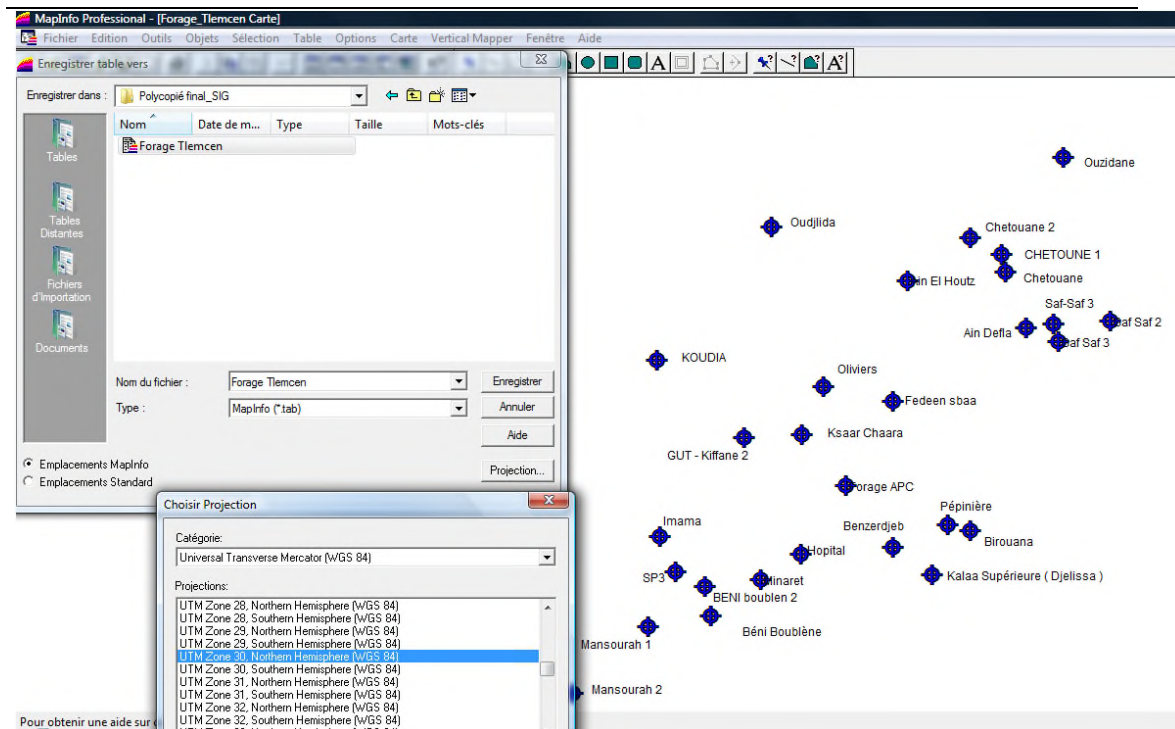


Figure 2.69 : Changement de la projection d'une carte

- **Superposition de couches de projections différentes**

Pour superposer deux couches de projections différentes, il faut enregistrer l'une des couches sous la projection de l'autre couche.

La figure 2.68, par exemple, montre un extrait de la couche des forages de Tlemcen dans le système de projection du « Lambert de l'Algérie du Nord »

Pour superposer cette couche avec la couche des communes donnée dans la figure 2.70 (cette couche est donnée dans le système de projection UTM 30) il faut changer la projection de la couche « forage Tlemcen » comme le montre la figure 2.69, Menu Table > Enregistrer table sous...; dans la fenêtre d'enregistrement, appuyer sur le bouton projection pour spécifier la catégorie et le système de projection souhaité (UTM 30)

