

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ziane Achour Djelfa



Polycopié intitulé :

SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE (SIG)



Présenté par :

Mme BALLA FAIZA

Table des matières

1	I-Définition du SIG	9
2	II- Historique du SIG	9
3	III- Les composants d'un S.I.G	10
3.1	III.1. Le matériel informatique et les périphériques :	10
3.2	III.2. Les logiciels	11
3.2.1	A. Les SIG automatisés :	11
3.2.2	B. Les SIG professionnels	11
3.3	III.3. Les données	12
3.4	III.4. Les utilisateurs	12
3.5	III.4. La méthode	12
4	VI- Structure d'un SIG.....	12
5	V- Les domaines d'application des S.I.G	13
6	I- Les données dans les SIG	15
7	II. L'information géographique.....	15
7.1	II.1. Données spatiales	15
7.2	II.2 Données attributaires	15
8	III- Modes d'acquisition des données	16
8.1	III.1. Numérisation	16
	III.2. Balayage électronique (scannérisation)	16
8.2	III.3. Photogrammétrie	17
	III.3. Images satellitaires	17
	III.4. Import de fichiers.....	18
9	IV- Organisation des données dans un SIG	19
10	V- Les formats de données	19
	V.1. Le format "Vecteur"	20
	V.2. Le format "Raster"	20
11	VI. Les différents types d'entités	20

12	VII- Le concept «classes d'entités»	21
13	VIII- Notion d'échelle.....	22
14	I. Digitalisation.....	26
15	II. Vecteur et fichiers de forme	26
16	III. Stockage et base des données associées à un vecteur :	28
17	IV. L'analyse spatiale dans un SIG	29
18	V. Processus de l'analyse spatiale dans le SIG.....	30
19	I.Introduction.....	32
20	II. Qu'est-ce qu'un géoréférencement ?	32
21	III. Qu'est-ce qu'une carte ?.....	32
	21.1 III.1.Définition.....	32
	21.2 III.2.Historique	33
	21.3 III.4.La localisation.....	33
	21.3.1 III.4.1.Système de coordonnées géographiques	34
	21.3.2 III.4.2.Les systèmes de coordonnées planaires	35
22	VI- Qu'est-ce qu'une projection ?	35
	22.1 VI.1Principe.....	35
	22.2 VI.2Problèmes	36
23	V- Les familles de projection	36
	V.1.Les projections conformes :.....	37
	V.2.Les projections équivalentes.....	37
	V.3.Les autres familles de projections :	37
	V.4.Les projections Lambert :	38
24	I.Introduction.....	40
25	II.Qu'est-ce que ArcGIS ?.....	40
26	III. Les composantes de l'environnement ArcGis.....	40
	26.1 III.1. Les applications de Arcgis.....	40
	26.2 III.2. Les extensions.....	42
27	IV. Etapes de production d'une carte	43
	27.1 IV.1. Géoréférencement	43
	IV.1.1. Notion de géoréférencement.....	43
	IV.1.2. Manière de géoréférencement.....	44
28	V. La digitalisation Les cartes sont	51

28.1	V.1. Lancer ArcCatalog à partir d'ArcMap.....	52
28.2	VI.2. Fonctionnement général de l'outil Edition.....	54
29	VI.Enregistrer la carte Texture.mxd.....	56
	VI.1.Fusionner des entités à une autre.....	56
29.1	VI.2. Mise en page et création d'une carte pour impression sous ArcMap.....	56
	VII. Les éléments liés aux blocs.....	57
	VII.1. La flèche Nord.....	57
29.2	VII.2. La barre d'échelle.....	58
	VII.3. La légende.....	59

AVANT PROPOS

Ce module a pour but de développer des compétences dans le domaine cartographique, informatique et hydrogéologique.

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 Système d'Information Géographique SIG.

Le polycopié présente les différentes clés qui leur permettront de remplir soit des fonctions techniques autour du Système d'Information Géographique SIG, soit de gérer des projets traitant de données géographiques sans avoir à les manipuler (gestion de prestataires, maîtrise d'ouvrage, management d'équipe Système d'Information Géographique SIG, composante Système d'Information Géographique SIG d'un projet plus général, etc.), figure 1.

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 ARCGIS10.3 pour illustrer les différents concepts abordés en cours, les TPs permettent de se confronter concrètement aux concepts et aux respects de certains principes communs à tous les logiciels de gestion de l'information géographique.

Ce module a pour but de développer des compétences dans le domaine cartographique ; informatique et hydrogéologique.

Carte Conceptuelle

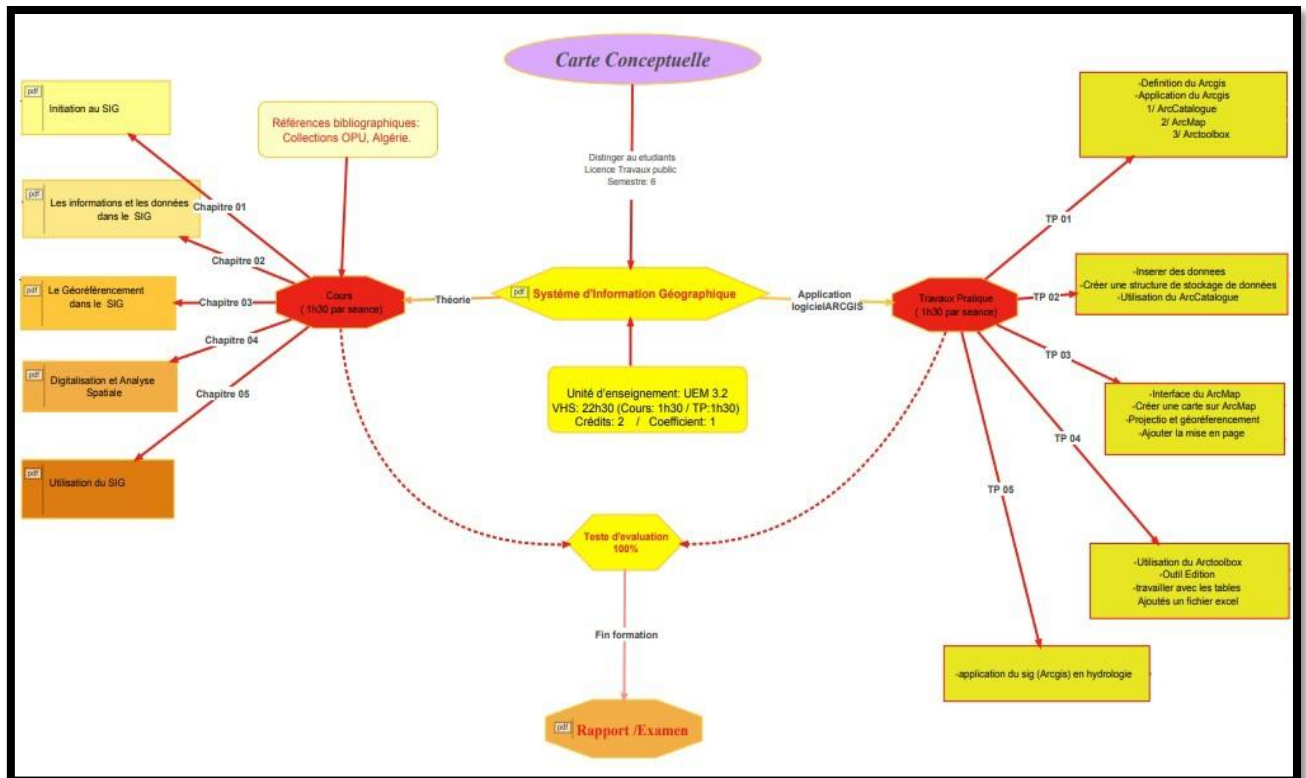


Figure 1: Présentation de la carte conceptuelle du cours SIG.

Objectif visé :

Connaître les différents modes qui présentent l'initiation du SIG et qui englobent dans leur ensemble une définition, structure et composante et application qui a pour but :

1. Mesurer les connaissances d'un étudiant de manière objective.
2. Fournir l'ensemble des structures, des méthodes, des outils et des bases de données pour rendre compte des phénomènes localisés dans un espace spécifique et faciliter les décisions à prendre sur cet espace.
3. Intégrer des fichiers (ex : le premier pas du SIG.PDF) pour enrichir et surtout simplifier et améliorer la compréhension de l'étudiant et éviter les obstacles s'il y a.
4. Évaluer la connaissance des apprenants.
- 5.

Objectifs généraux du cours

A l'issu de ce module, l'étudiant sera capable :

1. En terme de Savoir

- Connaître les principales sources et base de données géographiques dans le Système.
- Saisir les verbes d'action aux objectifs visés du SIG.
- Identifier le logiciel et ces applications.
- Démontrer et structurer les principaux éléments du SIG destinés au domaine utile.
- Construire et élaborer des cartes à partir des diverses sources et base de données géographique localisés.

2. En termes de savoir-faire

- Orienter vers la maîtrise du terme d'exploitation informatique et cartographique.
- Entraîner à la détermination :
 - i. Les informations sur le territoire.
 - ii. Produire des cartes thématiques.
 - iii. Analyser l'information sur site.
 - iv. Effectuer des simulations.

3. En termes de savoir-être

- Vous sensibiliser à l'aide d'un outil d'évaluation complémentaire et de mémorisation avec respect des exigences d'un commanditaire (spécificités du système, contraintes de fonctionnement, ...).

Prérequis / Connaissances préalables nécessaires

Il est recommandé aux apprenants de connaître :

- Les assimilés de bases sur la cartographie.
- Des notions de bases en informatique.
- Les principaux phénomènes en hydrogéologie.

Chapitre I

Initiation au SIG

I-Définition du SIG

Un Système d'Information Géographique (S.I.G) est un outil informatique permettant de représenter et d'analyser toutes les choses qui existent sur terre ainsi que tous les événements qui s'y produisent. C'est donc un système permettant de communiquer et de traiter l'information géographique : un S.I.G a ainsi pour vocation d'informer l'utilisateur sur les éléments d'un territoire (objets ou phénomènes physiques, êtres vivants...) ou sur le territoire lui-même, le paramètre essentiel étant la localisation (tel objet est voisin de tel autre...).

Un S.I.G est à la fois **un outil de gestion de l'espace** (gestion de bases de données pour la saisie, le stockage, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées) et **un outil d'aide à la décision**.

On peut dire aussi qu'un Système d'Information Géographique est l'ensemble des structures, des méthodes, des outils et des données constituées pour rendre compte des phénomènes localisés dans un espace spécifique et faciliter les décisions à prendre sur cet espace.

II- Historique du SIG

Les S.I.G sont apparus suite à l'informatisation de la production cartographique qui avait commencé à la fin des années 60. Cette informatisation a donné lieu à l'avènement d'une nouvelle technologie, dénommée géomatique. Progressivement, les données cartographiques nécessaires à la géomatique ont dû, pour être pleinement exploitables, s'organiser en bases de données. Ainsi, l'exploitation combinée de plusieurs bases de données a conduit à la notion de système informatique capable d'en assurer la synthèse, la gestion et l'archivage.

Ce n'est que progressivement, au cours des années 80, que la notion de Système d'Information Géographique s'est imposée comme l'objectif général de la géomatique.

III- Les composants d'un S.I.G

Le Système d'Information Géographique est constitué de 5 composants majeurs :



Figure 1.1 : Composantes d'un SIG

<http://www.afigeo.asso.fr/les-sig.html>

III.1. Le matériel informatique et les périphériques :

Il s'agit d'une composante indispensable à un S.I.G et l'élément fondamental de cette composante reste l'ordinateur. Les S.I.G fonctionnent aujourd'hui sur une gamme très diversifiée d'ordinateurs : des micro-ordinateurs (PC ou Mac) aux stations de travail sous Unix et des serveurs de données aux ordinateurs de bureaux connectés en réseau ou utilisés de façon autonome.

***Les périphériques** : Reliés à l'ordinateur, de multiples périphériques permettent d'assurer diverses fonctions et deviennent de plus en plus indispensables :

- Le matériel d'acquisition des données : GPS, scanner, table à digitaliser, etc...
- Le matériel de stockage des données : disques durs, cdrom, disquettes, dvd...etc.
- Le matériel de visualisation des données : écrans traditionnels, écrans plats, portables...etc,
- Le matériel d'impression des données : imprimantes, traceurs...etc.

III.2. Les logiciels

Le logiciel est une composante essentielle d'un S.I.G, les logiciels S.I.G offrent une panoplie d'outils et de fonctionnalités qui permettent de stocker, d'analyser et d'afficher des données géographiques :

- Acquisition : Ce sont les outils pour saisir, acquérir et manipuler des données,
- Archivage : Ce sont les outils de gestion, de stockage et d'extraction des données,
- Analyse : Ce sont les outils de requête, de transformation et d'analyse des données,
- Affichage : Ce sont les outils de visualisation, d'affichage et de présentation des données,

Les logiciels SIG les plus utilisés de nos jours sont : Arcgis (Arcmap), Mapinfo, Qgis, SAGAgis, Global Mapper..etc.

- Les Systèmes d'Information Géographiques peuvent être classés en deux types :

III.2.1. Les SIG automatisés :

Principes :

- Bases de données avec différents supports (cartes, images aériennes, images satellites...).
- Bases de données constituées de différents objets.
- Informations ciblées selon le type de SIG.

Inconvénients d'utilisation :

- Des supports verrouillés et peu exploitables en dehors du SIG.
- Bases de données constituées d'objets verrouillés.
- Bases limitées et impossible à enrichir soi-même instantanément.

Voici quelques exemples des SIG automatisés : Google eart/ map, Geoportail, Carto exploreur, SIG nomade...etc.

III.2.3. Les SIG professionnels

Principes :

Bases de données avec différents supports (cartes, images aériennes, images satellites...).

- Bases de données constituées de différents objets.
- Informations illimitées selon les choix de l'utilisateur.
- Possibilité de création et de mise à jour instantanée.

Inconvénients d'utilisation :

- Complexité de la prise en main.

- Difficulté à trouver des données prêtes à l'utilisation.
- Coût des logiciels
- Voici quelques exemples des SIG professionnels : Arcgis (Arcmap), Mapinfo, Qgis, SAGAgis...etc.

III.3. Les données

Ce sont certainement les composantes les plus importantes d'un S.I.G. Les données géographiques et les données tabulaires associées peuvent soit être constituées en interne, soit acquise auprès de producteurs de données. La plupart des données SIG sont issues de la télédétection.

III.4. Les utilisateurs

Un S.I.G étant avant tout un outil, ce sont ses utilisateurs (et le personnel qui entretient et gère le système) qui lui permettent d'exister et de donner toute l'efficacité dont il peut être porteur. Comment est constituée la composante humaine d'un S.I.G ?

- Les techniciens et ingénieurs chargés de la conception, de l'entretien et de la gestion du S.I.G,
- Les techniciens utilisant quotidiennement le S.I.G dans leur travail,
- Les décideurs utilisant le S.I.G comme moyen d'aide à la décision.

Cependant, avec le développement des S.I.G sur Internet, le nombre d'utilisateurs potentiels ou réels de S.I.G augmente chaque jour.

III.4. La méthode

La mise en œuvre et l'utilisation d'un S.I.G ne peut s'effectuer sans l'application de méthodes, de règles et de procédures. Ces méthodes permettent une utilisation rigoureuse et cohérente du matériel, des logiciels et des données du S.I.G par l'ensemble des utilisateurs et cela afin de répondre aux objectifs fixés au préalable dans tout projet.

VI- Structure d'un SIG

La figure ci-dessous (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.

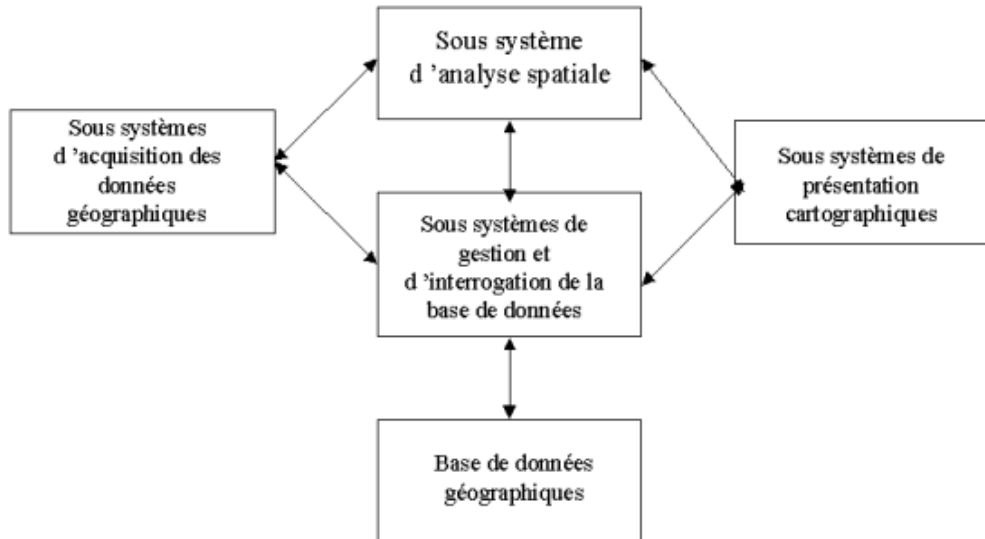


Figure 1.2 : Structure d'un SIG (Abdelbaki C., 2012)

V- Les domaines d'application des S.I.G

Si l'on essaie de caractériser les questions auxquelles un S.I.G est censé pouvoir répondre, on est vite confronté à la multiplicité des domaines d'application possibles.

