



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique  
et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique

جامعة امحمد بوقرة  
بومرداس  
Université  
Mhamed Bougara  
de Boumerdes



## OFFRE DE FORMATION

### MASTER ACADEMIQUE

## Recrutement National

### 2022 - 2023

Domaine	Filière	Spécialité
<i>Sciences Et Technologies</i>	<i>Hydrocarbures</i>	<i>Génie du Pétrolier : Production des Hydrocarbures</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

جامعة امحمد بوقرة  
بومرداس  
Université  
Mhamed Bougara  
de Boumerdes



## عرض تكوين ماستر أكاديمي

### 2022-2023

التخصص	الفرع	الميدان
هندسة بتولية انتاج المحروقات	محروقات	علوم وتكنولوجيا

## **I – Fiche d'identité du Master**

## I – Fiche d'identité du Master

**Intitulé de la spécialité :** Génie Pétrolier : Production des Hydrocarbures

**Filière :** Hydrocarbures

**Domaine :** *Sciences et Technologies*

1 - Localisation de la formation :

Faculté (ou Institut) : Hydrocarbures et de la chimie

Département : Gisements pétroliers et miniers

Section : Génie Pétrolier /Production des Hydrocarbures

## 2 – Coordonnateurs :

### - Responsable de l'équipe du domaine de formation

(*Professeur ou Maître de conférences Classe A*) :

Nom & prénom : **AKNOUCHE HAMID**

Grade : Professeur

☎ : 024 91 29 51 Fax : 024-91-29-51 E - mail : : [hamidaknouch@univ-boumerdes.dz](mailto:hamidaknouch@univ-boumerdes.dz)

Joindre un CV succinct en annexe de l'offre de formation (maximum 3 pages)

### - Responsable de l'équipe de la filière de formation

(*Maitre de conférences Classe A ou B ou Maitre-Assistant classe A*) :

Nom & prénom :

Grade :

☎ : Fax : E - mail :

Joindre un CV succinct en annexe de l'offre de formation (maximum 3 pages)

### - Responsable de l'équipe de spécialité

(*au moins Maitre-Assistant Classe A*) :

Nom & prénom : Zeraibi Nourreddine

Grade : Professeur

☎ : Fax : E - mail : [no\\_zeraibi@umbb-univ.dz](mailto:no_zeraibi@umbb-univ.dz)

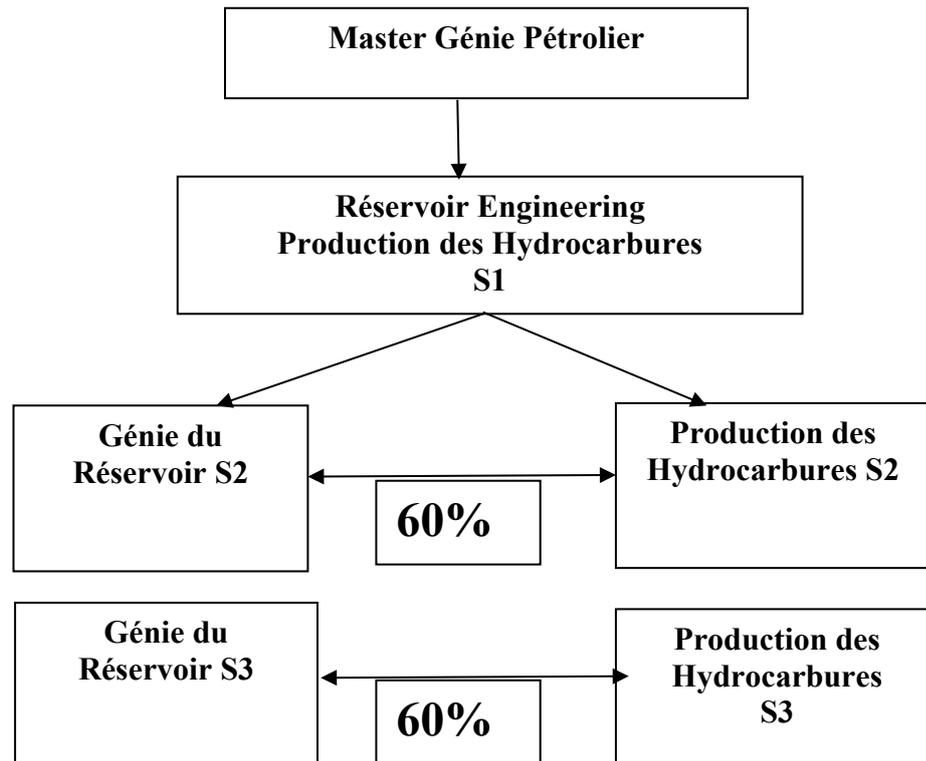
Joindre un CV succinct en annexe de l'offre de formation (maximum 3 pages)

## 3- Partenaires extérieurs \*:

- **SONATRACH**
- **ENTP**
- **DIRECTION DE PRODUCTION**
- **EL NAFT**
- **Les Différentes Régions d'Exploitation des Hydrocarbures**
- **CRD**
- **Les Sociétés Mixtes**

#### 4 – Contexte et objectifs de la formation

##### A – Organisation générale de la formation : position du projet



##### B – Conditions d'accès (indiquer les parcours types de licence qui peuvent donner accès à la formation Master proposée)

Licence en production des hydrocarbures

Licence en forage des puits

Licence en transport des hydrocarbures

##### C - Objectifs de la formation (compétences visées, connaissances acquises à l'issue de la formation- maximum 20 lignes)

Notre objectif est de dispenser une formation d'excellence en Option Production des hydrocarbures et Génie du réservoir par la mise en place d'un Master en même temps académique et professionnelle. Effectivement Ce Master Génie Pétrolier doit assurer une formation portant aussi bien sur les aspects pratiques que sur les aspects théoriques. Les diplômés doivent être opérationnels et avoir :

- Acquis les bases fondamentales et théorique sur les différentes étapes de la mise en exploitation des gisements de pétrole et du gaz et sur les choix optimaux des variantes d'exploitation.
- Maîtriser les méthodes ainsi que les techniques et les outils de base pour le contrôle du bon fonctionnement et de mise en marche des puits.  
Comme elle permet aux étudiants d'accéder à la préparation d'un Master en Génie pétrolier option Production ou Génie de réservoir.
- D'initier la mise en œuvre et de participer au traitement et à l'interprétation de toutes les données nécessaires à la caractérisation des gisements puis au contrôle de leur comportement tout au long de leur exploitation,
- De pratiquer un examen critique des données, d'identifier et d'en évaluer les incertitudes,
- De calculer les quantités d'hydrocarbures en place, d'identifier les mécanismes de drainage d'un gisement, de proposer un procédé de récupération assistée et d'évaluer les réserves associées,

- D'élaborer à l'aide d'un modèle de simulation des scénarios de développement et d'exploitation accompagnés de leurs profils de production en sachant évaluer la capacité initiale de production d'un gisement, calculer le nombre et le type de puits à forer, recommander le moment approprié pour démarrer un procédé de récupération assistée et une activation de puits,
- De recommander un programme de suivi et d'optimisation de la performance d'un gisement

#### **D – Profils et compétences visées (maximum 20 lignes) :**

Les compétences en Réservoir engineering sont très demandées par les entreprises suivantes :

- SONATRACH Exploitation PED.
- Développement des gisements des hydrocarbures (SONATRACH - CRD).
- Exploitation et Développement des gisements des hydrocarbures (SONATRACH - PED).
- ANAFT
- Universités et laboratoires de recherches dans le domaine pétrolier
- Sociétés service aux puits (Data Log, Schlumberger, Haliburton, ENSMP, ENTP, etc....)

#### **E- Potentialités régionales et nationales d'employabilité**

L'évolution du contexte économique et géopolitique mais aussi la croissance de la consommation énergétique au niveau mondial a engendré une augmentation régulière du prix des hydrocarbures. Aujourd'hui déjà et plus encore demain l'industrie pétrolière au niveau mondial devra faire appel à de nombreuses ressources technologiques dans le domaine de l'exploration des ressources non conventionnelles, dans le domaine de l'ingénierie réservoir (optimisation de ces ressources) et dans la production (optimisation de production et la valorisation des fluides). L'augmentation du prix du baril de brut et les très gros projets prévus dans ce secteur industriel de l'amont augmentent les besoins de recrutement des compagnies pétrolières et des sociétés de services.

#### **F – Passerelles vers les autres spécialités**

Les semestres S1 pour le master Génie pétrolier est commun pour trois options : Génie du réservoir, Production des Hydrocarbures et Forage des puits de Pétrole et du gaz

En S2 le candidat aura le choix entre un parcours réservoir et un parcours production des hydrocarbures avec 80% de modules communs

En S3 les deux options aussi ont presque 50% de modules communs

En S4 le spécialiste en Réservoir engineering réalise un travail sur un problème concernant soit :

- La réalisation d'un plan de développement d'un réservoir donné
- Choisir un mode de récupération pour une exploitation optimale.
- Caractériser et modéliser un réservoir
- Optimiser un plan de développement en cours.
- Développer des moyens d'aide à la prise de décision

#### **G – Indicateurs de suivi du projet**

- Note rapport de stage
- Evaluation du promoteur
- Appréciation de l'encadreur sur le lieu de stage
- Soutenance du mémoire publiquement devant un jury

## **Conditions d'accès**

*(Indiquer les spécialités de licence qui peuvent donner accès au Master)*

1. Licence en Production des hydrocarbures
2. Ingénieurs en Production.
3. Licence Géologie du réservoir.
4. Ingénieurs Géophysiciens

## **II – Fiches d’organisation semestrielles des enseignements De la spécialité**

**Semestre 1**

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 1.1 Crédits : 18 Coefficients : 9	<b>Mécanique des fluides en Milieux Poreux</b>	6	3	3h	1h30		67h30	67h30	40%	60%
	<b>Thermodynamiques des Fluides Pétroliers</b>	6	3	2h15	1h30		52h30	52h30	40%	60%
	<b>Pétrophysique et Mécanique des Roches</b>	6	3	2h15	1h30		52h30	52h30	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	<b>Géologie du réservoir</b>	3	2	2h15	0h45		45	45h	40%	60%
	<b>Mécaniques des Fluides Pétroliers</b>	3	2	2h15	0h45		45h	45h	40%	60%
	<b>Forage et Complétion des Puits</b>	3	2	2h15	0h45		45h	45h	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	<b>Méthodes numériques en ingénierie</b>	2	1	2h15	0h45		45h	45h	40%	60%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	<b>Anglais</b>	1	1	1h30			22h30	22h30	40%	60%
<b>Total semestre 1</b>		<b>30</b>	<b>17</b>				<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 2**

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 1.2 Crédits : 18 Coefficients : 9	<i>Réservoir engineering</i>	6	3	3h	1h30		67h30	67h30	40%	60%
	<i>Techniques de Production</i>	6	3	3h	1h30		67h30	67h30	40%	60%
	<i>Interprétation et Analyse des Well test</i>	6	3	3h	1h30		67h30	67h30	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	<i>Technique d'optimisation</i>	3	2	1h30	0h45		34h	45h	40%	60%
	<i>Pompes et Compresseurs</i>	3	2	1h30	0h45		34h	45h	40%	60%
	<i>Phénomènes interfaciaux et fluides de complétion</i>	2	1	1h30	0h45		34h	45h	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	<i>Régulation automatique</i>	2	1	1h30	0h45		34h	34h	40%	60%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	<i>Anglais</i>	1	1	1h30			22h30	22h30	40%	60%
	<b>Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité</b>	1	1	1h30			22h30	22h30	40%	60%
<b>Total semestre 2</b>		<b>30</b>	<b>17</b>				<b>383h00</b>	<b>383h00</b>		

**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 1.3 Crédits : 10 Coefficients : 5	<b><i>Simulation en réservoir</i></b>	6	3	3h00	1h30		67h.5	67h.5	40%	60%
	<b><i>Production et transport du Gaz</i></b>	5	3	2h15	1h30		52h30	52h30	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.3 Crédits : 8 Coefficients : 4	<b><i>Stimulation et Traitement des formations</i></b>	4	2	2h15	1h30		52h30	52h30	40%	60%
	<b><i>Performance des Puits</i></b>	4	2	2h15	1h30		52h30	52h30	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.3 Crédits : 9 Coefficients : 5	<b><i>Traitement des Hydrocarbures</i></b>	5	3	3h	0h45		52h30	52h30	40%	60%
	<b><i>Diagraphies différées / Diagraphies de production</i></b>	4	2	3h	0h45		52h30	67h30	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.3 Crédits : 2 Coefficients : 2	<b>Gestion des entreprises</b>	1	1	1h30			22h30	22h30	40%	60%
UE Transversale Code : UET 1.3 Crédits : 1 Coefficients : 1	<b>Anglais</b>	1	1	1h30			22h30	22h30	40%	60%
<b>Total semestre 3</b>		<b>30</b>	<b>17</b>				<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 4**

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

Unité d'enseignement	VHS	Coefficient	Crédits
Stage et mémoire	375	17	30
Séminaires			
Autre (préciser)			
<b>Total Semestre 4</b>	375	17	30

Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master :

- Valeur scientifique (Appréciation du jury)
- Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury)
- Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury)
- Appréciation de l'encadreur

### **III - Programme détaillé par matière du semestre S1**

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement : UEF 1.1**

**Matière 1 : Mécanique des Fluides en Milieux Poreux**

**VHS : 67h30 (Cours : 3h00, TD : 1h30)**

**Crédits : 6**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :** Apporter une information complète sur le comportement et l'écoulement des fluides dans les milieux poreux.

