

**PROGRAMME DE LA QUATRIEME ANNEE  
DE LA FILIERE INGENIEURS GEOSCIENCES (IGS 4)**

**GS 4.1.1 (C:20 h – TD:15 h) Coef. 3**

**INFORMATIQUE : ANALYSE DE DONNEES ET CONCEPTION DE FICHIERS**

Structures des machines et des systèmes Méthodologie Informatique. Notions d'algorithme. Définition des organigrammes. Utilisation de la méthodologie.

Les Fonctions : Rappel et compléments

Les fonctions utilisateurs (syntaxe de déclaration, modes de passage des paramètres)

Applications

Structures de données complexes

Les tableaux (à une ou plusieurs dimensions)

Les chaînes de caractères

Les enregistrements (struct.)

Les tableaux d'enregistrements

Les listes chaînées, allocation dynamique de la mémoire

Illustration par la programmation d'algorithmes classiques

Les Fichiers

Les fichiers textes

fonctions standards de manipulation,  
applications

Fichiers et Base de données

- Evolution de l'approche fichier, vers l'approche BD

- Objectifs de l'approche BD

- Conception d'une BD avec le modèle Entité-Association

Langages de définition et de manipulation d'une BD

BD relationnelles et standard SQL

Introduction au standard SQL

**GS 4.1.2 (C:20 h – TD:05 h– TP:10 h) Coef. 3**

**SEDIMENTOLOGIE**

Sédiments et mécanismes généraux de la sédimentation, Enregistrement sédimentaire de catastrophes naturelles, Géométrie et structures des corps sédimentaires, Quantification des processus sédimentaires, Diagenèse, Analyses séquentielles

**GS 4.1.3 (C:25 h– TD:10 h) Coef. 3**

**MECANIQUE DES FLUIDES**

Notions sur les différents comportements des fluides. Lois constitutives du fluide classique. Equations générales. Classification des écoulements. Similitude. Théorème de Bernoulli et applications. Application du théorème d'Euler. Exemples de résolution de problèmes simples. Solutions exactes: écoulements de Poiseuille, pertes de charge. Notions sur la couche limite.

#### **GS 4.1.4 (C:20 h – TP:15 h) Coef. 3**

### **GEOLOGIE DES BASSINS SEDIMENTAIRES**

Caractéristiques des bassins sédimentaires. Principaux facteurs intervenant dans la géologie des bassins sédimentaires: Facteurs externes et facteurs internes. Principaux types de bassins: bassins de type rift en domaine cratonique, bassin des aires stables en domaine continental, bassins des marges passives, bassin en domaine d'orogène (type intramontagneux et miogéosynclinal ou d'avant fossé).

Géodynamique des bassins sédimentaires: stade juvénile, stade de maturité et stade sénile. Milieux et mécanismes sédimentaires et leurs conséquences: les caractéristiques de quelques milieux et rythmes de sédimentations, quelques transformations minérales liées à la subsidence. Stratigraphie sismique: le concept de séquence, le concept de cortège sédimentaire, les variations du niveau de la mer, la résolution sismique, faciès sismique et lithologie.

Processus d'interprétation en stratigraphie sismique: cas des séries détritiques, cas des séries carbonatés.

#### **GS 4.1.5 (C: 30 h– TD:5 h) Coef. 3**

### **PALEOGEOGRAPHIE DE LA TUNISIE**

Paléogéographie de la Tunisie au Permo-Carbonifère et au Méso-Cénozoïque:

Exemples de bassins sédimentaires en Tunisie: bassin permo-carbonifère de la Jeffara.

Bassin évaporitique triasique du Sud de la Tunisie.

Bassin de Gafsa Méttlaoui de l'Aptien à l'Eocène (exemple du bassin phosphaté paléogène).

Bassin molassique ou avant-fosse miocène du Nord. Insister sur la dynamique des bassins, la rotation des blocs, la migration spatio-temporelle des aires subsidentes et les phénomènes d'inversion.

#### **GS 4.1.6 (C:30 h– TD:05 h) Coef. 3**

### **GEOLOGIE DU GENIE CIVIL**

Méthodes d'études, les mouvements du sol, les procédés de traitement du sous-sol. ouvrages hydrotechniques - classification et principes de fonctionnement.

Ouvrages hydrauliques .

Conceptions des barrages, aménagement des lits des cours d'eau, protection contre les inondations.