***L'aménagement du territoire** : Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT), Plan Locaux d'Urbanisme (PLU), choix de tracés routiers, autoroutiers ou ferroviaires, études d'impacts...etc.

* **La gestion urbaine** : Gestion de la voirie, des réseaux de distribution, des espaces verts, du patrimoine, de la sécurité, simulation d'insertion de projets architecturaux....

***La circulation et conduite automobile** : Choix d'itinéraires, suivi de flottes de véhicules, aide à la conduite assistée par ordinateur,

* **L'agriculture** : Le génie rural, gestion des ressources en eau, suivi et prévision des récoltes, gestion des forêts, aide à la mise en œuvre de la Politique Agricole Commune,

* **La protection de l'environnement** : Définition des zones sensibles, suivi des évolutions, alerte aux pollutions, protection des paysages,

***Les risques naturels et technologiques majeurs** : définition et suivi des zones à risque, prévention de catastrophes, intervention en cas de sinistre, organisation des secours.

Chapitre II

Représentation des données dans le SIG

I- Les données 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 géographiques** (Figure 2.3).

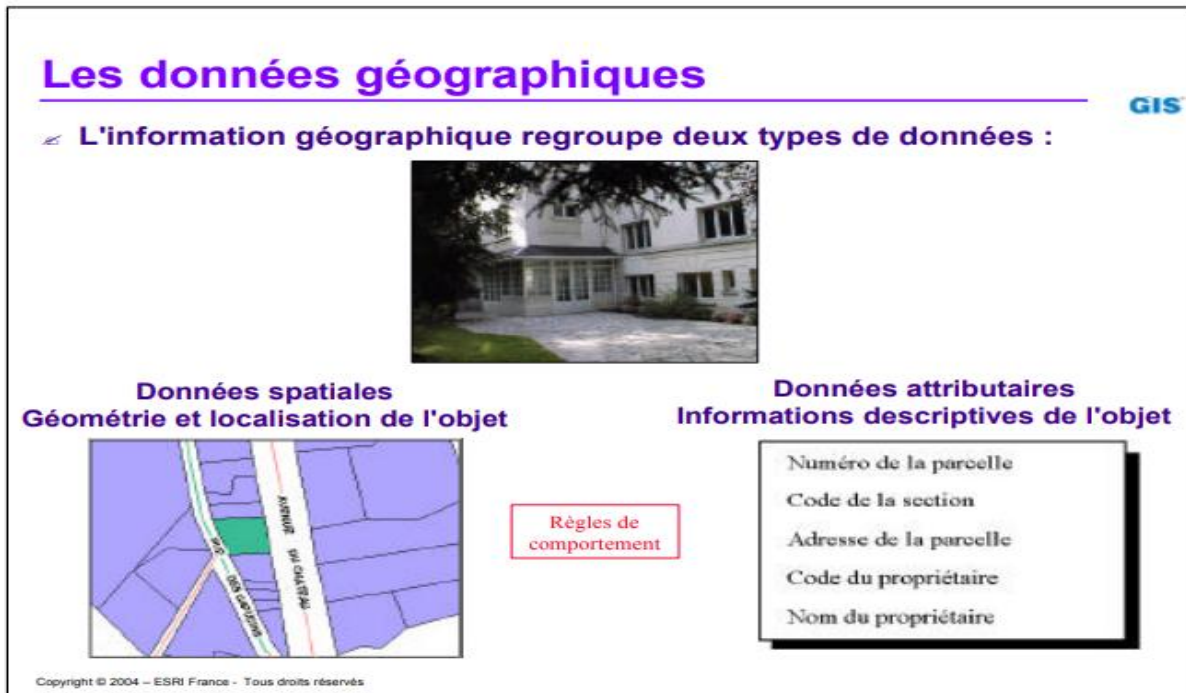


Figure 2.3 : Modes d'acquisition de données géographiques.

II. L'information géographique

L'information géographique peut être définie comme étant une représentation de la réalité localisée dans le temps et dans l'espace. Elle possède deux composantes : **les données spatiales** (liées parfois entre elles par des règles de comportement) et **les données attributaires**.

II.1. Données spatiales

Les données spatiales représentent des objets géographiques associés avec leur localisation dans le monde réel (données localisées). Les objets géographiques sont représentés sur les cartes par des points, des lignes et des polygones.

II.2 Données attributaires

Les données attributaires décrivent des propriétés particulières des objets géographiques, telles que le numéro d'une parcelle, la largeur d'un pont, le type de végétation ...

Une capacité puissante des SIG réside dans le lien établi entre les données spatiales et les données attributaires. Par exemple, une parcelle porte un numéro. Ces deux éléments illustrent la relation existante entre l'espace et l'attribut.

III- Modes d'acquisition des données

Dans la pratique, les données géographiques proviennent de sources différentes, ayant des modes d'acquisition différents et issus 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.

III.1. Numérisation

La numérisation (digitalisation ou vectorisation) permet de récupérer la géométrie des objets disposés sur un plan ou une carte préexistante (**Figure 2.4**).



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>

Figure 2.4 : Opération de digitalisation.

III.2. Balayage électronique (scannérisation) : est un moyen qui permet de saisir un plan existant. Il est plus rapide que la digitalisation manuelle (**Figure 2.5**).

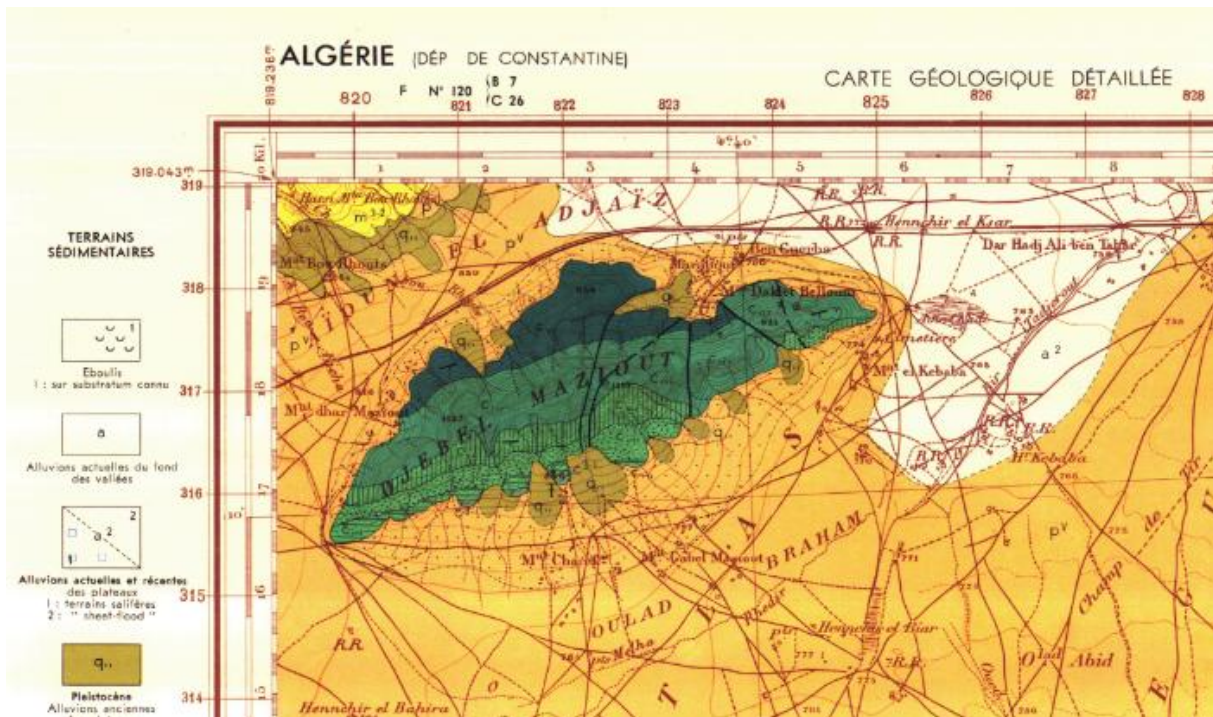


Figure 2.5 : Extrait d'une carte scannée.

III.3. Photogrammétrie

La photogrammétrie aérienne est utilisée de façon systématique pour constituer les cartes à moyenne échelle (Figure 2.6).



<https://www.ngi.be/website/fr/offre/cartes-et-photos/orthophotos-et-photos-aeriennes>

Figure 2.6 : Représentation d'une photo-aérienne.

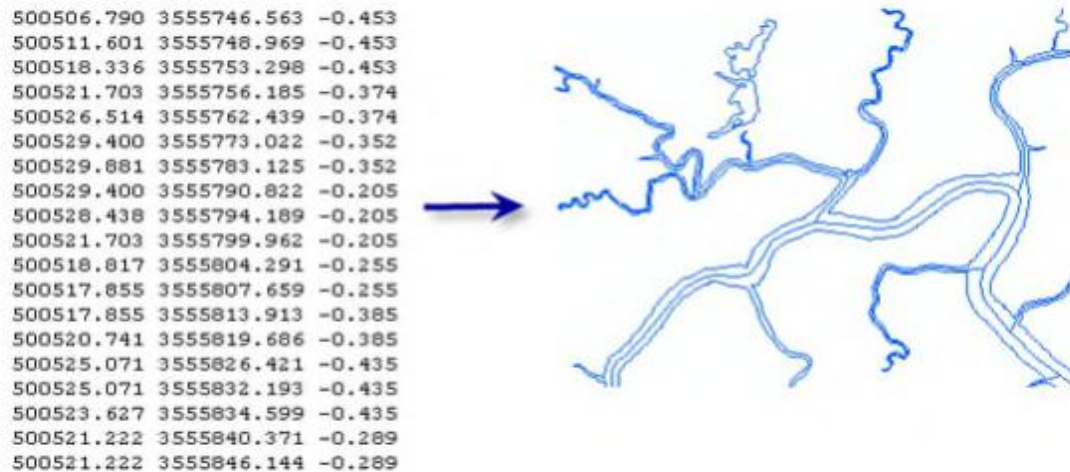
III.3. Images satellitaires : ce sont les images enregistrées et transmises par satellite comme c'est illustré dans la figure 2.7.



<https://cms.geobretagne.fr/content/comprendre-une-image-satellitaire>

Figure 2.7 : image satellitaire.

III.4. 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 2.8.



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

Figure 2.8 : Exemple d'importation de fichiers vers le SIG.

IV- Organisation des données dans un SIG

C'est une base de données géographique et c'est le cœur d'un SIG car elle permet de stocker les données spatiales mais aussi les données attributaires. Elle est constituée d'une série de couches d'information géographique organisées de façon efficace pour être utilisée par une ou plusieurs applications (**Figure 2.9**).

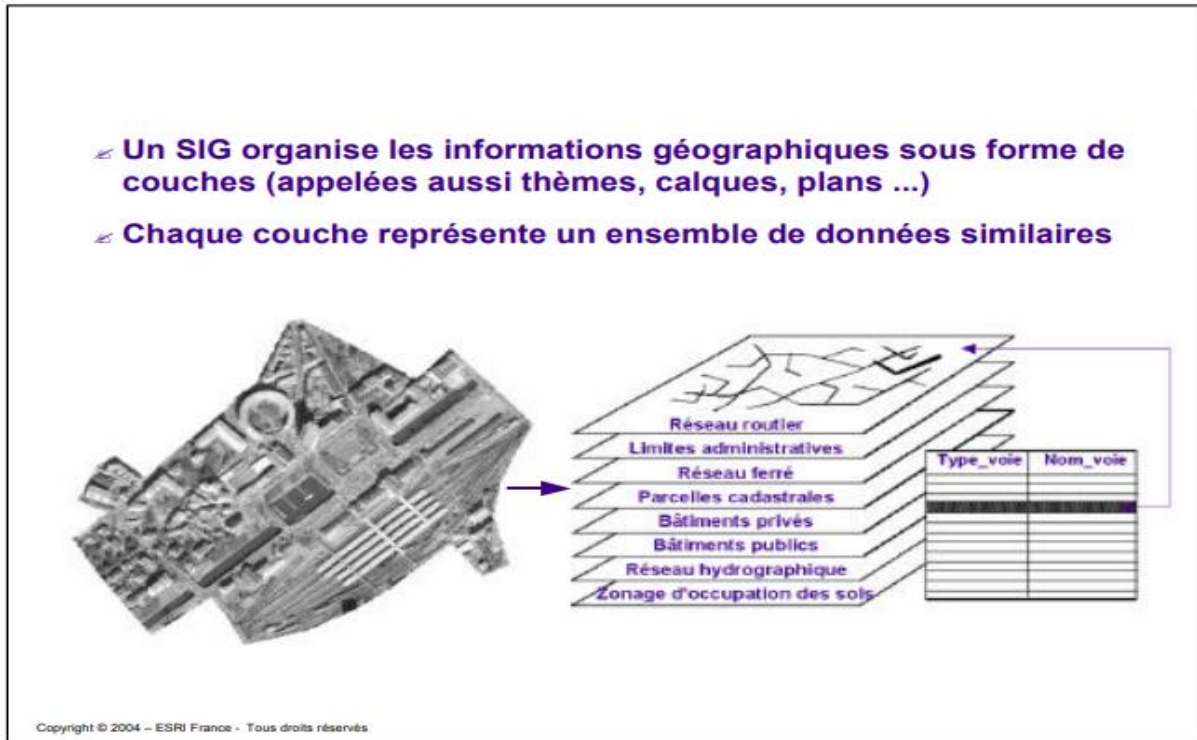


Figure 2.9 : Organisation des données dans un SIG.

Les entités géographiques (objets géométriques) sont organisées en couches d'information. Par exemple, une carte du réseau hydrographique ; ces entités peuvent être organisées en fonction de ce qu'elles représentent (les cours d'eau des entités linéaires), mais elles sont généralement mémorisées dans des couches distinctes car leurs attributs sont différents.

Données reliées : Les données géographiques se caractérisent par deux composantes : **les données spatiales et les données attributaires.**

V- Les formats de données

Deux formats de données différents peuvent être utilisés pour stocker l'information géographique. Le format "vecteur" (ou objet) permet de représenter et de localiser chaque objet du monde réel en utilisant des formes géométriques tandis que le format raster (ou image) présente une image de la réalité (Figure 2.10).

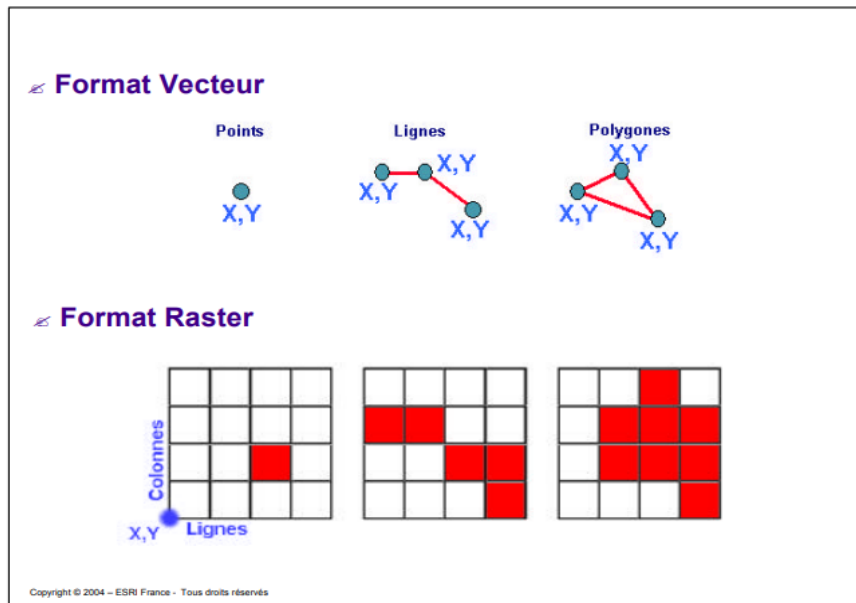


Figure 2.10 : Les formats des données.

V.1. Le format "Vecteur" : Les données au format "vecteur" permettent de définir individuellement chaque objet de la réalité par une forme géométrique (entité) telle qu'un point, une ligne ou un polygone. Chaque type d'objet est défini par un couple de coordonnées X,Y (points) ou par une série de couple de coordonnées X,Y (lignes ou polygones), chaque couple étant relié à son voisin par une corde.