**Connaissances préalables recommandées.** Equation de Physique mathématique. Mécanique des fluides. PVT et Pétrophysique.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1. Filtration des fluides en milieux poreux.** Propriétés Fondamentales des filtrations monophasiques. Conditions aux limites. Propriétés générales des solutions. Réservoir alimenté, fermé et infini. Ecoulement permanent, pseudo permanent. Principe de superposition. Concepts de l'écoulement stationnaire : écoulement laminaire, écoulement. Concept du bilan matière. Conservation de masse. Ecoulement pseudo permanent dans un réservoir circulaire.

Chapitre 2. Développement de l'équation de diffusivité pour un liquide. Développement de l'équation de diffusivité pour un gaz. Développement de l'équation de diffusivité pour un milieu polyphasique.

**Solution pour les réservoirs classiques :** Variables adimensionnelles pour l'équation de diffusivité cas de l'écoulement radial. Solutions de l'équation de diffusivité en écoulement radial. Cas du réservoir infini.

**Chapitre 3. Solutions par la transformée de Laplace.** (Radial Flow) — réservoir limité. Solutions Domain réel (Radial Flow). Réservoir limité. Solution de l'écoulement linéaire: réservoir fini et infini. Solutions pour Puits fracturé. Importance de la conductivité de la fracture

Réservoirs double porosité, régime pseudo permanent et comportement fluide avec l'inter porosité.

**Chapitre 4.** Solution directe de l'équation de diffusivité pour un gaz avec la transformée de Laplace.

**Technique de Convolution,** Concepts et Applications dans l'estimation du Wellbore Storage

**Chapitre 5.** Filtration dans les réservoirs. Filtration dans les réservoirs Multicouches. Filtration dans les réservoirs double perméabilité. Cas puits horizontaux. Filtration dans les réservoirs radiaux composites.

**Chapitre 6.** Etude et identification des skins effects. Applications et Extensions des solutions à l'interprétation et la prédiction des performances des puits. Comportement des réservoirs hétérogènes et faibles porosité. Couplage du comportement thermodynamique du fluide avec les écoulements. Régime water drive / Entrées d'eau interférence des puits.

Chapitre 7. Solutions pour les puits fractures hydrauliquement. Solutions analytiques et numériques pour différents problèmes de filtration.

Chapitre 8. Equation de filtration polyphasique.

Equation générale. Ecoulement unidimensionnel. Solutions stationnaires. Equation de Buckley Levrette et Application. Capture des discontinuités. Détermination de la position de la discontinuité. Méthode de la tangente de Welge.

**Mode d'évaluation :** Continu 50% Examen 50%

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.) :

A. HOUPEURT Éléments de mécanique des fluides dans les milieux poreux. Edition Technip 1975.

A. HOUPEURT, Mécanique des Fluides dans les Milieux Poreux. Critiques et Recherches. Paris, Editions Technip, 1974.

CHAUMET P. Cours de Production 3 Ecoulement Monophasique des Fluides dans les Milieux Poreux. 1965. ED. Technip.

MARLES.C, Cours de Production. Ecoulements Polyphasique en milieu Poreux. Ed Technip. 1979

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement : UEF 1.1**

**Matière 2 : Thermodynamique Des Fluides Pétroliers**

**VHS : 52h30 (Cours : 2h15, TD : 1h30)**

**Crédits : 6**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :** Décrire les fluides de réservoir et discuter des propriétés PVT fondamentales associées, Décrire le processus de construction d'un modèle PVT à partir de données expérimentales.

**Connaissances préalables recommandées.** Introduction à l'industrie pétrolière. Péetrophysique. Thermodynamique.

**Contenu de la Matière.**

**Partie 1. Fondamentaux De Thermodynamique.** Genèse du pétrole et des hydrocarbures. Composition chimique des fluides pétroliers. Familles d'hydrocarbures. Présentation compositionnelle des fluides de réservoir. Thermodynamique des fluides pétroliers. Corps pur, mélange binaire, systèmes multi-composants - Comportement des phases. Fluides hydrocarbures : huile sous-saturée, huile saturée, gaz sec, gaz mouillé, gaz à condensation rétrograde. Enveloppe de phases. Mesures. Échantillonnage : échantillonnage de fond et de surface - Représentativité et validité de l'échantillonnage. Analyses. Études PVT : huile, gaz à condensats.

**Partie 2. Propriétés Des Fluides Hydrocarbures**

Thermodynamique : équilibre des mélanges, classification des fluides. Équilibre liquide-vapeur : Équilibre réel, potentiel thermodynamique, fugacité. Pression de point de bulle, facteur volumique de formation, masse volumique, compressibilité.

**Partie 3 Équation D'état :**

Peng-Robinson, Soave-Redlich-Kwong. Calcul liquide-vapeur. Représentation analytique : propriétés des coupes légères et lourdes. Modélisation des fluides : calage PVT. Synthèse fluide : ségrégation gravitaire, études de cas, miscibilité. Données aval : données pour le simulateur de réservoir et le procédé.

**MODÉLISATION PVT.** Calage d'un modèle PVT à des données expérimentales en utilisant un logiciel EOS™ PVT. Lumping des équations d'états.

**Mode d'évaluation :** 50% Continu, 50% Examen

**Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.)**

1. Properties of Petroleum Reservoir fluids. Emil.J. Burcik
2. Equations of State. and PVT Analysis. Applications for Improved. Reservoir Modeling. Tarek Ahmed, 2007. Texas.
3. Petrophysics. Ekwers Peter. Texas.
4. RESERVOIR FLUIDS TEXTBOOK SERIES VOLUME 2 by Zoltán E. Heinemann E. WEINHARDT.2004.
5. Properties of reservoir rock Core Analysis. Robert Monicard IFP
6. Gisement. Cosset. IFP
7. Gravier J.F. Cours de Production. Propriétés des fluides de Gisements. Technip. 1986

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement : UEF1.1**

**Matière 3 : Péetrophysique et Mécanique des Roches**

**VHS : 52h30 (Cours : 2h15, TD : 1h30)**

**Crédits : 6**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement.** Analyser et maîtriser les propriétés des fluides de gisements, ainsi que les propriétés physiques de la roche réservoir.

**Connaissances préalables recommandées.** Introduction à l'industrie pétrolière. Géologie de réservoir.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1. Mécanique appliquée aux roches,** contraintes et critères de rupture, mécanique des discontinuités et des fissures. Roches et masses rocheuses, anisotropie et hétérogénéité, contraintes in situ. Propriétés des roches, critères de rupture des roches, essais sur les roches en laboratoire.

**Chapitre 2. Propriétés géomécaniques** et mécaniques des fissures dans les roches, caractérisation des discontinuités sur le terrain et au laboratoire. Propriétés des masses rocheuses et leur classification, contraintes de rupture des roches, essais in situ des roches.

**Chapitre 3. Résistivité de la formation et saturation eau.** Résistivité de l'eau de formation, analyse chimique. Corrélations propriétés des schistes argileux. Résistivité des réservoirs argileux. Evaluation des réservoirs argileux. Facteur de cimentation des réservoirs carbonatés

Chapitre 4. "**Conventional core analysis**" (Porosité (définition et mesure), perméabilité absolue ou intrinsèque (loi de Darcy), effets d'inertie, effet Klinkenberg, mesures de résistivité (loi d'Archie). Technique d'analyse avancée. Echelle réservoir, propriétés moyennes des roches. Facteur de turbulence et de friction comme outils de caractérisation des roches. Indice d'hétérogénéité des réservoirs

**Chapitre 5. Introduction au « Special Core Analysis » (SCAL) :** introduction aux écoulements dans les milieux poreux (écoulements diphasiques, effets de capillarité, équations de transport), mouillabilité et effet sur la récupération, saturation (Eau-Huile-Gaz), **Mesures de pression capillaire. Mesures de perméabilité relative. Mesure par RMN de propriétés Péetrophysique. Identification des hétérogénéités.** Quantification des incertitudes Passage « Up-scaling » du modèle Péetrophysique vers un modèle d'écoulement en tenant compte les hétérogénéités pour construire un modèle réservoir

**Caractérisation par unités.** Zonation des réservoirs. **Réservoirs naturellement fracturés.**

**Chapitre 6. Effet des contraintes sur propriétés de la roche réservoir**

**Mode d'évaluation :** 50% Continu, 50% Examen

1. Properties of Petroleum Reservoir fluids. Emil.J. Burcik
2. Petrophysics. Ekwers Peter. Texas..
1. Properties of reservoir rock Core Analysis. Robert Monicard IFP
2. Gisement. Cosset. IFP
3. Petrophysics theory and practice of measuring reservoir rocks and fluid transport.second Edition Tayab.
4. R. Monicard. Cours de Production. Caractéristiques des roches Réservoirs. Analyse des carottes. Technip. 1975

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement : UEM 1.1**

**Matière 1: GEOLOGIE PETROLIERE**

**VHS : 45h00 (Cours : 2h15, TD : 0h45)**

**Crédits : 3**

**Coefficient : 2**

**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 :** Connaissances préalables recommandées introduction à l'industrie pétrolière

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 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).

**Chapitre 2. Introduction Sur Les Bassins Sédimentaires.** Mécanismes de formation des bassins sédimentaires. Structuration d'un bassin sédimentaire. Environnement sédimentaire et paléogéographie.

**Chapitre 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

**Chapitre 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.

**Chapitre 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...).

**Chapitre 6. Les Principaux Outils Du Geoscientist Pétrolier.** Sismique, diagraphies, essais de puits  
Les principaux documents réalisés (cartes, coupes, etc.)

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 50 % ; Examen : 50%.

**Références bibliographiques : (Si possible)**

1. Introduction to Petroleum Geology.
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**

**Matière 2 : Mécanique Des Fluides Pétroliers**

**VHS : 45h00 (Cours : 2h15, TD : 0h45)**

**Crédits : 3**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** Analyser et maîtriser les propriétés des fluides de gisements, ainsi que les propriétés physiques de la roche réservoir.

**Connaissances préalables recommandées :** Introduction à l'industrie pétrolière. Base de MDF

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1. Notions fondamentales** de mécanique des fluides et rhéologie

**Chapitre 2. Classification des fluides.** Equation constitutive. Tenseurs de contraintes et des déformations

**Chapitre 3. Rhéomètres et mesures techniques. Ecoulements des fluides Newtoniens.** Equation de Navier Stokes. Quelques solutions exactes des écoulements laminaires dans les conduites. Ecoulement dans les espaces annulaires. Effet d'excentricité.

