



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et
Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم والتكنولوجيا
Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



MASTER ACADEMIQUE HARMONISE

Programme national

Mise à jour 2025

Domaine	Filière	Spécialité
<i>Sciences et Technologies</i>	<i>Hydrocarbures</i>	<i>Géophysique Pétrolière</i>



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et
Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم والتكنولوجيا
Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



ماستر أكاديمي مواصلة

برنامج وطني

تحيين 2025

الميدان	الفرع	التخصص
علوم وتكنولوجيا	محروقات	الجيوفيزياء النفطية

I – Fiche d'identité du Master

Table des matières

I.	Fiche d'identité du Master	5
1.	Localisation de la formation :	5
2.	Partenaires extérieurs :	5
3.	Contexte et objectif de la formation :	6
4.	Moyens humains disponibles	9
	Visa du département Visa de la faculté ou de l'institut	9
	Visa du département Visa de la faculté ou de l'institut	9
5.	Moyens matériels spécifique à la spécialité	11
6.	Fiches d'organisation semestrielles	14
7.	Fiches d'organisation des unités d'enseignement	20
8.	Programme détaillé par matière du semestre 1	34
9.	Programme détaillé par matière du semestre 2	53
10.	Programme détaillé par matière du semestre 3	64
11.	Stage de fin d'études et soutenance	82

I. Fiche d'identité du Master

1. Localisation de la formation :

- Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie
- Département Génie Parasismique et Phénomènes Aléatoires

Coordinateurs :

- Responsable de l'équipe du domaine de formation :

Nom & prénom : BENTOMANE Bénamar

Grade : Professeur

Tel:

Email : b.benotmane@univ-boumerdes.dz

Nom et prénom : FERAHTIA Jalal

Grade : Professeur

Tel : +213 0 658 126 168

2. Partenaires extérieurs :

- Autres établissements partenaires :

Université des sciences et de la Technologie Houari Boumediène (USTHB)

Centre de Recherche, Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG)

- Entreprises et autres partenaires socioéconomiques :

Sonatrach, Entreprise Nationale de Géophysique « ENAGEO », Institut Algérien du pétrole « IAP », et ORGM.

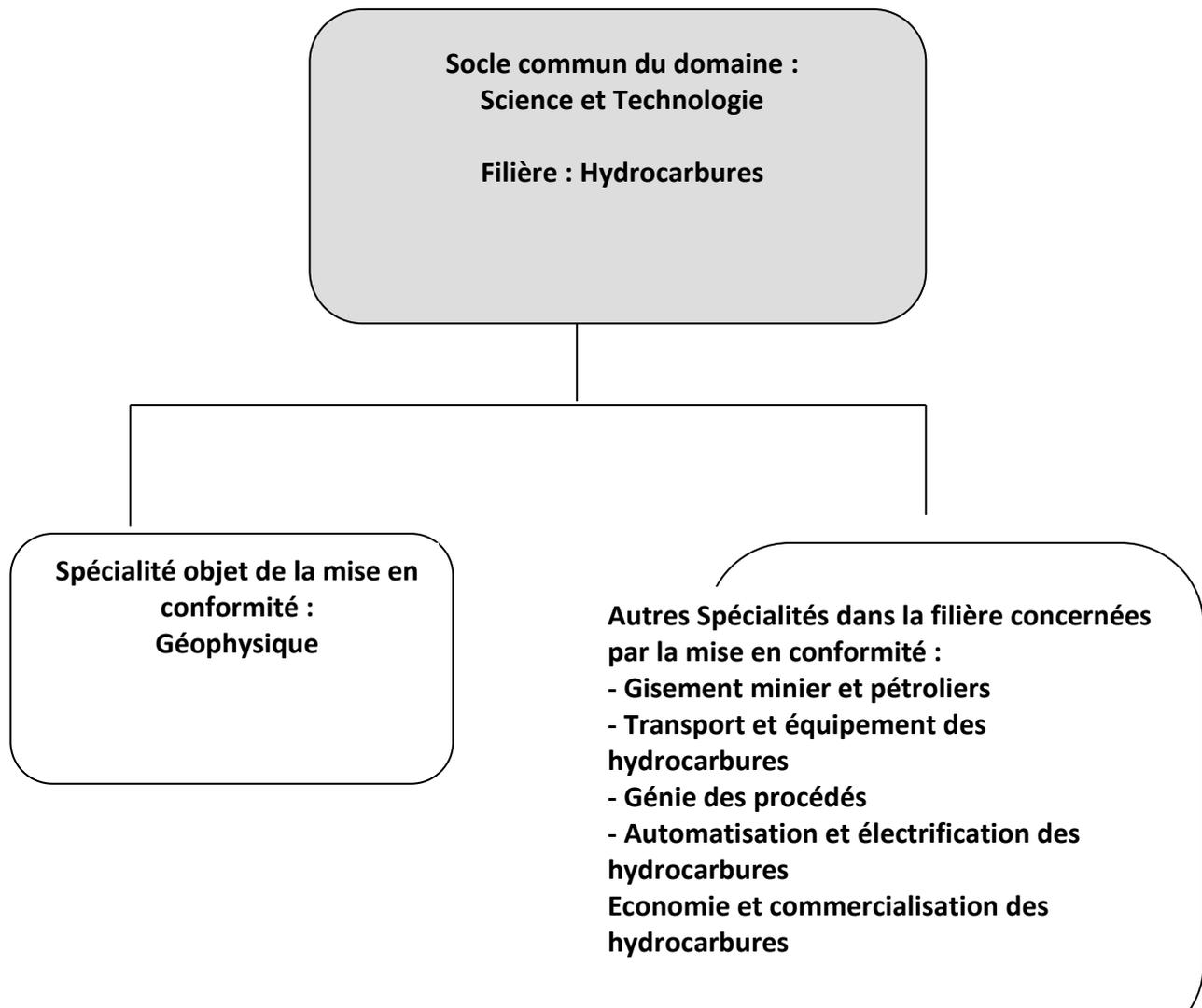
- Partenaires internationaux :

- Université d'état de Kazan Russie, Université de Pau, France, Université Paris VI, France, Université de Bretagne occidentale UBO, France.

- Université Sultan Kaboos d'Oman.

3. Contexte et objectif de la formation :

A. Organisation générale de la formation, position du projet :



B. Objectifs de la formation

Le **Master en Géophysique Pétrolière** a pour objectif de former des étudiants capables d'appliquer les méthodes géophysiques à l'exploration et à la production des hydrocarbures. Cette formation vise à les doter de compétences avancées en acquisition, traitement et interprétation des données sismiques, magnétiques, gravimétriques et électriques.

Les diplômés seront préparés à :

- Maîtriser les techniques modernes de prospection géophysique.
- Analyser et modéliser les structures géologiques favorables à l'accumulation d'hydrocarbures.
- Utiliser des logiciels spécialisés (tels que Petrel, Kingdom, OpendTect, Oasis Montaj) pour l'interprétation des données.
- Comprendre les enjeux économiques et environnementaux liés à l'exploitation pétrolière.

Ce master ouvre des perspectives professionnelles dans les compagnies pétrolières, les sociétés de services géophysiques et les centres de recherche.

C. Profils et compétences visées

Les compétences en géophysique sont très recherchées dans différents domaines tels que les hydrocarbures, les énergies alternatives aux hydrocarbures, les mines, le génie civil, l'hydrogéologie, l'environnement et les risques naturels.

Les diplômés en Master pourront exercer dans :

- Les compagnies pétrolières.
- Les sociétés de services géophysiques.
- Les bureaux d'études.
- Les organismes publics de régulation et de surveillance des ressources.

Les compétences en mathématiques, physique et informatique sont indispensables à cette formation. Sur le plan économique les compétences en géophysique sont très recherchées surtout dans le domaine des hydrocarbures notamment pour découvrir d'autres gisements afin de renouveler les réserves.

D. Potentialités régionales et nationales d'employabilité

Nos diplômés pourront satisfaire les besoins en emplois du secteur public et économique des entreprises nationales et multinationales. Les diplômés en géophysique sont recrutés généralement au niveau des entreprises nationales et multinationales (SNATRACH, ENAGEO, ENSP, SCHLUMBERGER, WESTERN-GEO, ORGM, etc.) ainsi qu'aux centres de recherche nationaux (CRAAG, CGS, etc.)

E. Passerelles vers les autres spécialités

La formation en Master permet aux étudiants ayant le niveau requis et motivés de préparer un doctorat. Elle permet également une orientation vers de nombreux autres secteurs d'activités professionnelles.

F. Indicateurs de suivi du projet

Au semestre 4, l'étudiant effectue un stage en entreprise de quatre semaines afin de préparer son mémoire de fin d'étude.

4. Moyens humains disponibles

A. Capacité d'encadrement :

Les moyens humains et matériels du département actuel permettent de prendre 60 étudiants.

B. Equipe pédagogique interne mobilisée pour la spécialité :

Nom, prénom	Dpt.	Grade	Laboratoire de recherche de rattachement	Emargement
Jalal FERAHTIA	Génie Parasismique et Phénomènes Aléatoires	Pr	Laboratoire de physique de la terre (LaboPhyt)	
Doria AITADJEDJOU	Génie Parasismique et Phénomènes Aléatoires	MAA	Laboratoire de physique de la terre (LaboPhyt)	
Leila ALIOUANE	Génie Parasismique et Phénomènes Aléatoires	Pr	Laboratoire de physique de la terre (LaboPhyt)	
Karim ALLEK	Génie Parasismique et Phénomènes Aléatoires	Pr	Laboratoire de physique de la terre (LaboPhyt)	
Mabrouk DJEDDI	Génie Parasismique et Phénomènes Aléatoires	Pr Emérite		
Said ELADJ	Génie Parasismique et Phénomènes Aléatoires	Pr	Laboratoire de physique de la terre (LaboPhyt)	
Amel DERRIDJ	Gisements Miniers et Pétroliers	MCA	Laboratoire de Physique de la Terre (LaboPhyt)	
Farida IACHACHENE	Génie Parasismique et Phénomènes Aléatoires	MCA	Laboratoire de Physique de la Terre (LaboPhyt)	
Karim BEDDEK	Automatisation des procédés et électrification			

Visa du département

Visa de la faculté ou de l'institut

C. Equipe pédagogique externe mobilisée pour la spécialité

Nom, prénom	Etablissement de rattachement	Diplôme de graduation	Diplôme de spécialité (magister, doctorat)	Grade	Matière à enseigner	Emargement
Mohamed Cherif BERGUIG	USTHB	Ingéniorat	Doctorat	Pr	Géostatistiques	
Mohamed Cherif BERGUIG	USTHB	Ingéniorat	Doctorat	Pr	Pérophysique	
AITOUCHE Mohand Cherif	Retraité			Pr	Analyse Spectrale	