V.2. Le format "Raster" : Les données au format "raster" utilisent une matrice de cellules carrées (ou pixels) pour modéliser les objets du monde réel. Seul un couple unique de coordonnées indiquant les coordonnées d'un coin de l'image (généralement le coin en bas à gauche), le nombre de lignes et de colonnes ainsi que la taille des cellules sont stockés. Ces informations permettent de localiser l'image dans l'espace géographique.

VI. Les différents types d'entités

Les utilisateurs de SIG sont amenés à représenter des phénomènes ou des objets du monde réel en utilisant différents types d'entités.

Il existe trois formes de base utilisées pour représenter des objets du monde réel : des points, des lignes ou des polygones. Ces formes sont souvent appelées objets géométriques, entités géométriques ou types d'entités (Figure 2.11).

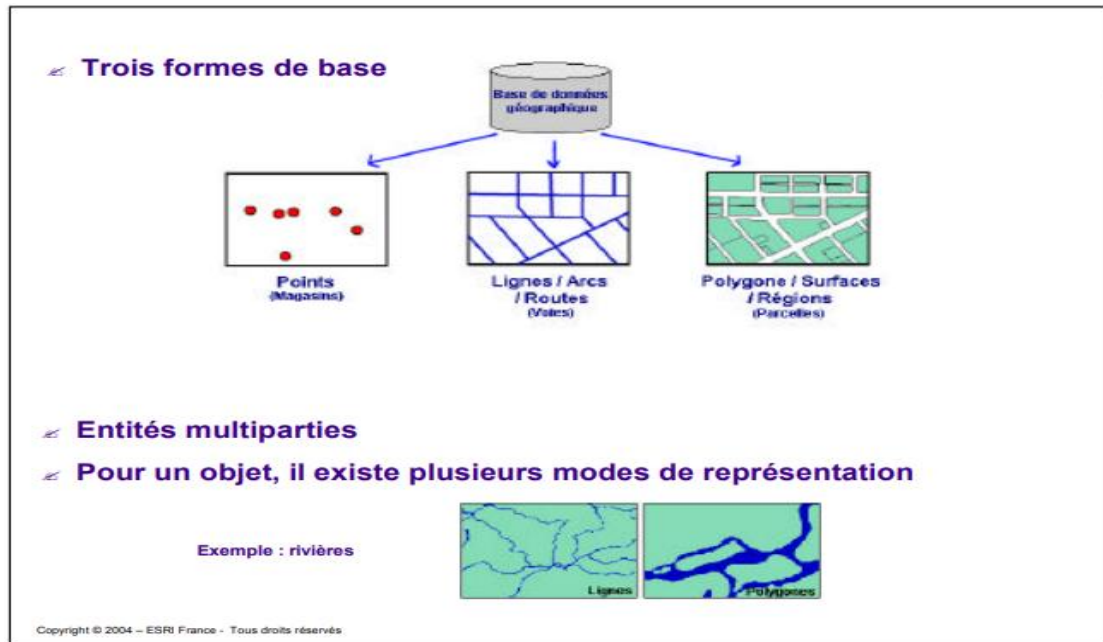


Figure 2.11 : Les types d'entités.

• **Points :** Les points définissent des localisations discrètes qui sont trop petites pour être représentées par des lignes ou des surfaces, telles que les localisations de cabines téléphoniques ou des immeubles.

• **Lignes :** Les lignes représentent des objets géographiques trop proches pour être représentés par des surfaces (ex: les rues, les réseaux d'assainissement, ...) ou dont la longueur est disproportionnée par rapport à la largeur (ex: les ruisseaux, les routes, ...) ou encore les objets linéaires qui ont une longueur mais pas de surface comme des lignes d'altitude.

• **Surfaces :** Les surfaces (ou polygones) sont des éléments fermés qui représentent des entités du monde réel telles que les départements, les districts, les parcelles, les types de sol ou les plans d'occupation du sol (POS).

VII- Le concept «classes d'entités»

Nous avons vu que les objets du monde réel peuvent être représentés en utilisant des points, des lignes ou des polygones. Cependant, il est impossible de stocker des entités individuelles en groupes logiques. Les classes d'entités permettent de regrouper des entités homogènes dans une seule et unique unité (Figure 2.12).

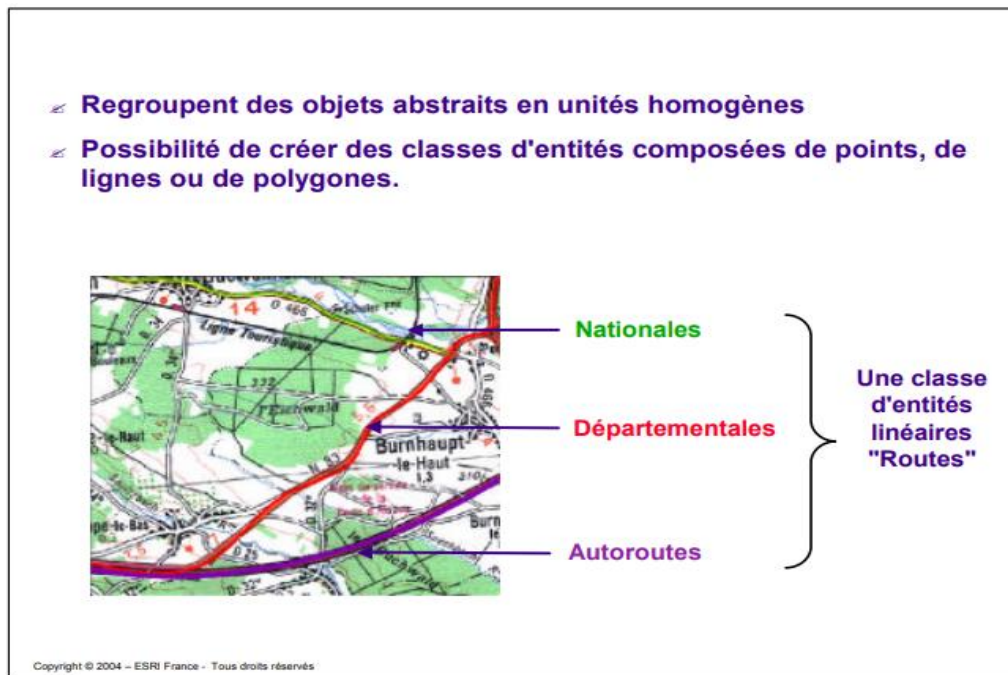


Figure 2.12. Représentation des classes d'entités.

Relations spatiales entre les entités géographiques sont basées sur la localisation des entités. Ces relations implicites sur une carte communiquent des informations à l'utilisateur. Par exemple, "il y a un ruisseau qui traverse un parc d'est en ouest et le parc est adjacent à une forêt".

VIII- Notion d'échelle

Notion d'échelle Le concept important et souvent mal compris en cartographie est celui de l'échelle de la carte. 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 de la carte vers la distance terrain (Figure 2.13).

Par exemple, si on représente une route de 4,8 km par une ligne de 20 cm sur notre carte, les formulations suivantes pourraient décrire l'échelle de la carte :

20 cm: 4,8 km ou 20 cm: 480 000 cm ou 1 cm: 24 000 cm ou 1: 24 000

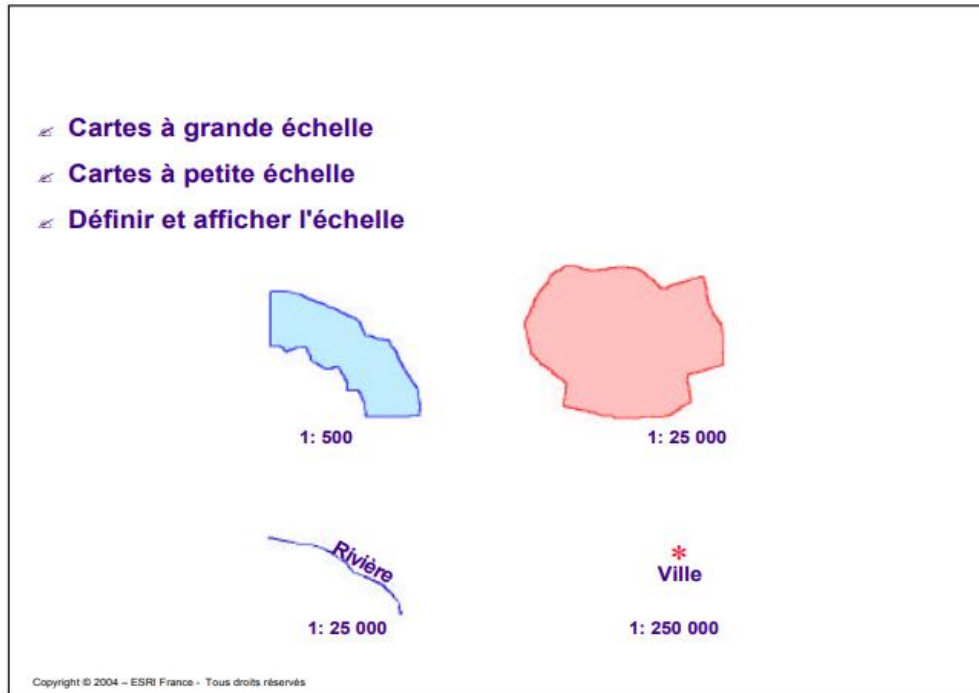


Figure 2.13 : Types d'échelles.

Le deuxième élément est une fraction représentative parce que les valeurs de chaque côté des deux points représentent la proportion entre la distance papier et la distance terrain ; ainsi, "1:24 000" signifie que "1 unité papier représente 24 000 unités terrain", "1 mètre papier représente 24 000 mètres terrain", ou "1 centimètre papier représente 24 000 centimètres terrain", etc. L'échelle de la carte peut être exprimée de plusieurs manières, soit comme une fraction (1:50 000), comme une expression écrite (un centimètre équivaut à 500 mètres) ou de manière graphique (Figure 2.14).

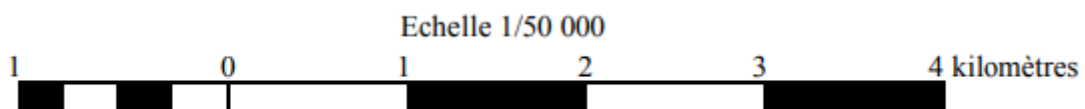


Figure 2.14 : Fraction représentative d'échelle.

L'échelle de la carte indique le taux de réduction d'une distance donnée pour être représentée sur la carte.

En général, les cartes à petite échelle décrivent de grandes surfaces terrain, mais ont une résolution spatiale faible, montrant peu de détails. Par contre, les cartes à grande échelle représentent de petites surfaces terrain, mais ont une haute résolution spatiale, montrant plus de

détails. Les entités sur des cartes à petite échelle représentent de manière plus juste les entités du monde réel parce que le facteur de réduction est plus petit que pour une grande échelle. Lorsque l'échelle de la carte diminue, les entités doivent être simplifiées ou ne pas être montrées du tout. Par exemple, à une échelle de 1:100.000 (1 cm = 1 km), il est difficile de représenter les entités dont la longueur ou la largeur est inférieure à 100 mètres, parce qu'elles feraient 1 mm de long ou de large sur la carte (Figure 2.15).


Les relations spatiales

- La position relative des entités dans l'espace détermine leurs relations spatiales
- Un logiciel SIG permet d'exploiter les relations spatiales entre les entités

La maison est-elle adjacente à la plage ?

Quelle distance sépare l'hôtel du casino ?

Quels sont les hôtels situés à moins de 500 m de la plage ?



Copyright © 2004 – ESRI France - Tous droits réservés

Figure 2.15 : Précision de présentation des entités.

Chapitre III

Analyse spatiale en SIG et logiciels

I. Digitalisation

Pour exploiter au maximum les données de type raster intégrées dans un Système d'Information Géographique (SIG), il est souvent nécessaire de les convertir dans un format numérique. Cette étape essentielle qui consiste à convertir une image pixélisée vers un format vecteur ou binaire s'appelle digitalisation ou vectorisation. Le mot digit en anglais veut dire « chiffré » ou bien « numérisé » les SIG modernes sont capables d'automatiser complètement ces tâches pour des projets importants en utilisant la technologie des scanners.

D'autres projets moins importants peuvent se contenter d'une phase de digitalisation manuelle. Aujourd'hui de nombreuses données géographiques sont disponibles dans des formats standards lisibles par les SIG. Ces données sont disponibles sur le web auprès des sites de producteurs de données et peuvent être directement intégrées à un SIG. La digitalisation manuelle doit être supervisée, à partir d'une carte scannée que l'on souhaite digitaliser, cela se fait par superposition et par création d'entités numériques qui reflètent les différentes formes originales contenues dans la carte scannée. La carte ou l'image à digitaliser est mise en arrière plans et les dessins de digitalisation sont superposés (Figure 3.16).



Figure 3.16 : Exemple d'une digitalisation manuelle d'une image prise depuis « Google earth ».

II. Vecteur et fichiers de forme

Le résultat de la digitalisation est une carte conforme à celle de départ mais sous un format numérique appelé « vecteur ». Bien qu'il existe de nombreux logiciels SIG pouvant réaliser une digitalisation sous différents formats (Shapefile, map, KMZ, KML, etc...), mais le type de carte créées sont toujours vectorielles. Ce codage informatique permet d'enregistrer tous les dessins qui ont été numérisés par l'utilisateur sous 03 types de formes : point, polyligne ou polygone.

*Toutes surfaces fermées peuvent être redessinées par des polygones dans un fichier vecteur de

type polygone. Exemple : Dans une carte d'occupation du sol, les différentes zones peuvent être facilement digitalisées en polygones (Figure 3.17).

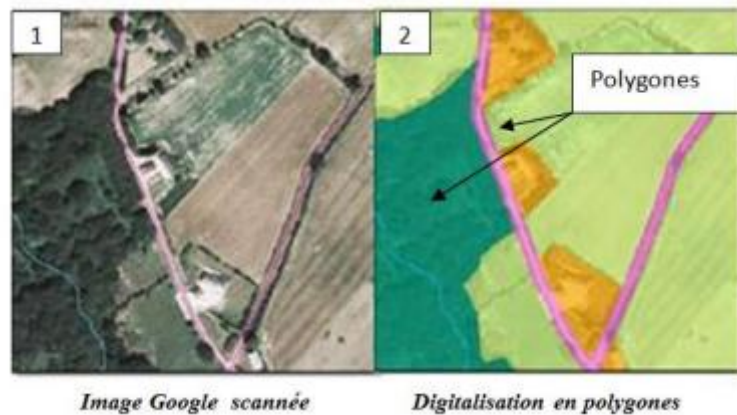


Figure 3.17 : Exemple d'une digitalisation des limites des parcelles par polygones.

- Toutes les lignes ouvertes peuvent être redessinées par des polygones dans un fichier vecteur de type polygone. Exemple : Dans une carte topographique scannée, on peut facilement représenter les courbes de niveaux par des polygones ouvertes ou fermées (Figures 3.18 et 3.19).

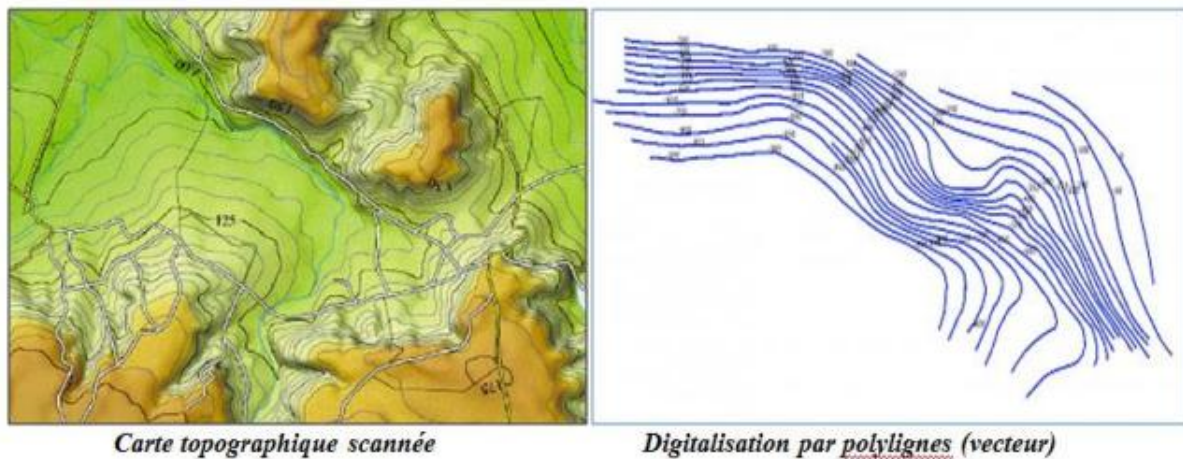


Figure 3.19 : Exemple de digitalisation des courbes de niveau d'une carte topographique scannée

- Toutes entités ponctuelles dans une image peuvent être redessinées dans un fichier vecteur de type point. Exemple : Dans une vue satellite, on peut digitaliser et repérer par points les endroits importants relatifs à une étude hydraulique tel que l'emplacement des stations pluviométriques, hydrométriques ou des puits de forage (Figure 4).