**Chapitre 4. Ecoulements turbulent. Ecoulements des fluides non Newtoniens** à travers différentes géométries. Les pertes de charges pour fluide non newtonien. Réduction des pertes de charges. Caractéristiques des suspensions. Caractéristiques des écoulements de fluides viscoélastiques. Les approches utilisées pour le transport de solide.

**Chapitre 5. Ecoulements de fluides diphasiques.** Définition des écoulements polyphasiques / Terminologie. Différentes approches de résolution des écoulements multiphasiques Méthodes. historiques d'études des écoulements diphasiques. Modèle homogène. Modèle DFM (glissement).

**Chapitre 6.** Hold up et la carte de configuration des écoulements. Distinction entre les régimes d'écoulement. Les paramètres de similitudes définissant les régimes d'écoulement. Modèle de Beggs and Brill, Modèle de AZiZ. Modèle Mécanistique. Modèle compositionnel.

Exemple d'un logiciel d'écoulement dynamique PIPESIM et PIPEPHASE

**Mode d'évaluation :** 50% Continu, 50% Examen

**Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.)**

**Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.) :**

1. R. COMOLET : Mécanique Expérimentale des fluides. Tome 1, 2,3 Collection Sciences Sup.
2. SCHAUM : Mécanique des Fluides et Hydraulique. Cours et PBS. Mc GrawHill. 2002.
3. R.OUZIAUX Mécanique des fluides Appliquée. Cours et Exercices. Edition DUNOD 1998.
4. N. MIDOUX : Mécanique et rhéologie des fluides en génie chimique. Lavoisier 1999.

**Semestre : 1**  
**Unité d'enseignement : UEM 1.1**  
**Matière 6 : Forage et Complétion**  
**VHS : 45h00 (Cours : 2h15, TD : 0h45)**  
**Crédits : 3**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement.** (Connaître les équipements et techniques utilisés en forage. Connaître et cerner le champ d'action des différents intervenants. Connaître les différentes opérations et acquérir le vocabulaire spécifique forage)

**Connaissances préalables recommandées.** Introduction à l'industrie pétrolière. Géologie de réservoir.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1. Architecture d'un sondage.** Rôles des différents cuvelages. Détermination d'un programme de forage et de tubage

**Chapitre 2. Principe Du Forage - Les Équipements.** Différents types de trépan. Garniture de forage. Fonction et matériels de levage. Fonction et matériels de pompage. Fluides de forages et traitements mécaniques. Casing et têtes de puits

**Chapitre 3. Méthodes De Forage Et Opérations Spéciales.**

Paramètres de forage. Turboforage. Carottage. Opérations de tubage et cimentation. Suspension. Têtes de puits. Chronologie du montage d'une tête de puits. Forage dirigé. Contrôles des venues. Instrumentation.

**Chapitre 4.** Opérations spéciales. Workover, coiled tubing, snubbing

**Mode d'évaluation :** 50% Continu, 50% Examen

**Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.)**

1. Drilling Fluids Technology July, 1996 Max R. Annis. Martin V. Smith.
2. Drilling Fluids Processing Handbook ASME 2005
3. Advanced Drilling Systems. 2001 Equipment Guidelines Advanced Drilling Systems.
4. Drilling Fluids Manual. Amoco Production Company
5. Le Forage technique d'exploitation pétrolière. Nguyen.
6. Data Forage

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement : UED 1.1**

**Matière 7 : Méthodes Numériques en Ingénierie.**

**VHS : 67h30 (Cours : 1h30, TD : 0h45)**

**Crédits : 2**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :** L'objectif de ce module est de donner une formation de base en Mathématiques et en informatique, suffisamment solide pour permettre d'étudier le comportement et l'écoulement des fluides dans les milieux poreux et dans les systèmes de production.

**Connaissances préalables recommandées.** Mécanique des fluides. PVT et Pétrophysique.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1.** Eléments de'un langage de programmation C++, ou Python

**Chapitre 2.** Représentation graphique de fonctions. Calcul et approximation de fonction

**Chapitre 3.** Représentation des grandeurs physiques. L'interpolation

**Chapitre 4.** Résolution d'équations non-linéaires. Résolution de systèmes d'équations linéaires. Polynômes orthogonaux. Dérivation et intégration numérique.

**Chapitre 5.** Valeurs propres, vecteurs propres

**Chapitre 6.** Transformation numérique inverse de Laplace

**Chapitre 7.** Problèmes différentiels à conditions initiales

**Chapitre 8** Problèmes à conditions aux limites et problèmes aux valeurs propres  
Equations aux dérivées partielles

**Chapitre 9.** Probabilités et erreurs. Méthode de Monte Carlo.

**Mode d'évaluation :** Continu 50% Examen 50%

**Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.) :**

1. **Jean-Philippe Grivet**, *Méthodes numériques appliquées* (EDP Sciences, 2008)
2. **André Fortin**, *Analyse numérique pour ingénieurs* (Presses internationales polytechniques, 2001)
3. **Christian Guilpin**, *Manuel de calcul numérique appliqué* (EDP Sciences, 1999)
4. **Jérôme Bastien et Jean-Noël Martin**, *Introduction à l'analyse numérique : applications sous Matlab* (Dunod, 2003).
5. **William Press et al.**, *Numerical Recipes* (Cambridge University Press, 2000) avec du code en FORTRAN, en C, en C++, en PASCAL..
6. **Konstantin Protassov**, *Analyse statistique de données expérimentales* (EDP Sciences, 2001)

**Semestre : 1**  
**Unité d'enseignement : UED 1.1**  
**Matière 8 : Anglais**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30, TD : 0h)**  
**Crédits : 1**  
**Coefficient : 1**

**Semestre : 2**

**Unité d'enseignement : UEF 1.2**

**Matière 1 : Génie du réservoir**

**VHS : 67h30 (Cours : 3h00, TD : 1h30)**

**Crédits : 6**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :** Initier à la mise en œuvre et au traitement de toutes les données nécessaires à la caractérisation des gisements puis au contrôle de leur comportement tout au long de leur exploitation. Identifier les mécanismes de drainage d'un gisement, de proposer un procédé de récupération assistée et d'évaluer les réserves associées.

**Connaissances préalables recommandées.** Géologie de réservoir. PVT et Pétrophysique.

**Contenu de la Matière :**

**Chapitre 1. Estimation des accumulations d'hydrocarbures :** méthode volumétrique. Présentation de la méthode volumétrique. Estimation du volume brut de roche à partir d'isobathes et/ou de modèles géologiques. **Volumes d'hydrocarbures probables (P50)** en place (calcul des volumes de roches à l'aide de cartes d'isobathes). Evaluation de la gamme d'hydrocarbures en place (min & max) **Chapitre**

**2. Mécanismes de drainage :** Récupération primaire. Réservoirs à huile. Expansion d'huile sous-saturée. Expansion des gaz dissous. Expansion du dôme de gaz. Support par un aquifère actif. Modèles analytiques d'aquifères : modèle de Hurst & Van Everdingen et modèle de Carter-Tracy.

**Chapitre 3. Réservoirs à gaz avec et sans support d'aquifère Bilan matière :** Principes et équations.

**Bilan matière généralisé :** indices de drainage graphiques de Campbell et de Cole. Application : estimation des facteurs de récupération, à partir du bilan matière, vérifier la taille d'un aquifère et d'un gas cap, vérifier l'estimation de l'accumulation...

**Chapitre 4. Récupération secondaire. Rappel concernant les écoulements multiphasiques dans le réservoir :** Mouillabilité, capillarité, perméabilité relative.

Injection d'eau/de gaz non miscible : Principes. Sources des fluides, injectivité des puits, schémas d'injection. Performance attendue de l'injection d'eau et de gaz. Stabilité des écoulements multiphasiques et influence du Rapport de Mobilité. Écoulement diffusif : Théorie du déplacement frontal de Buckley-Leverett. Méthode de Welge. Efficacité de balayage : Efficacité microscopique et influence du Nombre Capillaire. Efficacité surfacique et influence du Rapport de Mobilité. Efficacité verticale et influence de l'hétérogénéité verticale en perméabilité. Cycling.

**Bilan matière.** Exercice pratique sur des données réelles et synthétiques en utilisant le logiciel MBAL. Calage de paramètres PVT et de paramètres réservoirs. Prévisions de production.

**Chapitre 5. Analyse de Déclin la production.** Principes d'analyse de la production - Rappels sur les régimes d'écoulement. Méthodes traditionnelles. Analyse de production moderne. Analyse traditionnelle de la courbe de déclin. Déclin exponentiel. Déclin hyperbolique. Déclin harmonique. Développement récent de l'analyse des courbes de déclin. Identification des régimes de flux.

Diagrammes de diagnostic. Bilan matière fluide. Evaluation des modèles analytiques transitoires. Modèle vertical. Modèle de fracture. Puits multi fracturé horizontal. **Diagnostic, modélisation et prévision :** Étude de cas des puits de pétrole. Étude de cas de puits de gaz. Quantification des incertitudes.

**Chapitre 6. Les techniques de récupération tertiaires. Injection De Gaz Miscible (Co<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Hydrocarbures. Injection De Polymère. Injection De Surfactants. Injection Des Alcalins Injection Alcaline-Surfactant-Polymere (Asp). Injection D'eau Intelligente. Méthodes Thermiques (Sagd, H&P, Combustion In-Situ)**

**Mode d'évaluation :** Continu 50%. Examen 50%

**Références** (Livres et photocopiés, sites internet, etc.) :

**Latil. Marcel** Cours de production 6. Recupération Assistée. Edition Technip. 1975.

Reservoir Engineering. J.-R. Ursin & A. B. Zolotukhin Stavanger, 1997

Enhanced Oil Recovery. Fundamentals and Analyses. Donaldson 1985. Tulsa. Petroleum Reservoir Engineering. Physical Properties. James Amyx.

Applied Petroleum Reservoir Engineering Craft.1995.

**Semestre : 2**

**Unité d'enseignement : UEF 1.2**

**Matière 2 : Technique de Production**

**VHS : 67h30 (Cours : 3h00, TD : 1h30)**

**Crédits : 6**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :** Apporter une vue d'ensemble des principales techniques d'activation. Connaître les différentes méthodes d'activation et leurs domaines d'utilisation. Sensibilisation aux problèmes d'exploitation.