Visa du département

Visa de la faculté ou de l'institut

D. Synthèse globale des ressources humaines mobilisées pour la spécialité (L3) :

Grade	Effectif Interne	Effectif Externe	Total
Professeur Emérite	01	0	01
Professeurs	04	02	07
Maîtres de Conférences (A)	0	0	0
Maîtres de Conférences (B)	0	0	0
Maître Assistant (A)	1	0	01
Maître Assistant (B)	0	0	0
Autre (*)	0	01	0
Total	08	03	09

(*) Personnel technique et de soutien

5. Moyens matériels spécifique à la spécialité

A. Laboratoires Pédagogiques et Equipements

Intitulé du laboratoire : de sismique

Capacité en étudiants :15

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
01	Laboratoires sismique analogiques	02	24 canaux
02	Laboratoire sismique numérique	01	12 canaux
03	Géophones fréquence propre 10hz	24	
03	Géophones	12	
04	oscilloscopes	05	
05	Générateurs de signaux BF	01	
06	Amplificateurs	05	

Intitulé du laboratoire : de pétrophysique

Capacité en étudiants :15

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Balances analytiques	02	
02	Chambre à vide	01	
03	Générateur de signaux BF	01	
04	Bouteille d'azote	01	
05	Extracteur d'échantillon	01	
06	viscosimètre	01	
07	Perméabilimètre	02	
08	Balances électriques	02	

Intitulé du laboratoire : prospection électrique et radiométrie**Capacité en étudiants :15**

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Résistivimètres numériques	02	
02	Bobines de câble de mesure	04	
03	Caisse en bois pour montage de modèles réduits	01	

Intitulé du laboratoire : magnétique et radiométrie**Capacité en étudiants :15**

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Magnétomètres numériques	02	Marque Géométrix
02	susceptibilité	01	En panne
03	radiomètres	02	En panne

Intitulé du laboratoire : atelier informatique**Capacité en étudiants :20**

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Serveur HP	01	
02	Micro-ordinateurs en réseau	10	
03	Imprimante matricielle	01	
04	Prises internet	02	

Intitulé du laboratoire : Diagaphie**Capacité en étudiants :20**

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Dia mètreur	01	
02	inclinomètre	01	
03	Sondes d'enregistrement électrique	02	
04	Puits artificiel		

Intitulé du laboratoire : Laboratoire Physique de la Terre**Capacité en étudiants : 12**

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Serveur	01	
02	Micro-ordinateurs	12	

Intitulé du laboratoire : Hall Schlumberger (logiciel Petrel et IP)**Capacité en étudiants : 16 pour Petrel et 12 pour IP)**

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Serveur	01	
02	Armoire réseau	02	
03	Micro-ordinateurs	10	

B. Stage de fin d'études en entreprise :

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage
ENAGEO, SH-Boumerdès, CRAAG	Le nombre est défini par la structure d'accueil	04 Semaines

C. Documentation disponible

Au niveau la bibliothèque centrale de l'université et de la bibliothèque de la faculté des hydrocarbures et la chimie existent un nombre appréciable d'ouvrages pédagogiques relatifs à la géophysique.

En plus de ce riche fond documentaire, la bibliothèque centrale est abonnée à des revues spécialisées telles que geophysics (SEG), geophysical prospecting, (EAGE) et d'autres revues de géosciences.

D. Espaces de travaux personnels et TIC

Les étudiants pour réaliser leurs travaux personnels ont la bibliothèque centrale, la bibliothèque de la faculté et des moyens informatiques associés à cette formation. L'atelier informatique du département est doté d'un réseau sous environnement Linux où le logiciel Seismic Unix (UNIX) a été téléchargé et enseigné aux étudiants en fin de cycle. D'autres logiciels sont également enseignés tels que Magix utilisé pour le traitement des données de gravimétrie et de magnétisme), Reflex destiné au traitement des données sismiques (processing the seismic data), surfer permet le tracé des cartes structurales et le grafer convient pour le tracé des graphes.

Le Hall Schlumberger (processing center) est un espace réservé à la recherche et la pédagogie de la faculté. Il est équipé de micro-ordinateurs puissants avec de logiciels performants (IP et le Pétrel) ainsi que le logiciel Scincus développé par l'ENAGEO et qui sont mis à la disposition des étudiants. Ces logiciels sont utilisés par de nombreuses compagnies pétrolières. La faculté des hydrocarbures a un espace internet important que les étudiants peuvent utiliser pendant la réalisation de leurs travaux personnels.

Des logiciels de géophysique open source (ex. OpendTect) sont mis à la disposition des étudiants par l'équipe de formation selon les modules enseignés et utilisés dans la partie traitement et interprétation de la méthode géophysique dispensée au groupe.

II. Fiches d'organisation semestrielles

Semestre 1

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficients	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.1 Crédits : 16 Coefficients : 9	Diagraphies différées / production	5	3	3h00		1h30	67h30	55h00	40%	60%
	Traitement des données sismiques	6	4	3h00	1h30		67h30	55h00	40%	60%
	Prospection radiométrique	5	3	1h30		1h30	45h	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Chaîne d'enregistrement numérique	4	2	2h30			37h30	55h00	40%	60%
	Géodynamique	2	1	1h30			22h30	55h00	100%	
	Géologie Pétrolière	2	1	1h30			22h30	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1.2 Crédits : 4 Coefficients : 3	Informatique en Géosciences	2	1	1h30			22h30	55h00	40	60%
	Intelligence artificielle	2	2	1h30	1h30		45h00	55h00		100%
UE Transversale Code : UED 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Géophysique environnementale	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Forage et production	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 1		30	19	19h00	3h00	3h00	375h00			

Semestre 2

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficients	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.2 Crédits : 18 Coefficients : 9	Traitement et interprétation des Diagraphies	6	3	3h00		3h00	90h00	55h00	40%	60%
	Sismique de Puits/sismique 3D	6	3	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Interprétation gravimétrique, Magnétique	6	3	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 10 Coefficients : 8	Analyse statistique des données	4	3	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Seismic UNIX	3	2		1h30	1h30	45h00	55h00	100%	
	Traitement de l'image en géophysique	3	3	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.2 Crédits : Coefficients :										
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	HSE Hygiène sécurité environnementale	1	1	1h30			22h30	2h30	100%	
	Economie Pétrolière	1	1	1h30			22h30	2h30	100%	
Total semestre 2		30	19	12h00	4h30	7h30	360h00			

Semestre 3

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2.1 Crédits : 16 Coefficients : 9	Caractérisation des réservoirs pétroliers	5	3	3h00		1h30	67h30	55h00	40%	60%
	Modélisation prédictive en exploration	3	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Méthodes de prospection électrique	4	2	1h30		3h00	67h30	55h00	40%	60%
	Imagerie Electromagnétique/Magnétotellurique	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1.1 Crédits : 13 Coefficients : 8	Traitement du signal avancé	4	3	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Inversion en Géophysique	4	3	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Sismique stratigraphique	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Méthodologie Documentaire – webographie	1	1	1h30			22h30	2h30	100%	
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Innovation et startup	1	1	1h30			22h30		100%	
Total semestre 3		30	19	15h00	4h30	7h30	405h00			

Semestre 4 : Stage de fin d'études et soutenance

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel			
Stage en entreprise	340	15	30
Séminaires			
Autre (préciser)			
Total Semestre 4	340	15	30

Récapitulatif global de la formation :

VH \ UE	UE	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours		307h30	240h00	22h30	112h30	690h00
TD		45h00	135h00	0h	0h	157h30
TP		255h00	45h00	0h	0h	270h00
Travail personnel						
Autre (MFE)		340h00				
Total		947h30	420h00	22h30	112h30	
Crédits		78	34	1	5	118
% en crédits pour chaque UE		66.1%	28.81%	0.84%	4.23%	99.99%

4

III. Fiches d'organisation des unités d'enseignement

Libellé de l'UE : fondamentale**Filière : hydrocarbures****Semestre : S1**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses composantes (matières)	Cours : 112h30 TD : 22h30 TP: 22h30 Travail personnel :
Crédits affectés à l'UE (et à ses composantes)	UE : 16 crédits - Diagraphies différées / production Crédits : 5 Coefficient : 3 - Traitement des données sismiques Crédits : 6 Coefficient : 4 - Prospection radiométrique Crédits : 5 Coefficient : 3
Description de l'UE et de ses composantes	Diagraphies différées / production Ce cours contient les diagraphies différées et de production avec leurs principes physiques de mesure ainsi que leurs applications dans différents domaines pétroliers ou autres. Traitement des données sismiques: Ce cours enseigne toutes les étapes de traitement des données sismiques après leurs acquisitions en utilisant différentes techniques pour éliminer les bruits et extraire des informations utiles Prospection Radiométrique Ce cours permet d'exploiter les données de levés de spectrométrie à rayon gamma outil d'aide à la cartographie géologiques, Application directe de la prospection radiométrique à des études environnementales ainsi qu'à l'exploration minière et pétrolière

Libellé de l'UE : méthodologie**Filière : hydrocarbures****Semestre : S1**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses composantes (matières)	Cours : 127h30 TD : 22h30 TP: 0h Travail personnel :
Crédits affectés à l'UE (et à ses composantes)	UE : 10 crédits - Chaîne d'enregistrement numérique Crédits : 4 Coefficient : 2 - Géodynamique Crédits : 2 Coefficient : 1 - Géologie Pétrolière Crédits : 2 Coefficient : 1 - Informatique en géosciences Crédits : 2 Coefficient : 1 - Intelligence artificielle Crédits : 2 Coefficient : 2
Description de l'UE et de ses composantes	Chaîne d'enregistrements numérique : Sources sismiques et appareillage d'acquisition des données sismiques conditionnent la qualité d'un enregistrement donc du traitement et de l'interprétation Géodynamique probablement l'un des cours fondamentaux de géologie car reprenant dans son esprit les mouvements tectoniques — leur moteur la configuration du plancher océanique et la tectonique des plaques comme facteur avéré des séismes. Géologie pétrolière ce cours embrasse l'itinéraire de la genèse du pétrole — sa formation — son aspect dynamique de migration primaire et secondaire — la roche mère- les types de piège-le réservoir. Informatique en géosciences Programmation avec un langage machine (Matlab, C++, Python...) à partir d'algorithmes de base avec des exemples et des exercices Intelligence artificielle La croissance rapide de la recherche en Intelligence Artificielle (IA) et de ses applications offre des opportunités sans précédent. Ce cours a pour objectif de permettre aux étudiants désirant recevoir une bonne formation de base couvrant un large spectre des concepts et des applications de l'IA basée sur les données et de l'apprentissage par l'exemple.

