

*Université Mohamed Boudiaf à Msila
Département de Génie Civil
Option Géotechnique
Master 2*

*Polycopié de la Matière
Systèmes d'Information Géographique (SIG)*



Avant-propos pour les Systèmes d'Information Géographique

Ce cours de Systèmes d'Information Géographique (SIG) est destiné à accompagner les étudiants de Master 2 en Géotechnique au Département de Génie Civil de la Faculté de Technologie à l'université de Msila.

Objectifs et Contexte

La conception et la gestion des projets en génie civil, en particulier dans le domaine de la géotechnique, sont de plus en plus basées sur l'analyse et la modélisation de données spatiales complexes. Ce cours vise à fournir aux étudiants les outils et les concepts fondamentaux pour se familiariser avec les Systèmes **d'Information Géographique (SIG)** et leur application pratique à la géotechnique.

Contenu et Approche

S'appuyant sur des connaissances préalables recommandées en **Topographie, Informatique et Mathématiques**, ce polycopié développe une approche rigoureuse pour l'acquisition, le traitement et l'analyse de l'information géographique.

Les chapitres sont structurés pour couvrir les aspects essentiels des SIG :

- **Généralités et Modélisation** : Étude des concepts fondamentaux et de l'information géographique.
- **Fondements Cartographiques** : Examen des systèmes de coordonnées et des projections cartographiques.
- **Gestion des Données** : Approfondissement sur les bases de données et la structuration des informations dans les SIG.
- **Applications et Traitements** : Présentation des traitements spatiaux et de leur mise en œuvre concrète.

Les **travaux pratiques (TP)** sont conçus pour mettre en application les notions théoriques, notamment par la présentation et l'utilisation d'un logiciel SIG, le **géoréférencement** de données, les modes de représentation (vecteur/raster), et l'**analyse spatiale** appliquée.

Ce cours constitue une étape essentielle pour l'acquisition de compétences avancées en gestion des données spatiales, indispensables pour l'**optimisation de la conception** et la **prise de décision** éclairée dans les projets géotechniques complexes.

Semestre : S3

Unité d'enseignement : UEM2.1

Matière 3 : Systèmes d'Information Géographique

VHS : 37 h30 (Cours : 1h30, TP : 1 h00)

Crédits : 3

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours a pour objet de permettre à l'étudiant de se familiariser avec les systèmes d'information géographique et de leur application à la géotechnique.

Connaissances préalables recommandées :

Topographie, Informatique, Mathématiques

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Généralités sur les SIG	(3 semaines)
Chapitre 2. L'information géographique dans les SIG	(3 semaines)
Chapitre 3. Les systèmes de coordonnées et les projections cartographiques	(3 semaines)
Chapitre 4. Les bases de données dans les SIG	(3 semaines)
Chapitre 5. Les traitements dans les SIG	(3 semaines)

Programme des TP :

TP1 : Les composantes d'un S.I.G

Conception de base d'un SIG, Présentation du logiciel SIG

TP2 : Les modes de représentation des données géographiques dans un SIG

Le mode vecteur, Le mode raster, Modèle numérique de terrain MNT

TP 3 : Importation et affichage des données

Géoréférencement de données, Système de projection.

TP4 : Les données dans les SIG

Les données attributaires, Les données spatiales

TP5 : Applications

Analyse spatiale

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen : 60 %.

Références bibliographiques :

1. PORNON, Henri. SIG : la dimension géographique du système d'information. Dunod, 2015.
2. CHANG, Kang-Tsung. Introduction to geographic information systems. Boston: McGraw-Hill, 2008.
3. DENÈGRE, Jean et SALGÉ, François. Introduction aux systèmes d'information géographique. Que sais-je ? 2004, vol. 2, no 3122, p. 5-11.
4. Guides du logiciel SIG.

Programme de la matière

Semestre : S3

Unité d'enseignement : UEM2.1

Matière 3 : Systèmes d'Information Géographique

VHS : 37 h30 (Cours : 1h30, TP : 1 h00)

Crédits : 3

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours a pour objet de permettre à l'étudiant de se familiariser avec les systèmes d'information géographique et de leur application à la géotechnique.

Connaissances préalables recommandées :

Topographie, Informatique, Mathématiques

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Généralités sur les SIG	(3 semaines)
Chapitre 2. L'information géographique dans les SIG	(3 semaines)
Chapitre 3. Les systèmes de coordonnées et les projections cartographiques	(3 semaines)
Chapitre 4. Les bases de données dans les SIG	(3 semaines)
Chapitre 5. Les traitements dans les SIG	(3 semaines)

Programme des TP :

TP1 : Les composantes d'un S.I.G

Conception de base d'un SIG, Présentation du logiciel SIG

TP2 : Les modes de représentation des données géographiques dans un SIG

Le mode vecteur, Le mode raster, Modèle numérique de terrain MNT

TP 3 : Importation et affichage des données

Géoréférencement de données, Système de projection.

TP4 : Les données dans les SIG

Les données attributaires, Les données spatiales

TP5 : Applications

Analyse spatiale

Table des matières

Première Partie : Cours SIG

1.1 Définition des SIG	8
1.2 Histoire des SIG	8
1.3 Composantes des SIG	8
1.4 Fonctionnalités des SIG	8
1.5 Applications des SIG	9
1.6 Avantages et limites des SIG	9
2.1. Définition de l'information géographique	10
2.2. Les deux composantes des données géographiques.....	10
2.3. Types de données géographiques dans les SIG	10
2.4. Caractéristiques de l'information géographique.....	11
2.5. Représentation des données géographiques	12
2.6. Révision	12
3.1. Introduction.....	13
3.2. Les systèmes de coordonnées	13
3.3. Projections cartographiques	13
3.4. Importance des systèmes de coordonnées et projections dans les SIG.....	14
3.5. Principaux Systèmes de coordonnées utilisés en Algérie	15
3.6. Conclusion	15
3.7. Ce qu'on doit retenir	15
4.1. Introduction :.....	16
4.2. Définition d'une base de données dans un SIG	16
4.4. Types de bases de données dans les SIG	16
4.5. Gestion des données géographiques dans les bases de données SIG.....	16
4.6. Avantages des bases de données dans les SIG.....	17

4.7. Conclusion	17
5.1. Introduction.....	18
5.2. Types de traitements dans les SIG	18
5.3. Principaux traitements spatiaux	18
5.4. Traitements d'analyse spatiale	19
5.5. Importance des traitements dans les SIG	19
5.6. Conclusion	20

Deuxième Partie : TP SIG

TP1 : Les composantes d'un SIG	25
TP2 : Les modes de représentation des données géographiques	26
TP3 : Importation et Affichage des Données.....	27
TP4 : Les données dans les SIG	29
TP5 : Applications Pratiques des SIG en Géotechnique.....	32

Première Partie : Cours SIG

Programme des cours de la matière SIG

Chapitre 1. Généralités sur les SIG

Chapitre 2. L'information géographique dans les SIG

Chapitre 3. Les systèmes de coordonnées et les projections cartographiques

Chapitre 4. Les bases de données dans les SIG

Chapitre 5. Les traitements dans les SIG

1.1 Définition des SIG

Les Systèmes d'Information Géographique (SIG) sont des outils puissants utilisés pour capturer, stocker, analyser, gérer et visualiser des données spatiales et géographiques. Ils permettent de relier des informations géographiques à des attributs descriptifs, facilitant ainsi la compréhension et l'analyse des relations spatiales. Selon Longley et al., un SIG peut être défini comme un "système informatisé pour la gestion et l'analyse des données géographiques ».