Remarque : Avant chaque opération de digitalisation, les utilisateurs des SIG procèdent généralement à un géoréférencement de la carte ou de l'image que l'on souhaite digitaliser pour avoir un vecteur géoréférencié (Figure 3.20).

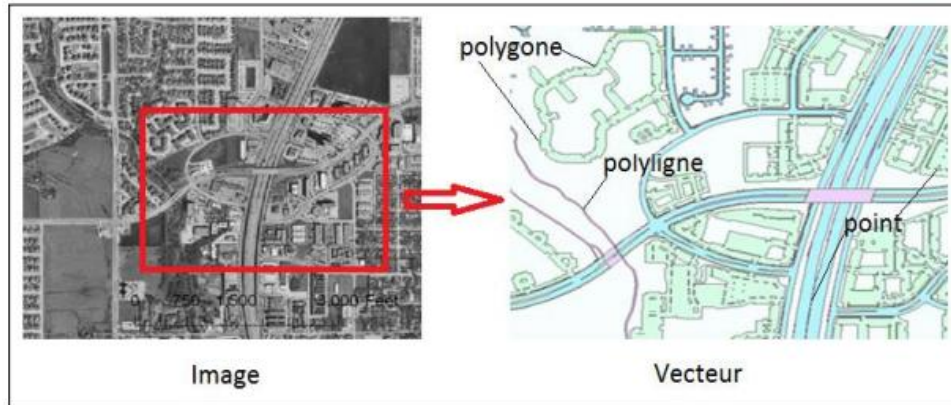


Figure 3.20 : Exemple d'une digitalisation d'une image complexe.

III. Stockage et base des données associées à un vecteur :

Si pour les petits projets il est envisageable de stocker les informations géographiques sous forme de simples fichiers, il en est tout autrement quand le volume de données grandit et que le nombre d'utilisateurs de ces mêmes informations devient important. Dans ce cas, il est essentiel d'utiliser un SGBD (Système de Gestion de Bases de Données) pour faciliter le stockage (Figure 3.21).

Les données y sont représentées sous la forme de tables appelée « table attributaire » utilisant certains champs comme lien. En résumé, un fichier vecteur contient :

*Un dessin : Qui correspond à la digitalisation de la carte ou l'image scannée sous forme de points, polyligne ou polygone,

*Une table attributaire : Qui correspond à la base donnée de type SGBDR cette dernière contient toutes les informations que contient chaque dessin affiché sur l'écran.

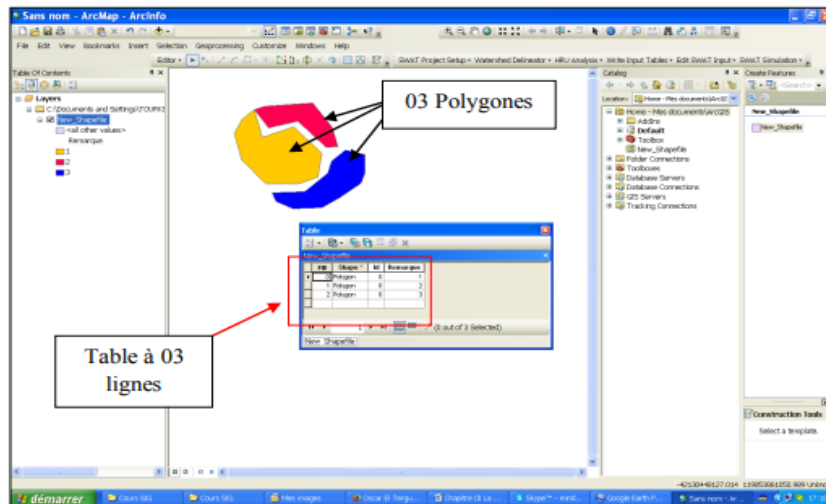


Figure 3.21 : Exemple d'une table attributaire associée à un vecteur de type polygone (logiciel Arcgis).

L'enregistrement des fichiers vecteur prend en considération automatiquement la sauvegarde des données de dessin et aussi celle de la table, donc l'utilisateur peut travailler sur un seul fichier en plusieurs étapes et ne risque pas la perte de la base de données. Le contenu de la table attributaire constitue la base de données du dessin appelée «Base de données descriptive».

IV. L'analyse spatiale dans un SIG

L'analyse spatiale est un processus de modélisation, de dérivation des résultats par traitement informatique, puis d'examen et d'interprétation des résultats du modèle souvent par des méthodes statistiques ou stochastiques. L'analyse spatiale permet d'évaluer l'aptitude et la fonctionnalité, d'estimer et de prévoir, d'interpréter et de comprendre. Par exemple, l'analyse spatiale permet d'étudier les rapports entre la qualité de l'air dans les zones urbanisées et les maladies pulmonaires au touchant la population concernée, ou par exemple la corrélation entre la température et l'altitude dans certaines zones.

L'analyse spatiale est l'un des aspects les plus intéressants et remarquables du SIG. A l'aide de l'analyse spatiale, les utilisateurs de SIG peuvent combiner les informations de nombreuses sources indépendantes et générer un jeu d'informations (résultats) totalement nouveau, en utilisant un ensemble de méthodes géostatistiques et de modèles spatiaux préenregistré dans l'interface du SIG ou conceptuels (réalisé et développé par l'utilisateur même). Les professionnels du SIG utilisent le géo-traitement pour programmer leurs propres idées afin de générer des résultats analytiques. Les résultats les plus pertinents sont confrontés à des situations réelles dans le but d'apporter des solutions à diverses problématiques par exemple

environnementales, hydrologiques, socio-économiques et dans tout autre domaine en relation avec des données qui varient dans le temps et dans l'espace.

V. Processus de l'analyse spatiale dans le SIG

Dans la pratique, le processus d'analyse spatiale est itératif. Une révision est menée à chaque étape, ce qui vous donne la possibilité d'incorporer les nouvelles connaissances et perspectives découlant de ce processus. L'analyse implique à la fois un processus de modélisation et un processus de génération basés sur une série de cartes (couches), de rapports récapitulatifs, de diagrammes scientifiques et statistiques (Figure 3.22).

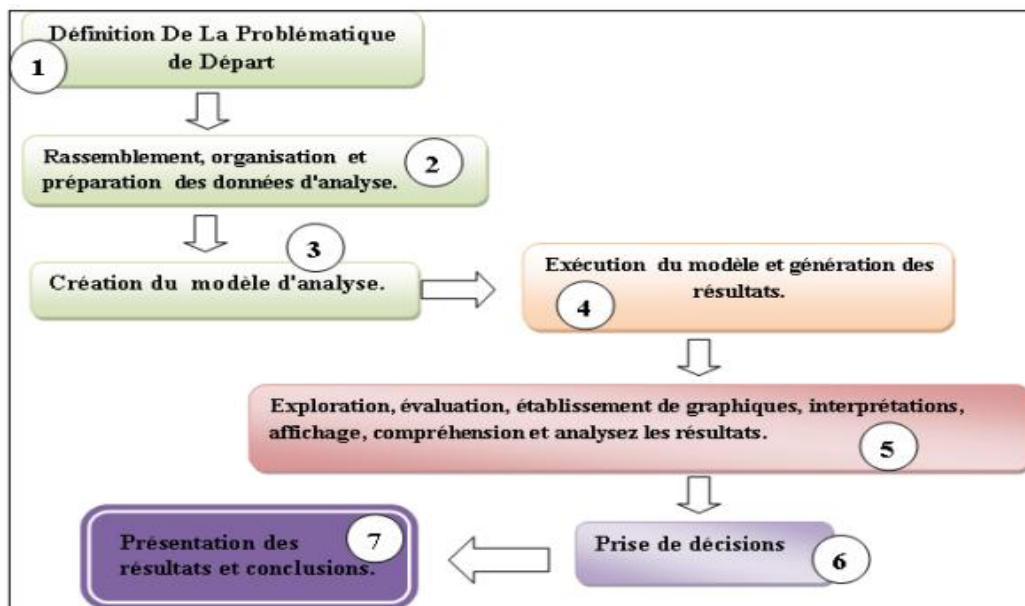


Figure 3.22 : Les différentes étapes du processus de l'analyse spatiale.

Lors de l'analyse, un modèle est élaboré autour des objectifs d'analyse. Un ensemble de résultats (données en sortie et vues cartographiques) est généré. Les informations sont par la suite cartographiées, comparées, visualisés, interprétées, modifiées, mis à jour, calibrées, re-exécutées.

Chapitre VI

Téledétection et Géoréférencement dans le SIG

I.Introduction

Un système d'information géographique permet de saisir, afficher, représenter et analyser l'information géographique. Il est important de comprendre que le SIG décrit simplement une réalité, mais ce n'est pas "La" réalité. Toutefois, représenter la réalité le plus exactement possible est crucial pour obtenir des résultats d'analyse précis. Il est donc nécessaire de référencer les données en les localisant précisément à la surface de la Terre (c'est ce que l'on appelle le géoréférencement). Si les entités ne sont pas exactement positionnées ou si les formes utilisées pour représenter les objets ne sont pas correctes, l'utilisation d'une carte ou d'un SIG lors de l'analyse des relations spatiales les unissant ne donnera pas les résultats appropriés. Il est donc important de bien comprendre et de déterminer leur système de coordonnées.

II. Qu'est-ce qu'un géoréférencement ?

Le géoréférencement est un processus permettant d'établir une relation entre les données affichées dans votre Système d'Information Géographique et leur position dans le monde réel. La terre étant ronde, et les cartes étant plates, la conversion de positions géographiques d'une surface courbe sur une surface plane nécessite l'utilisation d'une formule mathématique appelée projection cartographique.

Pour bien exploiter les données dans votre SIG, il est nécessaire de référencer leur position à la surface de la Terre. En utilisant un système de coordonnées, le géoréférencement transforme des données spatiales en données géospatiales. Le géoréférencement regroupe trois types d'opérations différentes : la transformation des données spatiales en données géospatiales par la déclaration d'un système de coordonnées, la transformation d'un système de coordonnées géographique à un autre, la transformation des données spatiales par transformation algébrique (translation, rotation,...).

III. Qu'est-ce qu'une carte ?

III.1.Définition

Une carte est une représentation géométrique plane, simplifiée et conventionnelle de tout ou d'une partie de la surface terrestre, dans un rapport de similitude convenu : l'échelle. Tout objet ou tout phénomène localisable à la surface du globe est donc susceptible d'être cartographié (Figure 4.23).

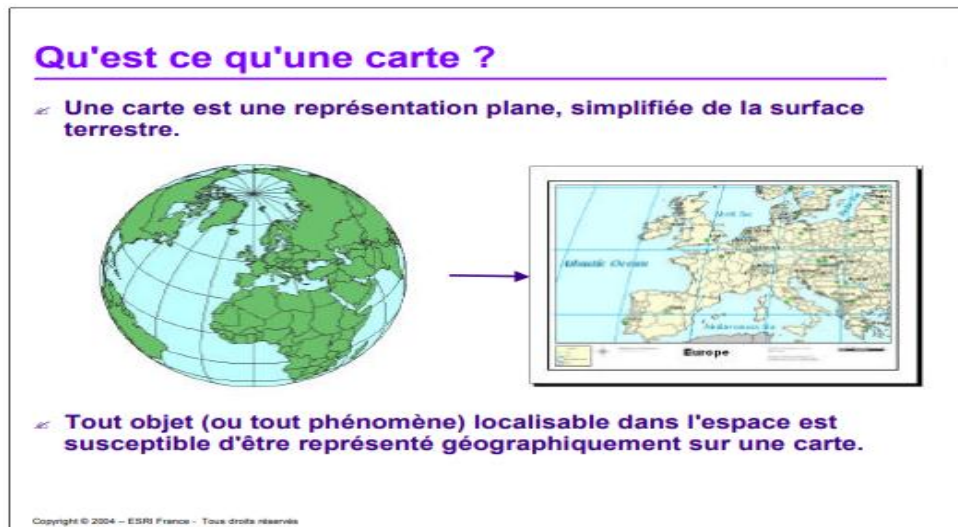


Figure 4.23 : Représentation d'une carte d'Etat Major.

III.2.Historique

Les premières cartes étaient destinées à pouvoir se repérer et se diriger dans l'espace. Elles représentaient des objets géographiques fixes afin de localiser les grands éléments de l'espace et son occupation (relief, cours d'eau, voies de communication, ...). L'évolution des besoins de représentation spatiale ainsi que le caractère changeant des paramètres de géographie humaine ont entraîné un changement d'objectif du document cartographique. Outre fournir des informations de localisation et de repérage des grands ensembles fixes de l'espace, la carte fournit une visualisation spatiale des phénomènes dans de nombreux domaines et permet la mise en évidence des corrélations existantes. Elle demeure un des meilleurs outils de communication d'informations dans de nombreux domaines.

III.4.La localisation

Un système de coordonnées cartographiques permet d'affecter à vos données spatiales une localisation qui correspond à la localisation des objets à la surface de la Terre. Pour localiser ou mesurer des entités sur une surface en deux dimensions, un système de coordonnées planaires est plus approprié.

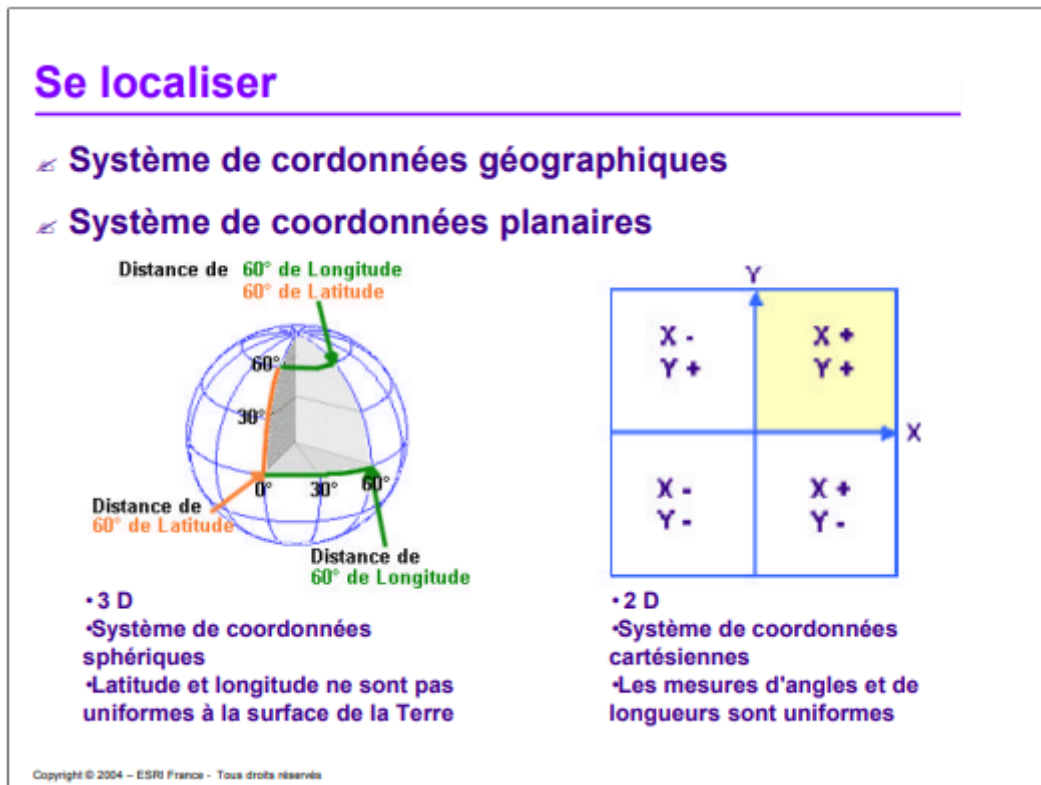


Figure 4.24 : Les systèmes de coordonnées.

III.4.1. Système de coordonnées géographiques

Le système de référence le plus couramment utilisé pour localiser des objets à la surface de la Terre est un système de coordonnées sphériques mesuré en latitude-longitude. Ce système peut être utilisé pour positionner un point n'importe où à la surface du Globe. En raison de sa capacité à localiser des points, le système de coordonnées sphériques est couramment nommé Système de Coordonnées Géographiques ou encore Système de référence Global. Les longitudes et les latitudes sont des angles mesurés entre le centre de la Terre et n'importe quel point placé à la surface de la terre. La longitude mesure un angle Est ou Ouest tandis que la latitude mesure un angle Nord ou Sud.