	Le programme propose des cours d'introduction à l'apprentissage statistique, à l'apprentissage profond
--	--

Libellé de l'UE : transversale**Filière : hydrocarbures****Semestre : S1**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses composantes (matières)	Cours :45h00 TD : 0 TP: 0 Travail personnel :
Crédits affectés à l'UE (et à ses composantes)	UE : 2 crédit - Géophysique en environnementale Crédits : 1 Coefficient : 1 - Forage et Production Crédits : 1 Coefficient : 1
Description de l'UE et de ses composantes	Géophysique environnementale A pour objectifs de mettre en oeuvre , prescrire ,commander ou contrôler des phénomènes géophysique de surface. De ca fait, elle devient incontournable dans les domaines de l'hydrologie, la géotechnique, la prévision et la prévention des désastres naturels. Forage et production notions sur l'organisation d'un chantier de forage et de production pétrolier-composante humaine — matériel de forage sécurité-puits de forage. Cette matière a pour objectif la préparation des futurs enseignants pour faire face à la mission de l'enseignement, et des futurs chercheurs pour faciliter leurs tâches dans la recherche scientifique

Libellé de l'UE : fondamentale**Filière : hydrocarbures****Semestre : S2**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses composantes (matières)	Cours : 90h TD : 0h TP: 90h Travail personnel :
Crédits affectés à l'UE (et à ses composantes)	UE : 18 crédits - Traitement et interprétation des Diagraphies Crédits : 6 Coefficient : 3 - Sismique de Puits/sismique 3D Crédits : 6 Coefficient : 3 - Interprétation gravimétrique, MagnétiqueMath2 Crédits : 6 Coefficient : 3
Description de l'UE et de ses composantes	Traitement et interprétation des Diagraphies Est le complément de la partie enseignée en S ₁ nécessaire pour comprendre la partie fondamentale de la spécialité., Sismique de Puits/sismique 3D La sismique de puits (PSV – Profilage Sismique Vertical) et la sismique 3D sont deux méthodes géophysiques essentielles dans l'exploration et la caractérisation des réservoirs pétroliers. Ces techniques permettent d'obtenir des images haute résolution du sous-sol, améliorant ainsi la précision des modèles géologiques et l'optimisation de la production. L'acquisition et le traitement des données des deux méthodes sont présentées. Interprétation gravimétrique magnétique Les méthodes électromagnétiques (EM) et électriques constituent des outils essentiels en prospection géophysique, permettant d'étudier les propriétés électriques du sous-sol. Ces techniques trouvent des applications variées en exploration minière, hydrogéologie et caractérisation des réservoirs pétroliers. Les fondements théoriques de la méthode électromagnétique et de la méthode électrique sont décrits. L'étude des sondages et des profilages électromagnétique sont aussi abordés..

Libellé de l'UE : Méthodologie**Filière : hydrocarbures****Semestre : S2**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses composantes (matières)	Cours : 45h00 TD : 67h30 TP: 22h30 Travail personnel :
Crédits affectés à l'UE (et à ses composantes)	UE : 10 crédits - Analyse statistique des données Crédits : 4 Coefficient : 3 - Seismic Unix (SU) Crédits : 3 Coefficient : 2 - Traitement de l'image en géophysique Crédits : 3 Coefficient : 3
Description de l'UE et de ses composantes	Analyse statistiques des données: Un regain d'intérêt pour les méthodes et l'analyse statistiques est observé actuellement dans le traitement des données principalement pour les séries chronologiques. Des approches statistiques classiques ou évoluées se côtoient aidées en cela par la variété de logiciels disponibles. Seismic UNIX: Seismic Unix (SU) est un système open source largement utilisé dans le domaine de la géophysique pour le traitement et l'analyse des données sismiques. Développé initialement par le Center for Wave Phenomena (CWP) à la Colorado School of Mines, il offre une alternative flexible et gratuite aux logiciels commerciaux tout en permettant une grande liberté de traitement.. Traitement de l'image en Géophysique : Le traitement d'image en géophysique représente une étape cruciale dans l'exploitation des données géoscientifiques. Cette discipline transforme les informations géophysiques brutes en représentations visuelles optimisées, facilitant ainsi leur interprétation par les spécialistes.

Libellé de l'UE : Découverte**Filière : hydrocarbures****Semestre : S2**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses composantes (matières)	Cours : 0h TD : 0 TP : 0 Travail personnel
Crédits affectés à l'UE (et sa composante)	UE : crédits
Description de l'UE et sa composante	

Libellé de l'UE : Transversale**Filière : hydrocarbures****Semestre : S2**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses composantes (matières)	Cours : 45h TD : 0 TP : 0 Travail personnel
Crédits affectés à l'UE (et sa composante)	UE : crédits 2 - HSE Hygiène sécurité environnementale Crédits : 1 Coefficient : 1 - Economie pétrolière Crédits : 1 Coefficient : 1
Description de l'UE et sa composante	HSE Hygiène sécurité environnementale Le HSE (Hygiène, Sécurité et Environnement) est un système de management intégré visant à maîtriser les risques professionnels et réduire l'impact environnemental des activités industrielles. Appliqué dans les secteurs pétrolier, minier, chimique et manufacturier, il combine réglementations, bonnes pratiques et innovations technologiques pour garantir un milieu de travail sûr et durable Economie pétrolière L'économie pétrolière est une branche de l'économie énergétique qui étudie la production, la distribution et la consommation des hydrocarbures (pétrole brut, gaz naturel, produits raffinés). Secteur clé de l'économie mondiale, elle influence les marchés financiers, les politiques internationales et les stratégies industrielles

Libellé de l'UE : Fondamentale**Filière : hydrocarbures****Semestre : S3**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses composantes (matières)	Cours : 112h30 TD : 22h30 TP : 22h30 Travail personnel :
Crédits affectés à l'UE (et à ses composantes)	UE : 16 crédits - Caractérisation des réservoirs pétroliers Crédits : 5 Coefficient : 3 - Modélisation prédictive en exploration Crédits : 3 Coefficient : 2 - Méthodes de prospection électrique Crédits : 4 Coefficient : 2 - Imagerie Electromagnétique/Magnétotellurique Crédits : 4 Coefficient : 2
Description de l'UE et de ses composantes	<p>Caractérisation du réservoir: Caractérisation du réservoir: un cours qui assure l'implication d'un complexe de méthodes géophysiques dont la synthèse d'approche est l'identification multiforme des caractéristiques d'un réservoir en utilisant des nouvelles méthodes de traitement de l'information sous-tendues par des formalismes mathématiques nouveaux (transformations) et un génie logiciel sans cesse performant, le cours est conçu dans ses différents chapitres comme une ouverture sur ces techniques nouvelles de traitement avancées.</p> <p>Modélisation prédictive en exploration: Ce cours présente la technologie des Systèmes d'Information Géographique pour l'exploration des ressources naturelles. L'étudiant serait en mesure d'intégrer et de combiner diverses sources de données géophysiques et géologiques au sein d'un même environnement pour prédire les zones à fort potentiel en ressources naturelles.</p> <p>- Méthodes de prospection électrique : Comprendre le principe, traitement et l'interprétation de l'imagerie électrique et par inversion obtenir l'image de la distribution spatiale des résistivités</p> <p>Imagerie Electromagnétique/Magnétotellurique: Ce cours a pour objectif le traitement et l'interprétation des données EM/MT en utilisant des sources EM naturelles ou provoquées dans les domaines pétroliers, miniers,...</p>

Libellé de l'UE : Méthodologie**Filière : hydrocarbures****Semestre : S3**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses composantes (matières)	Cours : 67h30 TD : 22h30 TP : 22h30 Travail personnel :
Crédits affectés à l'UE (et à ses composantes)	UE : crédits 12 - Traitement du signal avancé Crédits : 4 Coefficient : 3 - Inversion en géophysique Crédits : 4 Coefficient : 3 - Sismique stratigraphique Crédits : 4 Coefficient : 2
Description de l'UE et de ses composantes	Traitement du Signal avancé: Englobant l'analyse spectrale des signaux par plusieurs méthodes (TOC, Radon,...) et d'autres techniques de traitement des signaux géophysiques exemple : Hilbert Inversion en Géophysique: Cours relativement élaboré tant la théorie de l'inversion en général et de l'inversion sismique en particulier font appel à des développements mathématiques profonds et à des algorithmes souvent complexes - la tomographie liée à l'inversion est une autre méthode d'imagerie en sismique Sismique stratigraphique: conçu en deux parties, ce cours aborde d'abord les principes de la sismique dite stratigraphique donc liée à l'histoire et à la genèse de la dynamique de formation ; Le second aspect du cours a trait à la nouvelle tendance de recherche directe des hydrocarbures à partir d'indicateurs et d'un traitement spécifique

Libellé de l'UE : Transversale
Filière : hydrocarbures
Semestre : S3

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses composantes (matières)	Cours : 22h30 TD : 0 TP : 0 Travail personnel
Crédits affectés à l'UE (et sa composante)	UE : crédits 1 - Méthodologie Documentaire- webographie Crédits : 1 Coefficient : 1
Description de l'UE et sa composante	Méthodologie documentaire webographie Initiation aux techniques de recherche bibliographique et optimiser l'exploitation des ressources du web en terme d'accès à une documentation orientée et actualisée

Libellé de l'UE : Découverte**Filière : hydrocarbures****Semestre : S3**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses composantes (matières)	Cours : 22 h30 TD : 0h TP : 0h Travail personnel
Crédits affectés à l'UE (et à ses composantes)	UE : crédits 1 Coefficient : 1
Description de l'UE et de ses composantes	<ul style="list-style-type: none"> • Approfondir les connaissances et les compétences nécessaires pour créer et gérer une start-up dans le domaine scientifique ou technologique. • Former les étudiants aux outils et méthodes avancés de gestion d'innovation et de start-ups. • Développer des compétences en financement, en stratégie et en gestion d'entreprise. <p>Préparer les étudiants à transformer des technologies complexes en entreprises viables et scalables</p>

Libellé de l'UE : Stage de Fin d'étude**Filière : hydrocarbures****Semestre : S4**

Répartition du volume horaire de l'UE et de ses composantes (matières)	Cours : STAGE TD/TP : // Travail personnel: 160 h
Crédits affectés à l'UE (et à ses composantes)	UE: 10//
Description de l'UE et de ses composantes	<p>STAGE de fin d'études : Ce stage de 160 heures en milieu industriel constitue une étape cruciale dans la formation de l'étudiant(e), lui offrant une véritable immersion dans le monde professionnel. Durant cette période, l'étudiant(e) aura l'opportunité de se familiariser avec les méthodes de travail et l'organisation spécifique du secteur pétrolier, minier ou énergétique, découvrant ainsi les réalités concrètes de ces environnements techniques exigeants. L'aboutissement de ce travail de terrain se concrétisera par la rédaction d'un mémoire rigoureux, synthétisant l'expérience acquise et les solutions envisagées. Ce document fera l'objet d'une soutenance devant un jury mixte, composé à la fois d'universitaires et de professionnels du secteur, validant ainsi la capacité de l'étudiant(e) à mener à bien un projet industriel complet et à en restituer les enseignements de manière claire et professionnelle.</p>

IV. Programme détaillé par matière du semestre 1

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UEF 1.1.