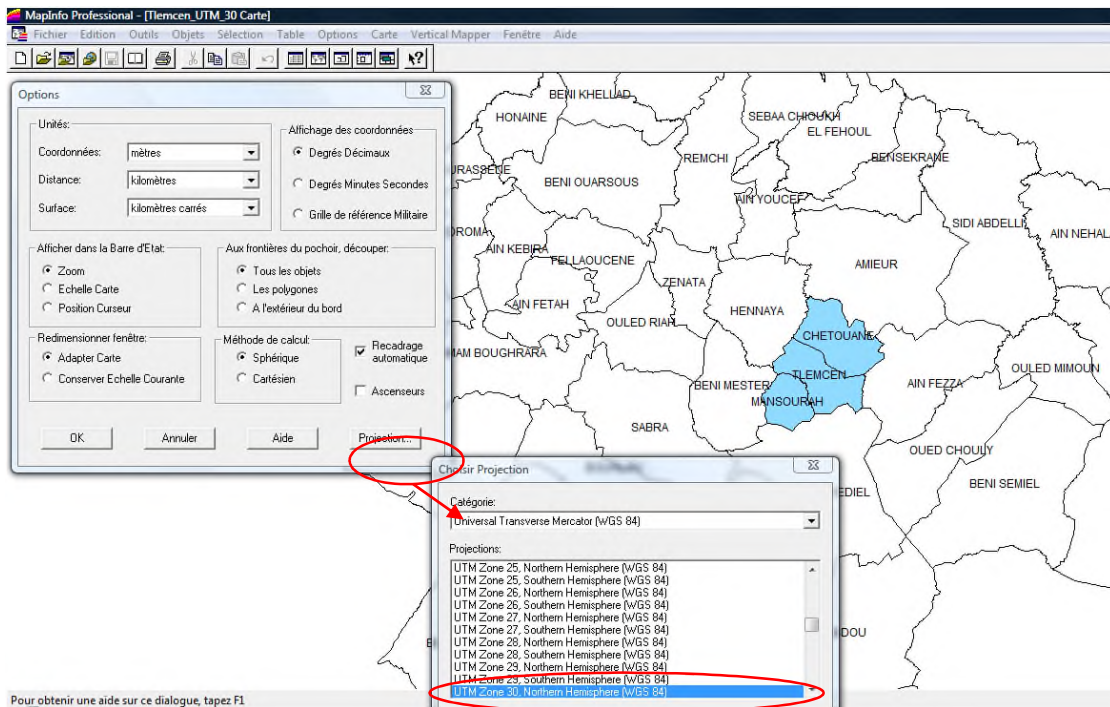


Figure 2.70 : Projection d'une couche dans un SIG

Ouvrir les deux couches et vous pouvez avoir le résultat de la superposition donné dans la figure 2.71 (les deux couches sont dans la projection UTM 30).