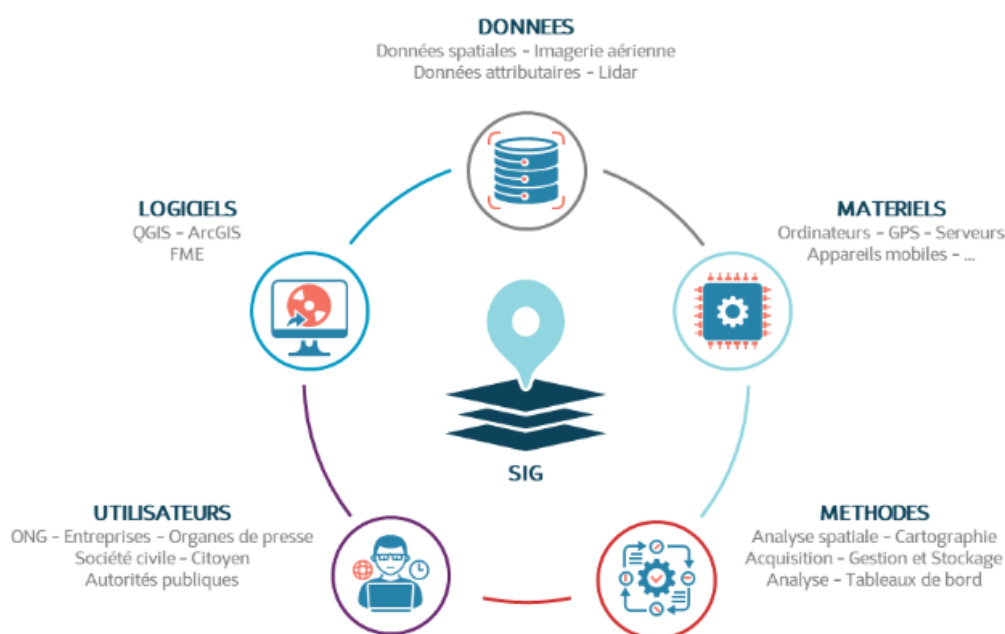
1.2 Histoire des SIG

Le développement des SIG remonte aux années 1960, avec des initiatives pionnières comme le "Canada Geographic Information System", utilisé pour gérer les ressources terrestres canadiennes. Depuis, les SIG ont évolué grâce aux progrès technologiques et à l'augmentation des capacités de traitement des ordinateurs. Aujourd'hui, ils sont utilisés dans divers domaines, allant de l'urbanisme à la gestion environnementale.

1.3 Composantes des SIG

Un SIG se compose de plusieurs éléments interconnectés :

1. Les données spatiales : Elles représentent des objets géographiques sous forme vectorielle (points, lignes, polygones) ou raster (images satellites).
2. Les logiciels : Ils incluent des outils pour la collecte, la gestion et l'analyse des données. Les logiciels populaires incluent ArcGIS, QGIS et MapInfo.
3. Méthodes.
4. Le matériel informatique : Ordinateurs et serveurs pour le stockage et le traitement des données.
5. Les utilisateurs : qui utilisent les SIG pour diverses analyses.



1.4 Fonctionnalités des SIG

Les SIG offrent plusieurs fonctionnalités essentielles :

- Cartographie : Création de cartes statiques et dynamiques pour visualiser des données géographiques.
- Analyse spatiale : Modélisation et simulation des interactions spatiales pour aider à la prise de décision.
- Gestion des données : Capacité de stocker et d'organiser des volumes importants de données géographiques.
- Intégration de données : Fusion de données provenant de différentes sources pour une analyse plus complète.

La littérature qui traite du domaine, définit rapidement les fonctions attendues d'un SIG par « les 5 A » qui sont : Abstraction, Acquisition, Archivage, Analyse et Affichage.

1.5 Applications des SIG

Les SIG sont utilisés dans de nombreux domaines, notamment :

- Environnement : Analyse des changements environnementaux, gestion des ressources naturelles.
- Urbanisme : Planification des infrastructures, gestion de l'expansion urbaine.
- Sécurité publique : Analyse des données criminelles, gestion des interventions d'urgence.
- Transport : Optimisation des itinéraires, gestion des réseaux routiers.

1.6 Avantages et limites des SIG

Les SIG présentent plusieurs avantages, comme la capacité à traiter de grandes quantités de données spatiales et à produire des visualisations précises. Cependant, ils présentent également certaines limites, notamment en ce qui concerne les coûts d'acquisition des logiciels et des données, ainsi que les compétences techniques requises pour leur utilisation optimale.

2.1. Définition de l'information géographique

L'information géographique regroupe toutes les données associées à une localisation géographique précise, identifiées par des **coordonnées** (latitude, longitude, altitude). Ces données peuvent décrire des objets naturels (montagnes, rivières, forêts) ou humains (routes, bâtiments, ponts).

2.2. Les deux composantes des données géographiques

Les données géographiques dans les SIG sont constituées de deux composantes essentielles : **les données spatiales** et **les données attributaires**.

2.2.1. Données spatiales

Les données spatiales sont des représentations géométriques d'objets géographiques, positionnées avec précision dans l'espace grâce au géoréférencement.

2.2.2. Données attributaires

Les données attributaires décrivent les **propriétés et caractéristiques** des objets géographiques. Par exemple, pour un pont, les données attributaires pourraient inclure la largeur, le matériau de construction, ou l'année de construction. Ces informations sont généralement stockées dans des tables relationnelles et sont liées aux données spatiales par un **identifiant unique**. Cela permet une gestion efficace de l'information géographique, en séparant la représentation géométrique des objets et leurs caractéristiques descriptives.

2.3. Types de données géographiques dans les SIG

L'information géographique dans les SIG est principalement divisée en deux grands types de données, chacune adaptée à des contextes différents.

2.3.1. Données vectorielles

Les **données vectorielles** représentent les objets géographiques par des entités géométriques précises :

- **Points** : Exemples : emplacements de monuments, arbres, bornes.
- **Lignes** : Exemples : routes, cours d'eau, pipelines.
- **Polygones** : Exemples : frontières, zones urbaines, lacs.

Caractéristiques des données vectorielles :

- **Convient aux objets discrets** : Cette structure est adaptée pour des objets ayant des contours clairement définis comme des parcelles de terrain ou des bâtiments.

- **Facilité d'analyse topologique** : La structure vectorielle permet d'analyser facilement les relations spatiales entre les objets (par exemple, la proximité ou l'intersection entre routes).
- **Structure légère** : Les fichiers de données vectorielles sont souvent plus petits que les données matricielles et conviennent aux calculs précis.

2.3.2. Données matricielles (raster)

Les **données raster** représentent les informations sous forme de grilles de pixels, chaque pixel contenant une valeur numérique qui décrit une caractéristique de l'espace correspondant (par exemple, une couleur ou une altitude). Les données raster sont fréquemment utilisées pour des phénomènes continus, comme les relevés topographiques ou les images satellites.

- **Images satellites** : Représentent visuellement la surface terrestre.
- **Modèles Numériques de Terrain (MNT)** : Capturent l'altitude ou la profondeur de la surface terrestre.

Caractéristiques des données raster :

- **Adaptées aux phénomènes continus** : Convient pour les données qui varient de manière fluide sur de grandes surfaces, comme les températures ou l'altitude.
- **Grande consommation de stockage** : Les données raster nécessitent davantage d'espace mémoire en raison du nombre de pixels qu'elles contiennent.
- **Analyse à grande échelle** : Utilisées dans des contextes où des détails globaux ou régionaux sont nécessaires (ex. : climatologie, géologie).

2.4. Caractéristiques de l'information géographique

2.4.1. Caractère spatial

Chaque donnée géographique se caractérise par sa dimension spatiale : elle est associée à une **position précise** sur la Terre, ce qui permet de la localiser et de la manipuler sur une carte ou dans un modèle SIG.

2.4.2. Multidimensionnalité

Les informations géographiques peuvent contenir plusieurs dimensions :

- **Dimension spatiale** : La localisation exacte.
- **Dimension thématique** : Les attributs associés à chaque objet (par exemple, le type de sol, la hauteur d'un bâtiment).
- **Dimension temporelle** : L'évolution d'un phénomène ou d'un objet géographique dans le temps (par exemple, les changements dans l'étendue des zones urbaines).