Matière : Diagraphies différées/ Production

VHS : 67h30 (Cours : 3h, TD : 1h30)

Crédits : 6

Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement

A la fin du cours l'étudiant serait capable de connaître les principes physiques de mesure des différentes diagraphies ainsi que leur applications. Il saurait aussi lire les principaux paramètres physiques sur le logs et leurs sens géologiques.

Connaissances préalables recommandées

Avoir des notions de Péetrophysique et les différents types de diagraphies

Contenu de la matière

Chapitre 1. Acquisition des diagraphies

(1 Semaine)

1.1 Introduction

1.2 Acquisition des diagraphies (sonde, labo, câble, calibration, paramètres affectant la mesure)

1.3 Présentation d'une diagraphie : Le log, l'entête,...

Chapitre 2. DIAGRAPHIES ELECTRIQUES

(2 Semaines)

2.1 La polarisation spontanée PS

2-2 Diagraphies de résistivité

2.2.1 Principe de mesure fondamental (Mesure, macro-dispositifs et micro-dispositifs)

2.2.2 Aperçu sur les diagraphies de résistivités classiques (principes et limites)

2.2.3 Diagraphies de résistivité focalisées

2.2.4 Diagraphies Laterologs

2.2.5 Diagraphies d'induction

2.2.6 Imagerie électrique dans les sondages

Chapitre 3. DIAGRAPHIES SONIQUES

(3 Semaines)

3-1 Aperçu sur les ondes acoustiques

3.2 Principe des diagraphies soniques

3.3 Diagraphie sonique d'amplitudes (CBL, VDL)

3.4 Diagraphie sonique d'imagerie

Chapitre 4. DIAGRAPHIES NUCLEAIRES

(3 Semaines)

4-1 GAMMA RAY (GR) , densité FDC, Spectrométrie gamma

4-2 Diagraphies de neutron CNL diagraphies neutron — gamma

4.3 Diagraphies par résonance magnétique

Chapitre 5. DIAGRAPHIES AUXILIAIRES ET DE PRODUCTIO

(2 Semaines)

5-1 Diametreur, inclinometre, pendagemetre

5-2 Temperature, pression

5-3 Les Debimetres

- 5-4 Les gradiomanometres et les manometres
- 5-5 Contrale de l'etat du puits :
- 5-6 Controle de la cimentation derriere le tubage
- 5-7 Contrale de l'etat du tubing et du tubage
- 5.8 Video sondage.

Mode d'évaluation

Contrôle continue : 40%; Examen : 60%.

Références bibliographiques

- 1- Aliouane Leila, 2019, Principes des Diagraphies, Polycopie FHC- Universite de Boumerdes
- 2- Ellis D. V., Singer J. M., 2007. Well logging for earth scientists. 2nd edition, Springer.
- 3- Serra O., 2000 «Diagraphie : Acquisition & interpretation », Edition Technip
- 4- Havard Devoid, 2006, Oil and Gas handbook: An introduction to oil and gas production, ABB edition

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEF 1.1
Matière : Traitement des données sismiques
VHS : 67 h 30 (Cours : 3h00, TD : 1h30)
Crédits : 6
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement

A la fin du cours l'étudiant aurait toutes les informations sur les étapes de traitement des données sismiques.

Connaissances préalables recommandées

Des notions sur l'acquisition sismique et sur les vibrations et ondes acoustiques.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. PREPARATION DES DONNEES (5 Semaines)

- 1-1 Le démultiplexage
- 1-2 Récupération des amplitudes réelles
- 1-3 Edition, addition verticale, ré-échantillonnage et égalisation dynamique

Chapitre 2. CORRECTIONS GEOMETRIQUES : (4 Semaines)

- 2-1 Regroupement en point miroirs communs
- 2-2 Corrections statiques
- 2-3 Les vitesses en sismique réflexion
- 2-4 Différentes méthodes d'analyse de vitesse
- 2-5 Correction dynamiques
- 2-6 Le filtrage en fréquence

Chapitre 3. TRAITEMENT COMPLEMENTAIRES (4 Semaines)

- 1- Le Mute
- 2- Le mute
- 3- Les différents types de mutes (mute interne et mute externe)
- 4- Addition horizontale
- 5- Le filtrage en fréquence
- 6- Deconvolution
- 7- Généralités sur la deconvolution en sismique
- 8- Les hypothèses de la deconvolution
- 9- Les objectifs de la deconvolution
- 10- Auto corrélation de la trace sismique
- 11- Les différentes méthodes de deconvolution
- 12- La deconvolution par égalisation spectrale
- 13- La deconvolution déterministe
- 14- La deconvolution prédictive stationnaire
- 15- La deconvolution homomorphique
- 16- La deconvolution à normes
- 17- La deconvolution à surface consistante
- 18- Filtrage après deconvolution après sommation Migration
- 19- Définition et but de la migration des données sismiques

- 20-Base des algorithmes de la migration
- 21-Equation d'onde dans le domaine de Fourier
- 22-Hyperbole de diffraction principe du réflecteur explosant
- 23-Méthode graphique de migration
- 24-Méthode de front d'onde
- 25-Méthode par hyperbole, de diffraction
- 26-Méthode de migration par équation d'onde
- 27-Migration dans le domaine de Fourier (approche de Stolt et de Gazdag)
- 28-Migration par la méthode des différences finies
- 29-Migration par l'intégrale de Kirchhoff
- 30-Corrections statiques résiduelles.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. Yilmaz, Ö. (2001). *Seismic Data Analysis: Processing, Inversion, and Interpretation of Seismic Data*. Society of Exploration Geophysicists. (2 volumes) - L'ouvrage de référence le plus complet.
2. Sheriff, R.E., & Geldart, L.P. (1995). *Exploration Seismology*. Cambridge University Press. - Manuel classique couvrant toute la chaîne sismique

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEF 1.1
Matière : Prospection radiométrique
VHS : 45 h 00 h (Cours : 1h30, TP : 1h30)
Crédits : 5
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement

- Permettre d'exploiter les données de levés de spectrométrie a rayon gamma outil d'aide à la cartographie géologiques
- Application directe de la prospection radiométrique a des études environnementales
- Application de la prospection radiométrique a l'exploration minière et pétrolière.

Connaissances préalables recommandées

Notions de base en radiométrie et en géologie générale (Matières acquises en license.

Contenu de la matière

Chapitre 1 : MESURES DE LA RADIOACTIVITE EN PROSPECTION (2 Semaines)

1. Notion de spectrométrie a rayon gamma
2. Détecteur de radiation et résolution d'un spectromètre gamma
3. Bruit statistique
4. Méthodologie d'acquisition des mesures : Géométrie source-détecteur, Choix du temps d'échantillonnage, choix de l'échelle
5. Effets de l'environnement sur les mesures

Chapitre 2 : CONCEPTION DES LEVES RADIOMETRIQUES AEROPORTES (3 Semaines)

1. Système d'acquisition aéroporté
2. Le choix de l'altitude de vol — Notion du cercle d'investigation
3. Distance Interligne de vol
4. Choix du volume du détecteur

Chapitre 3 : REDUCTION DES DONNEES (2 Semaines)

1. Effet de l'instrument (temps mort)
2. Correction du bruit de fond
3. Correction de l'effet Compton
4. Correction de l'atténuation d'altitude
5. Calcul des concentrations équivalentes
6. Calcul des rapports radiométriques
7. Calcul du taux d'exposition au niveau du sol

Chapitre 4 : Les radioéléments dans l'environnement géologique (2 Semaines)

1. Déséquilibre radioactif dans l'environnement géologique
2. Les radioéléments (K, U et Th) dans les roches magmatiques
3. Les radioéléments (K, U et Th) dans des roches altérées et métamorphiques
4. Les radioéléments (K, U et Th) dans les roches sédimentaires
5. Les radioéléments (K, U et Th) dans les morts-terrains
6. Les radioéléments (K, U et Th) dans les environnements minéralisés.

Chapitre 5 : INTERPRETATION DES DONNEES**(3 Semaines)**

1. Procédure d'analyse des données
2. Quelques guides d'exploration
3. Emploi de méthodes d'analyses multivariées
4. Etude d'un cas réel d'une interprétation pour l'exploration d'uranium
5. Cas réels pour la recherche de métaux de base et de métaux précieux
6. Exemples de l'utilisation de la spectrométrie gamma pour l'exploration des hydrocarbures
7. Exemple de l'utilisation de la spectrométrie gamma pour la géothermie

Exemple de l'utilisation de la spectrométrie gamma pour les études environnementales.

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques

- 1. Practical Gamma-ray Spectrometry. G.R. Gimore -John Wiley & Sons Ltd, 2008
- Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist. M. Dentith & S.T. Mudge - University Printing House, Cambridge CB2 8BS, United Kingdom 2014

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEM 1.1.1
Matière : Chaîne d'enregistrements numérique
VHS : 37h30 (Cours : 2h30, TD 0: 0)
Crédits : 4
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement

L'imagerie géophysique nécessite en termes d'acquisition l'usage d'abord de sources génératrices des signaux et ensuite de dispositifs d'enregistrement plus communément appelés capteurs.

Connaissances préalables recommandées

- Notions de physique sur la mécanique
- Notions d'électronique
- Connaissances en traitement du signal.

Contenu de la matière

- **Les sources d'ondes élastiques en prospection sismique** -Sources Explosives
 -Source Implosives -Source vibratoires
 Chaîne d'enregistrement des signaux sismiques
 -Les capteurs en géophysique, Géophones, hydrophones. -Réponse en amplitude (amortissement)
 -Réponse en fréquence -Filtres électriques -Filtres anti aliasing -Multiplexeur
 -Amplificateurs des signaux électriques
 -Convertisseur Analogique/Digital
 -Formateur
 -Enregistreur Analogique/Digital
 Chaîne de Rejeu des signaux sismiques
 -Lecteur des données -Demultiplexeur
 - Convertisseur Digital /Analogique
 - Déformateur
 -Enregistreur(Play Back)

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEM 1.1.1
Matière : Géodynamique
VHS : 22h30 (Cours : 0, TD : 0, TP : 0)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

La compréhension des ensembles géologiques régionaux et de leur dynamique.

Connaissances préalables recommandées

Les notions du cours de géodynamique 1 étudié en licence.