**Connaissances préalables recommandées.** Forage et complétion, Pétrophysique.

Contenu de la **Matière :**

**Chapitre 1. Configurations Générales D'une Complétion.** Principaux facteurs influençant la conception d'une complétion. Schémas de base de la liaison couche-trou : trou ouvert ou trou cuvelé. Schémas de base d'équipement : conventionnel (simple, multiple, sélectif) ou tubing less

**Chapitre 2. Matériel : Fonction, Technologie.** Tête de production (composition, choix de la série et du diamètre). Tubing (caractéristiques de base, critères de choix). Packers et accessoires (différents types : permanent, retirable, récupérable). Équipement de fond (siège, dispositif de circulation, etc.) et travail au câble. Vannes de sécurité de subsurface (contrôlées depuis la surface, autopilotées)

**Chapitre 3. Notions Sur Le Calcul Du Tubing.** Points à vérifier. Étude du flambage. Introduction au cas où le tubing est libre de coulisser : variation de longueur du tubing et traction en tête. Introduction au cas où le tubing est solidaire d'un packer : efforts à la liaison en fond de puits et traction en tête

**Chapitre 4. Mise En Place De L'équipement.** Préparation de l'opération. Règles de sécurité en complétion. Recommandations relatives (aux différentes phases opératoires, à la mise en œuvre des différents matériels, Procédures de descente de l'équipement, cas où le packer est descendu directement avec l'équipement définitif, cas où le packer est descendu préalablement)

**Chapitre 5. Activation Par Gas Lift :** Le système puits et les gradients de pression en débit. Représentation du puits et analyse nodale. Alimentation du réservoir (IP et IPR ; inflow). Chute de pression en diphasique vertical et résistance tubing (TPC ou outflow). Principe et paramètres actifs. Caractéristiques et avantages du gas-lift. Détermination des paramètres opératoires : profondeur, pressions et débit d'injection du gaz. Détermination de la capacité maximum d'un puits en fonction du GLR. Optimisation dans le Temps. Fonction des vannes et gamme de fonctionnement. Vannes type P (casing operated) et type F (tubing operated). Mandrins conventionnels et à poche latérale (Side Pocket Mandrel : SPM). Vannes et équipements particuliers. Positionnement des mandrins et définition des vannes. Calcul manuel / détermination graphique et possibilités offertes par les logiciels. Architecture puits standard et cas particuliers (complétion double, complétion concentrique macaroni / coiled tubing). Équipements en surface. Séquence de démarrage initial et de redémarrage. Recommandations opératoires. Résolution d'anomalies

**Chapitre 6. Activation Par Pompage Aux Tiges.** Principe, domaine d'utilisation. Sensibilisation aux paramètres critiques. Principaux équipements spécifiques. Problèmes opératoires et points clefs pour mise en plac. Calcul simplifié et calcul API. **Pompage Par Pompe Centrifuge Électrique Immersée**

Principe, domaine d'application. Principaux équipements spécifiques, choix de la pompe et du moteur électrique. Problèmes opératoires et points délicats lors de la mise en place. Calcul dans les cas simples "huile sans problème". Présentation et calcul dans des cas spéciaux type huile assez visqueuse ou huile à pression. Inférieure au point de bulle. Autres procédés de pompage (pompage hydraulique à piston, hydro-éjecteur, plunger-lift, pompe à cavité progressive ou progressante) : principe, domaine d'utilisation. Critères pour le choix d'un procédé

**Chapitre 7. Opérations Au Coiled Tubing Ou À L'azote En Complétion Et En Workover.** Importance de l'azote dans les opérations de stimulation et de reprise de puits. Importance du coiled tubing dans les opérations de complétion et de workover. Équipements De Coiled Tubing (technologie, dimension, poids). Applications Du Coiled Tubing. Démarrage à l'azote, perforation en dépression  
Nettoyage du fond du puits et tubing, cas des paraffines et des hydrates. Contrôle de sables inconsolidés. Traitement de la matrice : acidification, solvant. Autres applications : diagraphies en puits fortement dévié ; aide à la réalisation de test de formation ; utilisation comme ligne de production, de gas-lift ou d'injection de produits chimiques ; instrumentation ; reforage et extension horizontale. Statistiques, économie, développements futurs

**Chapitre 8. Opérations De Cimentation Avec Azote Ou Coiled Tubing.** Ciment allégé à l'azote : définition, utilisation (cimentation primaire, squeeze). Cimentation à travers le coiled tubing : bouchon de ciment, squeeze (caractéristiques des laitiers de squeeze, ingénierie des opérations et procédures opératoires, points clés)

**Mode d'évaluation :** Continu 50%. Examen 50%

**Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.) :**

1. Complétion et reconditionnement des Puits. Programmes et Modes opératoires. Publications de la Chambre Syndicale de la Recherche et de la Production du Pétrole et du Gaz Naturel. Comité des Techniciens. 1985.
2. Well Engineering and Production Operations Management System.
3. Casing Design Manual 2001. Standard handbook for petroleum and gas engineering vol.1, Vol. 2 WILLIAM C . LYONS, PH.D., P.E. EDITOR Brown. K
4. The Technology of artificial Lift, Vol. 2a Petroleum publishing Co. Tulsa, Ok, 1980.
5. La Production de Fond. Collection des cours de L'ENSPM. Techniques d'exploitation Pétrolière.

**Semestre : 2**

**Unité d'enseignement : UEF 1.2**

**Matière 1 : Interprétation et Analyse des Well Test**

**VHS : 67h30 (Cours : 3h00, TD : 1h30)**

**Crédits : 6**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :** Aborder le design d'un Well test. Connaître les différents modèles utilisés en well test. Interpréter les résultats d'un well test.

**Connaissances préalables recommandées.** Géologie de réservoir. Filtration des fluides pétroliers. PVT et Pétrophysique. Equation de physique

**Contenu de Matière :**

**Chapitre 1. Méthodes et équations de base.** Equation de Darcy et de la diffusivité. Méthode de superposition (temps espace), Introduction aux tests de puits. Test de puits mesures et interprétations. Perméabilité, Capacité de puits, Skin. Méthodes d'interprétations, dérivées. Interprétation des différentes signatures des courbes de pression (Chenal, faille, deux failles. Sécantes, barrière, faille conductrice, réservoir fermé). Puits inclinés, puits horizontaux. Wellbore Conditions Constant / Changing Wellbore Storage – fracture Verticale (Finie, Infinie), puits Horizontal, facteur de Skin Analyse par l'utilisation d'un software package

**Chapitre 2. Modèles Réservoir et Limites.** Modèle radial infini, Réservoirs à Double Porosité – Réservoirs à deux couches. Réservoirs Radial Composite. Analyse par l'utilisation d'un software package.

**Chapitre 3. Interprétation des différentes signatures des courbes de pression** (Chenal, faille, deux failles. Sécantes, barrière, faille conductrice, réservoir fermé. Conception du Test. Définition et historique des taux de production, Puits multi modèles. Le temps et les erreurs de pression. Mesure et bruit. Ségrégation de phases. Les procédures de validation des interprétations et la cohérence des résultats. Rapport. Puits de Gaz. AOFP, Pseudo Skin, Pseudo pression, Bilan matière Gas Material Balance, Pseudo Time or Changing WBS

**Chapitre 4. Simulation Numérique d'un Well test.** Ecoulement en milieu poreux et hétérogénéité. Simulation numérique d'un Well tests avec le modèle GRID block model : problèmes et solutions. Interprétation des résultats de simulation. Fonction objective. Matching des propriétés Pétrophysique et des caractéristiques du modèle de puits. Procès d'inversion appliqué à la caractérisation du réservoir

**Workshop.** Introduction à la simulation des essais de puits avec un programme de simulation numérique. Pratique d'inversion de plusieurs tests.

**Mode d'évaluation : Continu 50%. Examen 50%**

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.) :

1. Raghavan.R Well Test Analysis Pretice. Hill .1993
2. Earlougher. R.C., Advances in Well Test Analysis. 1997. Technip.
3. Lee. John. Well Testing. Ed Technip. 1982.
4. Bourdarot. G. Essais de Puits. Méthodes d'interprétation. Ed. Technip. 1996
5. Bourdet. D. Well test Analysis: The use of advanced Interpretation Methods. ED; Technip.2002.

**Semestre : 2**

**Unité d'enseignement : UEM 1.2**

**Matière 4 : Technique d'Optimisation**

**VHS : 34h00 (Cours : 1h30, TD : 0h45)**

**Crédits : 3**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** Connaitre les techniques mathématiques pour résoudre un problème de minimisation ou de maximisation d'une fonction objective.

**Connaissances préalables recommandées.** Méthode numérique. Programmation

**Contenu de la Matière.**

**Chapitre 1. Introduction à l'optimisation.**

Optimisation de l'ingénierie. Type d'optimisation. Algorithmes d'optimisation. Métaheuristiques. Notation de commande. Complexité de l'algorithme. Fondements mathématiques. Limites supérieures et inférieures. Calcul de base. Optimalité. Continuité. Points stationnaires. Critères d'optimalité. Normes vectorielles et matricielles. Valeurs propres et définition. Fonctions linéaires et affines. Forme quadratique. Matrices de gradient hessien. Approximations de fonctions. Optimalité de la fonction multivariée.

**Partie 1.**

**Méthodes d'optimisation classiques I.**

**Optimisation sans contrainte.** Méthodes basées sur les gradients. Méthode de Newton. Méthode de descente la plus raide. Recherche de ligne. Méthode du gradient conjugué. Optimisation contrainte. Programmation linéaire. Méthode du simplexe. Procédure de base. Forme augmentée. **Optimisation non linéaire.** Méthode de pénalité. Multiplicateurs de Lagrange. Conditions de Karush-Kuhn-Tucker. Méthodes d'optimisation classiques. Méthode BFGS. Méthode Nelder-Mead. Un simplexe. Nelder-Mead Descente Simplex. Méthode de confiance-région. **Programmation quadratique séquentielle.**

**Programmation quadratique. Programmation quadratique séquentielle.**

**Générateurs de nombres aléatoires.** Algorithmes linéaires congruents. Distribution uniforme. Autres distributions. Algorithmes Metropolis. Méthodes de Monte-Carlo.

Estimation de  $\pi$ . Intégration de Monte-Carlo. Importance de l'échantillonnage.

Partie 2.

**Algorithmes Metaheuristiques**

Genetic Algorithms. Simulated Annealing. (Recuit simulé). Ant Algorithms. (Algorithmes de fourmi). Bee Algorithms (Algorithmes d'abeille). Particle Swarm Optimization. (Optimisation de l'essaim de particules). Harmony Search. Firefly Algorithm. (Algorithme de luciole)

**Optimisation multiobjectif.**

Optimalité de Pareto. Méthode de la somme pondérée. Méthode utilitaire. Recherche métaheuristique. Autres algorithmes.

Mode d'évaluation : Continu 50%. Examen 50%

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.) :

G.N. Vanderplaats. Numerical Optimization Techniques for Engineering. Design.

Vanderplaats R&D, Colorado Springs, 1998.

G.R. Walsh. Methods of Optimization. John Wiley, London, 1975.

D.A. Wismer and R. Chattergy. Introduction to Nonlinear Optimization. A Problem-solving Approach. North-Holland, New York, 1978.

R. Fletcher, Practical Methods of Optimization, 2nd ed., Wiley, New York, 1987.

**Semestre : 2**

**Unité d'enseignement : UEM 1.2**

**Matière 5 : Phénomènes Interfaciaux et fluides de Complétion**

**VHS : 34h00 (Cours : 1h30, TD : 0h45)**

**Crédits : 3**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** l'acquisition des notions essentielles pour décrire et quantifier les phénomènes (Interfaciaux en particulier) qui président à la formation, stabilisation ou déstabilisation des systèmes dispersés omniprésents dans les opérations de production pétrolière.

**Connaissances préalables recommandées.** Notions de base Chimie, Forage

**Contenu de la Matière Phénomènes interfaciaux et fluides de complétion**

### **Rôle des forces de van der Waals pour le calcul de la tension interfaciale**

- Capillarité classique : loi de Laplace et de Jurin, tensiométrie et rhéologie interfaciale
- Mouillabilité des solides, influence de la pesanteur, nombre capillaire
- Isothermes d'adsorption et équations d'état relatives à l'adsorption de tensioactifs
- Pression de disjonction, films de Rollin et condensation capillaire
- Applications aux problèmes du génie pétrolier (EOR, séparation eau/huile...)

### **Les Interactions moléculaires**

- Les molécules amphiphiles ou tensioactifs
- Les émulsions
- Les microémulsions
- Les dispersions solide/liquide

Principes de formulation

### **Les fluides de forage**

- Les fluides de cimentation
- Les fluides de fracturation
- Le Contrôle des Venues d'eau

**Semestre : 2**

**Unité d'enseignement : UEM 1.2**

**Matière 5 : Pompes et Compresseurs**

**VHS : 34h00 (Cours : 1h30, TD : 0h45)**

**Crédits : 3**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** Choisir et concevoir un système de collecte et d'expédition de pétrole et du gaz

**Connaissances préalables recommandées.** Mécanique des fluides

**Contenu de la Matière :**

**Chapitre 1. : Classification des principaux types de pompes -** Critères de sélection

**Chapitre 2. : Fonctionnement d'une pompe centrifuge :** Triangle des vitesses et droite d'Euler.

Hauteur d'élévation ; caractéristique hauteur-débit. Autres caractéristiques d'une pompe centrifuge : rendement, puissance. Echauffement et vibrations. Le NPSH requis. Analyse des phénomènes en cavitation. Modification des caractéristiques : incidence de la vitesse, de la viscosité, des hydrauliques, de la cavitation réelle et apparente.