Les lignes longitudes, aussi appelées méridiens, s'étendent du Pôle Nord au Pôle Sud. Les lignes latitudes, appelées aussi parallèles, encerclent le globe d'anneaux parallèles. Les latitudes et longitudes sont traditionnellement mesurées en degrés, minutes et secondes ou en degrés décimaux. Les valeurs de longitudes varient de 0° pour le méridien d'origine (Greenwich) à 180° lorsque l'on se déplace vers l'Est et de 0 à -180° lorsque l'on se déplace vers l'Ouest. Les valeurs de latitudes varient de 0° (Equateur) à 90° lorsque l'on se déplace vers le nord et de 0° à -90° lorsque l'on se déplace vers le sud.

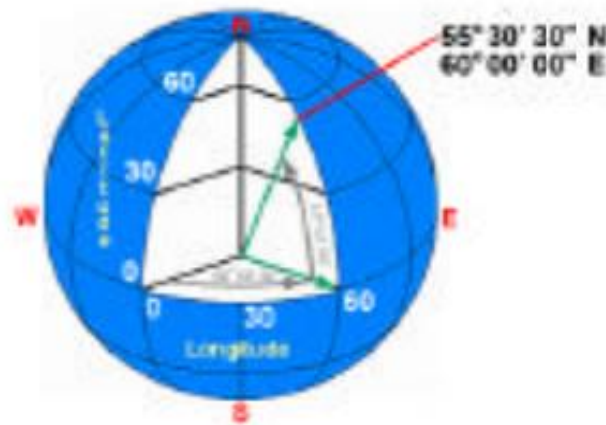


Figure 4.25 : Représentation de la longitude et latitude.

III.4.2. Les systèmes de coordonnées planaires

En raison des difficultés rencontrées lors de la prise de distances dans un système de coordonnées sphériques, les données géographiques sont projetées en un système de coordonnées planaires. Sur une surface plane, les positions des points sont identifiées par les coordonnées x et y d'une grille dont l'origine est le centre de la grille. Chaque point est localisé par un couple de coordonnées qui le référence par rapport au centre de la grille. La première coordonnée marque la position horizontale du point et la seconde la position verticale de ce point. Ces deux valeurs sont appelées coordonnées X et coordonnées Y.

VI- Qu'est-ce qu'une projection ?

Une projection cartographique est une méthode permettant de convertir la surface en 3 dimensions de la Terre en une surface cartographique plane en 2 dimensions. Elle peut représenter la totalité de la surface terrestre ou une portion en fonction de nos besoins (Figure 4.26).

VI.1 Principe

Le principe en est assez simple. Les premiers cartographes avaient imaginé de représenter sur une surface plane la projection des objets placés à la surface de la Terre à partir d'une lampe. Cette source lumineuse peut être placée au centre du globe, sur le côté opposé du globe par rapport à la surface plane, ou à une certaine distance de la Terre. La surface en deux dimensions peut être un cylindre, un plan ou un cône.

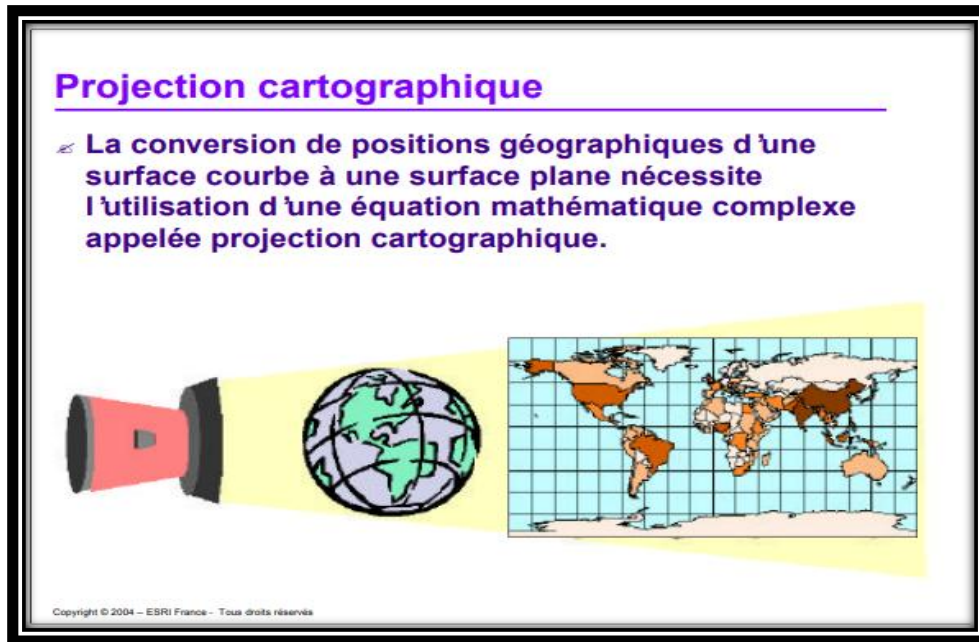


Figure 4.26 : Projection cartographique.

VI.2.Problèmes

La projection d'une surface courbe pose deux problèmes difficiles à gérer :

- La détermination de la forme et des dimensions de la Terre : il est nécessaire de modéliser la surface à projeter.
- La projection de part et d'autre de cette forme sur le plan : il faut choisir l'algorithme de projection.

V- Les familles de projection

Une projection cartographique permet de rapporter des points géographiques d'une surface courbe à une surface plane. Ce processus de mise à plat entraîne des altérations de la forme, de la surface, de la distance et de la direction. Heureusement, on peut choisir parmi plusieurs systèmes de projection en fonction de leur aptitude à représenter des portions particulières de la surface terrestre et à préserver la distance, la surface ou la direction. Certaines projections minimisent la distorsion d'une propriété particulière au détriment des autres, tandis que d'autres projections minimisent globalement les altérations.

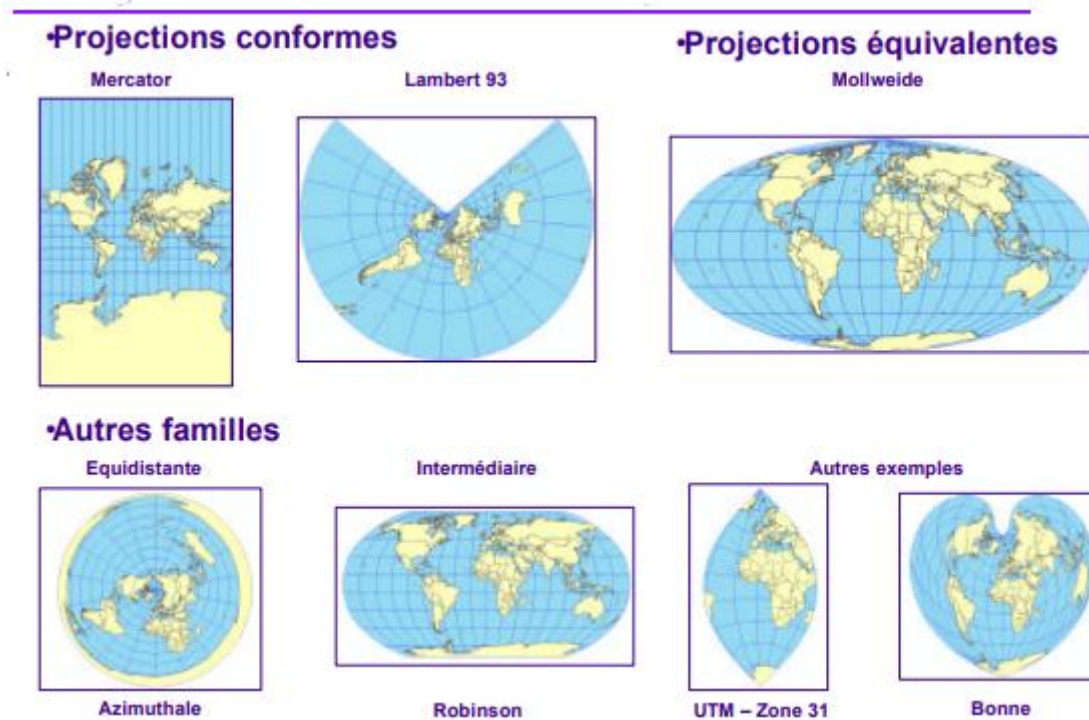


Figure 4.27 : Les grandes familles de projection.

On distingue différentes grandes familles de projection :

V.1.Les projections conformes : Ces projections conservent sur un plan les angles observés sur la surface terrestre mais modifient les rapports de surface. Elles sont les plus utilisées. Les projections Lambert (I, II, III, IV et 93) utilisées pour représenter le territoire français font parties de cette famille (Figure 4.28).

V.2.Les projections équivalentes : Ce type de projection conserve les rapports de surface et modifient les angles. Elles sont très utilisées en statistiques et en sciences de la Terre. Parmi ces projections, citons la projection de Mollweide.

V.3.Les autres familles de projections : Il existe également d'autres systèmes de projection beaucoup moins utilisées : les projections équidistantes qui conservent les distances, les projections interrompues...

Les projections Lambert I, II, III, IV et 93

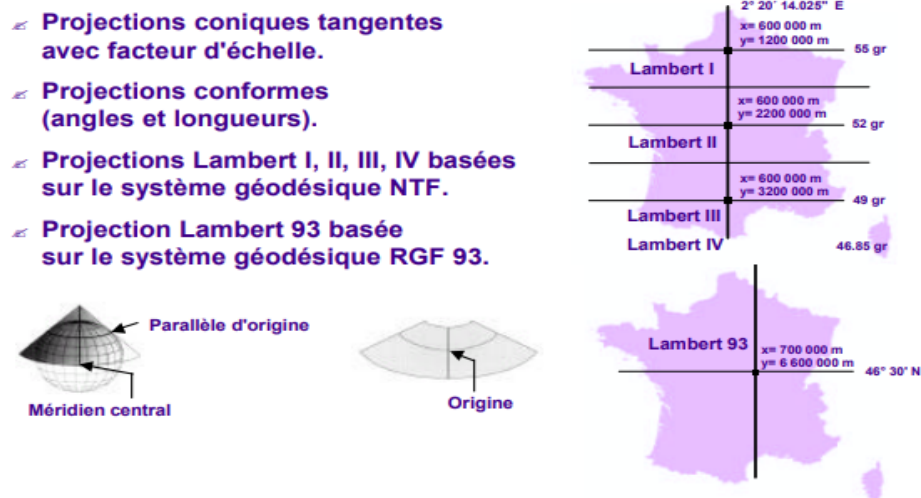


Figure 4.28 : Les projections Lambert.

V.4. Les projections Lambert : En France, les projections les plus utilisées sont les projections Lambert. Les cônes des projections Lambert sont tangents à l'ellipsoïde le long d'un parallèle de contact appelé aussi parallèle origine (de latitude L_0). Le sommet de ces cônes se trouve sur la ligne des pôles. Le cône développé sur un plan donne la projection Lambert.

L'origine de la projection correspond à l'intersection entre le méridien central formant l'axe des Y (méridien de Paris) et le parallèle origine formant l'axe des X. Les coordonnées de cette origine ont été modifiées (par exemple +600 km en X et +200 km en Y pour les Lambert I, II et III) de manière à n'avoir aucune coordonnée négative sur le territoire français.

Chapitre V

Utilisation et application du SIG [logiciel ArcGIS]

I.Introduction

Bienvenue à la présentation du logiciel ArcGIS. L'objectif de ce document est de vous aider à connaître l'environnement de ce logiciel ESRI et de déceler les composantes de ce système d'information géographique (SIG). Si vous êtes novice en matière de SIG, ce manuel constitue une excellente entrée en matière. Les lecteurs souhaitant mener à bien le projet SIG du manuel dans son intégralité doivent prévoir environ huit heures de travail soutenu. Pour commencer, il vous faut installer ArcGIS sur un ordinateur doté du système d'exploitation Windows.

II.Qu'est-ce que ArcGIS ?

Le logiciel ArcGis 9.1 est un système d'information géographique développé par la société ESRI (Environmental Systems Research Institute). C'est un outil pour gérer, visualiser, cartographier, interroger et analyser toutes les données disposant d'une composante spatiale. ArcGis se décline en trois licences aux fonctionnalités croissantes : **ArcView**, **ArcEditor** et **ArcInfo**.

III. Les composantes de l'environnement ArcGis

III.1. Les applications de Arcgis

L'ArcGis comprend une suite d'applications intégrées dont on distingue :

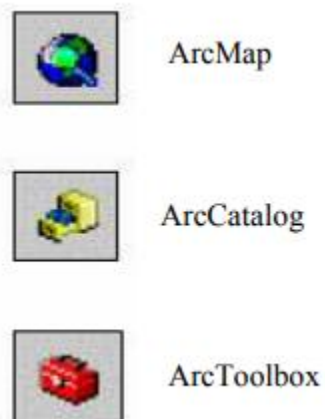
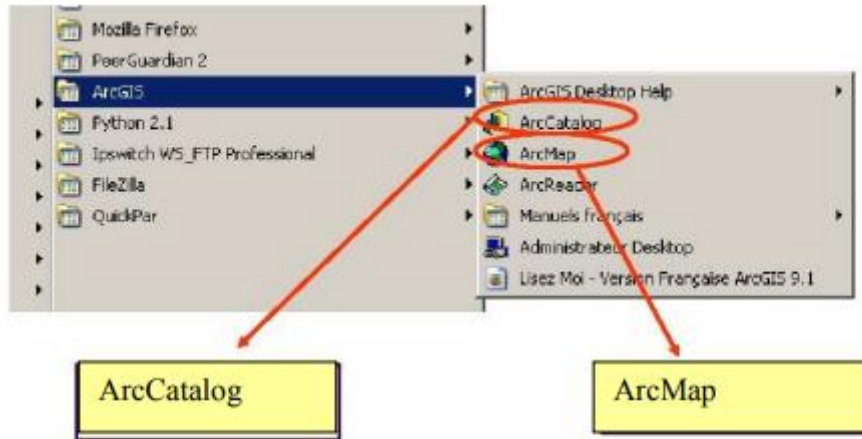


Figure 5.29 : Les applications d'Arcgis.

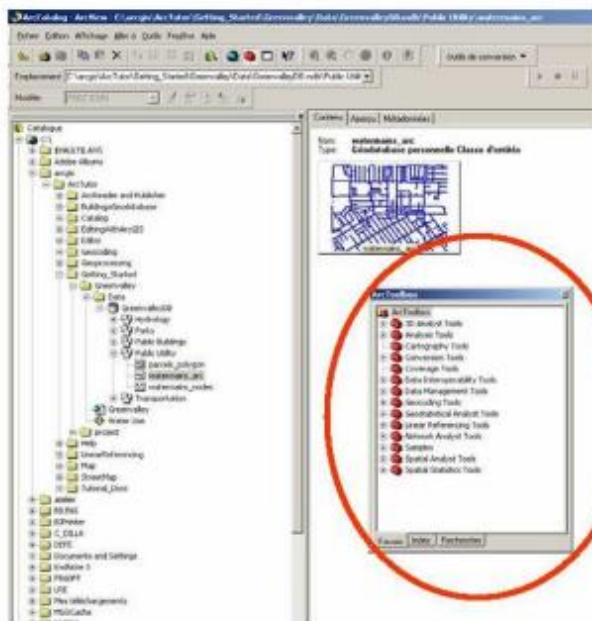
A l'aide de ces trois applications, on peut effectuer toutes les tâches SIG, de la plus simple à la plus avancée, y compris la cartographie, la gestion des données, l'analyse géographique, la mise à jour des données et le géotraitement....etc (Figure 5.30).



Permet de gérer les fichiers de données et l'organisation des bases de données ainsi que d'enregistrer et de visualiser les métadonnées

Est utilisé pour toutes les tâches de cartographie et de mise à jour ainsi que pour les analyses associées aux cartes.

Figure 5.30 : Caractérisation d'ArcCatalog et ArcMap.

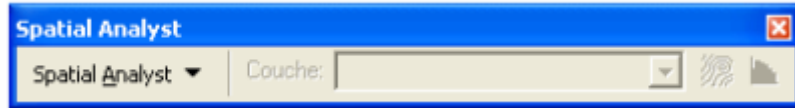


ArcToolbox :
 Est une boîte à outils permettant d'effectuer des conversions et de transferts de format et aussi de projection.