Contenu de la matière

Chap. 1 : La théorie de Wegener et ses arguments (théorie de la dérive des continents).

Chap. 2 : La divergence et les phénomènes tectoniques associés (expansion océanique, paléomagnétisme, convection thermique, naissance d'un océan, dépression de l'Afar, Un rift continental : le fosse rhénan, ouverture océanique : la mer rouge).

Chap. 3 : Convergence et phénomènes associés (une zone de subduction : le Japon, Etude des marges actives en subduction).

Chap. 4 : Les mouvements des plaques (les séismes : répartition mondiale, le volcanisme).

Chap. 5 : Les points chauds (le volcanisme des points chauds : l'alignement volcanique des Ties Hawaii).

Chap. 6 : Les différents types de marges continentales et les bassins associés..

Mode d'évaluation

Contrôle continu: 100%

Références bibliographiques

1. JOLIVET & NATAF 1998 Géodynamique éd. DUNOD
2. LLIBOUTRY 1998 Géologie et Géophysique éd. MASSON

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEM 1.1.1
Matière : Géologie Pétrolière
VHS : 22h30 (Cours : 1h30, TD 0: TP : 0)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

connaître le processus de formation et les caractéristiques d'un réservoir hydrocarbures.
 Pouvoir analyser et critiquer les données nécessaires à la caractérisation des gisements.
 Quantifier les volumes d'hydrocarbures en place dans un réservoir.

Connaissances préalables recommandées

Géologie structurale et géodynamique.

Contenu de la matière

1. LES NOTIONS FONDAMENTALES UTILISÉES EN GÉOLOGIE

Structure de la croûte terrestre

Les constituants du globe : les roches et minéraux (principales familles, identification).

Le temps en géologie (datation, stratigraphie)

Les déformations des roches (failles - plis)

2. INTRODUCTION SUR LES BASSINS SÉDIMENTAIRES

Mécanismes de formation des bassins sédimentaires. Structuration d'un bassin sédimentaire. Environnement sédimentaire et paléogéographie.

3. REMPLISSAGE DES BASSINS SÉDIMENTAIRES

Les roches sédimentaires détritiques et carbonatées (origines et classification)

Le cycle des roches sédimentaires

Caractéristiques Pétrophysique (porosité et perméabilité)

Géométrie des dépôts sédimentaires

4. LE SYSTÈME PÉTROLIER.

Notion de roches mères. Roches réservoirs, roches.

Couvertures, pièges. Processus de maturation et de migration des hydrocarbures

Définition d'un prospect. Passage du prospect au gisement.

5. ORIGINE DES HYDROCARBURES

Biodégradation et bio marqueur (échelle de Moldowan), maturation et altération des fluides, techniques de caractérisations (TLC, GCMS, GPC, analyse élémentaire, pyrolyse...)

6. LES PRINCIPAUX OUTILS DU GEOSCIENTIST PÉTROLIER

Sismique, diagraphies, essais de puits

Les principaux documents réalisés (cartes, coupes, etc.)

Mode d'évaluation

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques

1. Introduction to Petroleum Geology.vR. Selly. 1997
2. Cours de L'ENSPM
3. Engineering Geology. Second Edition. G. Bell. Second édition 2007.
4. Introduction to Physical Geology. Thompson et Turk
5. Petroleum Geology. Baker Hughes INTEQ. 1999

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEM 1.1.2
Matière : Informatique en Géosciences
VHS : 22h30 (Cours : 1h30, TD 0: 0)
Crédits : 2
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Acquisition des outils de programmation à l'aide d'un langage machine (Matlab, C++..) à partir des algorithmes établis.

Connaissances préalables recommandées

Notions sur les environnements des systèmes informatiques ainsi que des connaissances sur la programmation avec un langage machine

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Introduction

Chapitre 2 : Algorithmique

Calcul sur les Vecteurs

Calcul Matriciel

Fonctions récursives

Algorithmes de Tris :

Tri à bulles

Tri par sélection

Tri par insertion

Calcul de la moyenne

Calcul de la médiane

Calcul de la variance et l'écart type

Résolution d'équation de type $f(x)=0$

Méthode de dichotomie

Méthode regula falsi

Méthode de Newton

Chapitre 3 : Manipulation sous Matlab

Lecture/écriture des données

Graphisme

Création de modèles simples

Programmation sous Matlab

Chapitre 4 : Application à la géophysique

Calcul et représentation d'une anomalie gravimétrique

Calcul et dessin d'une hodochrone (sismique réfraction)

Calcul du temps vertical double

Calcul de l'impédance acoustique

Calcul du coefficient de réflexion

Discrétisation de l'ondelette de Ricker

Convolution

Représentation de la trace sismique

Représentation simple d'une section sismique

Tracé de rayons...

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

1. Hobbs, B., & Ord, A. (2015). *Computational Methods in Earth and Environmental Sciences*. Cambridge University Press.
2. Smith, M., Goodchild, M., & Longley, P. (2018). *Geospatial Analysis: A Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools*. 6th ed

Semestre:1
Unité d'enseignement: UEM 1.1.2
Matière : Intelligence artificielle
VHS: 45h00 (1H30 Cours:1h30, TD : 1h30)
Crédits:2
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement

La croissance rapide de la recherche en Intelligence Artificielle (IA) et de ses applications offre des opportunités sans précédent. Ce cours a pour objectif de permettre aux étudiants désirant recevoir une bonne formation de base couvrant un large spectre des concepts et des applications de l'IA basée sur les données et de l'apprentissage par l'exemple.

Le programme propose des cours d'introduction à l'apprentissage statistique, à l'apprentissage profond.

Connaissances préalables recommandées: Mathématique, programmation Python et algorithmiques.

Contenu de la matière:

I. Introduction à l'intelligence artificielle

- a. Qu'est-ce que le « DATA-Sciences » ?
- b. Qu'est-ce que l'IA ?
- c. Qu'est-ce que « Machine learning » ou « l'apprentissage de la machine » ?
- d. Qu'est-ce que « Deep learning » ou « L'apprentissage profond »
- e. Historique de l'IA
- f. Les applications de l'IA
- g. Pourquoi Python pour l'IA ?

II. Prétraitement des données (DATA pre-processing)

- a. Pourquoi le prétraitement des données ?
- b. Les Inputs/Outputs d'une base de données
- c. Les données catégoriques
- d. Les données numériques
- e. DATA cleaning
- f. Traitements avec les données manquantes (instructions : **isnull, isnull.sum, dropna**)
- g. Remplacement des données manquantes par :
 1. La moyenne
 2. Le mode
 3. La médiane
 4. L'instruction **fillna()**
- h. Transformation des données catégoriques en numérique

III. Visualisation des données

- a. Bibliothèques de visualisation dans Python (**Matplotlib** et **Seaborn**)
- b. Les histogrammes
- c. Les barplots
- d. Les box-plots
- e. La standardisation des données
- f. Les corrélations et leur interprétation

IV. Machine Learning (ML)

- a. Introduction à ML (Définition, applications, Schéma de ML et position, différents types de ML)
- b. Librairie **sklearn** dans Python pour ML.
- c. Concepts de « l'apprentissage supervisé » et « l'apprentissage non-supervisé »
- d. L'apprentissage supervisé :
 - i. La régression
 - ii. La classification
- e. Etapes de l'apprentissages (Split-Data : Train/Test)
- f. Les algorithmes de la régression (régression linéaire, régression multilinéaire, régression polynomiale et multi-polynomiale)
 - i. Les métriques d'évaluations (MSE, R-squared error...)
- g. Les algorithmes de la classification (régression logistique, l'algorithme KNN, arbres de décision, algorithmes d'agrégation : les forêts)
- h. Les algorithmes de l'apprentissage non-supervisé : les clusters hiérarchiques (clusters agglomératifs, clusters divisifs), l'algorithme K-mean, méthode Elbow, algorithme APRIORI

V. Deep-learning (DL)

- a. Deep-learning dans Python
 - i. Présentation de Framework « **TENSORFlow** », « **Pythorch** », « **Keras** »
 - ii. Projet de DL utilisant **Tensorflow**, **Pythorch**, **Keras**
- b. Bases des réseaux de neurones artificiels
- c. Neurone formel,
- d. Réseaux de neurones en couches,
- e. Auto encodeurs,
- f. Réseaux profond « couches convolutionnelles »,

Mode d'évaluation:

Examen:100%

Références bibliographiques:

Polycopie de cours

Sites internet :

www.kaggle.com

www.edureka.co

www.edx.com

www.udemy.com

www.w3schools.com

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UET 1.1
Matière : Géophysique environnementale
VHS : 22h30 (Cours : 1h30, TD 0: TP :0)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Comprendre les mécanismes physiques menant aux catastrophes tels que les phénomènes de rupture, les mouvements du sol.

Reconnaissance du sous-sol-simulation et expériences de laboratoire.

Connaissances préalables recommandées

Connaissance des principes de base des différentes méthodes géophysiques

Contenu de la matière:

- Préviation des catastrophes
- scénarios des catastrophes et leurs effets
- comprendre les mécanismes menant aux catastrophes
- reconnaissance des sols et expériences en laboratoire

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%

Références bibliographiques :

1. Reynolds J. M. (2000) "An introduction to Applied and Environmental Geophysics"
Cambridge University Press
- 2- Chouteau M. (2001) "Méthodes Electriques, Electro-magnétiques et Sismiques"
Géophysique Appliquée II-GL Q302 Notes de cours -Ecole Polytechnique de Montréal

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UET 1.1
Matière : Forage et Production
VHS : 22h30 (Cours : 1h30, TD 0: 0)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectif de la matière:

Initiation aux activités de la prospection pétrolière du forage de puits et de la production pétrolière sous la contrainte des divers paramètres in-situ.

Connaissances préalables recommandées

Notions sur les réservoirs
Connaissances sur les diagraphies.

Contenu de la matière:

- Utilisation des paramètres de forage pour une connaissance du réservoir
- Optimisation de la vitesse d'avancement du forage
- Traitement des diagraphies
- Détermination des régimes de pression des pores
- Modélisation de la productivité" d'un puits pétrolier

Schéma d'optimisation des gisements pétrolier.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 100%

Références bibliographiques :

Le manuel du Foreur

V. Programme détaillé par matière de semestre S2

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEF 2.1
Matière : Traitement et interprétation des Diagraphies
VHS : 90h00 (Cours : 3h TP : 3h00)
Crédits : 6
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement

: À la fin de ce cours serait capable de faire une évaluation pétrophysique de réservoir en manipulant les différentes diagraphies

Connaissances préalables recommandées :

Notions sur la Pétrophysiques et les principes de mesure des diagraphies

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : (3 Semaines)

Introductions
 -Notions pétrophysiques
 -Rôle des diagraphies dans l'exploration pétrolière
 -Rappels sur les diagraphies
 -Control qualité des données : présentation, traitement des données (correction d'environnements)
 - Log de chantier, données carottes

Chapitre 2 : (2 Semaines)

Etapes d'évaluation des formations réservoirs : Qualitative, quantitative, Quik look
 -Localisation des réservoirs et lithologie
 -Réservoir Propre

 -Méthodes de calcul de R_w
 -Méthodes de calcul de V_{sh}
 -Contact des fluides
 - Technique des cross-lots (Etude lithologique et minéralogique)

Chapitre 3 : (4 Semaines)

Etude géologique, géochimique, les corrélations)

Chapitre 4 : (4 Semaines)

Echantillonneurs de fluides (Outils de test MDT, RDT..)