**Chapitre 3. : Influence du circuit, point de fonctionnement.** Ecoulement des liquides dans les conduites et les accessoires, caractéristiques des circuits. Couplage pompe-circuit, point de fonctionnement. Paramètres influençant le point de fonctionnement. Incidents possibles d'exploitation. Critères de choix d'une pompe centrifuge. Exploitation Des Pompes Centrifuges

**Chapitre 4. Pompes volumétriques.** Pompes volumétriques rotatives : Pompe à Cavite Progressante (PCP), pompe à vis, pompe à engrenage, ...Pompes volumétriques alternatives (à piston ou à plongeur)

**Chapitre 5. Technologie Des Compresseurs Centrifuges.** Différents types de compresseurs centrifuges, intégration dans les procédés. Éléments constitutifs et architecture d'un compresseur centrifuge. Technologie des éléments essentiels : stator, rotor, paliers, butée, étanchéités.

Fonctionnement Des Compresseurs Centrifuges. Évolution de la pression et de la température du gaz dans un compresseur centrifuge. Évolution des débits masse et volume en fonction de la pression, de la température et de la nature du gaz. Température de refoulement, puissance absorbée en fonction de la nature du gaz et des conditions de marche.

**Chapitre 6. Performance d'un compresseur :** mécanisme de la compression dans une cellule de compression, performance d'une roue suivant sa forme, ses dimensions, sa vitesse de rotation.

Pompage et dispositifs anti pompage. Régulation classique. Dispositifs pour régimes transitoires.

**Chapitre 7. Courbes caractéristiques du circuit et du compresseur.** Influence des conditions Opératoires : pression et température d'aspiration, nature du gaz, vitesse de rotation, aubages de prerotation.

**Mode d'évaluation : Continu 50%. Examen 50%**

**Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.) :**

1. Valan Arsu Turbomachines
2. Erik Dick Fundamentals of Turbomachines. Springer Netherlands. 2015
3. G.F.Round . Incompressible Flow Turbomachines: Design, Selection, Applications, and Theory. 2004

**Semestre : 2**  
**Unité d'enseignement : UED 1.2**  
**Matière 1 : REGULATION AUTOMATIQUE**  
**VHS : 34h00 (Cours : 1h30, TD : 0h45)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :** maîtriser les techniques de mesure sur un chantier pétrolier et le contrôle de différents paramètres d'exploitation.

**Connaissances préalables recommandées.** Technique de production, PVT, Forage

**Contenu de la Matière :**

**Chapitre 1. La Boucle de Régulation.** Fonctionnement et constitution des boucles de régulation et des boucles tout ou rien. Boucles de régulation pneumatiques. Alimentation électrique et pneumatique, transmission du signal (tubes, câbles, bus, fibres optiques...) et conversion du signal. Normes de symbolisation des éléments d'instrumentation

**Chapitre 2. Les Capteurs.** Caractéristiques de capteurs. Mesure des températures : échelles de température, appareils non électriques, appareils électriques. Mesure des pressions : unités de mesure, capteurs pour lecture locale, capteurs pour transmission.

**Chapitre 3. Mesure des Débits :** unités de mesure, mesure par organes déprimomètres, principe des autres types de capteurs électromagnétique, ultrason, à effet vortex, à effet Coriolis...). **Mesure des niveaux : capteurs à pression différentielle**, radioactif, capacitif, à ultrason, radar, ... Niveau à glace. Sécurité : capteurs de fin de course, capteur de position, sécurités de température, de pression, de niveau, de débit...

**Chapitre 4. Les Transmetteurs.** Transmetteurs pneumatiques : transformation d'une force en signal pneumatique et amplification du signal - Technologie et réglage des transmetteurs pneumatiques, combinaison capteur transmetteur. Transmetteurs électriques et électroniques : principe de fonctionnement Transmetteurs numériques programmables

**Chapitre 5. Les Vannes de Régulation.** Vannes de régulation à déplacement linéaire : technologie, différents types de clapets, vanne à simple ou double siège, courbes caractéristiques (linéaire, égal pourcentage, ouverture rapide) - Position de sécurité (OPMA, FPMA, AO, AF, FC, FO...) Positionneurs : principe de fonctionnement, types (pneumatique, électropneumatiques...) Différent types de vannes de régulation : vanne à cage, vanne type «Camflex», vanne à trois voies... Contacteurs, capteurs de position, électrovannes de mise en sécurité... Vannes tout ou rien : type, à servomoteur simple ou double.

**Chapitre 6.** Boucle de régulation et de contrôle d'un séparateur triphasique

**Mode d'évaluation : Continu, et Examen**

**Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.) :**

1. Lacombe. Y Cours de Régulation Pneumatique. Cours de L'ENSPM.
2. Capot. M Principes des mesures Pressions. Débits, Températures. Cours ENSPM..

**Semestre : 2**  
**Unité d'enseignement : UET1.2**  
**Matière 1 : Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité**  
**VHS : 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits : 1**  
**Coefficient : 1**

### Objectifs de l'enseignement:

Développer la sensibilisation des étudiants au respect des principes éthiques et des règles qui régissent la vie à l'université et dans le monde du travail. Les sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle. Leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre, les alerter sur les enjeux éthiques que soulèvent les nouvelles technologies et le développement durable.

### Connaissances préalables recommandées :

Ethique et déontologie (les fondements)

### Contenu de la matière :

#### **A. Respect des règles d'éthique et d'intégrité,**

**1. Rappel sur la Charte de l'éthique et de la déontologie du MESRS :** Intégrité et honnêteté. Liberté académique. Respect mutuel. Exigence de vérité scientifique, Objectivité et esprit critique. Equité. Droits et obligations de l'étudiant, de l'enseignant, du personnel administratif et technique,

#### **2. Recherche intègre et responsable**

- Respect des principes de l'éthique dans l'enseignement et la recherche
- Responsabilités dans le travail d'équipe : Egalité professionnelle de traitement. Conduite contre les discriminations. La recherche de l'intérêt général. Conduites inappropriées dans le cadre du travail collectif
- Adopter une conduite responsable et combattre les dérives : Adopter une conduite responsable dans la recherche. Fraude scientifique. Conduite contre la fraude. Le plagiat (définition du plagiat, différentes formes de plagiat, procédures pour éviter le plagiat involontaire, détection du plagiat, sanctions contre les plagiaires, ...). Falsification et fabrication de données.

#### **3. Ethique et déontologie dans le monde du travail :**

Confidentialité juridique en entreprise. Fidélité à l'entreprise. Responsabilité au sein de l'entreprise, Conflits d'intérêt. Intégrité (corruption dans le travail, ses formes, ses conséquences, modes de lutte et sanctions contre la corruption)

### **B- Propriété intellectuelle**

#### **I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle**

- 1- Propriété industrielle. Propriété littéraire et artistique.
- 2- Règles de citation des références (ouvrages, articles scientifiques, communications dans un congrès, thèses, mémoires, ...)

#### **II- Droit d'auteur**

##### **1. Droit d'auteur dans l'environnement numérique**

Introduction. Droit d'auteur des bases de données, droit d'auteur des logiciels. Cas spécifique des logiciels libres.

## **2. Droit d'auteur dans l'internet et le commerce électronique**

Droit des noms de domaine. Propriété intellectuelle sur internet. Droit du site de commerce électronique. Propriété intellectuelle et réseaux sociaux.

## **3. Brevet**

Définition. Droits dans un brevet. Utilité d'un brevet. La brevetabilité. Demande de brevet en Algérie et dans le monde.

### **III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle**

Comment protéger la propriété intellectuelle. Violation des droits et outil juridique.

Valorisation de la propriété intellectuelle. Protection de la propriété intellectuelle en Algérie.

### **C. Ethique, développement durable et nouvelles technologies**

Lien entre éthique et développement durable, économie d'énergie, bioéthique et nouvelles technologies (intelligence artificielle, progrès scientifique, Humanoïdes, Robots, drones,

**Evaluation :** Examen : 100%

**Bibliographie :**

**Semestre : 2**  
**Unité d'enseignement : UED 1.2**  
**Matière 8 : Anglais**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30, TD : 0h)**  
**Crédits : 1**  
**Coefficient : 1**

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEF 1.3**

**Matière 1 : Simulation en génie du réservoir**

**VHS : 67h30 (Cours : 3h00, TD : 1h30)**

**Crédits : 6**

**Coefficient : 4**

**Objectifs de l'enseignement :** Comment évaluer la viabilité technico-économique d'un projet, utiliser les techniques des flux de trésorerie dans l'évaluation économique, utiliser les modèles pour estimer les risques et les incertitudes, évaluer les décisions alternatives en tenant compte des prévisions et contraintes techniques.

**Connaissances préalables recommandées.** Technique de production, PVT, Génie du réservoir.

**Contenu de la Matière :**

**Chapitre 1. Concepts de base de l'ingénierie des réservoirs.** Propriétés de la roche réservoir. Propriétés du fluide de réservoir. Interactions entre les roches du réservoir et les fluides. Concepts de base de l'ingénierie des réservoirs.

**Chapitre 2. Mathématiques de base en modélisation de réservoir.** Technique de différence finies des dérivés. Technique de volumes finies. Discrétisation des opérateurs différentiels principaux rencontrés en modélisation de réservoirs. Représentation matricielle des équations algébriques.

**Chapitre 3. Équations d'écoulement décrivant un écoulement monophasique** dans un milieu poreux. Géométries d'écoulement et dimensions d'écoulement. Équations d'écoulement monophasique en milieu poreux. Représentation mathématique des différentes conditions aux limites.

**Chapitre 4. Méthodes de maillage** et représentation aux différences finies des équations d'écoulement monophasiques. Types de grille et conception de grille. Représentation aux différences finies des équations d'écoulement monophasique. Erreur de troncature, analyse de stabilité et de cohérence des schémas aux différences finies.

**Chapitre 5. Couplage de l'équation du puits avec les équations du réservoir.** Spécification des conditions aux limites au puits. Modèles de puits de forage. Modèle d'Abou-Kassem et Aziz pour les puits décentrés. Modèle de Babu et Odeh pour les puits horizontaux. Modèles de puits multicouches verticaux.

**Chapitre 6. Méthodes de résolution des systèmes d'équations algébriques linéaires.** Méthodes de résolution. Méthodes directes (avantages/inconvénients). Méthodes itératives. Techniques de stockage des matrices. Description des Méthodes itératives pratiquées sur des logiciels industriels. (GC, GCS, Bi gradient conjugué, Orthomin, GMRES)

**Chapitre 8. Solution numérique des équations d'écoulement monophasiques.** Débit incompressible monophasique. Débit monophasique légèrement compressible. Equation d'écoulement compressible monophasique. Adaptation des équations aux différentes conditions aux limites. Conditions aux limites internes et externes.

**Chapitre 9. Solution numérique des équations d'écoulement multiphasique en milieu poreux.** Équations d'écoulement multiphasique. Techniques de résolution des équations d'écoulement multiphasique en milieux poreux. Méthode IMPES. Méthode SS

**Chapitre 10. Simulation de réservoir en pratique.** Modèles mathématiques d'un réservoir. Incertitude dans la simulation de réservoir. Incitations à la réalisation d'une étude de simulation de réservoir. Objectifs d'une étude de simulation et hiérarchisation des objectifs.

**Mode d'évaluation :** Continu 50%. Examen 50%

**Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.) :**

Khalid Aziz. Petroleum Reservoir simulation. Applied Sciences Publishers. LTd 1979.

John R. Fanchi. Principles of Applied Reservoir Simulation, Third Edition by Kindle Edition. 2005

M. R. Carlson Practical Reservoir Simulation 2003 Pennwell Pub

Abdus Satter, Ghulam M. Iqbal, and James L. Buchwalter. Practical Enhanced Reservoir Engineering: Assisted with Simulation Software by PennWell Corp 2008.

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEF 1.3**

**Matière 1 : Production et Transport du Gaz**

**VHS : 52h30 (Cours : 2h15, TD : 1h30)**

**Crédits : 5**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :** Maîtriser les techniques à mettre en œuvre d'exploiter les gisements de transporter et de stocker le gaz naturel.