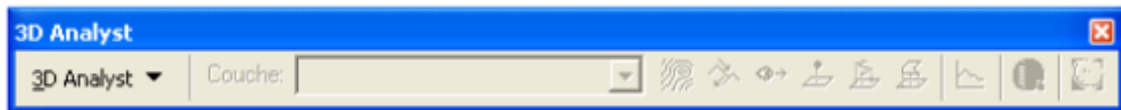
III.2. Les extensions

Les extensions les plus connues d'ArcGis sont les suivantes :

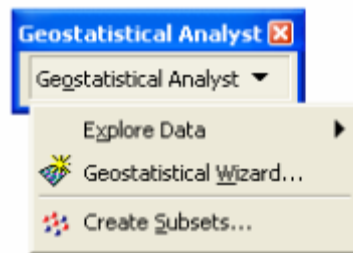
- **Spatial Analyst** : Modélisation spatiale avancée



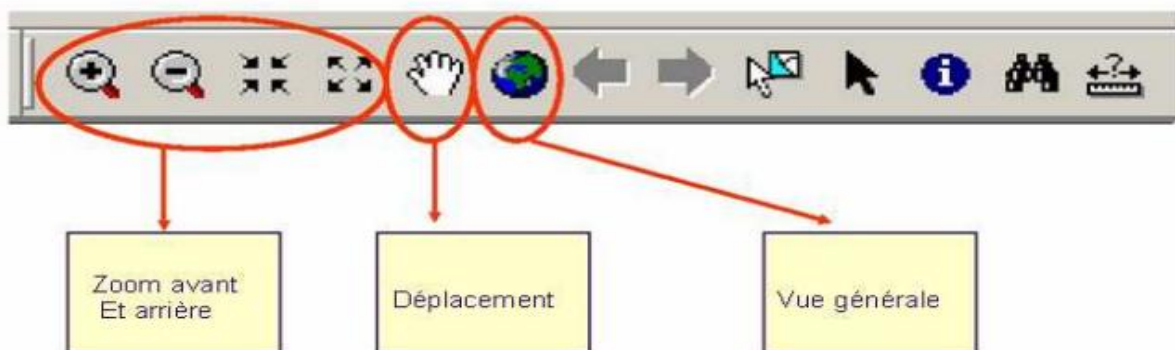
- **3D Analyst** : Modélisation 3D



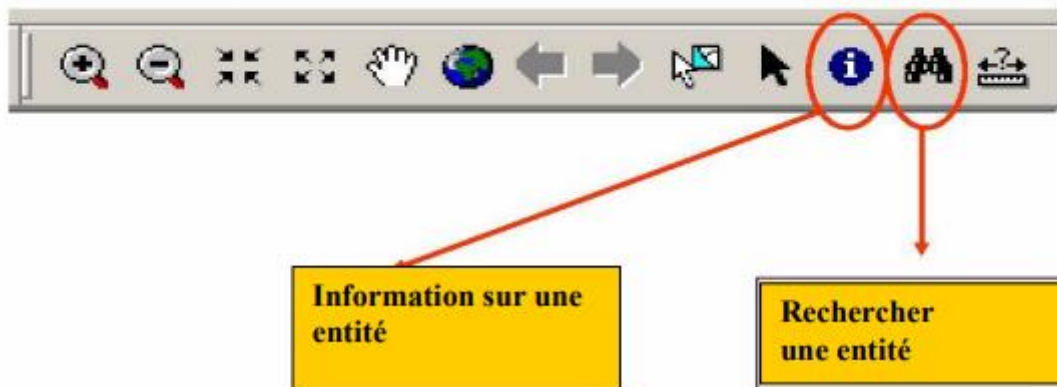
- **GéoStatistical Analyst** : Analyses et cartographie avancée



- **L'outil de navigation** : Outil permet d'effectuer certaines opérations :



Vous pouvez zoomer sur l'étendue d'une couche (clic droit sur la couche / zoom sur la couche) et également définir des seuils de zoom pour cette dernière.



IV. Etapes de production d'une carte

Puisque la carte utilise une symbolique conventionnelle, pour transmettre un message, on peut la considérer comme un langage. Mais alors, pourquoi avoir créé un autre système de communication différent de l'écriture ou des mathématiques ? En fait, ces deux modes de communication sont des systèmes linéaires qui ne délivrent leur message qu'au terme du développement et ne permettent pas non plus la superposition. Au contraire, le langage graphique est un système spatial qui possède en propre certaines particularités : Un message aisément structuré grâce aux capacités particulières de notre perception visuelle.

IV.1. Géoréférencement

IV.1.1. Notion de géoréférencement : le géoréférencement est un processus permettant d'établir une relation entre les entités affichées dans votre système d'information géographique et leur position dans le monde réel.

La terre est sphérique, et les cartes étant plates, la conversion de positions géographiques sur une surface de la terre en une surface plate nécessitant une formule mathématique appelée **projection cartographique**

Pour bien exploiter les données sur votre **SIG** on utilise un système de coordonnées projetées (**UTM**) ou géographiques (**WGS 84**) .

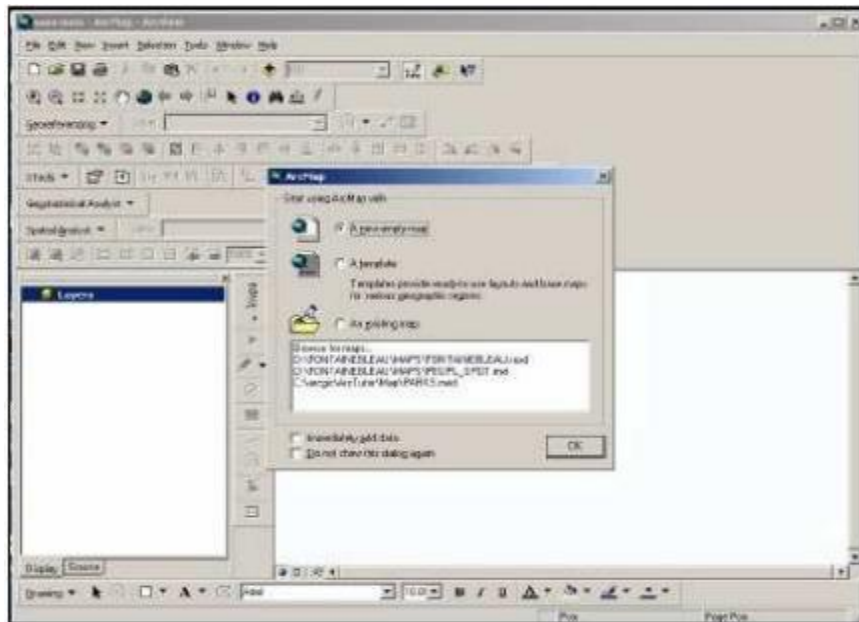
Le géoréférencement transforme des données spatiales en données géographiques. Le géoréférencement peut correspondre à trois types d'opérations différentes :

- la transformation des données spatiales en données géographiques par la déclaration d'un système de coordonnées,
- la transformation d'un système de coordonnées géographiques à un autre
- La transformation des données spatiales en coordonnées géographiques par transformation algébrique

IV.1.2. Manière de géoréférencement :

IV.1.2.1. Lancer ArcMap :

La fenêtre principale d'ArcMap représente un document ArcMap. Un document est un fichier d'extension *.mxd contenant une carte et sa mise en page. Il stocke les références aux emplacements des sources de données (les couches) et toutes les personnalisations d'interface, de couches, de mise en page, etc.

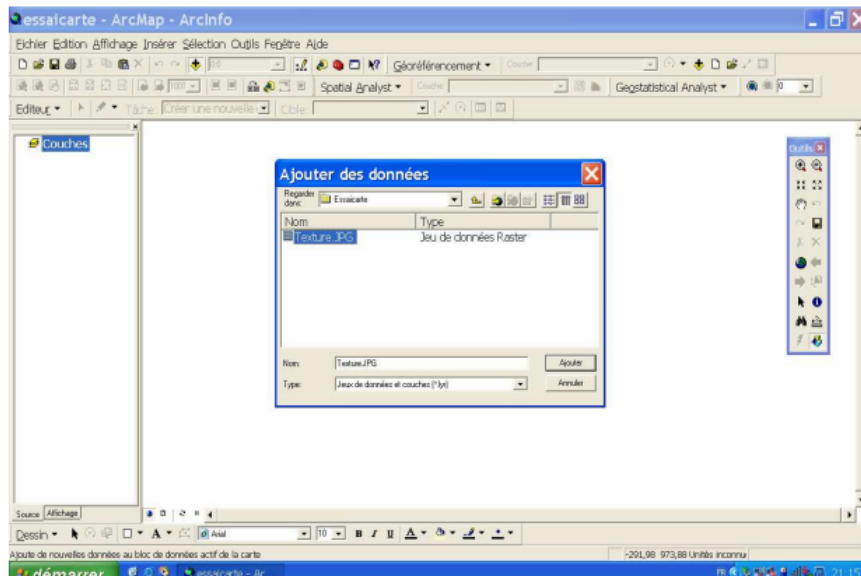


IV.1.2.2. Ajouter les données

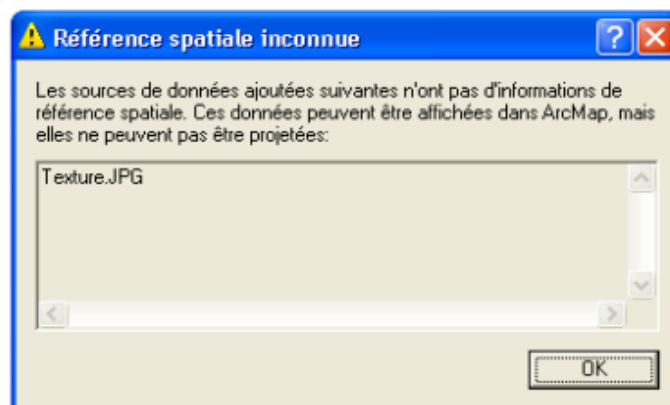
Pour ajouter les données au document, utiliser cette commande :



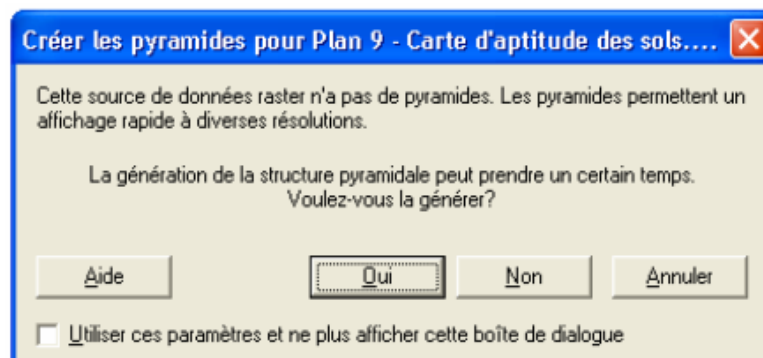
Les données sont automatiquement ajoutées à un bloc de données :



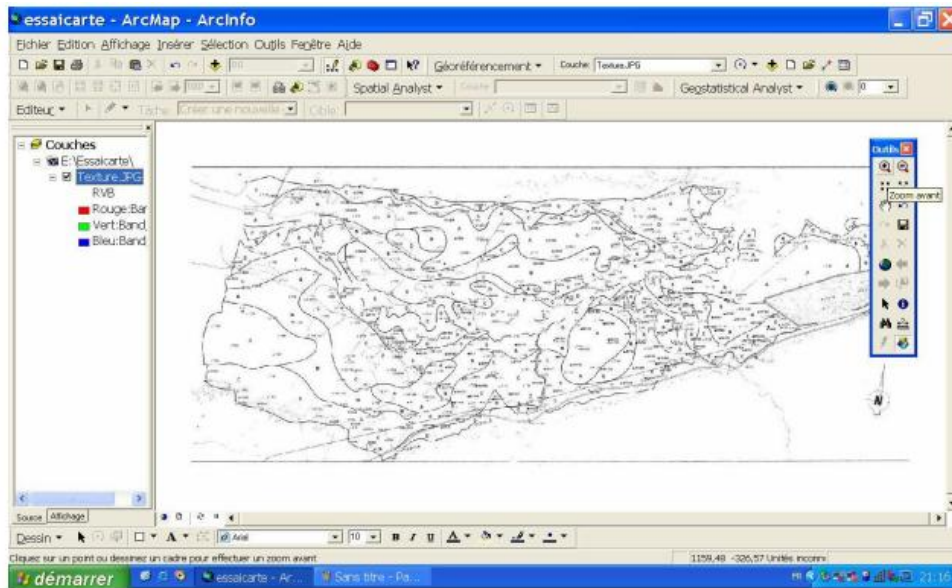
Après cette opération on aura deux possibilités : 1. Un message d'avertissement (et non d'erreur) affiche qu'une ou plusieurs couches ne contiennent pas de système de projection. Validez en appuyant sur la touche OK



Deuxièmes Appuyer sur l'option Oui pour construire un fichier de taille réduite facilitant l'affichage de l'image :

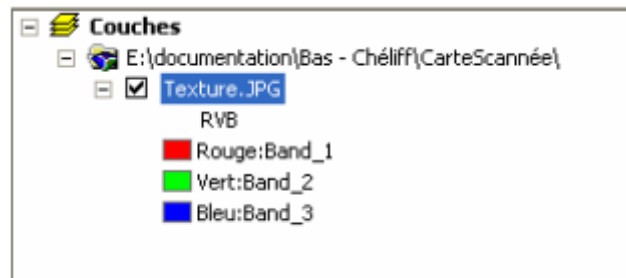


Après avoir validé l'option la structure pyramidale (Oui), la fenêtre suivante s'affiche :



Un premier bloc de données est donc créé par défaut dans chaque document. Chaque bloc de données du document représente une carte.

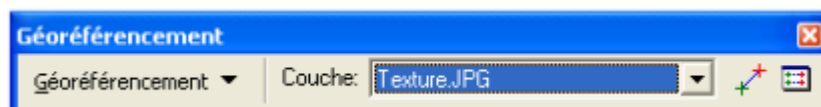
Exemple :



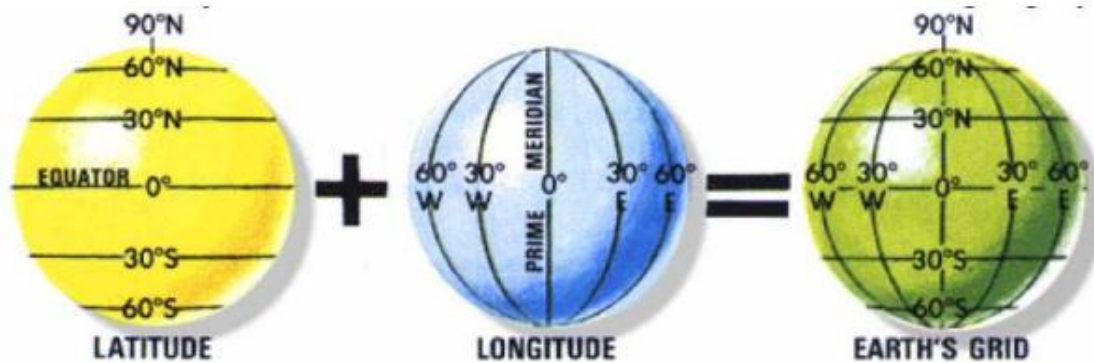
Dans la fenêtre, l'image texture.bmp est contenue dans un frame layers :

- L'image texture.bmp est une image couleur RVB.
- Les trois couches Rouge, Vert et Bleu sont affichées.

Dans le menu Géoréférencement sélectionné l'image Texture.bmp (Image à géoréférencer)



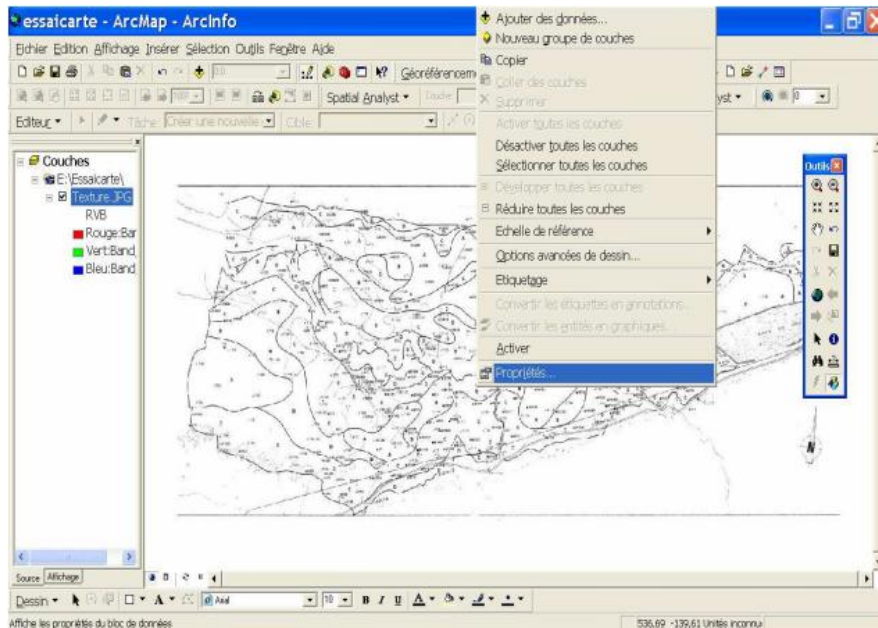
Un système de coordonnées géographiques (SCG) utilise une surface sphérique en trois dimensions pour définir des emplacements sur la terre. Un SCG est souvent confondu avec un datum, lequel n'est en fait qu'une partie d'un SCG. Un SCG comprend une unité angulaire de mesure, un méridien principal et un datum (basé sur un ellipsoïde).