Chapitre 5 : (1 Semaine)

Etude Géomécanique.

Chapitre 6 : (1 Semaines)

Réservoir carbonaté et fracturé

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

Aliouane Leila, 2019, Principes des Diagraphies, Polycopié FHC- Université de Boumerdes
2- Aliouane Leila, 2019, Interprétation des Diagraphies, Polycopié, FHC-Université de Boumerdes

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEF 2.1
Matière : Sismique de Puits/sismique 3D
VHS : 67h30 (Cours : 1h30 TP : 1h30)
Crédits : 6
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement

Information complète sur les techniques de la sismique de puits,
 Comprendre les dispositifs d'acquisition mis en œuvre et la séquence de traitement et juger la qualité des modèles géophysiques obtenus et leur utilité pour comprendre les structures du sous-sol que la sismique 2D.

Connaissances préalables recommandées

Les fondamentaux de la sismique et du traitement du signal et Connaissances des fondements de la sismique 2D et de ses inconvénients

Contenu de la matière:

Chapitre I. Sismique de puits:

(7 Semaines)

Terminologie et principe de base

- Acquisition
- Traitement
- Imagerie sismique 2D,3D - PSO-Walkaway
- Interprétation
- Applications de la sismique de puits
- Une synthétisation des insuffisances de la sismique 2D

.

Chapitre II. sismique 3D :

(8 Semaines)

Terminologie de la sismique 3D

- Désigne d'une Sismique 3D
- Acquisition de la sismique 3D : Type de dispositifs
- Traitement
- Control qualité
- Interprétation.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques :

1. Chaouche A. 2008, Managing 3D seismic survey TOTAL Professeurs associés France
2. Biondi B. 2006. 3D seismic imaging SEG investigation in Geophysics series.
3. Sheriff R.R., Geldart L.P. 1995. Exploration Seismology. 2nd ed.

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEF 2.1
Matière : Interprétation Gravimétrique/Magnétique
VHS : 67h30 (Cours : 1h30 TP : 1h30)
Crédits : 6
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement

- Permettre d'exploiter les données magnétiques et gravimétriques pour la résolution de problématiques géologiques
- Elucider le contexte structural des bassins sédimentaires

Application directe et indirecte à l'exploration des ressources naturelles

Connaissances préalables recommandées

Notions de base en gravimétrie et en géomagnétisme (Matières acquises en License)

Contenu de la matière

Chapitre 1 : MODES D'ACQUISITION

(3 Semaines)

1. Modes et types des mesures gravimétriques et magnétiques
2. Design et objectifs des levés aéroportés
3. Contrôle de la qualité des levés aéroportés
4. Signal et bruit

Chapitre 2 : REDUCTION ET COMPILATION DES DONNEES:

(3 semaines)

Chapitre 3 : TRAITEMENT DES DONNEES (3 semaines)

1. Séparation des anomalies régionales et résiduelles
2. Techniques d'amélioration du signal utile
3. Calcul des gradients
4. Opérateurs de transformation du champ
5. Prolongements analytiques du champ
6. Filtrage numérique des données.

Chapitre 4 : INTERPRETATION QUANTITATIVE

(3 semaines)

1. Analyse des linéaments géophysiques
2. Imagerie magnétique et gravimétrique comme outil à la cartographie géologique

Chapitre 5 : Le 3ème Principe et entropie absolue (1 semaine)

Chapitre 6 : Energie et enthalpie libres – Critères d'évolution d'un système (2 semaines)

1. Résolution de problèmes directe et inverse
2. Localisation des sources par la Déconvolution d'Euler
3. Méthode de l'amplitude du gradient horizontal
4. Méthode de l'amplitude du signal analytique
5. Méthode du nombre d'onde local
6. Quelques exemples d'études résolus par le magnétisme et la gravimétrie

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

- 1. Gravity and Magnetic Exploration. W.J. Hinze, R.B. von Freze and A.H. Saad - Cambridge University Press 2012 – 515 pages

- Potential theory in Gravity and Magnetic applications. R.J. Blakely - Cambridge University Press 1996
- Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist. M. Dentith & S.T. Mudge - University Printing House, Cambridge CB2 8BS, United Kingdom 2014

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UEM 2.1

Matière : Analyse statistique des données

VHS : 45h00 (Cours : 1h30 TD : 1h30, TP : 0)

Crédits : 4

Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement

L'Analyse des Données (Data Analysis) appartient à la classe des méthodes statistiques les plus vivantes.

Les méthodes de l'analyse des données se répartissent en deux classes principales comprenant:

- Les méthodes de classification
- Les méthodes factorielle.

Connaissances préalables recommandées

- Algèbre matricielle (décomposition spectrale des matrices)
- Probabilités
- Statistiques élémentaires

Contenu de la matière:

1- les méthodes de classification:

2.- Les méthodes factorielles

Elles procèdent par une projection des données sur un espace de dimension inférieure à celle de

l'espace original afin d'obtenir une visualisation de l'ensemble des liaisons entre les variables tout

en minimisant la perte d'information.

Les méthodes factorielles comprennent principalement:

- L'analyse en composantes principales (ACP)
- L'analyse factorielle des correspondances (AFC)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

- 1- El-Marhoum A. (2005) "Analyse des données" ed. Toubkal
- 2- Saporata G. (1990) "Probabilités-Analyse des données et Statistiques " Ed; Technip
- 3- J. M. Bardos (2001) " Analyse Discriminante" ed. Dunod
- 4- J. P. Benzecri (1983) "Analyse des Correspondances" Ed. Dunod

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UEM 2.1
Matière : SEISMIX UNIX (SU)
VHS : 45h00 (Cours : 1h30 TD : 0, TP : 1h30)
Crédits : 3
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

Maitrise de l'environnement LINUX

Appliquer le SU pour le traitement sismique en utilisant le langage UNIX.

Connaissances préalables recommandées

- Notions d'informatique
- Notions sur le traitement sismique.

Contenu de la matière:

1. Introduction

- Présentation de Seismic Unix (SU)
- Environnement Linux
- Commandes Unix
- Obtention de l'aide sous SU
- Lecture et écriture des données sous SU
- Formats SEG (SEG-D SEG-Y etc.)
- Conversion des formats des données
- Manipulations du Trace Header
- Visualisation des données
- Programmes X-Windows
- Graphismes sous X-Windows
- Edition des données SU
- Operations de bases
- Addition de bruits
- Manipulation du Gain
- Operations binaires
- Transformations de bases (Fourier-Hilbert etc.)
- Filtrage
- Modélisation sismique
- Création de modèles de vitesses
- Corrections statiques
- Analyses de vitesses N?O
- Filtre F-K
- Sommatation
- DMO
- Migration.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%

Références bibliographiques:

Stokwell J.W. 1999. The CWP/SU Seismic Unix Package.
<https://www.cwp.mines.edu/cwpcodes/>

Semestre : 2**Unité d'enseignement : UEM 2.1****Matière : Traitement de l'image en géophysique****VHS : 22h30 (Cours : 1h30 TD : 1h30, TP : 0)****Crédits : 3****Coefficient : 3****Objectifs de l'enseignement**

A la fin de ce cours l'étudiant aurait des connaissances sur le traitement des images géophysiques pour une meilleure interprétation

Connaissances préalables recommandées

Notions sur le traitement du signal.

Contenu de la matière:

- Aide au traitement conventionnel des données de géophysique:
- Filtrage bidimensionnel
- Filtrage directionnel
- Filtrage local
- Compression des données sismiques
- Codage des données sismique
- Aide à l'interprétation géophysique:
- Détection des contours considérés comme information sismique
- Mise en valeur des textures dans un milieu géologiques
- Détection et mise en valeur des singularités et des discontinuités

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. Les algorithmes pour les Nuls grand format Livre de John Paul Mueller (Informatiker, USA) et Luca Massaron 2017 Algorithmique: cours avec 957 exercices et 158 problèmes
2. Livre de Charles E. Leiserson, Clifford Stein et Thomas H. Cormen 2017 Algorithmes: Notions de base Livre de Thomas H. Cormen 2013

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UET 2.1
Matière : Hygiène sécurité environnementale
VHS : 22h30 (Cours : 1h30 TD : 0, TP : 0)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

A l'issue de ce cours, les étudiants auront acquis des connaissances de base dans le domaine de la sécurité notamment la prévention des risques professionnels.

Connaissances préalables recommandées

Sous forme de modules déjà décrits, et/ou d'un descriptif succinct des Connaissances requises Pour pouvoir suivre ce module.

Contenu de la matière:

Chapitre 1

I. Introduction à l'Hygiène Sécurité Environnement, Concepts et vocabulaire.

1. Notions de sécurité, danger, risque et dommage.

2. Caractérisation du risque

II. Accidents de travail et maladies professionnelles.

1. Définition de l'accident de travail

2. Typologie des accidents de travail

3. Taux de fréquence et taux de gravité des accidents de travail

4. Cause des accidents de travail

5. Maladies professionnelles

Chapitre 2

I. Démarche d'évaluation des risques

1. Définition de la démarche d'évaluation des risques

2. Les étapes de la démarche

3. Processus d'apparition d'un dommage

4. Matrice de criticité

II. Principes de prévention

1-Définition

2- Mise en œuvre des principes de prévention

3-Document unique

Chapitre 3

Etude des risque liés à l'exploitation des hydrocarbures

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%.

Références bibliographiques :

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UET 2.1
Matière : Economie Pétrolière
VHS : 45h (Cours : 3h TD : 0, TP : 0)
Crédits : 2
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Transmettre les notions de base de la gestion économique de la filière hydrocarbures tant au niveau de l'entreprise, de l'exploration, de l'exploitation et de la commercialisation.

Connaissances préalables recommandées:

Notions de statistiques
Notions de recherche opérationnelle
Manipulation de logiciel de statistiques ou au moins l'EXCEL

Contenu de la matière:

Calcul économique
Statistiques évoluées
Organisation et Gestion d'entreprise
Economie des hydrocarbures
Economie d'exploration pétrolière
Recherche opérationnelle

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%.