**Connaissances préalables recommandées.** PVT, Mécanique des fluides

**Contenu de la Matière :**

**Chapitre 1. Propriétés des gaz naturels :** Composition typique. Equations d'Etat. Equations cubiques. Equation Redlich Kwong et Peng Robinson.

**Chapitre 2. Filtration de gaz en milieu poreux.** Débit de gaz en milieu poreux. Définition de la pseudo-fonction de la pression. Débit de gaz dans les réservoirs cylindriques. Équation générale pour les écoulements de gaz dans des réservoirs symétrique homogène. Solution dans le cas d'un réservoir infini. Etat pseudo stable. Développement des gisements de gaz sec Développement des gisements de gaz condensat.

**Chapitre 3. Equations de mouvements des gaz.** Equations fondamentales de mouvement : la continuité, quantité de mouvement et de l'énergie. Ecoulements dans les conduits. Ecoulements isotherme et non isotherme. Equation de Weymouth, de Panhandal A Et B. Equation de gaz de France. Pression Statique et Dynamique dans un puits de gaz.

**Chapitre 4. Principaux problèmes de Flow Assurance.** Stabilité de l'écoulement : Cartes des régimes d'écoulement : horizontal et vertical. Ecoulement intermittent « Slugging » Contraintes liées à l'érosion / Corrosion, Dépôts de cire "wax", Hydrates. **Échanges thermiques.** Principaux phénomènes de transfert de chaleur, OHTC, Points froids.

**Chapitre 5. Modélisation des Fluides.** Notion de phase enveloppe, Courbes de dissociation des Hydrates, Emulsion & Viscosité. Transport de gaz et stockage souterrain. Choix de la configuration de transport. Calcul des paramètres technologiques.

**Systèmes GAZ.** Exemples de développement de champs gaz: schémas « dry » versus « wet ». Principales contraintes Flow Assurance (hydrates, TLC, gestion des surges liquide). **Simulations d'une ligne GAZ.** Enveloppe opérationnelle. Exemple de design de slugcatcher.

**Chapitre 6. Conception et Construction d'une Canalisation.** Règles de dimensionnement : pression, longueur, débit, diamètre, ... Informations sur les aciers, les soudures et les revêtements. Pose de canalisation : séquences d'un chantier de pose. Coût et délais de construction d'une canalisation et d'une station de compression.

**Chapitre 7. Compression.** Caractéristiques des compresseurs : taux de compression, fréquence de fonctionnement, environnement (émissions, bruit), choix de l'énergie. Type d'ensemble de compression.

**Chapitre 8.** Particularités d'exploitation des gisements de gaz de schistes

**Mode d'évaluation :** Continu 50%. Examen 50%

**Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.) :**

1. Natural Gas Production Engineering. Chi. U. Ikoku. Pensalvany State. 1992.
2. Handbook of Natural Gas Transmission and Processing. Saeid Mokhatab. William A. Poe. James G. Speight. 2006.
3. Natural Gas Engineering Handbook. Dr. Boyun Guo and. Dr. Ali Ghalambor. University of Louisiana at Lafayette.
4. Gas Reservoir Engineering. John Lee. Robert Wattenbarger. Texas. 1996.
5. Standard handbook for petroleum and gas engineering vol. 1, vol.2 William. C Lyons. P.E. Editor.

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEF 2.3**

**Matière 1 : Stimulations et Traitement des formations**

**VHS : 52h30 (Cours : 2h15, TD : 1h30)**

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** Aborder les différents problèmes suivant les types de réservoir et les traitements envisageables. Apprendre comment stimuler un puits d'hydrocarbures et ce que l'on peut en attendre. Comment appréhender le problème des venues de sable et d'eau.

**Connaissances préalables recommandées.** Technique de production well test, forage et complétion, génie du réservoir.

**Contenu de la Matière :**

**Chapitre 1. Introduction Aux Traitements Des Réservoirs.** Rappels fondamentaux sur l'indice de productivité (IP), l'effet de peau (skin) et le rendement d'écoulement ; les différents composants du skin. Problèmes de productivité : cause d'une faible productivité, nature et origine de l'endommagement, localisation des problèmes et solutions possibles. Contrôle et prévention des dépôts. Endommagement du réservoir par les fluides : mécanismes, prévention

**Chapitre 2. Traitement De Matrice : Acidification** (Roches carbonatées et gréseuses). Buts recherchés ; processus d'action. Roches carbonatées : caractéristiques propres, réactivité aux fluides injectés. Études de laboratoire. Choix des acides

**Chapitre 3. Additifs Pour Acidification et mise en œuvre.** Revue des différents additifs (inhibiteur de corrosion, séquestrant du fer, surfactants, solvant, etc.). Sélection des additifs. Sélection du puits candidat. Méthodologie de mise en œuvre : préparation, contrôles et recommandations pendant l'opération, l'après acidification (dégorgement, ...) Diversion. Évaluation du traitement. (Autres problèmes associés (venue d'eau, etc.). Causes des échecs possibles. Utilisation du coiled tubing. Étude de cas

**Chapitre 4. Comportement mécanique (instantané) des roches.** Méthodes d'essais de laboratoire et analyse de comportement. Rappel sur la notion de chemin de contrainte suivi. Dispositifs expérimentaux de chargement. Dispositifs de mesure. Réponses types des roches. Sollicitation isotrope. Sollicitation dévia torique. Micro mécanismes de déformation. **Lois de comportement instantané.** Notions sur les lois incrémentales. Lois élastiques anisotropes Considération à l'échelle de l'atome Potentiel élastique. Symétries matérielles. Exemple d'identification de paramètres. Lois élasto-plastiques Equations des modèles à un mécanisme

**Chapitre 5. Fracturation hydraulique.** Buts et principes ; les puits candidats. Fluides de fracturation et soutènement des fractures. Modèles de calcul et effet de la fracturation sur l'IP. Mise en œuvre : programme, évaluation d'une frac. Autres "cas" : préfrac, minifrac, frac acide

**Chapitre 6. Contrôle des sables.** Notions de base : conséquences des venues de sable, prévision d'une venue, analyse du sable. Techniques de contrôle ; cas des procédés mécaniques (détermination du gravier et des crépines, ...). Mise en œuvre : gravillonnage en puits tubé, préparation d'un gravillonnage, méthodes diverses, évaluation et recommandation. Contrôle des venues d'eau ou du gaz et dépôts. Origine des problèmes. Remèdes.

**Mode d'évaluation : Continu 50%. Examen 50%**

**Références (Livres et polycopiés, sites internet, etc.) :**

1. FLUID Facts Engineering Handbook Baker Hughes INTEQ 1999
2. Acidizing fundamentals Monograph volume 6 SPE
3. Hydraulic fracturing mechanics. Peter Valko. J. Economides
4. Oil well stimulation. Robert schechter

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEF 2.3**

**Matière 1 : Performances des Puits**

**VHS : 45h00 (Cours : 2h15, TD : 1h30)**

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** Un traitement approprié du système global de production en tenant compte la colonne verticale, le réservoir et leurs interactions. Diagnostic des performances et optimisation des paramètres de production sous différentes contraintes.

**Connaissances préalables recommandées.** Technique de production, PVT, thermodynamique des fluides pétroliers.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1. Optimisation de la production des puits.** Software PROSPER

L'objectif et l'application des études de PVT. Propriétés Principales de pétrole et du gaz. Module PVT dans le logiciel choisi.

**Chapitre 2. Modélisation des écoulements en milieux poreux.** Darcy, Darcy non linéaire, Fetkovitch, Vogel

**Chapitre 3. Modélisation de l'interaction réservoir puits.** Indice de Productivité (IP) and the Inflow Performance (IPR). Détermination d'IP par équation de filtration radiale. Facteurs affectant la forme d'IPR. Équations. De Vogel et de Fetkovitch. Productivité d'un puits de gaz. Equation généralisée de pression. Effet de Skin. Filtration non linéaire. Les méthodes de prédiction des IPR  
Calcul des IPR pour les réservoirs de gaz

**Chapitre 4. Comportement des puits horizontaux et déviés.**

**Chapitre 5. Écoulements multiphasique. Taux de vide.** Configurations des écoulements. (Modèle homogène, DFM, compositionnel). **Choix de la corrélation adéquate. Générations des courbes VLP**

**Chapitre 6. Analyse nodale du système réservoir puits. Introduction** – pratique et utilisation de l'analyse nodale.

**Chapitre 7. Système Gaz Lift :** description et design. Choix entre continu et intermittent.

Positionnement des valves. Choix du débit et de la pression d'injection. Complétion adéquate.

**Chapitre 8. ESP :** présentation et design. Conception choix des caractéristiques de L'ESP. Choix des paramètres d'exploitation

**Chapitre 9. Autres méthodes d'activation.** Analyse du gaz lift intermittent. (Stabilité). Analyse de chute de production des puits.

**Etude de cas.**

**Mode d'évaluation :** Continu 50%. Examen 50%

**Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.) :**

Brill, J.P. and H. Mukergee: Multiphase Flow In Wells. SPE Monograph (2000).

Hasan, A.R. and C.S. Kabir: Fluid Flow and Heat Transfer in Wellbores. SPE (2002).

Offshore Multiphase Production Operations. SPE Reprint, Volumes I & II (2004).

Beggs, H. Dale: Production Optimization Using Nodal Analysis. OGCI Publications, Tulsa (1991).

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEM 1.3**

**Matière 1 : Traitement des Hydrocarbures**

**VHS : 52h30 (Cours : 3h, TD : 0h45)**

**Crédits : 5**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :** Apporter des connaissances sur les techniques de traitements des pétroles et des gaz naturels sur les champs de production. Et concevoir un plan de collecte  
**Connaissances préalables recommandées.** Technique de production, PVT, thermodynamique des fluides pétroliers.

**Contenu de la Matière :**

**Chapitre 1. Comportement Des Effluents De Puits.** Différents types d'effluents de puits. Principaux paramètres de caractérisation. Équilibre liquide vapeur des corps purs et des mélanges.

Comportement des effluents. Constituants posant des problèmes pour le stockage, le transport ou la commercialisation. Principales spécifications à respecter et traitements requis.

**Chapitre 2. Réseaux De Collecte, Flow Assurance & Prévention Des Hydrates.** Conception et opérations des réseaux de collectes. Flow-assurance et principaux problèmes d'écoulements.

Écoulements multiphasiques. Stratégies de prévention des hydrates : opérations, critères de choix.

Utilisation des inhibiteurs d'hydrates. *Étude de cas : développement de champs de gaz à condensat.*

*Production deep-offshore.*

**Chapitre 3. Conception Des Réseaux De Collecte & Sélection D'architecture De Réseau.** Architectures communes de réseau de collecte. Backpressure et productivité puits. Pratiques de design. Principaux indicateurs : pertes de charges et vitesse d'écoulement. Conception des pipelines, critères et méthodes de dimensionnement. Application : dimensionnement d'une ligne de production. Planning, sélection du tracé, juridiction, autorisation de passage. Construction, inspection et test. Opération et maintenance.

**Chapitre 4. Conception Des Réseaux De Collecte & Optimisation Avec Pipesim™.** Introduction à l'utilisation de PIPESIM™ : construction des modèles, principes d'utilisation et recommandations.

PIPESIM™ sera utilisé pour étudier des réseaux de collecte de pétrole brut et de gaz. Analyse Well performance vs back-pressure, Comparaison des différentes configurations de réseau.

**Chapitre 5. Etude de cas.** Identification de la position optimale des stations de pompage et de compression. Identification des zones les plus propices aux problèmes de flow assurance (érosion, corrosion, formation d'hydrates, dépôts). Analyse des pertes de chaleur dans le réseau et des problèmes de flow assurance associés. Identification des goulots et des opportunités d'optimisation.

**Chapitre 6. Traitement Des Huiles.** Stabilisation des bruts (dégazage) par séparation multi-étagée.

Problèmes de moussage. Déshydratation des bruts (séparation de l'eau) et dessalage. Problèmes d'émulsions. Adoucissement des bruts riches en H<sub>2</sub>S. Exemples de schémas de traitement d'huiles et de recompressions des gaz associés.