2.4.3. Précision et résolution

- **Précision spatiale** : Le niveau de détail de la localisation géographique. Plus la résolution est fine, plus les données sont précises.
- **Précision thématique** : La qualité des attributs descriptifs associés aux objets géographiques. Une mauvaise classification ou des informations erronées peuvent affecter les analyses.

2.4.4. Référence spatiale

Toutes les données géographiques doivent être géoréférencées en utilisant un système de coordonnées (ex. : WGS 84 utilisé par les systèmes GPS), afin qu'elles puissent être interprétées et manipulées correctement dans les SIG.

2.5. Représentation des données géographiques

2.5.1. Couches d'information

Les SIG organisent les informations géographiques sous forme de **couches**, où chaque couche représente une catégorie spécifique d'objets géographiques (par exemple, une couche pour les routes, une autre pour les rivières, etc.). Cela permet de visualiser et de combiner plusieurs types de données sur une même carte pour des analyses plus approfondies.

2.5.2. Topologie

La **topologie** dans un SIG désigne les relations spatiales entre les objets géographiques, telles que l'interconnexion de routes ou la continuité des rivières. Cette notion est cruciale pour comprendre comment les objets interagissent dans l'espace, notamment dans les analyses de réseaux (ex. : réseaux de transport, réseaux hydrologiques).

2.6. Révision

1. Quelles sont les deux composantes principales des données géographiques dans un SIG ?
2. Quelle est la différence entre des données vectorielles et des données raster ?
3. Qu'est-ce que la topologie dans un SIG ?
4. Comment les données attributaires et spatiales sont-elles reliées dans un SIG ?

3.1. Introduction

Les **systèmes de coordonnées** et les **projections cartographiques** sont essentiels pour représenter la Terre en deux dimensions dans les Systèmes d'Information Géographique (SIG). La Terre étant sphérique, il est nécessaire de convertir ses caractéristiques géographiques en cartes planes afin de les analyser, ce qui introduit des déformations qu'il faut maîtriser. Ce cours explique ces concepts de manière simple et concise.

3.2. Les systèmes de coordonnées

Les systèmes de coordonnées sont utilisés pour définir **la position précise** d'un point sur la surface terrestre. Deux principaux types de systèmes de coordonnées sont utilisés dans les SIG :

3.2.1. Coordonnées géographiques

- **Définition** : Elles utilisent la **latitude** (mesurée en degrés nord ou sud par rapport à l'équateur) et la **longitude** (mesurée en degrés est ou ouest par rapport au méridien de Greenwich).
- **Utilisation** : Ce système est adapté pour des **références globales** sur la Terre, et est couramment utilisé par les GPS.

3.2.2. Coordonnées projetées

- **Définition** : Ce sont des coordonnées qui résultent de la **projection de la Terre sphérique sur un plan**, exprimées en mètres ou en kilomètres.
- **Utilisation** : Elles sont idéales pour des analyses locales ou régionales, car elles facilitent les mesures de **distances** et de **surfaces** sur des cartes plates.

Exemple : Le système UTM (Universal Transverse Mercator) est une projection qui divise la Terre en zones et donne des coordonnées en mètres.

3.3. Projections cartographiques

Les projections cartographiques sont des techniques qui permettent de **représenter la surface courbe de la Terre sur une carte plate**. Elles causent nécessairement des **distorsions** (au niveau des distances, des surfaces, des formes ou des angles), mais chaque type de projection est optimisé pour réduire certaines de ces distorsions en fonction des besoins.

3.3.1. Types principaux de projections

Les projections sont souvent choisies en fonction du **type d'analyse** ou de la **zone géographique** concernée. Les principales familles de projections sont :

- **Projection cylindrique**

- **Principe** : Elle projette la surface de la Terre sur un cylindre tangent à l'équateur.
- **Exemple** : La projection de Mercator, couramment utilisée pour la navigation maritime, car elle conserve les **angles**.
- **Distorsions** : Elle agrandit considérablement les zones près des pôles.

- **Projection conique**

- **Principe** : La surface terrestre est projetée sur un cône tangent ou sécant à la Terre.
- **Exemple** : Projection conique conforme de Lambert, souvent utilisée pour représenter des pays ou continents situés à des latitudes moyennes.
- **Distorsions** : Moins marquée pour les zones situées autour du parallèle choisi.

- **Projection azimutale (ou plane)**

- **Principe** : Projette la surface terrestre sur un plan tangent à un point donné (souvent les pôles).
- **Exemple** : Utilisée pour représenter les pôles ou pour les cartes de navigation aérienne.
- **Distorsions** : Les déformations augmentent à mesure qu'on s'éloigne du point de tangence.

3.3.2. Choix de la projection

Le choix d'une projection dépend du type d'application et de la zone à représenter. Par exemple :

- Pour une **carte mondiale**, la projection de Mercator est utile pour la navigation, mais elle déforme les régions polaires.
- Pour des **cartes régionales**, les projections coniques sont souvent préférées, car elles limitent les déformations.

3.4. Importance des systèmes de coordonnées et projections dans les SIG

Dans les SIG, l'utilisation d'un **système de coordonnées approprié** et d'une **projection adaptée** est cruciale pour garantir que les analyses spatiales sont précises et que les données géographiques sont correctement superposées.

- **Mauvais choix** : Si les projections ne sont pas choisies correctement, cela peut entraîner des erreurs importantes dans la mesure des distances ou des surfaces.
- **Concordance** : Il est essentiel que toutes les données géographiques utilisées dans une même analyse aient le **même système de coordonnées et la même projection** pour garantir des résultats cohérents.

3.5. Principaux Systèmes de coordonnées utilisés en Algérie

En Algérie plusieurs systèmes de coordonnées et projections sont couramment utilisés :

- **WGS84 (World Geodetic System 1984) :**

Ce système global est basé sur l'ellipsoïde WGS84. Il est largement utilisé pour les applications GPS et les travaux géospatiaux modernes.

Utilisé avec la projection UTM, il divise la Terre en fuseaux de 6° de longitude. Les fuseaux 29N, 30N, 31N et 32N couvrent respectivement l'ouest et l'est de l'Algérie.

- **UTM Nord Sahara 1959 :**

Ce système régional repose sur l'ellipsoïde Clarke 1880. Il a été spécialement conçu pour l'Afrique du Nord, notamment pour des travaux géodésiques locaux.

Il utilise également la projection UTM avec les fuseaux 31N et 32N, mais offre moins de précision que le WGS84 pour les travaux modernes.

- **Projection Lambert :**

Utilisée principalement pour des représentations à moyenne échelle, cette projection conique conforme est adaptée pour les zones allongées est-ouest.

Bien qu'elle soit moins courante en Algérie aujourd'hui, elle reste pertinente pour certains projets cartographiques régionaux.

3.6. Conclusion

Les **systèmes de coordonnées** permettent de définir avec précision la localisation d'un point sur la Terre, tandis que les **projections cartographiques** sont utilisées pour convertir cette information en cartes planes, adaptées aux analyses spécifiques. Choisir le bon système et la bonne projection est crucial pour garantir la précision des données dans les SIG.

3.7. Ce qu'on doit retenir

1. **Systèmes de coordonnées** : Géographiques (latitude/longitude) et projetées (en mètres ou kilomètres).
2. **Projections cartographiques** : Cylindriques, coniques et azimutales, chacune ayant ses avantages et ses distorsions.
3. **Importance** : Le choix correct de la projection et du système de coordonnées garantit la précision des analyses dans les SIG.

4.1. Introduction :

Les **bases de données** dans les Systèmes d'Information Géographique (SIG) permettent de stocker, organiser et gérer de grandes quantités de **données géographiques**. Elles facilitent l'accès, la mise à jour et l'analyse des informations spatiales et attributaires.