Ouvrages maritimes: ports, écluses maritimes, ouvrages de protection des côtes (brise-lames, épis, digues), Estuaires

#### **GS 4.1.7 (C:20 h – TD:15 h) Coef. 3**

### **GEOSTATISTIQUE**

Présentation de la géostatistique linéaire stationnaire. Le variogramme, calcul et modélisation, variance de blocs, variance d'estimation, le krigeage, réserves récupérables, échantillonnage en vrac formule de Gy. Problèmes dans l'étude des distributions d'échantillons et de blocs. Problèmes de calcul et ajustement de variogrammes, courbes tonnage teneur et réserves récupérables. Calculs de précision des réserves globales et récupérables. Krigeage aléatoire et log normal. Méthode non paramétriques FAIK. Problèmes de rééchantillonnage. Classification des réserves.

### **GS 4.1.8 (C:20 – TD:15 h) Coef. 3**

#### **TECHNIQUES DE L'EXPRESSION II**

Rédaction des lettres administration. Curriculum Vitae.

Principe des règles utilisées dans la rédaction des textes scientifiques (comment concevoir un plan, un résumé, une conclusion, les règles d'une bibliographie (abréviations d'usages ...)

Rédaction de textes relatifs aux illustrations (cartes géologiques, géographiques, log lithologiques, figures, tableaux de nombres,...)

Techniques de l'exposé et les moyens audiovisuels

### **GS 4.2. 1 (C:20 h– TD:15 h) Coef. 3**

#### **HYDRODYNAMIQUE SOUTERRAINE ET HYDRAULIQUE**

L'eau dans le sol.

Loi de Darcy et application.

Hydrodynamique: équations générales.

Régimes d'écoulement : écoulements permanents en charge

Écoulement à surface libre.

Écoulements non Permanents. Débit d'une nappe et vitesse d'écoulement.

Conditions aux limites géologiques et hydrodynamiques.

Conception de l'écoulement de l'eau souterraine modèles conceptuels.

Réseaux d'écoulements, système de flux, zonalité.

Hydraulique urbaine: réseaux hydrauliques urbains, organisations des systèmes d'alimentation en eau. Conception des réseaux de drainage et d'assainissement.

### **GS 4.1.10 (C: 20 h – TD:15 h) Coef. 5**

#### **DIAGRAPHIES DANS LES SONDAGES**

*Diagraphie en cours de forage:* mesures sur la boue de forage et sur les déblais, mesure relative au forage, mesures effectuées au fond, mise en oeuvre sur le chantier, interprétation et utilisation des résultats.

*Diagraphies électriques :* notions d'évaluation des formations et des couches, polarisation spontanée, résistivité, micro-résistivité.

*Diagraphies nucléaires:* généralités, diagraphie de rayons gamma différée, diagraphie Neutrons, diagraphie de résonance magnétique nucléaire (NML), étalonnage précision des mesures nucléaires.

*Diagraphies acoustiques:* généralités, diagraphie sonique, diagraphie d'adhérence au ciment.

*Diagraphies et mesures diverses:* généralités, mesures utiles à la géologie et géophysiques, services auxiliaires, services spéciaux.

*Techniques d'enregistrements :* généralités, outils combinés, contrôle des opérations par ordinateurs.

*Notions d'évaluation des formations :* généralités, interprétation manuelle, interprétation sur le chantier, interprétation, au centre de calcul, interprétation en puits tubé, interprétation à l'échelle du champ, détections et évaluation des interventions.

*Echantillonnage et essais de paroi :* introduction, carottage latéral à balles, échantillonnage des fluides (R.F.T).

*Opération de complétion par câble électrique :* généralités, balles et charges creuses, perforateurs, opérations de complétions (tenues des tubages, pénétration) applications spéciales, coincements, détections de joints de tubages.

*Diagraphies de production:* généralités, outils de diagraphies de production, interprétions

*Diagraphies dans le puits de secours :* notion sur le contrôle des puits en éruption, utilisations des trajectomètres, détection de l'ancien puits en éruption, cas des sondages "propres" (sans acier).

*Diagraphies de géothermie* : notion sur l'énergie géothermique, production d'eau chaude, production de vapeurs.

*Diagraphies pour l'évaluation des ressources superficielles*: diagraphie minière, ressource pétrolière superficielle, puits à eau, diagraphie de génie civil.

Programme et coût des diagraphies.

### **GS 4.1.11 (C:20 h– TD:15 h) Coef. 3**

## **METHODES ELECTRIQUES MAGNETIQUES ET GRAVIMETRIQUES**

### Gravimétrie

Loi de Newton. Notion de champ. Notion de potentiel. Théorème de Gauss.