**Chapitre 7. Traitement Des Eaux De Production & D'injection.** Eaux de rejet : contraintes environnementales et traitements requis. Eaux d'injection : but, exigences de qualité et traitements requis. Exemples de schémas de traitement d'eau de production et d'injection.

**Chapitre 8. Traitement & Conditionnement Des Gaz.** Inhibition de la formation d'hydrates : injection de MeOH, MEG, DEG, LDHI. Déshydratation (séchage) des gaz : unités TEG, tamis moléculaires.

Adoucissement des gaz. Extraction des composés acides (H<sub>2</sub>S et CO<sub>2</sub>). Dégazolinage. Extraction des Liquides du Gaz Naturel (LGN) : cycles frigorifiques, détente Joule Thomson, turbo-expandeur.

**Chapitre 9. Comptage.** Enjeux du comptage. Bilans gaz et liquides. Suivi des réalisations et reporting de production. Bancs de comptage transactionnels et fiscaux liquides et gaz. Technologie des compteurs monophasiques. Comptage polyphasique : intérêt, principes et domaines d'application.

**Mode d'évaluation :** Continu 50%. Examen 50%

**Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.) :**

Ken. Arnold, Surface production operations vol.1 Design of oil-Handling Systems and Facilities.Huston.1999

Ken. Arnold, Surface production operations vol. 2 Design of gas-Handling Systems and Facilities.Huston.1999

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement : UEM 1.3**

**Matière 1 : Diagraphies**

**VHS : 52h30 (Cours : 3h, TD : 0h45)**

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** Apporter l'ensemble des connaissances nécessaires à une interprétation cohérente des diagraphies en puits tubé. (Qualité du ciment. Formation derrière tubage. Interpréter les diagraphies de production.). Déterminer précisément les caractéristiques Pétrophysique des réservoirs. Travailler avec le software IP

**Connaissances préalables recommandées.** Technique de production well test, forage et complétion, génie du réservoir

**Contenu de la Matière :**

**Chapitre 1. Mise En Œuvre Des Opérations De Logging Et Concepts De Base.**

Enregistrement des diagraphies : Le Log (étude de cas n° 1). Les roches et l'environnement de la mesure. Relations fondamentales (Facteur de formation, Relation d'Archie, etc.)

**Chapitre 2. Les Outils De Mesure Des Paramètres Physiques.** Principes, limites, contrôle de qualité, corrections, applications. Mesures de diamètre, de radioactivité naturelle (GR et Spectrométrie) et de potentiel spontané. Mesures de résistivité (Latéolog et Induction) et de micro-résistivité. Mesures de porosité (outils de densité et outils neutron). Diagraphies acoustiques (outils sonic).

**Chapitre 3. Interprétation Des Diagraphies.** Interprétation qualitative et semi-quantitative des réservoirs : méthode « Quick-Look ». Identification des formations géologiques courantes et des réservoirs. Détermination du contact eau-hydrocarbure par méthode de superposition. Détermination de  $R_w$  (SP, Ratio,  $R_{wa}$ ),  $R_t$ ,  $R_{xo}$ , diamètre d'invasion, etc. Détermination de la lithologie, de la porosité, du type de fluide, de la saturation en eau et hydrocarbure. Utilisation des diagrammes (« cross-plots ») N-D-S, Pe-RHOB, K-Th, etc.

**Chapitre 4. Mesures De Pression Et Applications.** Mesures de pression : Mise en oeuvre et applications. Détermination des contacts de fluides, des gradients et des densités des fluides dans les Formations. RMN, Pendagemétrie et imagerie de paroi de puits. Diagraphies de résonance magnétique nucléaire et applications. Outils de Pendagemétrie et d'imagerie de paroi de puits et applications.

**Chapitre 5. Contrôle De La Cimentation Des Tubages et de corrosion.** Mesures de type acoustique (CBL, VDL). Mesures ultrasoniques. Autres mesures (Thermométrie, CET). Origine de la corrosion dans les puits. Évaluation de la corrosion. Mesures mécaniques. Mesures électriques et de potentiel. Mesures ultrasoniques.

**Chapitre 6. Les Diagraphies De Production.** Les principales caractéristiques des fluides de gisement (PVT - Étude de cas). Objectifs et mise en oeuvre des diagraphies de production. Mesure des vitesses des fluides dans le puits. Mesure de la masse volumique des fluides dans le puits. Thermométrie, Pression. Flow Scan Imager. Les diagraphies de caractérisation des écoulements dans les puits Les modèles d'écoulement des fluides. Interprétation d'un jeu de diagraphies de production. Manuellement et en parallèle avec un logiciel d'interprétation en fonction (des fluides présents, du type d'écoulement dans le puits). Workshop sur l'IP

**Mode d'évaluation :** Continu 50%. Examen 50%

**Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.) :**

1. Serra. Oberto. Well logging. Vol.1 Data acquisition and Application. Ed. Technip.2004
2. Serra Oberto. Well logging. Vol.2 Well logging and Geology. Ed. Technip.2004
3. Serra Oberto. Well logging. Vol. 3 Well Logging and Reservoir Evaluation. ED. Technip 2007.
4. Open hole well logging SPE21 .
5. Boyer Sylvain. Diagraphies au câble. Edition Technip. 1999

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UED 1.3**

**Matière 1 : Gestion de Projet, Economie & Développement**

**VHS : 22h30 (Cours : 1h30, TD : 0h)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :** Comment évaluer la viabilité technico-économique d'un projet, utiliser les techniques des flux de trésorerie dans l'évaluation économique, utiliser les modèles pour estimer les risques et les incertitudes, évaluer les décisions alternatives en tenant compte des prévisions et contraintes techniques

**Chapitre 1 : L'entreprise et ses fonctions**

- Définition
- Classification
- Les grandes fonctions de l'entreprise
- La direction
- La production
- La commercialisation : marketing ; segmentation du marché,

**Chapitre 2 : Les cycles de l'entreprise :**

- Le cycle d'investissement
- Le cycle d'exploitation
- Le cycle de financement

**Chapitre 3 : Les théories d'organisation**

- Taylor
- Fayol
- Mintzberg

**Chapitre 4 : L'organisation scientifique du travail**

**Chapitre 5 : Les notions de coûts et de prix**

- Définitions
- Classification des charges : charges fixes et charges variables
- Présentation des courbes de coûts

**Chapitre 6 : évaluation de la rentabilité des investissements**

- Les définitions de l'investissement : comptable et économique
- Classification des investissements
- Evaluation de la rentabilité des projets d'investissements :
- La notion de l'amortissement comptable : définition et méthodes de calcul
- Le principe de l'actualisation
- Les critères d'évaluation de la rentabilité

Evaluation : Examen

1. References de reservoir management
2. Integrated Petroleum Reservoir Management: A Team Approach, Abdus Satter et Ganesh C. Thakur
3. Integrated Reservoir Asset Management: Principles and Best Practices, John R. Fanchi
4. Practical enhanced reservoir engineering: Assisted with simulation software, Abdus satter, Ghulam M. Iqbal et James L; Buchwalter

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UED 1.3**  
**Matière 8 : Anglais**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30, TD : 0h)**  
**Crédits : 1**  
**Coefficient : 1**

## V- Accords ou conventions

**LETTRE D'INTENTION TYPE**

**(En cas de master coparrainé par un autre établissement universitaire)**

**(Papier officiel à l'entête de l'établissement universitaire concerné)**

**Objet : Approbation du coparrainage du master intitulé :**

**Par la présente, l'université (ou le centre universitaire) déclare coparrainer le master ci-dessus mentionné durant toute la période d'habilitation de ce master.**

**A cet effet, l'université (ou le centre universitaire) assistera ce projet en :**

- Donnant son point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,**
- Participant à des séminaires organisés à cet effet,**
- En participant aux jurys de soutenance,**
- En œuvrant à la mutualisation des moyens humains et matériels.**

**SIGNATURE de la personne légalement autorisée :**

**FONCTION :**

**LETTRE D'INTENTION TYPE**

**(En cas de master en collaboration avec une entreprise du secteur utilisateur)**

**(Papier officiel à l'entête de l'entreprise)**

**OBJET : Approbation du projet de lancement d'une formation de master intitulé :**

**Dispensé à :**

**Par la présente, l'entreprise déclare sa volonté de manifester son accompagnement à cette formation en qualité d'utilisateur potentiel du produit.**

**A cet effet, nous confirmons notre adhésion à ce projet et notre rôle consistera à :**

**Donner notre point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,**

**Participer à des séminaires organisés à cet effet,**

**Participer aux jurys de soutenance,**

**Faciliter autant que possible l'accueil de stagiaires soit dans le cadre de mémoires de fin d'études, soit dans le cadre de projets tuteurés.**

**Les moyens nécessaires à l'exécution des tâches qui nous incombent pour la réalisation de ces objectifs seront mis en œuvre sur le plan matériel et humain.**

**Monsieur (ou Madame) .....est désigné(e) comme coordonnateur externe de ce projet.**

**SIGNATURE de la personne légalement autorisée :**

**FONCTION :**

**Date :**

**CACHET OFFICIEL ou SCEAU DE L'ENTREPRISE**

## **VI - Curriculum Vitae des Coordonnateurs**

**Nom:** AKNOUCHE **Prénom:** Hamid  
**Date et lieu de naissance :** 05/02/60 à Tizi Ouzou **Nationalité :**  
 Algérienne

**Situation familiale :** Marié, 01 enfant

**Grade et Fonction :** Professeur

**Lieu d'exercice :** UMBB, Boumerdès – Algérie

**Téléphone /Fax :** 024 91 29 51

**Tél Mobile :** 00 213 5 51 19 68 69

Mail : [h.aknouch@yahoofr](mailto:h.aknouch@yahoofr) et [hamidaknouch@univ-boumerdes.dz](mailto:hamidaknouch@univ-boumerdes.dz)



### Thématique

Maintenance des équipements, usinage et mécanique des matériaux fibreux

### Diplômes obtenus

Habilitation a diriger des recherches (HDR) (2013)

Docteur de l'Université de Boumerdes (Avril 2009)

Magister en maintenance des équipements industriels Université de Boumerdes (2002)

Ingénieur en Maintenance des équipements Alimentaires (1984)

Langues : Français, Anglais, Arabe (lu, parlé, écrit)

### EXPERIENCE PROFESSIONNELLE ET ACTIVITES D'ENSEIGNEMENT

1984 à 1985 (Stage de mise en situation professionnelle E.R.I.A.D)

1985 à 1986 (Conseiller technique à l'E.R.I.A.D unité de production de Baghlia, Alger)

1986 à ce jour (Enseignant chercheur à l'université M'Hamed Bougara de Boumerdes)

### Cours enseignés

Mécanique des matériaux, Fabrication mécanique, Maintenance, Technologie de construction, Equipements des industries alimentaires, Métrologie, Mécanique rationnelle.

### Cours polycopiés

- *Détermination des efficacités technologiques des équipements de transformation des céréales.*

Tome 1 Equipements de nettoyages

Tome 2 Equipements de broyages et de blutages

- *Méthodes et exemples de calculs de résistances des appareils.*

### Direction de thèse de Doctorat

M<sup>r</sup> Bouamerene Mohand Saïd, thème « Etude tribologique de dépôts obtenus par pulvérisation Magnétron à base Me – N. » soutenue decembre 2021

M<sup>me</sup> Ahmani Doria, thème « Apport des couches minces élaborées par PVD sur le comportement tribologique des pièces » Directeur de thèse : Pr Gaceb Mohamed, Co-directeur, H. Aknouche. Soutenue fevrier 2022.

Melle Ait Djafar Zouina-Amina, thème « Synthèse et caractérisation de couches minces dures à base de titane déposées par pulvérisation RF magnétron ». Directeur de thèse : Dr Saoula Nadia, Co-directeur, H. Aknouche. Soutenue le juillet 2020.

Mr Azibi Mourad « Etude des propriétés mécaniques et électrochimiques des revêtements à base de nitrures de zirconium élaborés par pulvérisation magnétron. » Soutenue Avril 2022

Mme Bouarab Fatima-Zohra, thème « Influence des paramètres de coupe et de la géométrie des outils sur la qualité des produits déroulés ».