4.2. Définition d'une base de données dans un SIG

Une **base de données SIG** est un système structuré permettant de stocker et de gérer des **données spatiales** (localisation géographique) et **attributaires** (caractéristiques descriptives des objets géographiques). Ces données sont interconnectées et peuvent être facilement consultées et analysées.

4.3. Composantes principales d'une base de données SIG

1. **Données spatiales** : Ce sont les **informations géographiques** relatives à la position des objets dans l'espace. Elles sont stockées sous forme de points, lignes ou polygones, représentant des éléments tels que des routes, des bâtiments ou des zones naturelles.
2. **Données attributaires** : Ce sont les **caractéristiques descriptives** des objets géographiques, comme le nom d'une ville, la population d'un pays, ou le type de végétation. Elles sont organisées en **tables** reliées aux données spatiales par un identifiant unique.

4.4. Types de bases de données dans les SIG

1. **Bases de données relationnelles**
 - Elles stockent les données sous forme de **tables** liées entre elles. Chaque table contient des enregistrements, et chaque enregistrement est un objet géographique avec ses attributs.
2. **Bases de données orientées objets**
 - Les données sont stockées sous forme d'**objets** qui contiennent à la fois la géométrie et les attributs. Ces bases de données sont adaptées aux modèles complexes et aux relations entre objets.

Exemple : ArcGIS utilise ce modèle pour intégrer des objets géographiques avec leurs attributs.

4.5. Gestion des données géographiques dans les bases de données SIG

1. **Stockage structuré**
 - Les données sont **structurées** et organisées en couches ou tables pour permettre un accès rapide et facile. Chaque donnée spatiale est liée à des attributs spécifiques.
2. **Mise à jour et intégration**

- Les bases de données SIG permettent de **mettre à jour les données** en temps réel et d'**intégrer de nouvelles informations**, garantissant ainsi que les analyses spatiales utilisent des informations à jour.

3. Requêtes et analyses

- Les SIG permettent d'effectuer des **requêtes spatiales** complexes pour extraire des informations spécifiques. Par exemple, on peut interroger la base de données pour trouver toutes les écoles situées à moins de 500 mètres d'une route.

4.6. Avantages des bases de données dans les SIG

1. Centralisation des données

- Les bases de données permettent de **centraliser** toutes les informations géographiques et attributaires, évitant les doublons et facilitant leur gestion.

2. Accès rapide aux informations

- Grâce à une structure bien organisée, les données peuvent être rapidement récupérées et analysées selon les besoins.

3. Sécurité et gestion des accès

- Les bases de données permettent de **contrôler l'accès** aux informations, garantissant que seules les personnes autorisées peuvent modifier ou accéder aux données sensibles.

4.7. Conclusion

Les **bases de données dans les SIG** sont essentielles pour organiser, gérer et analyser les données géographiques. Elles permettent de structurer les informations en couches ou tables, facilitant l'accès, la mise à jour et les analyses spatiales complexes.

4.8. Ce qu'on doit retenir

- Une **base de données SIG** contient des **données spatiales** (localisation) et **données attributaires** (caractéristiques descriptives).
- Les bases de données peuvent être **relationnelles** ou **orientées objets**.
- Elles permettent de **centraliser, organiser et analyser** les données géographiques de manière efficace et sécurisée.

5.1. Introduction

Les **traitements dans les Systèmes d'Information Géographique (SIG)** désignent l'ensemble des opérations qui permettent de manipuler, analyser et transformer des **données géographiques** pour en extraire des informations utiles. Ces traitements facilitent la prise de décision dans des domaines comme l'urbanisme, l'environnement ou les infrastructures.

5.2. Types de traitements dans les SIG

1. Traitement des données spatiales

- Il s'agit d'opérations qui affectent directement la géométrie des objets géographiques (points, lignes, polygones).
 - **Exemple** : Regrouper plusieurs parcelles en une seule (fusion) ou découper une zone spécifique (découpage).

2. Traitement des données attributaires

- Ces traitements modifient les **informations descriptives** associées aux objets géographiques.
 - **Exemple** : Mise à jour des noms de rues ou ajout d'une nouvelle caractéristique à un bâtiment (hauteur, surface).

5.3. Principaux traitements spatiaux

1. Superposition (Overlay)

- **Définition** : Combinaison de plusieurs couches d'informations pour analyser les interactions entre les objets géographiques.
- **Exemple** : Superposer une couche de zones inondables avec une couche de bâtiments pour identifier ceux à risque.

2. Analyse de proximité (Buffer)

- **Définition** : Créer une zone tampon autour d'un objet géographique (point, ligne, polygone) à une distance donnée.
- **Exemple** : Déterminer les zones situées à 100 mètres d'une rivière pour des études environnementales.

3. Découpage (Clip)

- **Définition** : Extraction d'une portion d'une couche en fonction des limites d'une autre couche.
- **Exemple** : Extraire les bâtiments situés dans une région spécifique.

4. Jointure spatiale

- **Définition** : Associer des **données attributaires** d'une couche à une autre, basée sur des relations spatiales (proximité ou intersection).
- **Exemple** : Associer des données démographiques à des secteurs géographiques spécifiques.

5.4. Traitements d'analyse spatiale

1. Analyse de réseau

- **Définition** : Étude des **réseaux de transport** ou des flux (routes, canalisations) pour optimiser les itinéraires ou les déplacements.
- **Exemple** : Calculer le chemin le plus court entre deux points dans une ville.

2. Interpolation spatiale

- **Définition** : Technique permettant de **prédire les valeurs** pour des emplacements non mesurés en se basant sur les données de points environnants.
- **Exemple** : Prédire la température dans une zone où il n'y a pas de capteurs, à partir des données des stations météo voisines.

3. Modélisation des pentes et reliefs

- **Définition** : Création de modèles de terrains pour représenter l'**élévation** et les **pent**es d'une zone.
- **Exemple** : Modélisation du relief pour étudier les zones à risque de glissements de terrain.

5.5. Importance des traitements dans les SIG

1. Prise de décision améliorée

- Les traitements dans les SIG permettent d'obtenir des informations précises pour la **planification urbaine**, la **gestion des ressources naturelles**, ou la **réponse aux catastrophes**.

2. Automatisation des tâches

- Les SIG permettent d'automatiser certains traitements, facilitant ainsi la gestion de grandes quantités de données géographiques.

3. Visualisation claire

- Les résultats des traitements peuvent être visualisés sous forme de **cartes thématiques**, rendant les informations plus faciles à comprendre pour les décideurs.

5.6. Conclusion

Les traitements dans les SIG sont essentiels pour transformer et analyser les données géographiques. Ils offrent des outils puissants pour comprendre les relations spatiales, optimiser les ressources, et aider à la prise de décision dans divers secteurs.

5.7. Résumé

- Les traitements dans les SIG incluent des opérations sur les **données spatiales** et **attributaires**.
- Principales opérations : **Superposition, proximité, découpage, jointure spatiale**.
- Les **analyses spatiales** comme l'**analyse de réseau**, l'**interpolation** ou la **modélisation du relief** sont cruciales pour des applications spécialisées.

Document de Mr SEDDIKI Ahmed - 2025

Document de Mr SEDDIKI Ahmed - 2025

Deuxième Partie : TP SIG

Programme des TP

TP1 : Les composantes d'un S.I.G

Conception de base d'un SIG, Présentation du logiciel SIG

TP2 : Les modes de représentation des données géographiques dans un SIG

Le mode vecteur, Le mode raster, Modèle numérique de terrain MNT

TP 3 : Importation et affichage des données

Géoréférencement de données, Système de projection.

TP4 : Les données dans les SIG

Les données attributaires, Les données spatiales

TP5 : Applications

Analyse spatiale

Introduction

Les Systèmes d'Information Géographique (SIG) sont des outils puissants pour la gestion, l'analyse et la visualisation des données géographiques.

Dans ce document, nous allons explorer les concepts clés du SIG à travers des exercices pratiques adaptés au niveau Master2 en utilisant ArcGIS 8.1.