Géodésie. Géoïdes. Pesanteur vulgaire. Densité des roches : les gravimètres. Les mesures. Les équipements spéciaux. Composition de l'équipe de terrain. Méthodes de travail. Les corrections de la mesure. L'interprétation de l'anomalie de Bouguer. Les différentes techniques. Le lissage graphique. Notion de régionale et de résiduelle. Estimation de la profondeur Application informatique.

### Magnétisme

Loi de Coulomb. Notion de champ. Notion de potentiel. Intensité d'aimantation. Champ magnétique terrestre. Variations lentes et variations rapides. Lois de l'aimantation.

Paramagnétisme, Diamagnétisme.

Ferromagnétisme. Aimantation des roches et des minerais.

### Méthodes Electriques

Distribution d'un courant continu dans le sol. Loi de Coulomb. Champ et potentiel. Conducteurs et isolants. Loi d'Ohm et ses conséquences. Résistivité des roches et des minerais. Distribution normale. Profondeur d'investigation. Les variantes de la prospection électrique. Cartes de potentiels. Cartes de résistivité. Sondages électriques. Polarisation spontanée.

Méthodes de traitement des données magnétiques et gravimétriques. Utilisation de l'analyse spectrale et de l'analyse statistique. Méthode d'interpolation par modélisation 2D et 3D. Inversion simultanée.

### **GS 4.2.1 (C:20 h– TD:15 h) Coef. 3**

## **STRUCTURES DE LA TUNISIE**

La Tunisie, l'Algérie et le Maroc septentrional ont connu une évolution géodynamique et structurale unitaire au cours du cycle alpin méso-cénozoïque. Ainsi il est indispensable de traiter les structures géologiques de la Tunisie et leur évolution en liaison avec celles du reste du Maghreb.

### Enseignements théoriques

Place de la chaîne plissée de la Tunisie dans son contexte maghrébin et alpin (en rappelant les mouvements des plaques et la genèse des chaînes alpines péri-méditerranéennes due à la collision des deux plaques Eurasie-Afrique).

Position géographique de la chaîne alpine nord-africaine au Nord du craton africain.

Aperçu sur les principales unités structurales du Maghreb.

Evolution géodynamique téthysienne et tectonique alpine des atlas maghrébin et surtout tunisien : en insistant sur les différents domaines paléogéographiques et l'évolution géodynamique du Maghreb et particulièrement de la Tunisie au cours du cycle alpin et la constitution de la marge maghrébine téthysienne au cours de la période préTECTOGÉNIQUE.

Principales unités structurales de la Tunisie : description détaillée, genèse des structures de la Tunisie (phases tectoniques précoces, phases majeures qui engendrent la chaîne et phases de rajeunissement de cette chaîne).

Enseignement dirigés et pratiques

Commentaires de la carte géologique de la Tunisie au 500 000<sup>ème</sup>

Commentaires de cartes géologiques (de l'Algérie si c'est possible et de la Tunisie) à différentes échelles : 50 000, 100 000, etc., reconnaissance des structures et de leurs caractéristiques géométriques et établissement de schémas structuraux

Reconstitution de coupes géologiques isolées et sériées et interprétation.

Elaboration de blocs diagrammes pour illustrer les structures en trois dimensions.

Analyse et interprétation de schémas structuraux et de coupes traduisant une évolution structurale dans l'espace ou dans le temps.

Travaux dirigés de terrain (1 jour = 8 h) pour illustrer quelques structures géologiques étudiées dans les cours et les TP.

#### **GS 4.2.2 (C:20 h – TP:15 h) Coef. 3**

##### **HYDROLOGIE DE SURFACE**

Eléments de météorologie. Cycle de l'eau.

Hydrologie des bassins versants et bilan en eau (précipitation, ruissellement, évaporation, infiltration). Hydrologie marine: houle, marée, courants.

Hydrologie lacustre: origine des lacs, mouvements de l'eau des lacs.

Hydrologie fluviale : facteurs de l'écoulement fluvial, manifestations hydrologiques des cours d'eau (étiages, crues..).

#### **GS 4.2.3 (C:20 h - TD:15 h) Coef. 3**

##### **ENGLISH FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY II**

Reading from professional journals, Abstract analysis, Initiation to presentations, Summary writing, Professional correspondance, Listening comprehension (laboratory + vidéo)

#### **GS 4.2.4 (C:20 h – TD:5 h – TP:10 h) Coef. 3**

##### **INTERPRETATION SISMIQUE**

Calage sismique.

Sismogramme synthétique.

Pointé des horizons, embrayage et cartographie (isochrones, isopaques...).

Conversion temps profondeur.

Modélisation sismique. Modélisation Géologique.