Références bibliographiques:

J- CHAPELLE Economie du pétrole – pétrole dans le monde. Publication Institut Français du Pétrole.

VI. Programme détaillé par matière de semestre S3

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEF 3.1
Matière : caractérisation des réservoirs pétroliers
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 0)
Crédits : 4
Coefficient : 1.5

Objectifs de l'enseignement :

- Comprendre le réservoir
- Apprendre à modéliser un réservoir
- Intégrer les données géophysique au modèle réservoir
- Utiliser l'inversion et la méthode AVO dans la caractérisation.

Connaissances préalables recommandées

- Connaissance de la géologie des bassins sédimentaires
- Bases solides en sismique réflexion
- Bases solides en diagraphies
- Manipulation basique de PETREL/OpendTect

Contenu de la matière :

Chapitre 1 :

- Introduction
- Définitions
- Bassins sédimentaire
- Définition
- Processus de formation
- Concept de système pétrolier
- Définition d'un réservoir pétrolier
- Les différents processus dans un système pétrolier
- Qu'est-ce qu'un modèle réservoir ?
- Modèle statique
- Modèle dynamique
- Apport de la sismique réflexion dans la caractérisation des réservoirs
- Apport des diagraphies dans la caractérisation des réservoirs

Chapitre 2 :

- La méthode sismique réflexion
- Estimation des vitesses
- Méthodes théoriques
- Méthodes empiriques

Chapitre 3 :

- L'inversion sismique
- Inversion pre-stack (AVO)
- Inversion post-stack (Impédance acoustique)

Chapitre 4

- La méthode AVO
- Introduction
- Equations de Zoeppritz
- Approximations des équations de Zoeppritz
- Analyse AVO

- Estimation de l'intercept
- Estimation du gradient
- Inversion AVO
- Les attributs sismiques.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen final : 60 %.

Références bibliographiques:

1- Jérôme Mars Traitement du signal pour géologues et géophysiciens: techniques avancées 2ditions TECHNIP

EHRlich, R., CRABTREE, S. J., HORKOWITZ; K. O. et HORKOWITZ, J. P. (1991) Petrography and reservoir physics 1: objective classification of reservoir porosity. Bull. American Ass. Pet. Geol. (AAPG), vol. 75,

MONICARD, R. (1965) Caractéristiques des roches réservoirs et analyse des carottes. Cours de production, tome 1, Institut français du pétrole, Technip,

YANG, H (1999) Relationships between petrophysical properties and petrographic properties of reservoir rocks. Doctorat Université d'Austin, 173 p.

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEF 3.1
Matière : Modélisation Prédictive en exploration
VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 0)
Crédits : 3
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

- Permettre d'exploiter la technologie des Systèmes d'Information Géographique pour l'exploration des ressources naturelles
- Etre en mesure d'intégrer et de combiner diverses sources de données géophysiques et géologiques au sein d'un même environnement pour prédire les zones à fort potentiel en ressources naturelles.

Connaissances préalables recommandées

- Connaissance de la théorie des probabilités et notions sur les algorithmes de l'intelligence artificielle
- Notions de base en Système d'Information Géographique (SIG)

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : DEFINITION ET CONCEPTS DES SIG

2 semaines

- Organisation de l'information dans un SIG
- Information graphique raster
- Information graphique vecteur
- Information alphanumérique
- Analyse spatiale avec SIG.

Chapitre 2 : METHODOLOGIE DE LA MODELISATION PREDICTIVE

4 semaines

- Définition du modèle d'exploration
- Traitement et interprétation des données
- Elaboration des couches d'information
- Intégration des couches d'information
- Génération des cartes de prédiction de ressources naturelles
- Evaluation et validation du modèle prédictive

Chapitre 3 : INTEGRATION DE DONNEES PAR L'APPROCHE EMPIRIQUE

5 semaine

- Modélisation prédictive guidée par les données (Data-driven)
- Modélisation par Pondération de l'information probante (Weights of Evidence)
- Modélisation par Réseaux de Neurones
- Autres techniques de modélisation
- Exemples d'application

Chapitre 4 : Intégration de données par l'approche conceptuelle

3 semaine

- Modélisation prédictive guidée par la connaissance (Knowledge-driven)
- Modélisation par la logique booléenne
- Modélisation par la logique floue
- Modélisation par méthode de croyance probante

Chapitre 5 : Intégration de données par des méthodes hydrides

1 semaines

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen final : 60 %.

Références bibliographiques:

1. • Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS. Graeme F. Bonham-Carter - PERGAMON First edition 1994
- Geochemical Anomaly and Mineral Prospectivity Mapping in GIS. Emmanuel John M. Carranza - Elsevier First edition 2009.

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEF 3.1
Matière : Méthodes de prospection électrique
VHS : 67h30 (Cours : 1h30, TD : 0, TP : 3h00)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Comprendre le principe, traitement et l'interprétation de l'imagerie électrique qui est une des méthodes électriques de prospection géophysique.

Connaissances préalables recommandées

- Notions de mathématiques : intégrales et dérivées
- Notions de physique : courant électrique, résistivité, potentiel

Contenu de la matière :

1. Méthodes de résistivité électriques
2. Résistivité apparente
3. Dispositifs électriques
4. Appareillage et mise en œuvre
5. Pseudo-section
6. Traitement de l'imagerie électrique

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40%; Examen final : 60%.

Références bibliographiques:

- 1. M. BRACONER, W. BARCLY 1979 Introduction à l'interprétation sismique
- R.E. CHERIFF et L.P. GELDART 1982 Traitement et interprétation sismique Tome 2
Cambridge University Press

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEF 3.1
Matière : Imagerie Electromagnétique/Magnétotellurique
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 0, TP : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Montrer comment de l'association de deux concepts en l'occurrence les champs électrique et magnétique découle une méthode de prospection géophysique: la méthode de prospection géomagnétique.

Connaissances préalables recommandées

- Notions de magnétisme et d'électricité et électromagnétisme acquis en licence
- Notion de fréquence
- Notion de résistivité

Contenu de la matière:

Chapitre 1: PROSPECTION PAR METHODE TELLURIQUE (1 semaine)

Origine des courants telluriques

- Principe de prospection par méthode tellurique
- Principe de mesure

Chapitre 2: PROSPECTION PAR MAGNETOTELLURIQUE (3 semaines)

Classification de la MT selon la profondeur d'investigation

- Classification de la MT selon la profondeur d'investigation
- Origine du champ électromagnétique primaire
- Principe de base de la MT
- Relation fondamentale : équation de Cagniard(démonstration de L'équation de Cagniard)
- Principe de mesure sur terrain
- Technique de sondage
- Technique de profilage
- Traitement des données MT
- Interprétation des données

Chapitre 3: LA RADIOMAGNETOTELLURIQUE RMT (3 semaines)

Rappel sur les méthodes électromagnétiques en champ lointain

- Notion de polarisation H et E
- Principe physique et mise en œuvre de la RMT
- Pouvoir de pénétration
- Appareillage et principe de mesure
- Calcul de la résistivité apparente et de la phase.

Chapitre 4 : prospection electromagnetique artificielle tbf en champ lointain (1 Semaine)

Principe

- Prospection géophysique par VLF
- Principe physique du VLF
- Paramètres mesurés en VLF
- Relation entre les champs magnétique primaire et secondaire
- Cas d'un milieu résistant
- Cas d'un milieu conducteur
- Pouvoir de pénétration et d'investigation

- Cas d'un milieu résistant
 - Cas d'un milieu conducteur
- LES DIFFERENTES VERSIONS DU VLF

- La méthode VLF -R

Ca d'un milieu 1D, 2D et 3D

- La méthode VLF-R multifréquences
- Les domaines d'application du VLF -R
- La méthode VLF-R inclinaison
- Principe de la méthode

La méthode Turam

LA METHODE VLF ---EM (ELECTROMAGNETIQUE)

- Principe de la méthode
- Les Domaines d'applications du VLF -EM

Chapitre 2 : Les methodes electromagnetiques en champ proche (2 semaines)

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40 % ; Examen final : 60 %.

Références bibliographiques:

Bosch F. (2002). Shallow depth karst structure imaging with the Very Low Frequency — Electromagnetics

GRADIENT method (VLF-EM GRAD). Thèse Université de Neuchâtel, Centre d'hydrogéologie

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UEM 3.1

Matière : Traitement du signal avancé

VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 0)

Crédits : 4

Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement

L'esprit de leur imagination est relativement simple: remédier aux insuffisances constatées dans les méthodes plus anciennes du traitement du signal et apporter les correctifs nécessaires ou bien soumettre des approches inédites, dans un premier temps théoriques puis les traduire en algorithmes et enfin les concrétiser technologiquement, informatiquement essentiellement.

Connaissances préalables recommandées

Module du traitement du signal acquis en licence

Contenu de la matière

- LES REPRESENTATIONS CONJOINTES TEMPS-FREQUENCE
-
- DES SIGNAUX NON-STATIONNAIRES
- 1-les limites de l'analyse spectrale et nécessité d'une représentation conjointe temps-fréquence
- 2- la relation d'incertitude temps-fréquence
- 3- les signaux asymptotiques
- 4- Notion de fréquence instantanée et de retard de groupe
- 5- Un signal d'analyse: le signal vibrosismique
- 6-Les représentations conjointes temps fréquence: Pourquoi? Comment?
- 7- la représentation conjointe de Wigner-Ville (RWV)
- 8- RWV d'un signal multi-composantes- Cross-RWV
- 10- Représentation temps-fréquence et spectrogramme
- 11-Aspects opératoires de la RWV et dans la pratique grâce au développement
- 12- LA RWV discrète
- 13- Initiation sur logiciel Time -Frequency Analysis
- LA TRANSFORMATION DE HILBERT
- 1- Mise en place
- 2-Le Filtre en Quadrature
- 3- le signal analytique et sa transformée de Fourier
- 4- Propriétés de la transformation de Hilbert
-
- -L'ensemble des signaux analytiques
- - TH d'un produit de signaux analytiques
- - Théorème de Bedrossian
- - Orthogonalité-convolution-composée des deux TH- cross-corrélation
- - Synthèse d'un signal à partir de sa TH
- - Densité spectrale d'un signal analytique
- - Application directe du signal analytique à la détermination de la loi temps-fréquence
- 5- la TH sous Matlab
- LA TRANSFORMATION DE HARTLEY (THT)
- 1- Les fondements de la Transformation de Hartley (THT)
- 2-Relation THT-Transformation en sinus et en cosinus