TP1 : Les composantes d'un SIG

1. Conception d'un SIG

Objectif : Comprendre les différentes composantes d'un SIG.

Activités :

1. Identification des composantes principales d'un SIG :

- Données géographiques (spatiales et attributaires).
- Matériel informatique (ordinateurs, serveurs).
- Logiciels SIG (comme ArcGIS 8.1).
- Ressources humaines (analystes SIG, techniciens).

2. Schéma explicatif : Dessiner un schéma d'un SIG montrant les interactions entre les différentes composantes.

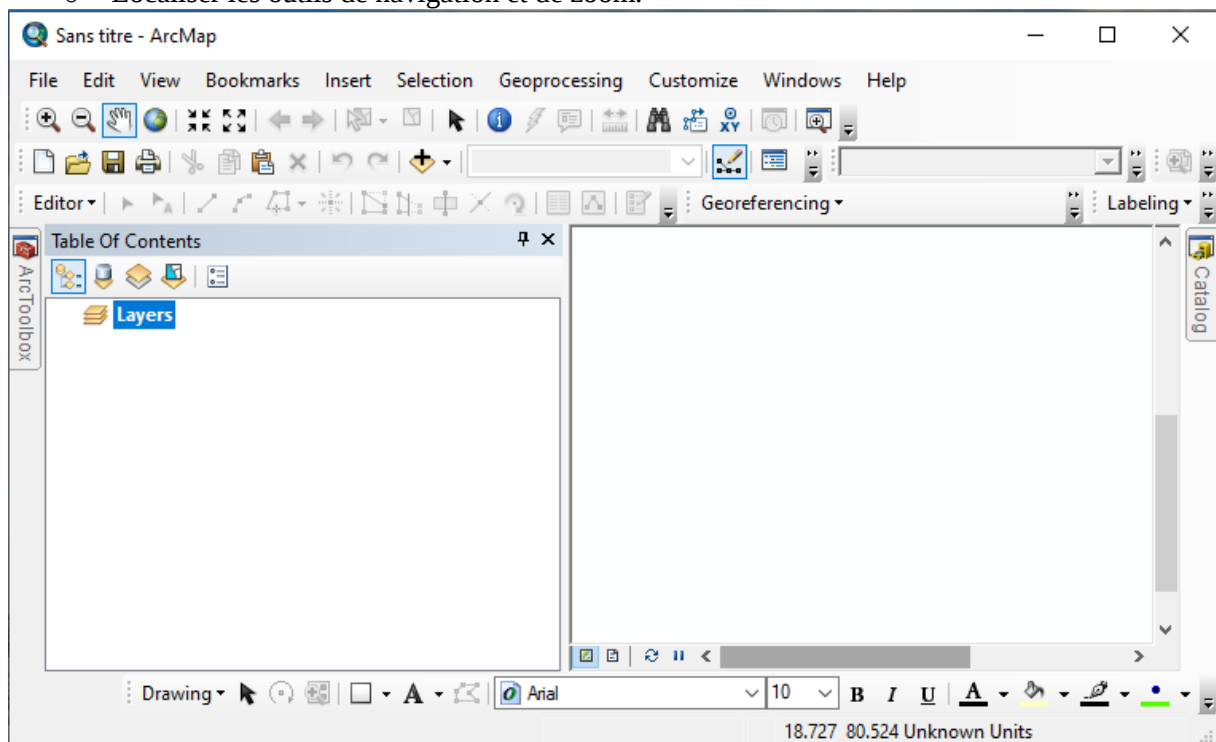


2. Présentation d'ArcGIS

Objectif : Découvrir l'interface et les fonctionnalités de base d'ArcMap.

Activités : Exploration de l'interface :

- Identifier les différents menus, outils et fenêtres.
- Localiser les outils de navigation et de zoom.



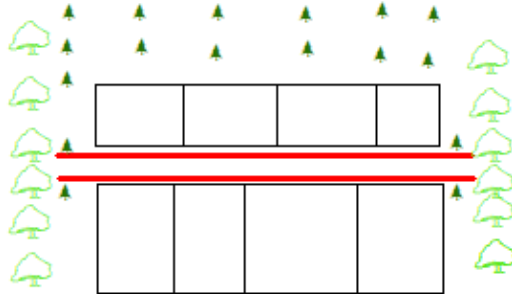
TP2 : Les modes de représentation des données géographiques

1. Mode Vecteur

Objectif : Comprendre le mode vecteur pour représenter des données géographiques.

Activités :

1. **Créer une couche de points, de lignes et de polygones.**
2. **Tableau comparatif :** Avantages et limites du mode vecteur.

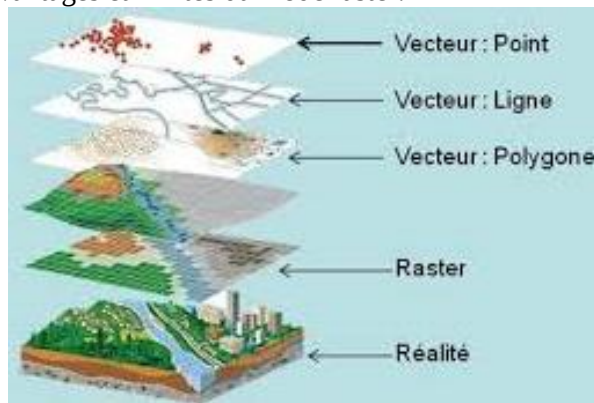


2. Mode Raster

Objectif : Comprendre le mode raster pour représenter des données géographiques.

Activités :

1. **Affichage d'une image satellite.**
2. **Tableau comparatif :** Avantages et limites du mode raster.



3. Modèle Numérique de Terrain (MNT)

Objectif : Explorer les MNT pour représenter les altitudes.

Activités :

1. **Charger un fichier MNT.**
2. **Générer un profil altimétrique.**



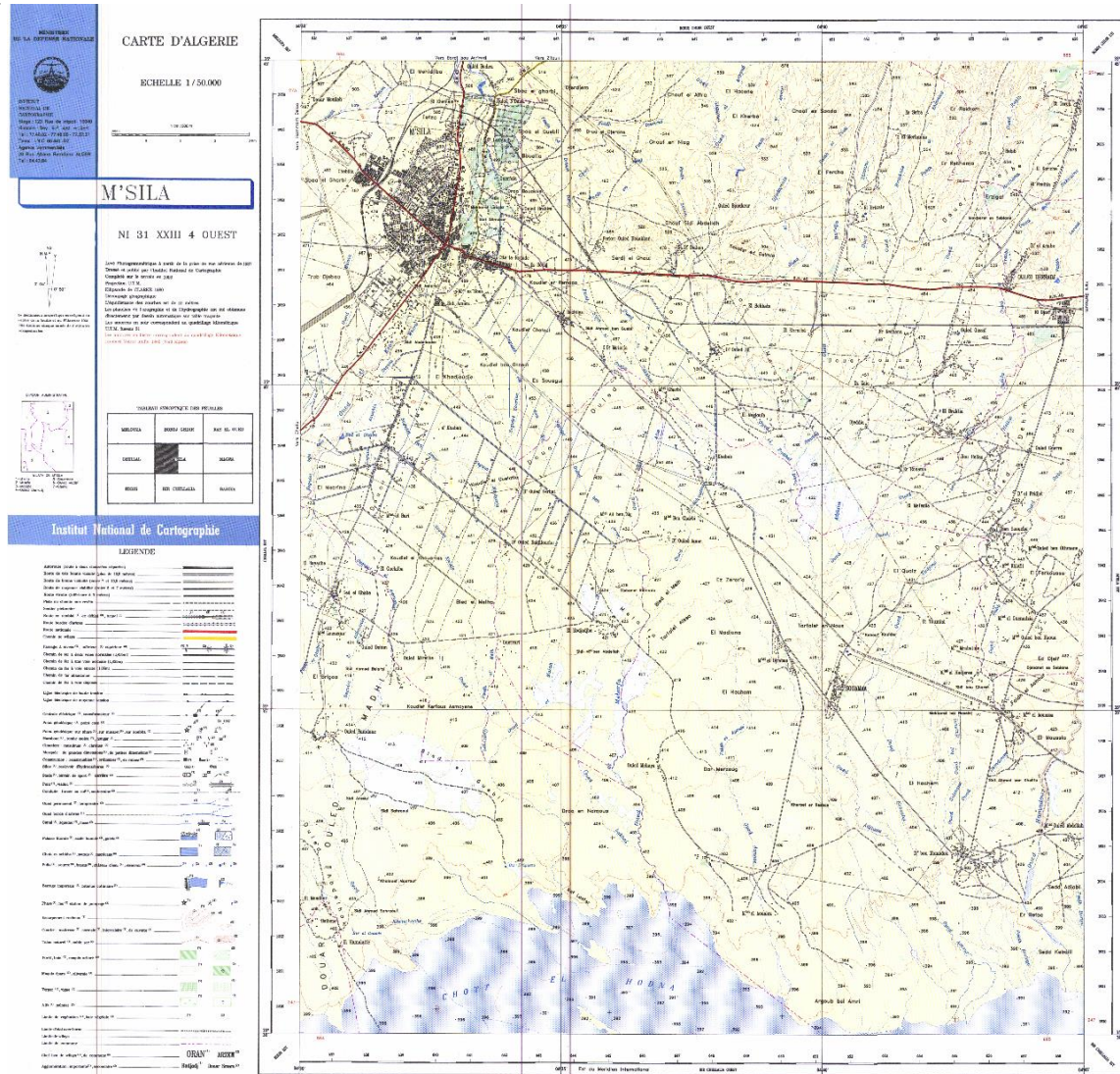
TP3 : Importation et Affichage des Données