Un point est référencé d'après ses valeurs de longitude et de latitude. La longitude et la latitude représentent des angles mesurés à partir du centre de la terre vers un point de la surface terrestre. Les coordonnées sont alors déclinées à l'aide de deux valeurs angulaires : Longitude, Latitude. Ces deux angles peuvent être exprimés dans différentes unités : Degrés sexagésimaux (Degrés Minutes Secondes), Degrés décimaux, Grades ou radians. Comme tous les outils informatiques, les SIG travaillent de préférence avec des coordonnées en degrés décimaux. Les coordonnées sont notées sous la forme d'unités angulaires pour les latitudes et longitudes en :

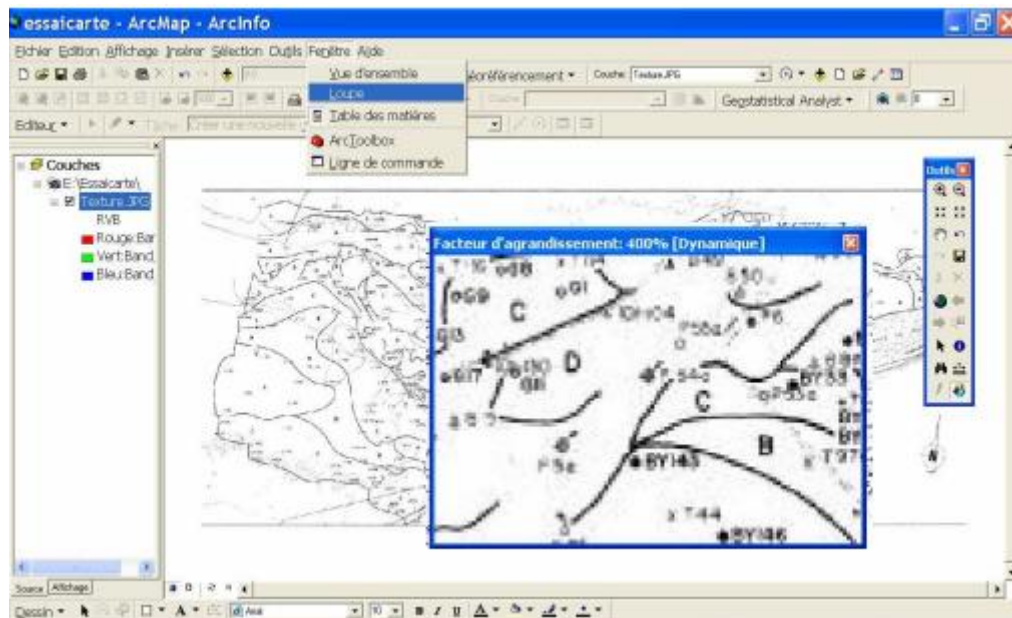
- ° ' " degrés, minutes, secondes sexagésimaux
- ° ' degrés, minutes décimales
- ° degrés décimaux
- gr grades (ou gon)
- rd radians

Ensuite Cliquez par le bouton droit de la souris et sélectionnez l'option propriétés ; Vous aurez une boîte de dialogue / sélectionnez l'option : systèmes de coordonnées géographiques ; cherchez UTM fuseau compatible.



Par cette opération on peut s'assurer que notre carte est liée avec un système de coordonnées géographiques UTM 1984 ; Positionnez le curseur à n'importe quelle point vous aurez les coordonnées de votre point sur le terrain.

Appuyer sur le menu Fenêtre / Loupe, qu'on peut la considérer comme outil de Géo référencement



IV.1.2.3. Saisie des points de calage La saisie des points du calage se fait en cliquant tout d'abord le point sur l'image à géoréférencer



Table de visualisation, Cliquez sur ce bouton

Points de calage



Cliquez ensuite sur ce bouton

IV.1.2.4. Supprimer un point de calage :

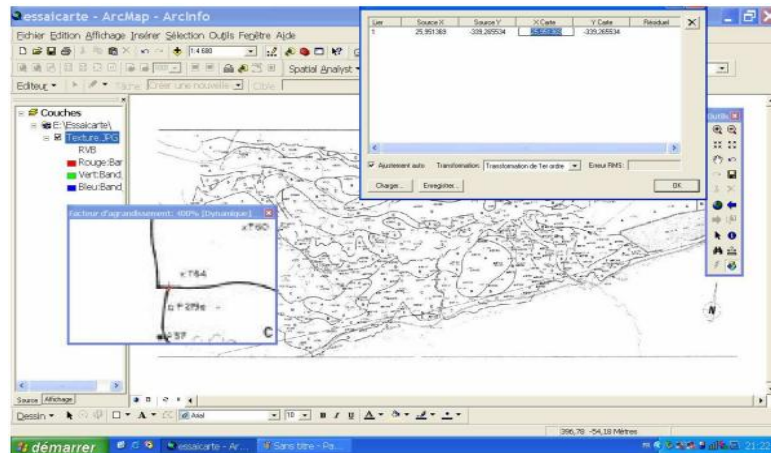
Pour supprimer un couple de calage, vous devez afficher la liste des points de calage puis sélectionner le couple de points. Le bouton situé dans le coin haut – droit de la boîte de dialogue permet de supprimer la ligne sélectionnée. Le lien disparaît alors automatiquement de la carte. II.1.2.5. Modifier les coordonnées d'un point de calage

La liste des points de calage permet de sélectionner, par un double – clic, la coordonnée du point à modifier. Vous pouvez alors saisir la valeur x ou y souhaitée.

IV.1.2.6. Calcul de l'erreur moyenne quadratique (RMS) :

La fonction mathématique de transformation des coordonnées de l'image en coordonnées géographiques est déterminée afin que les points de calage soient situés, dans la carte géoréférencée, aux coordonnées géographiques indiquées lors du calage. Cependant, la fonction ne permet jamais d'obtenir un positionnement exact des points de calage aux coordonnées géographiques théoriques. Pour cette raison, le géoréférencement se fait toujours avec un écart (un décalage) sur chaque point de calage. L'écart moyen sur l'ensemble des points de calage est appelé : Erreur Moyenne Quadratique (RMS en anglais). Cet écart est exprimé dans les unités du système de coordonnées géographiques (Par exemple : mètres).

Les coordonnées de chaque point de calage peuvent être stockées dans un fichier ASCII*.txt. Ceci permet de les réutiliser pour effectuer d'autres calages. Pour enregistrer un fichier de calage, utilisez le bouton Enregistrer.

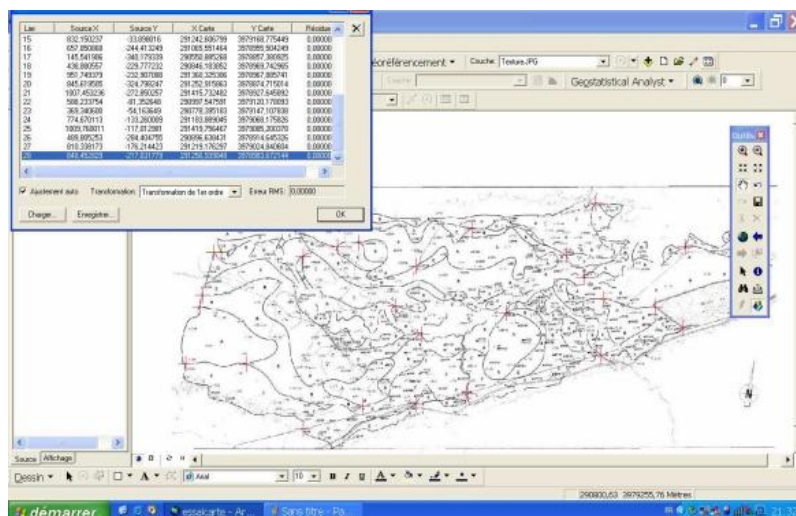


Chaque ligne correspond aux coordonnées d'un point : X et Y sur l'image source et X et Y sur l'image de référence.

X	Y	Xmap	Ymap
1404143	-4553999	586948.1	2411389.04
753941	-9328006	586875.0	2410879.7
7724576	-7189954	587640.5	2411110.61
12908620	-1783319	588183.9	2411675.8
17424888	-3282884	588663.7	2411525.0
16727825	-5444367	588599.5	2411278.3

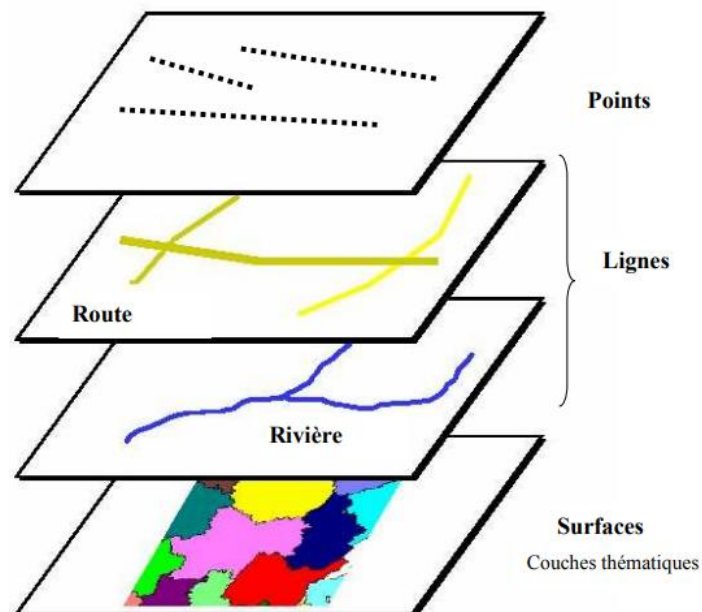
Sous ArcGIS, les deux premières colonnes sont appelées X source et Y source (coordonnées image) et les deux autres colonnes X Map et Y Map (coordonnées UTM en mètres Est et Y mètres Nord).

IV.1.2.7. Valider le calage Avant de valider le géoréférencement : vous devez vérifier l'erreur moyenne de calage sur chacun des points de calage. Cliquez sur le bouton (Ok / Mettre à jour le géoréférencement / Enregistrer)



V. La digitalisation Les cartes sont

Les outils utilisés le plus fréquemment pour comprendre les informations spatiales. Qu'il s'agisse d'analyse, de modification, d'illustrer des rapports, de concevoir des bases de données SIG ou de les gérer, lorsque vous travaillez avec SIG, vous travaillez avec des cartes. ArcMap vous permet de travailler avec toutes vos données géographiques dans des cartes, indépendamment du format ou de l'emplacement des données sous-jacentes. ArcMap vous permet d'assembler rapidement une carte à partir de couches prédéfinies ; vous pouvez également ajouter des données à partir de couvertures, de fichiers de formes, de géodatabases, de grilles, d'images, de tables de coordonnées ou d'adresses. ArcCatalog a été pensé de manière à fonctionner avec ArcMap. ArcCatalog vous permet de parcourir, d'organiser et de documenter vos données et de les glisser facilement sur une carte existante.



La couche (*.lyr)

- Une couche définit comment un ensemble d'entités géographiques est dessiné.
- Les couches servent de raccourcis vers le fichier où sont stockées les données.
- Les couches incluent des informations relatives à l'affichage des entités

La carte (*.mxd)

- La carte présente une grande variété de données.
- Les données d'une carte sont organisés en couches.
- Une carte est un produit fini (imprimable) qui dispose d'une mise en page.

V.1. Lancer ArcCatalog à partir d'ArcMap

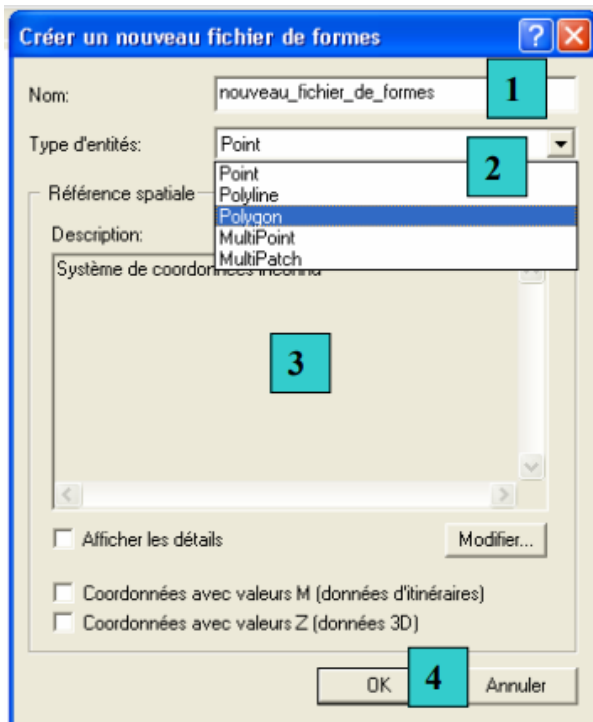


Créer un sous répertoire de sauvegarde de données : nommez ce sous-répertoire. Utilisez ensuite l'explorateur de Windows pour voir le contenu du répertoire sauvegarde :



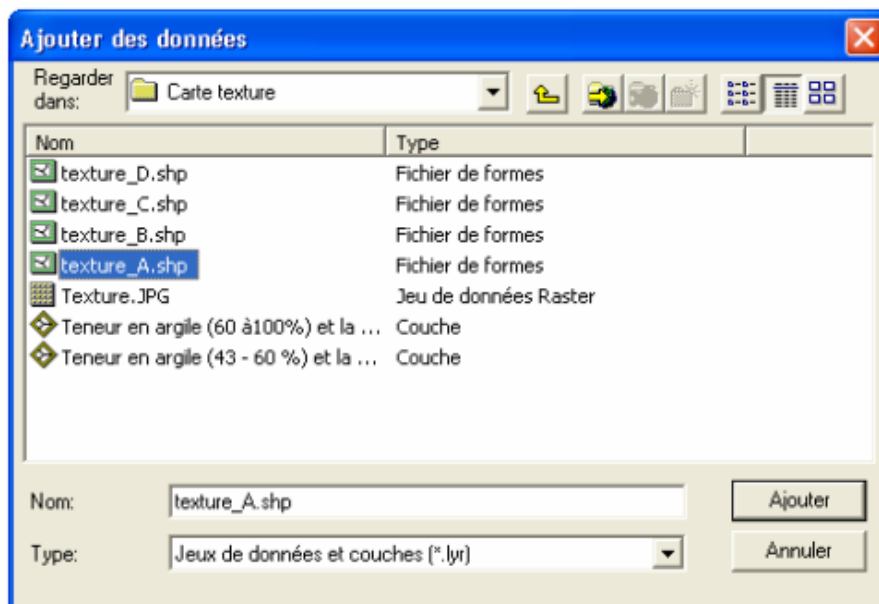
Différents types de fichiers peuvent être créés : fichiers de formes, géodatabases, couvertures, tables dBase, etc.

- Sélectionner dans l'arborescence l'emplacement du nouveau fichier.
- Cliquer droit dans la fenêtre « Contenu » et choisir Nouveau Fichier de forme
- Choisir ensuite le type de fichier à créer et renseigner ses propriétés

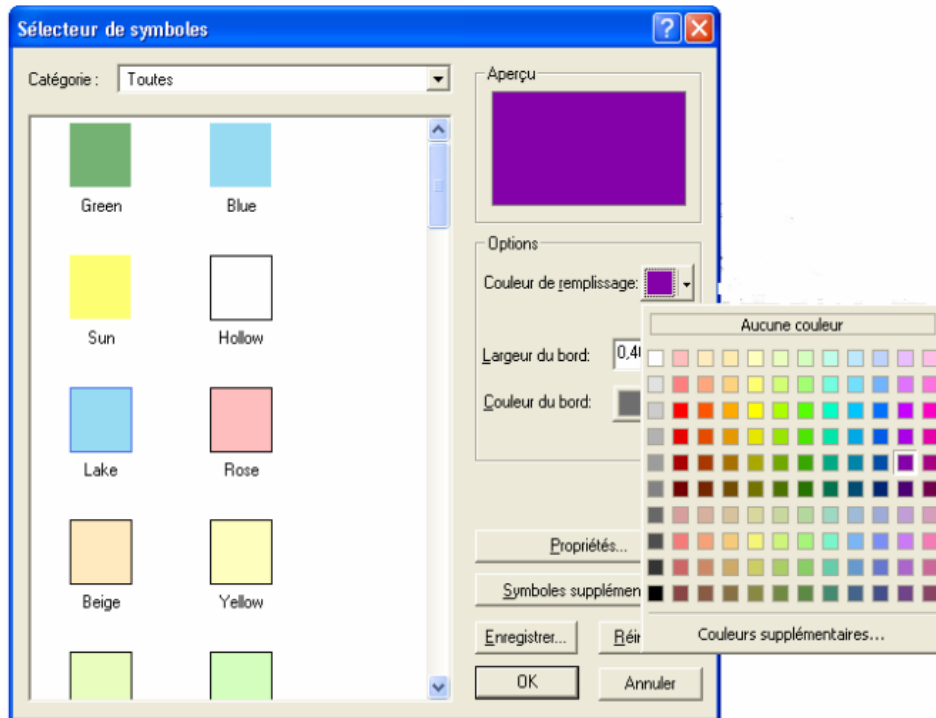


1. Spécifier le nom du nouveau fichier.
2. Spécifier son type de géométrie.
3. Renseigner son système de coordonnées.
4. Valider.