- 3- Relation THT-TF
- 4-Relation THT-TH
- Ondelettes
- 6-Propriétés Élémentaires de la Transformation de Hartley
- 7- La THT multidimensionnelle
- 8- Système utilisant la décomposition en séries de Hartley d'un signal spatio-temporel
- 9- La Transformation de Hartley Rapide (Fast THT)
- LA TRANSFORMATION EN ONDELETTES
- 1- Les déficiences de la Transformation de Fourier
- 2- Une base de décomposition de fonctions complexes: les ondelettes
- 3- Analyse multi-échelle et Multi-résolution- Scalogramme
- 4- Les bases d'ondelettes- ondelette mère et ondelette fille
- 5- La Transformation en ondelettes continue (CWT)
- 6- La Transformation en ondelettes 1D
- 7- Interprétation des coefficients d'ondelettes
- 8- La transformation en ondelettes continue Inverse
- 9- Ondelettes et Spectrogramme
- 10- Ondelettes de Shannon- Echelles multiples
- 11- La Transformation en ondelette Discrète
- 142- La Transformation en ondelettes Rapide (Fast WT)
- 13- Généralisation de la Transformation en ondelettes vers 2D
- 14- La Transformation en ondelettes 2D Discrète
- 145- Application de la Transformation en ondelette en traitement du signal et de l'image
- 16- Maîtrise du Toolbox Wavelet Transform de Matlab
- LA TRANSFORMATION DE STOCKWELL (S-TRANSFORM)
- 1- Principe de la S-Transform
- 2- La S-Transform continue
- 3- Relation entre la S-Transform et la Short-Time Fourier Transform
- 4- Relation entre la S-Transform et la CWT
- 5- La fréquence Instantanée calculée par la S-Transform
- 6- La S-Transform Discrète
- 7- La S-Transform et le Self Aliasing
- 8- La S-transform généralisée
- 9- Analyse des ondes sismiques par la S-Transform
- e Application d'une fenêtre hyperbolique
- + _ Sismogramme et S-transform
- 10- Simulation de la S-Transform sous Matlab
- ANALYSE DES SIGNAUX PAR L'APPROCHE FRACTALE
- 1- Les processus self-similaires
- 2- Echelles d'invariance dans un signal
- 3- Echelle d'invariance et ondelette
- 4- signaux lagunaires — modèle de Weistrass
- 5- Caractérisation d'un signal par sa dimension fractale
- 6- Méthodes de détermination de la dimension fractal d'un signal
-

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40%; Examen final : 60%.

Références bibliographiques :

L. Cohen, Time-Frequency Analysis, Prentice-Hall, 1995

- 2- À. Papandreou-Suppappola (ed.), Applications in Time-Frequency Signal Processing, CRC Press, 2003.
- 3- B. Boashash (ed.), Time-Frequency Signal Analysis and Processing, Elsevier, 2003.
- 4- Torrence, C. and G.P. Compo, 1998: A Practical Guide to Wavelet Analysis. Bull. Amer. Meteor. Soc., 79,
- 5- Kaiser G 1994 A Friendly Guide to Wavelets (New York: Birkhauser)
- 6- Foufoula-Georgiou E, Kumar P 1994 Wavelets in geophysics 4 (San Diego: Academic Press)
- 7- King, F.W (2009a) Hilbert Transform, Vol 1, Cambridge University press, Cambridge UK
- 8- Hahn, L. (1996), Hilbert Transform in signal processing, Artech House Inc., Norwood, MA, USA
- 9- R. G. Stockwell, L. Mansinha, and R. P. Lowe, "Localization of the Complex Spectrum: the S Transform," IEEE Transactions on Signal Processing, 44(4), 1996

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEM 3.1
Matière : Inversion en Géophysique
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 0)
Crédits : 4
Coefficient : 3

Objectifs de l'enseignement

- Comprendre le problème inverse
- Identifier les problèmes mal-posés en géophysique
- Apprendre à intégrer l'information à-priori lors de la résolution du problème inverse
- Apprendre à résoudre numériquement un problème inverse

Connaissances préalables recommandées

- Connaissance de l'algèbre linéaire
- Connaissances du calcul matriciel
- Méthodes des moindres carrés
- Connaissance des équations aux différences finies EDF

Contenu de la matière :

Chapitre 1 :

1. Introduction au problème inverse
2. Définitions et Exemples d'application des problèmes inverses (médecine-gravimétrie-3. météorologie etc.)

Chapitre 2 :

4. La géophysique et la résolution du problème inverse

Chapitre 3 :

5. Concept de système d'EL
6. les système d'équation $AX=B$
7. Méthodes numérique de résolution des système $AX=B$
8. Méthodes directes:
9. Gauss
10. Gauss-Jordan
11. Décomposition LU
12. Méthodes Itératives
13. Jacobi
14. Gauss-Seidel
15. Relaxation
16. Méthode de la plus forte pente
17. Méthode du gradient conjugué

Chapitre 4 :

18. Qu'est-ce qu'un problème bien posé au sens d'Hadamard ?
19. Le problème mal-posé
20. Issues d'unicité et de stabilité
21. La résolution du problème direct linéarisé
22. Définition de la fonction coût
23. Qu'est-ce que la minimisation d'une fonction coût ?

Chapitre 5 :

24. Techniques de résolution du problème inverse linéarisé
25. Résolution au sens des moindres carrés
26. Optimisation

- 27. L'information à priori
- 28. Régularization
- 29. Méthodes numériques pour la résolution du problème inverse en géophysique
- 30. La méthode SVD

Chapitre 6

- 31. Tomographie sismique

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40%; Examen final : 60%.

Références

1. B.Russel. The old and New Seismic Inversion 2006 CSEG Distingused lectures.
2. Tarantola A. 2005. Inverse Problem Theory and Methods for model parameters estimation. SIAM
3. Menke W. 2018. Geophysical data analysis: Discrete inverse Theory. (4e. ed.). Academic press
4. Parker R.L. 1994. Geophysical Inverse Theory. Princeton University Press.

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UEM 3.1

Matière : Sismique Stratigraphique

VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 0, TP : 1h30)

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

Forger une technique portant non seulement sur les formes structurales mais aussi sur la nature des dépôts, l'environnement et les processus de sédimentation.

Connaissances préalables recommandées :

Les principes de sismique classique et de géologie structurale.

Contenu de la matière :

- La sismique réflexion: un outil de la stratigraphie
- Analyse des faciès sismiques
- Principe et séquençage stratigraphique
- Géométrie des limites séquences
- Discordances, On-lap, Top-lap, down-lap,
- Coupes chronostratigraphiques
- Datation des séquences
- Variation du niveau de la mer, cycles eustatiques
- Séquence transgressives et régressives
- Paramètres internes des réflexions
- Mode, Environnement, Energie de dépôt
- Paramètres internes des réflexions
- Variations des vitesses, Amplitudes et Phases des réflexions
- Anomalies d'amplitudes.
- Méthodes de détermination des vitesses de tranche
- Méthodes de détermination des coefficients d'absorption
- Variations des paramètres pétrophysiques en fonction des conditions de gisement et thermodynamiques
- Analyse des paramètres indicateurs d'hydrocarbures

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40%; Examen final : 60%.

Références Bibliographiques:

G. Grau Ch Hemon M Lavergne Possibilités nouvelles pour la sismique stratigraphique
 Ruel Malmaison Paris

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UET 3.1
Matière : Méthodologie Documentaire-Webographie
VHS : 22h30 (Cours : 1h30, TD : 0, TP : 0)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

Maitriser la recherche d'information
Evaluer la qualité de la pertinence des sources
Organiser et citer correctement les sources

Connaissances préalables recommandées :

Aucune

Contenu de la matière :

- Introduction
- Objectif et enjeux
- Différences entre sources primaires, secondaires et tertiares
- Typologie des documents
- Stratégie de recherche

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Références Bibliographiques:

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UED 3.1
Matière : Innovation et startup
VHS : 22h30 (Cours : 1h30, TD : 0, TP : 0)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement

- Approfondir les connaissances et les compétences nécessaires pour créer et gérer une start-up dans le domaine scientifique ou technologique.
- Former les étudiants aux outils et méthodes avancés de gestion d'innovation et de start-ups.
- Développer des compétences en financement, en stratégie et en gestion d'entreprise.

Préparer les étudiants à transformer des technologies complexes en entreprises viables et scalables

Connaissances préalables recommandées :

- Notions générales en entrepreneuriat (issues du programme de Licence ou équivalent).
- Connaissances avancées en sciences et technologies (par exemple, disciplines scientifiques spécifiques).

Intérêt pour la création de start-ups technologiques ou scientifiques

Contenu de la matière :

1. **Stratégie d'innovation et entrepreneuriat scientifique avancé**
 - Comprendre la chaîne de valeur de l'innovation scientifique.
 - Stratégie de différenciation et d'innovation sur des marchés concurrentiels.
 - Étude de cas : stratégies d'innovation dans les biotechnologies, IA, nanotechnologies, etc.
2. **Création et validation de technologies**
 - Prototypage et validation des solutions scientifiques.
 - Validation du marché : techniques pour tester des hypothèses avec des clients.
 - Lean Startup appliqué aux projets technologiques.
3. **Financement et gestion financière des start-ups scientifiques**
 - Les différents types de financement : subventions, Business Angels, Venture Capital.
 - Préparation d'un pitch pour des investisseurs.
 - Gestion des coûts et projections financières adaptées aux projets scientifiques.
4. **Développement de produits et stratégies de commercialisation**
 - Passer d'un prototype à un produit commercialisable.
 - Stratégies de Go-to-Market pour des technologies complexes.
 - Growth hacking et acquisition de clients.
5. **Gestion et leadership dans les entreprises technologiques**
 - Gérer une équipe multidisciplinaire.
 - Résoudre des conflits dans un environnement entrepreneurial.
 - Construire une culture d'innovation.
6. **Projets pratiques et networking**
 - Développement d'un projet entrepreneurial scientifique en groupe.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Références Bibliographiques:

Semestre : 4
Stage de Fin d'Etude
VHS : 340h00
Crédits : 30
Coefficient : 15

Objectifs de l'enseignement

Ce stage de 160 heures en milieu industriel constitue une étape cruciale dans la formation de l'étudiant(e), lui offrant une véritable immersion dans le monde professionnel. Durant cette période, l'étudiant(e) aura l'opportunité de se familiariser avec les méthodes de travail et l'organisation spécifique du secteur pétrolier, minier ou énergétique, découvrant ainsi les réalités concrètes de ces environnements techniques exigeants. L'aboutissement de ce travail de terrain se concrétisera par la rédaction d'un mémoire rigoureux, synthétisant l'expérience acquise et les solutions envisagées. Ce document fera l'objet d'une soutenance devant un jury mixte, composé à la fois d'universitaires et de professionnels du secteur, validant ainsi la capacité de l'étudiant(e) à mener à bien un projet industriel complet et à en restituer les enseignements de manière claire et professionnelle.

Mode d'évaluation :

Soutenance : 100%.