1. Géoréférencement des Données

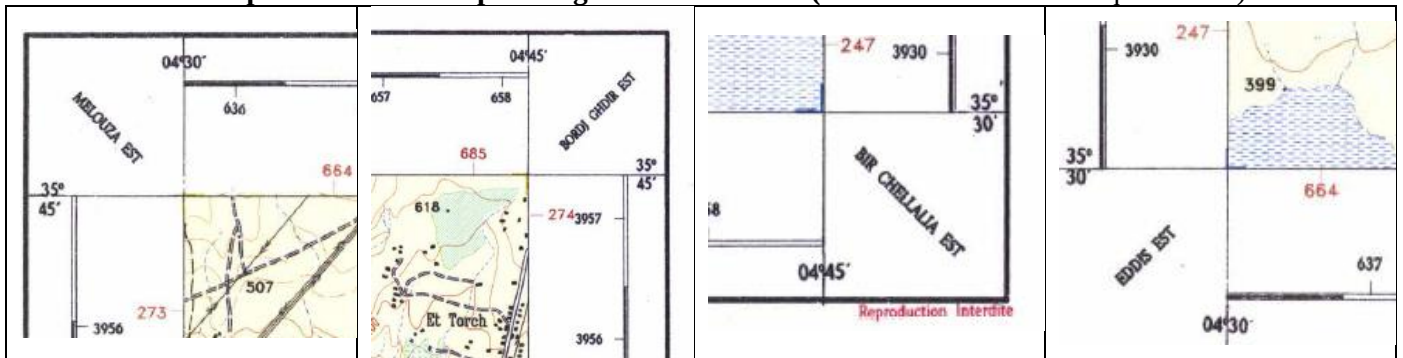
Objectif : Apprendre à Géoréférencer une image.

Activités :

1. Importer une carte scannée.



2. Définir des points de contrôle pour le géoréférencement. (Coordonnées UTM aux quatre coins)s.



2. Systèmes de Projection

Objectif : Comprendre les systèmes de projection et leurs utilisations.

Activités :

1. Changer le système de projection d'une couche.
2. Illustrer les différences entre deux projections.

Annexe

Les principaux systèmes de références de coordonnées utilisés en Algérie sont :

Le Système WGS84

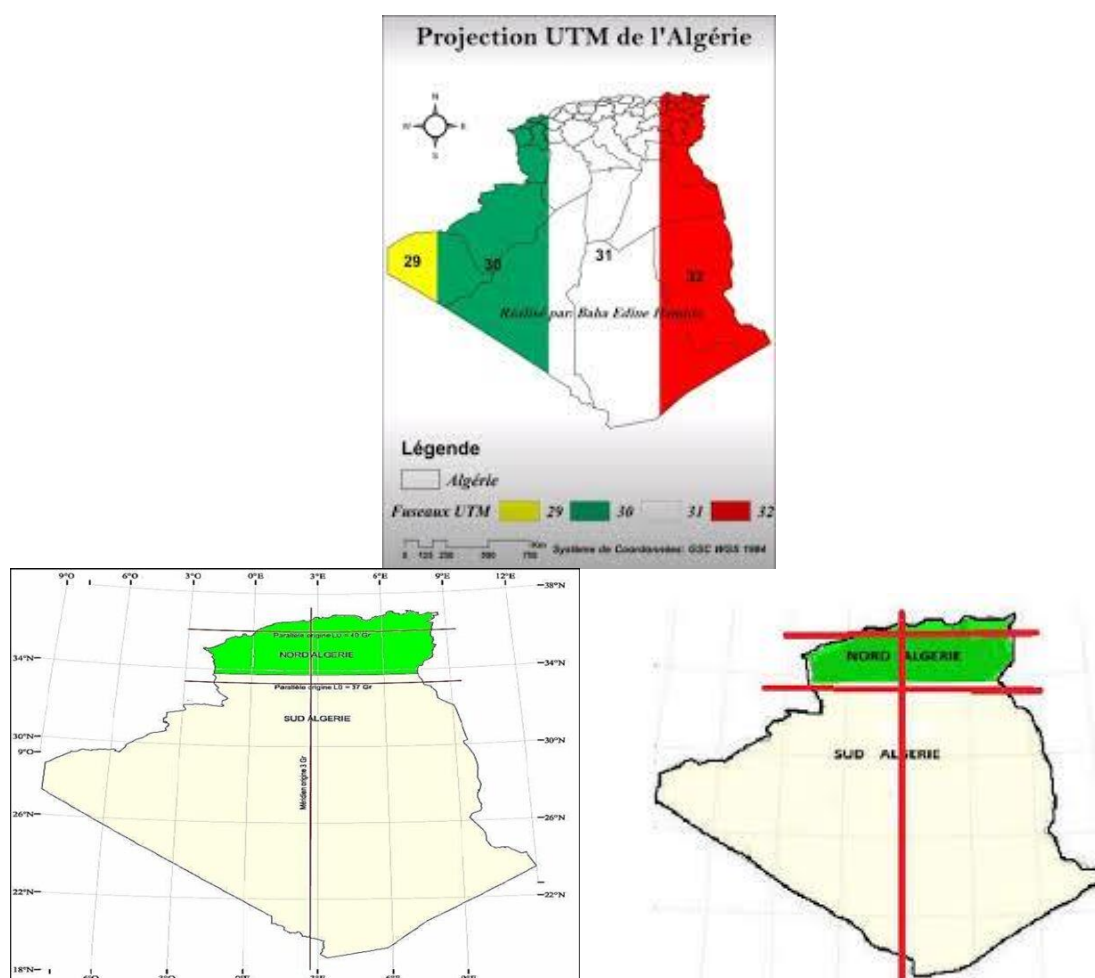
Le Système Lambert

Et l'UTM WGS84 ou l'UTM Nord Sahara 1959

Différences entre WGS84, Nord Sahara 1959, et leurs projections

Aspect	WGS84	Nord Sahara 1959
Datum	Global	Régional (Afrique du Nord)
Ellipsoïde	WGS84	Clarke 1880
Projection utilisée	UTM	UTM
Précision	Haute (utilisé pour GPS)	Moins précis pour des travaux modernes
Applications	Projets modernes, GPS, SIG	Cartes anciennes, travaux locaux

En coordonnées UTM l'Algérie est divisée en 04 Zones, la plus vaste c'est la zone 31 (0-6°).