Ajouter les données créées dans ArcCatalog en utilisant le signe « + »



Cliquez sur Couleur. La boîte de dialogue Sélecteur de couleurs s'affiche. Vous pouvez sélectionner l'une des couleurs prédéfinies à partir de cette palette ou cliquer sur Couleurs supplémentaires pour mélanger vos propres couleurs en utilisant un modèle parmi les modèles de couleurs les plus utilisés.

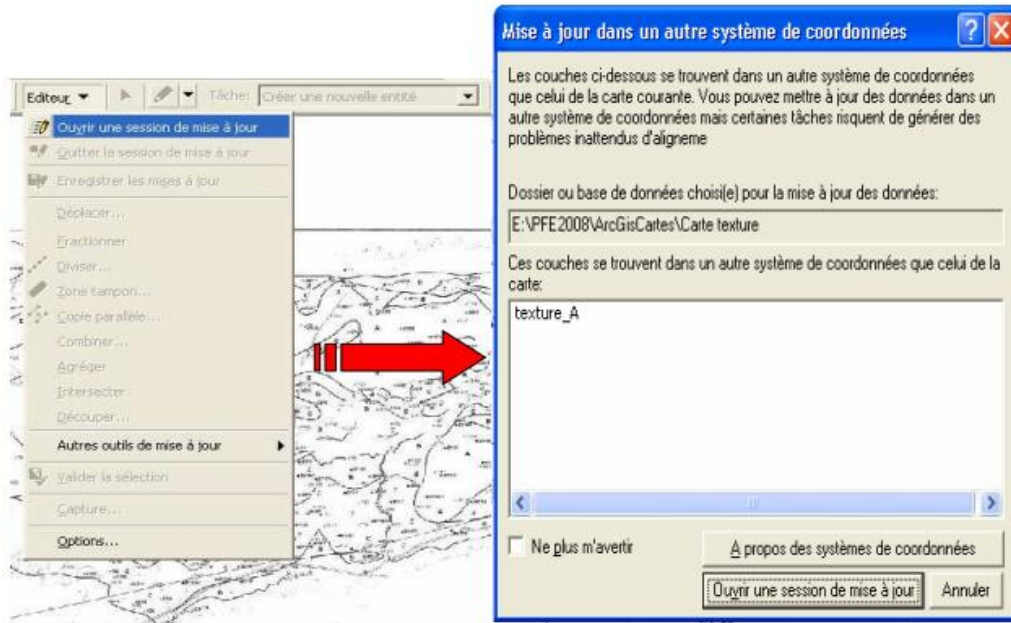


VI.2. Fonctionnement général de l'outil Edition

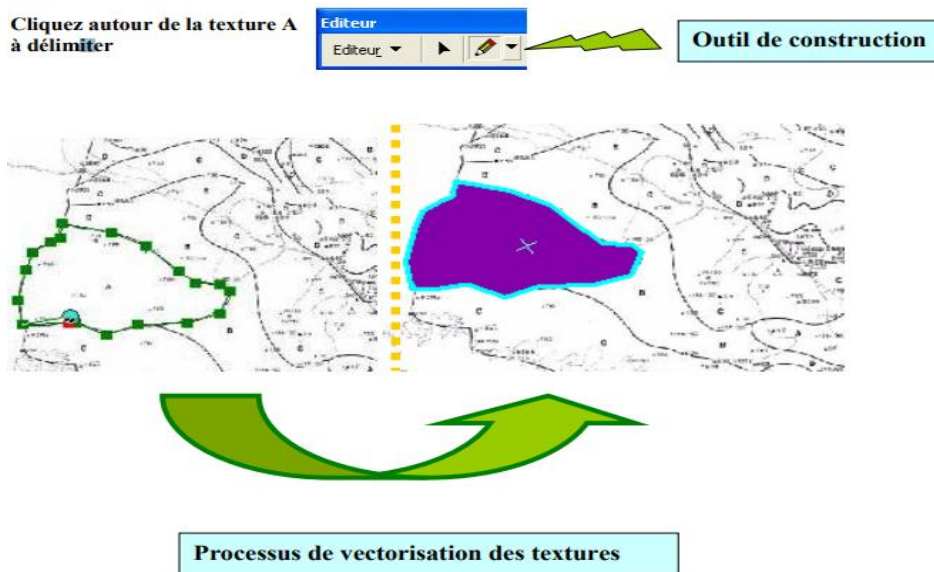
La barre d'outils Editeur contient la majorité des outils d'édition d'ArcMap. Ils ne seront disponibles que si une session de mise à jour est ouverte.

La session de mise à jour rend modifiable la géométrie et les attributs des classes d'entités. Ce système vise à protéger les données des petites erreurs de manipulation. Il permet surtout l'enregistrement des modifications au fur et à mesure et donc un possible retour aux géométries et attributs précédemment sauvegardés.

L'ouverture et la fermeture d'une session mise à jour se fait via la barre d'outils Editeur / menu Editeur.



Dans la barre d’outils Editor – Cliquez sur l’outil crayon : Maintenant vous pouvez commencer à créer les polygones de Textures.



Il est conseillé d’enregistrer les opérations effectuées dans des fichiers d’étapes : Editeur / Enregistrer les mises à jour et enregistrer la couche créée. A chaque enregistrement, il est judicieux d’enregistrer dans un fichier différent : par exemple Texture A, texture B.....etc. Cette démarche permet d’éviter de perdre les travaux effectués en cas d’erreurs.

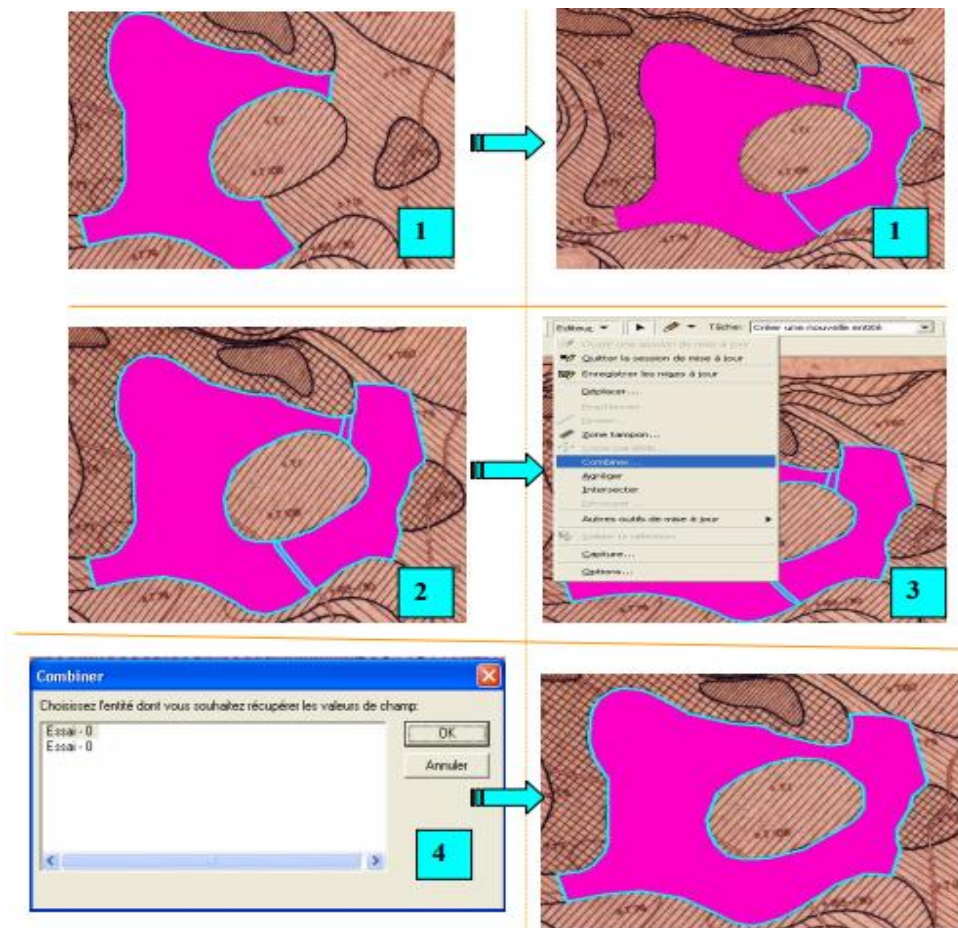
VI.Enregistrer la carte Texture.mxd

Remarque.

Effacer un polygone -: Cliquez sur le polygone concerné puis la touche **Supp** du clavier ou **Edit – Supp** du menu principal.

VI.1.Fusionner des entités à une autre :

1. Créez les entités
2. Sélectionner les entités à fusionner
3. Utiliser la fonction « Combiner » du menu Editeur pour fusionner les entités.
4. Spécifier alors à ArcMap l'entité cible, celle qui sera conservée.
5. Un clic sur une entité de la liste permet de la localiser sur la carte.

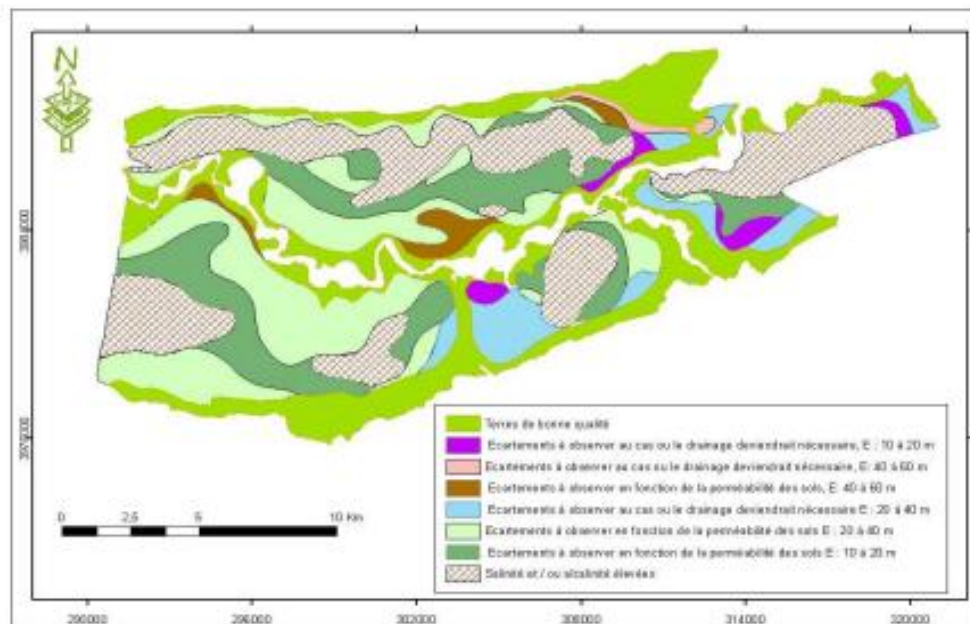


VI.2. Mise en page et création d'une carte pour impression sous ArcMap

Nous accédons maintenant au mode Mise en page d'ArcMap pour mettre en forme nos cartes (Menu Vue / Mode Mise en page) Les outils de navigation pour ce mode se trouvent dans la barre

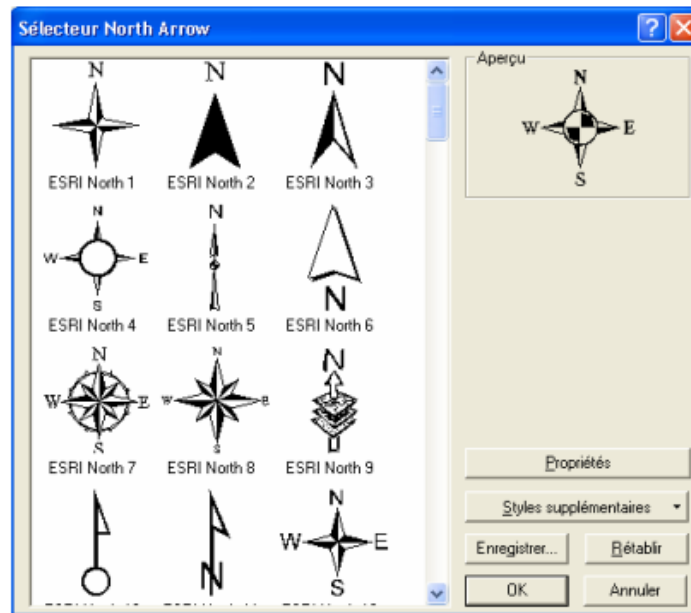
d'outil Mise en page. Vous retrouvez globalement les mêmes outils que dans la barre d'outils utilisée pour naviguer en mode Données.

La mise en page contient déjà le principal élément : les blocs de données. Si un bloc de données est supprimé dans la fenêtre Mise en page, il sera supprimé du document ArcMap. Une carte contient des éléments incontournables de mise en page. Chaque carte doit avoir une orientation, une échelle, une légende, un titre et des sources. Nous allons voir ici comment ajouter et personnaliser ces éléments et quelques autres. Exemple : Carte de synthèse de la région du Bas Cheliff.



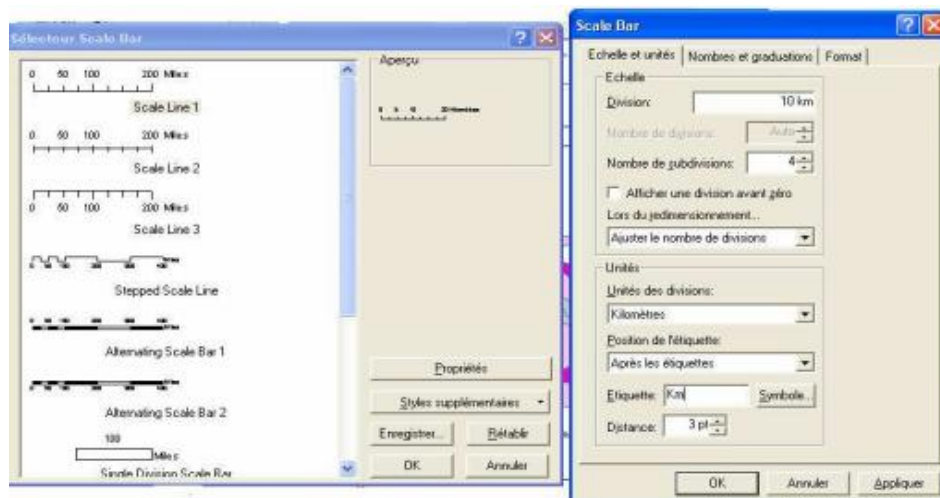
VII. Les éléments liés aux blocs Ces éléments sont liés au bloc de données actif. Ils évoluent en fonction des modifications qui lui sont apportées.

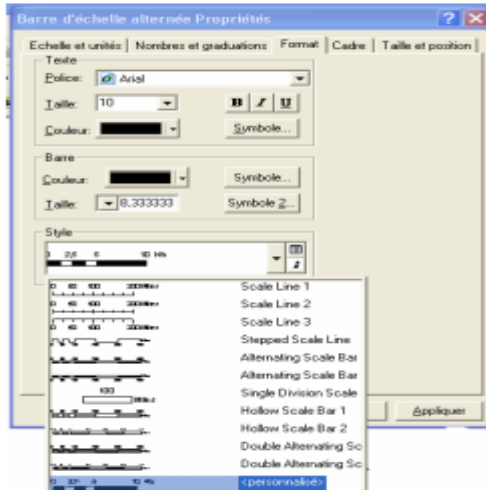
VII.1. La flèche Nord Elle s'ajoute depuis menu Insertion / Flèche Nord. Vous avez le choix entre différents symboliques et pouvez modifier leur taille et leur couleur.



VII.2. La barre d'échelle

Elle s'ajoute depuis le menu Insertion / Barre d'échelle. Comme pour la flèche Nord, vous accédez à une bibliothèque de symboles. Dans les propriétés de la barre d'échelle vous pourrez définir le nombre de divisions, de sous divisions, l'unité que vous souhaitez afficher.

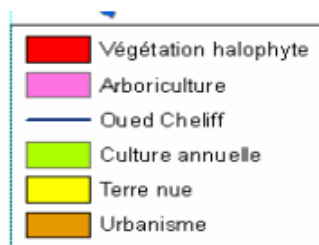




VII.3. La légende Elle s'ajoute à l'aide d'un assistant depuis le menu Insertion / Légende. Un grand nombre de paramètres sont modifiables (choix des couches, ordre, police, bordures et couleur, espacement entre différents éléments, etc.)



Exemple :



Référence bibliographique

- 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.paca.developpementdurable.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>