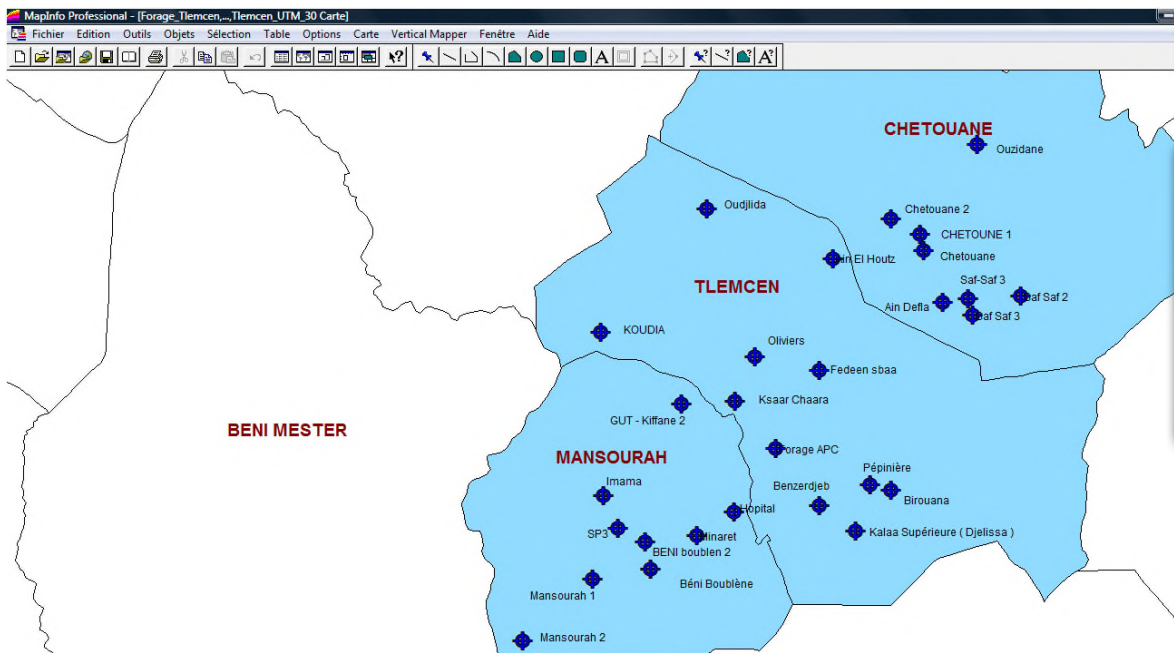


Figure 2.71 : Superposition de couches

Ce polycopié est une simple initiation à l'utilisation des Systèmes d'Informations Géographiques qui facilitent l'organisation et le stockage des données localisées sur un référentiel cartographique précis et simplifient l'exploitation cartographique de celles-ci. Mais bien d'autres fonctionnalités sont encore à découvrir !

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdelbaki C., Benhamouda F., Chikh M., 2012, SIG: Outils de gestion des réseaux d'alimentation en eau potable , Cas du réseau de la ville de Birtouta -Alger, Algérie, Editions universitaires européennes, ISBN : 978-3-8417-8907-5.
- Kellouche A., 2009, Pilotage de MapInfo par Delphi, (www.developpez.com)
- MapInfo, MapBasic v. 8.0, 2005, Reference Guide, 631 p .
- Mihoubi Mustapha Kamel & Abdelbaki Chérifa, 2003, Manuel de formation continue intitulé '' Initiation à l'utilisation de MAPINFO'' Concepts fondamentaux et principales fonctions, ENSH.
- Pornon H., 1992, Les SIG mise en œuvre et applications, Edition Hermes, 160 p.
- Pornon H., 1996, La notion de précision dans les SIG : Données précises ou données de qualité, le géomètre 6, pp. 30 – 33.
- Rouet P., 1993, Les données dans les Systèmes d'Information Géographique, Edition Hermes.
- Sauvagnargues-Lesage S. et Ayrat P.A., Systèmes d'Information Géographique : outil d'aide à la gestion territoriale, Techniques de l'ingénieur, 2009, Référence H7415.
- Tena-Chollet F., Sauvagnargues-Lesage S., Thierion V. et Ayrat P. A., Systèmes d'information géographique : mise en œuvre, Techniques de l'ingénieur, 2010, Référence H7416
- Vendé-Leclerc Myriam, Prise en main du logiciel de SIG MapInfo, 2008, 37 p.

WEBOGRAPHIE

- <https://dimenc.gouv.nc/sites/default/files/download/16468006.pdf>
- http://www.sigma972.org/def_1.html
- http://www.corse.fr/infogeo/Qu-est-ce-que-le-SIG_a24.html
- <http://www.afigeo.asso.fr/les-sig.html>
- http://www.prevention2000.org/cat_nat/risques/mvtter/mvt_prev.htm
- https://docs.qgis.org/2.8/fr/docs/gentle_gis_introduction/data_capture.html
- <http://www.forumsig.org/showthread.php/37012-Vente-Table-%C3%A0-digitaliser>
- http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?page=affiche_article&id_article=2381 page de garde
- <http://www.cairn.info/les-systemes-d-informations-geographique--9782130539230-page-88.htm>
- <http://www.notre-planete.info/terre/outils/sig.php>
- <http://www.notre-planete.info/terre/outils/sig.php>
- <http://seig.ensg.ign.fr/>, http://www.sigma972.org/def_1.html
- <http://air.imag.fr/mediawiki/index.php/EA2012-SIG>
- http://www.corse.fr/infogeo/Qu-est-ce-que-le-SIG_a24.html
- <http://www.seos-project.eu/modules/agriculture/agriculture-c03-s01.fr.html>
- <http://www.axesig.fr/produits/sig.html>
- <http://resources.arcgis.com>
- <http://www.arcorama.fr/2015/01/sig-3d-35-conception-de-donnees-3d.html>
- <https://themamap.greyc.fr/fr/node/17>