TP4 : Les données dans les SIG

1. Données Attributaires

Objectif : Comprendre l'organisation des données attributaires.

Activités :

1. Ajouter des champs dans une table attributaire.
2. Effectuer des calculs simples.

	FID	Shape *	Id	Num	Surface	Nom	Nature
	0	Polygon	0	1	13433616.67	Saad	Melk
	1	Polygon	0	2	14437999.22	Ali	Melk
	2	Polygon	0	3	15191286.14	Halim	inconnue
	3	Polygon	0	4	9792729.91	Aya	Melk
	4	Polygon	0	5	21275265.6	Mohamed	Etat
	5	Polygon	0	6	19035763.95	Raouane	Melk
	6	Polygon	0	7	30905122.66	Tina	Melk
	7	Polygon	0	8	23290817.07	Tahar	Melk
▶							

2. Données Spatiales

Objectif : Manipuler des données spatiales.

Activités :

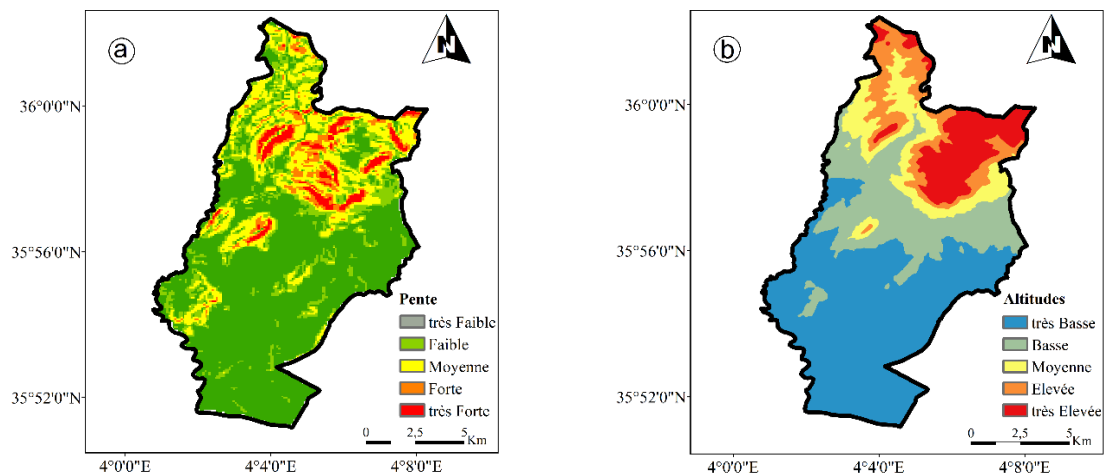
1. Effectuer une requête spatiale simple.
2. **Illustration :** Créer une carte thématique.

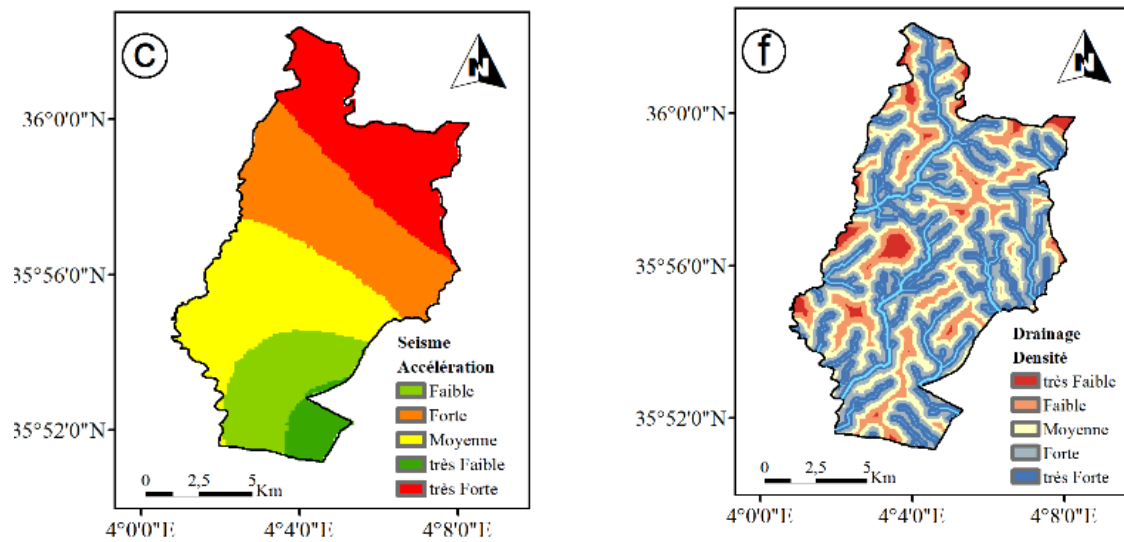
Par exemple du MNT créer les cartes d'altitude, de courbe de niveau, d'aspect, des pentes, Hydrologie, etc.

A partir des données de météorologie créer les cartes de pluviométrie, de température, du vent etc.

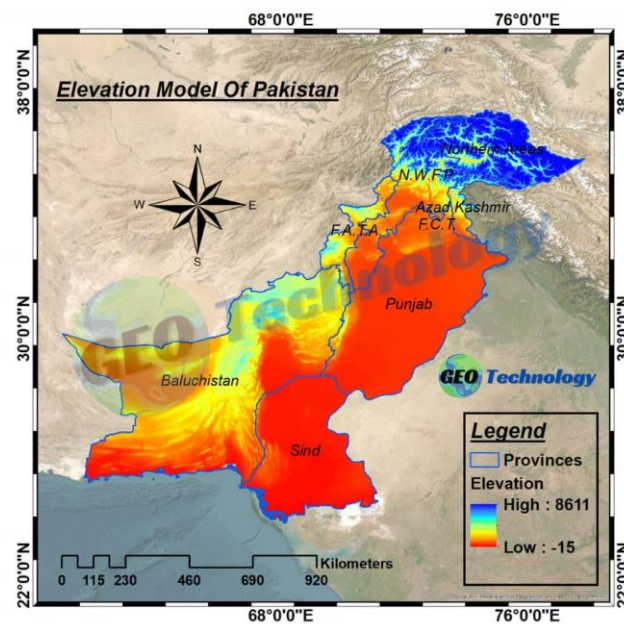
Des enregistrement d'accéléromètres, créer les cartes de zonage sismiques.

Exemples : carte des pentes, altitudes, hypsométrique et de drainage de Beni Ilmane à Msila





Ou autre cartes :





TP5 : Applications Pratiques des SIG en Géotechnique

Analyse Spatiale

Objectif : Appliquer les SIG à des problématiques géotechniques.

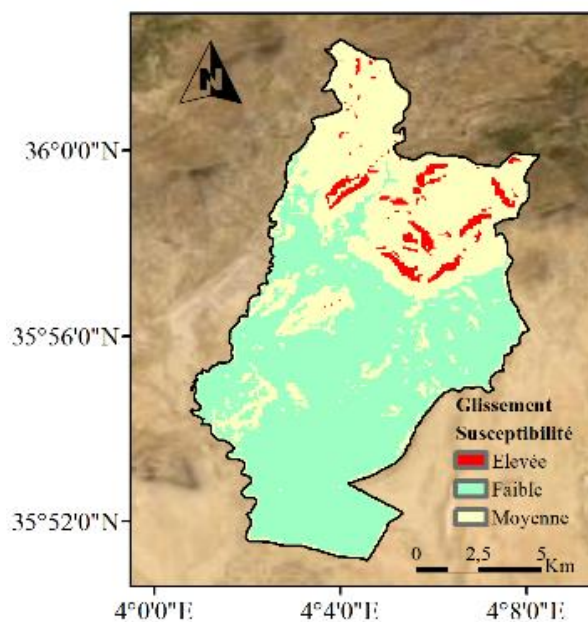
Activités :

1. **Analyse des zones à risque :**

- Identifier les zones sujettes à des glissements de terrain.
- Évaluer la proximité avec les infrastructures.