Interprétation stratigraphique et cartographie des corps, découpage séquentiel

#### **GS 4.2.5 (C:20 h – TD:05 h – TP:10 h) Coef. 3**

##### **BIOSTRATIGRAPHIE DES SERIES DE LA TUNISIE**

Cet enseignement sera introduit par les concepts et méthodes de la stratigraphie (élaboration de coupes ou de logs de séries stratigraphiques, méthodes de corrélation latérale, évolution spatio-temporelle d'une série sédimentaire).

Etude de microfaciès et interprétation des milieux de dépôt

Travaux dirigés de terrain (1 jour = 08 h de TD) pour illustrer des séries sédimentaires étudiées.

### **GS 4.2.6 (C:25 h– TD:10 h) Coef. 3**

#### **ACQUISITION ET TRAITEMENT SISMIQUE**

Classement des ondes sismiques. Vitesses de propagation des ondes sismiques. Géométrie des rayons réfléchis. Géométrie d'une trace sismique- Réponse impulsionnelle :

- Acquisition sismique. Sources. Récepteurs. Câbles. Laboratoire. Evolution du matériel d'acquisition-équipes sismiques. Géométrie des systèmes d'émission et de réception. Filtrage spatial. Couverture multiple. Echantillonnage multiplexage. Programme sismique.
- Traitements sismiques - Contrôle des amplitudes. Format des enregistrements convolution corrélation déconvolutions sismique. Migration séquences de traitement vitesse étude de cas en mer et sur terre.

### **GS 4.2.7 (C:20 h – TD:10 h– TP:05 h) Coef. 3**

#### **HYDROGEOLOGIE**

Les eaux souterraines dans le cycle hydrologique naturel. Caractéristiques hydrologiques et facteurs de l'écoulement: porosité, perméabilité, coefficient d'emmagasinement et transmissivité. Différents types de réservoirs et caractéristiques. Circulation des eaux souterraines dans les couches homogènes et hétérogènes à écoulements uniformes et non uniformes. Méthodes de prospection et d'exploitation: inventaire des ressources en eaux, géomorphologie, prospection électrique etc... Etablissement des courbes de pression et de dépression des eaux souterraines. Méthodes de détermination des caractéristiques des couches aquifères. Chimie de l'eau et cartes hydrochimiques.

### **GS 4.2.8 (C:25 h – TD:10 h) Coef. 3**

#### **GÎTOLOGIE**

Cadre gîtologique.

Notion de gisement. Méthodes d'approche dans l'étude des gisements.

Répartition des gisements dans l'espace et dans le temps. Classifications et description des principaux types de gisements en Tunisie.

Gisements de fer. Gisements de Fluorine

Gisements sulfurés stratiformes ou dans les strates sédimentaires: Pb, Zn, Cu et Hg

Gisements de soufre natif. Autres types de gisements.

Genèse des gîtes minéraux.

### **GS 4.2.9 (C:20 h – TP:15 h) Coef. 3**

#### **GEOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT**

Etude des phénomènes géologiques en fonction des activités humaines et ses incidences sur le développement d'une région. Phénomènes naturels dont l'effet est déclenché par les activités humaines. Les études prévisionnelles, la cartographie des risques, les méthodes préventives. Protection contre les phénomènes dynamiques (tremblements de terre, glissements de terrain etc ... ). Cartographie géotechnique comme outils de base dans la planification de l'espace. Thèmes puisés dans les sujets d'actualité et les problèmes contemporains.

**GS 4.2.10 (C:25 h – TD:10 h) Coef. 3**

### **ECONOMIE ET FINANCES**

Economie générale et environnement socio-économique  
Théories de la consommation et de la production. Eléments d'économie industrielle et internationale.

**GS 4.2.11 (TD:184 h : 23 jours) Coef. 10**

### **TERRAIN: CARTOGRAPHIE GEOLOGIQUE**

Photogéologie en atelier précédant les travaux de terrain. Utilisation de la technique de l'interprétation des photos aériennes en géologie (et application). Origine des formes de terrain et leurs relations avec la nature des roches et des structures. Cartographie préliminaire. Exercice de cartographie sur le terrain. Terrain à temps complet. Il s'agit d'effectuer un relevé géologique d'un terrain donné dans une région plissée (analysée au préalable sur photos aériennes) en vue d'établir une carte géologique détaillée par l'étude de la lithologie, paléontologie, stratigraphie et structure tectonique.

Une semaine sera consacrée à la rédaction du rapport écrit et la présentation orale des travaux.

### **STAGE TECHNICIEN EN ENTREPRISE**

STAGE: 1 mois

Stage d'été auprès d'une entreprise donnant lieu à un rapport qui sera remis au Responsable des Stages à la rentrée universitaire suivante.