A partir des cartes thématiques créer des cartes des zones à risque (au glissement, inondation, feu, etc.)

Exemples carte de susceptibilité au glissement de Beni Ilmane



2. **Ressources supplémentaires :**

- Lien vers des bases de données géographiques.

☐ OpenStreetMap : Un incontournable pour les données cartographiques.

https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Openstreetmap_logo.svg

☐ Natural Earth : Des données vectorielles à différentes échelles pour le monde entier.

<https://www.naturalearthdata.com/>

☐ Copernicus Open Access Hub : Des images satellites et des données géographiques issues des programmes Copernicus.

<https://scihub.copernicus.eu/>

☐ USGS (United States Geological Survey) : De nombreuses données géographiques sur les États-Unis.

<https://www.usgs.gov/>

☐ DIVA-GIS est un site web qui offre des données géospatiales gratuites sur chaque pays.

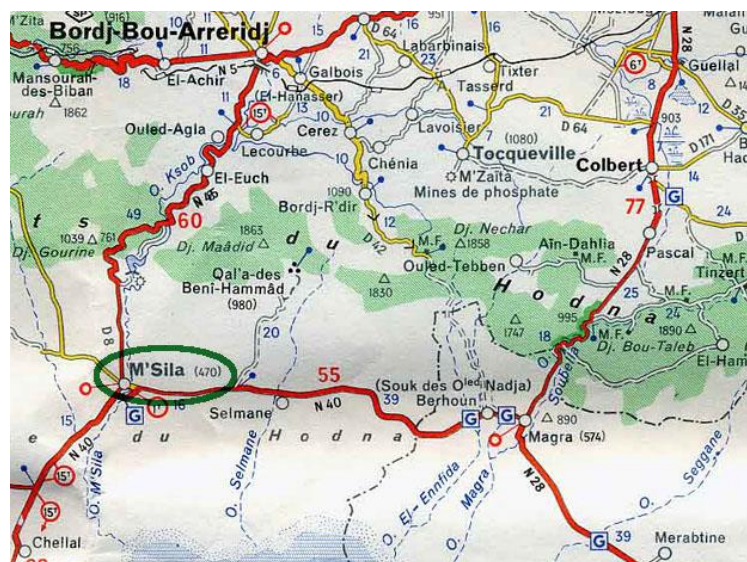
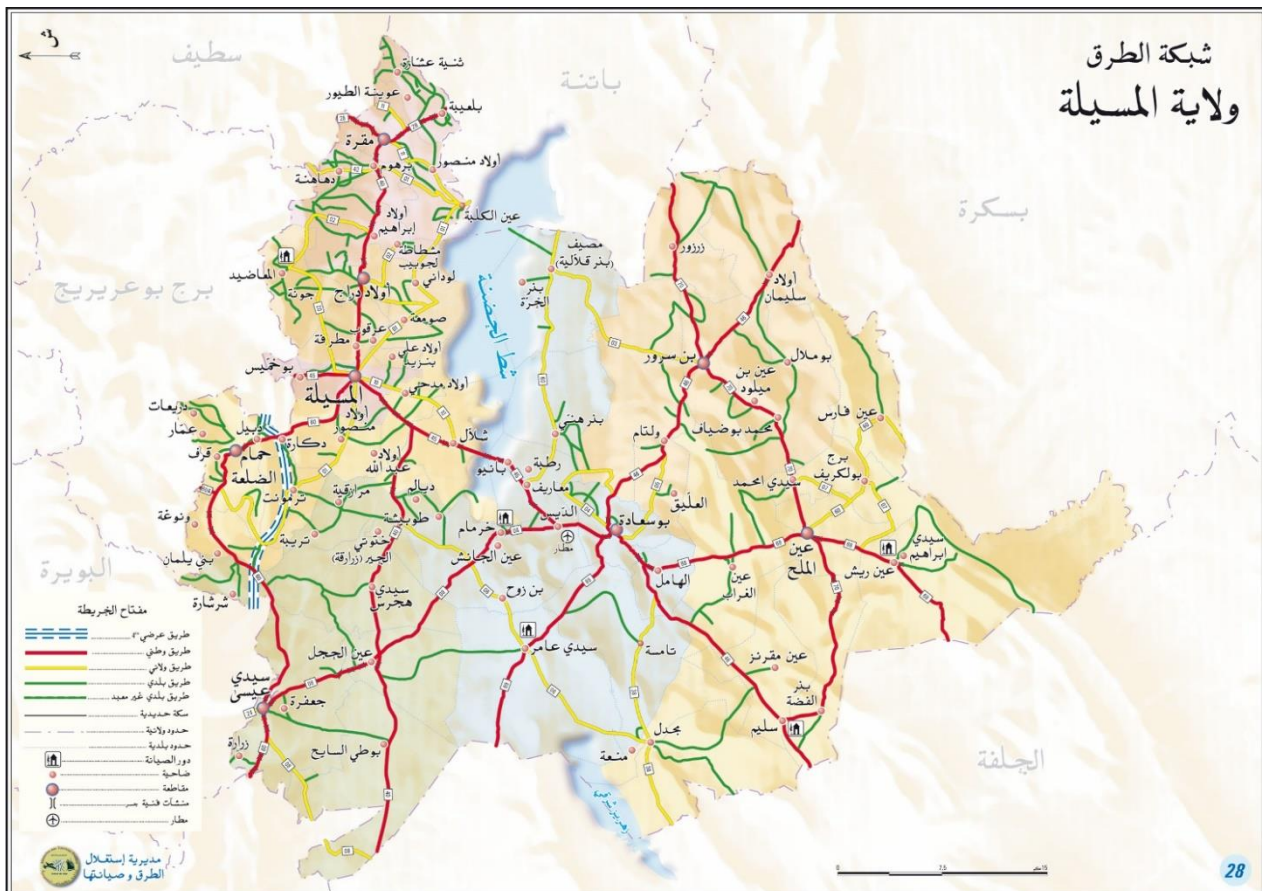
<https://diva-gis.org/>

Annexe

Site ministère des travaux publics

Cartes des routes par wilaya

http://www.mtppt.gov.dz/?page_id=965



Site du ministère des finances

Direction Générale du Domaine National

Le portail de la donnée foncière nationale

<https://fadaeldjazair.mf.gov.dz/>

Ce site nous donne la nature juridique de tous les terrains de chaque wilaya.

Conclusion

Ces exercices fourniront aux étudiants une base solide pour comprendre et utiliser les SIG dans le contexte de la géotechnique.

Chaque TP inclut des étapes pratiques et des ressources pour approfondir leurs connaissances.

Bibliographie

- [1]: Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2005). Geographical Information Systems and Science. John Wiley & Sons.
- [2]: Coppock, J. T., & Rhind, D. W. (1991). The history of GIS. Geographical Information Systems: Principles and Applications, 1(1), 21-43.
- [3]: Tomlinson, R. (2007). Thinking about GIS: Geographic information system planning for managers. ESRI, Inc.
- [4]: Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). Principles of geographical information systems. Oxford University Press.
- [5]: Goodchild, M. F. (1993). The state of GIS for environmental problem-solving. In Environmental modeling with GIS (pp. 8-15). Oxford University Press.
- [6]: Clarke, K. C. (2011). Getting started with geographic information systems. Prentice Hall.



Les SIG sont des outils puissants pour analyser et visualiser les données géographiques. Ce polycopié vous offre une formation complète pour exploiter tout le potentiel de ces systèmes. Dès la géoréférencement à l'analyse spatiale, en passant par la création de cartes thématiques, vous acquerez les compétences nécessaires pour répondre à vos problématiques liées à l'espace.