### ENCADREMENT DE PROJETS DE FIN D'ETUDES (INGENIEURS, DEUA, T.S, MASTERS)

- Plus de soixante projets de fin d'études (Ingénieurs d'états, Technicien Supérieur, DEUA et Masters) sont encadrés depuis 1986.

### ACTIVITES D'ADMINISTRATION ET RESPONSABILITES SCIENTIFIQUES

Directeur de l'Institut des Sciences et Techniques Appliquées.

Responsable du domaine sciences et technologies au niveau de l'UMBB.

Membre du Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies (CPNDST)

Chef de projet de recherche Universitaire N° A11N01UN350120180009- 2018 « Valorisation des ressources forestières de seconde qualité et son impact sur la Xylo-industrie ».

Chef de projet de recherche Universitaire N° J0300320130047 - 2014 « Valorisation de la biomasse des forêts Algériennes en matériaux composites»

Chef de projet de recherche universitaire N° J0300320100008 – 2010 » Usinabilité des bois Algériens dans l'optique de leur valorisation ».

Représentant qualité de l'accord tempus euro maghrébin QESAMED

Membre du projet de recherche universitaire CNEPRU N° J0300320100002- 2010 « Etude prospective et qualitative des essences Algériennes en vue de leur valorisation en industrie des panneaux ».

Membre du projet de recherche universitaire CNEPRU N° J0300320120012 -2013 « Contribution et valorisation physico-mécanique du bois de Palmier » :

Membre du projet de recherche universitaire CNEPRU J0300320060024 - 2007 « Etude de l'usinabilité du bois Algérien et influence des paramètres de coupe sur l'usure et les états de surface».

Membre d'un projet de recherche national PNR -2012 « Technologie du bois et valorisation des produits forestiers.».

Membre du projet TASSILI-CMEP 04 MDU 622 « Développement de recherches et de transferts d'innovations technologiques en vue de la valorisation du pin d'Alep algérien »

Membre du projet TASSILI-CMEP 09 MDU 779 « Caractérisation des bois des chênes algériens en vue d'orienter la sylviculture et de leur valorisation industrielle»

Membre de l'association internationale G.U.B (Groupe d'Usinage Bois).

Membre du conseil scientifique du département de Maintenance Industrielle 2004-2007

Président du conseil scientifique du département de Maintenance Industrielle 2010-2013

Membre du conseil scientifique de la faculté des sciences de l'ingénieur 2010-2013

Communications internationales

H. Aknouche, S. Lecheb, M .S. Bouamrene, A. Chelil. « Prediction life of horizontal rotors by natural frequency evolution ». International Conference on Structural Nonlinear Dynamics and Diagnostic. Marrakech, Maroc 23-25, Mai 2016

H. Aknouche, A. Zerizer, C. Nouveau, F.Z. Bouarab, W. Banouh, M.S Bouamerene « Apport des couches minces dures pour outils de coupe » . CMEEE Marrakech Maroc , 16 – 19 novembre 2015

H. Aknouche, C. Nouveau, M. Bouamrene, A. Zerizer, S. Kennouche .R. Marchal « Etude de l'usure des outils de coupe traités en déroulage du MDF » ACMA 2014, Marrakech, Maroc.

H. Aknouche, A. Zerizer, C. Nouveau, S. Kennouche, N. Sitouah, H. Boulahia «Couches minces dures type Cr-Al-N, Cr-Si-N pour outils de coupe du bois» International Congress on Materials and Structural Stability CMSS-2013, Rabat, Maroc.

H. Aknouche, C. Nouveau, Y. Benlatreche, C. Rousselot, D. Pilloud, A. Zerizer, R. Marchal . « Test d'usure d'outils modifiés ou non lors du déroulage de MDF ». E.S.T.B 07, Ifrane, (Maroc), 22- 25 Avril 2010.

H Aknouche, A. Zerizer, C Nouveau. « influence de l'usure des outils sur le comportement des efforts de coupe dans le défonçage ». GUB Tarbes (France) 01/06/2008

H. Aknouche, A. Zerizer ; C Nouveau ; R Marchal. « l'influence de l'angle du fil sur les efforts de coupe dans le défonçage du pin d'Alep ». ESTB'4 Khénifra (Maroc) du 15-17 Novembre 2006.

H Aknouche ; A Zerizer, C Nouveau, R Marchal, J.C Butaud. « Influence of cutting pressures on the wear of Tools in the routing an Aleppo pine ». COST E35 Lausanne (Suisse) 21 /05/2007.

H Aknouche, C Nouveau, C Labidi, A Zerizer . « Applications of Cr-based ternary systems and ion nitriding in surfacing of beech ». E-MRS Strasbourg (France) 28/05/2007.

H Aknouche ; A Zerizer, C Nouveau, Y Benlatreche. «Tests d'outils en acier modifiés ou non en défonçage du MDF ». GUB, Cluny (France), 24-25 Mai 2007.

A. Zerizer, H. Nacerdinne, H. Aknouche , “ Traceability in wood production”, International Multidisciplinary Scientific Geo Conference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 2013, Bulgaria, pp 501-507.

Y. Benlatreche, H. Aknouche, C. Nouveau. « Applications des couches minces ternaires à l'usage de bois, Groupe Usinage Bois (GUB), 24-25 mai 2007- ENSAM Cluny, France.

Y. Benlatreche, C. Nouveau, H. Aknouche, R. Marchal. « *Amélioration de la résistance à l'usure des outils de coupe lors d'usinage de MDF*, Groupe Usinage Bois (GUB), 2-3 juin 2008 - Tarbes, France.

Y. Benlatreche, C. Nouveau, H. Aknouche, R. Marchal. « *Structural, mechanical and tribological properties of  $Al_xCr_{1-x}N$  coatings* ». 15<sup>th</sup> French-Polish Seminar "Reactivity of Solids", 30 juin-2 juillet 2008 - Dijon, France.

Y. Benlatreche, C. Nouveau, H. Aknouche, L. Imhoff, N. Martin, J. Gavaille, C. Rousselot, J.Y. Rauch, D. Pilloud. « *Physical and mechanical properties of nanocrystalline or nanocomposite ternary systems for wood machining applications*, Plasma Surface Engineering PSE, 15-19 septembre 2008 - Garmisch-Partenkirchen, Allemagne.

Y. Benlatreche, C. Nouveau, R. Marchal, J.-P. Ferreira Martins, H. Aknouche. « *Applications of CrAlN ternary system in wood machining of Medium Density Fibreboard (MDF)*, 17<sup>th</sup> International Conference on Wear of Materials (WOM), 19-22 avril 2009 - Las Vegas, USA.

#### Communications nationales

H. Aknouche, W. Banouh, H. Boulahya, F.Z. Bouarab, A. Zerizer, S. Kennouche « *Structure et propriétés mécaniques, tribologiques des films Al-Cr-N* » CIMDD'2015 November 9<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup>, 2015 Université M'Hamed Bougara Boumerdes

H. Aknouche, A. Zerizer, Z. Nour, N. Sitouah, B. Chemani. « *Effort/qualité en fonction de l'angle du fil en défonçage du Pin d'Alep* ». SNMPE 2012 .Boumerdes

Aknouche. H., Sitouah. N, Zerizer. A, Chemani. B. « *Tribologie, couches minces et économie d'énergie* », JSMIT – Boumerdes. 2011

H. Aknouche, C. Nouveau, Y. Benlatreche, A. Zerizer, R. Marchal. « *Application et caractérisations des films ternaires à base de nitrure de chrome dans l'usinage du bois* ». 3<sup>ème</sup> Journées de chimie de l'Ecole Militaire Polytechnique Bordj El Bahri (EMP)- Algérie, le 30 et 31 Mars 2009.

H. Aknouche, A. Zerizer, C. Nouveau, Y. Benlatreche. « *Studies on wear properties of carbide tipped tools before and after CrN coating for routing application of Aleppo Pine* ». PCEMB 30 Avril - 01 Mai 2008; Boumerdes, Algérie.

H. Aknouche, Giacomo Goli, Jakub Sandak. « *Evaluation de la qualité du défonçage du pin d'Alep par une nouvelle méthode laser* ». PCEMB 30-1 avril 2008 ; Boumerdes, Algérie.

H. Aknouche, A. Zerizer, B. Chemani « *Influence de l'angle d'inclinaison des cannelures sur le comportement à l'usure des cylindres broyeurs de blé* », JM'05 EMP Bordj el Bahri (Algérie) 28/03/2006.

Bartosz Palubicki, H. Aknouche, Rémy Marchal. « *Lathe checking of Aleppo Pine during peeling with variable compression rate* ». PCEMB 30 Avril-01 Mai 2008 Algérie.

#### Publications Internationales

Publication d'un livre dont l'intitulé est « *Etude de l'usure des outils de coupe modifiés en usinage du bois* » Editions Universitaires Européennes. ISSN : 978-613-1-55759.2011.

Doria. Atmani, Mohamed. Gaceb, Hamid Aknouche, Corinne. Nouveau, Mohamed. Said .Bouamrene. « *Parametric study of the mechanical properties of nanocrystalline TiN/CrN multilayer coatings with a special focus on the effect of coating thickness and substrate roughness* ». Surfaces and Interfaces, 23 (2021) 101001. /doi.org/10.1016/j.surfin.2021.101001

Mourad Azibi, Nadia Saoula, \* Nouredine Madaoui, Hamid Aknouche. « *Effects of Nitrogen Content on the Structural, Mechanical, and Corrosion Properties of ZrN Thin Films Grown on AISI 316L by Radiofrequency Magnetron Sputtering*. » Crystal. Research. Technology. 2021, 2100096. DOI: [10.1002/crat.202100096](https://doi.org/10.1002/crat.202100096).

Mohammed Said Bouamerene, Corinne Nouveau, Hamid Aknouche, Abdelatif Zerizer, Taous Doria Atmani, Mohand Oulhadj Challali. « *A Study of Cr/CrN and Cr/CrN/CrAlN Multilayer Coatings for Permanent Mold Castings of Aluminum Alloys: Wear and Soldering Tendency* ». Journal of Materials and Engineering Structures. ISSN: 2170-127X, 2020.

- Zouina Amina Ait-Djafer ,Nadia Saoula,Daniel Wamwangi, Noureddine Madaoui, Hamid Aknouche. « Bias voltage effect on magnetron sputtered titanium aluminum nitride TiAlN thin films properties ». The European Physical Journal Applied Physics 86(3):30301. 2019.
- Fatma Zohra Bouarab, Hamid Aknouche ,Abderrachid Hamrani A Prédicative Model of the Optimal Tool Edge Geometry for Veneer Cutting Processes . Machining Science and Technology Volume 23,pp 758-778, 2019.
- Mourad Azibi, Nadia Saoula, Hamid Aknouche. The influence of substrate bias voltage on the electrochemical properties of ZrN thin films deposited by radio-frequency magnetron sputtering: Biomedical application. Journal of electrical engineering, Vol 70 (2019), NO-7S, 112–116.
- Soumia Haider, Mohamed Zine Messaoud Bouregghda, Hamid Aknouche, Ali Akkouche, Larbi Hammadi,Brahim Safi. « An ecological water-based drilling mud(WBM)with low cost :substitution of polymers by wood wastes». Journal of petroleum exploration and production technology. ISSN : 2190-0566 -2018.
- B Safi1, H Aknouche, H Mechakra, D Aboutaleb and K Bouali « Incorporation mode effect of Nano-silica on the rheological and mechanical properties of cementitious pastes and cement mortars ». IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 143 (2018)
- H. Aknouche, S. Kennouche, F.Z. Bouarab, M.S. Bouamerene, A. Zerizer, B. Safi “ Wear of special treated tools during MDF peling”. International Journal of New Technology and Research, ISSN: 2454-4116, Volume 3, 2017.
- A Z Ait-Djafer, N Saoula, H Aknouche, B Guedouar, N Madaoui ,”Deposition and characterization of titanium aluminum nitride coatings prepared by RF magnetron sputtering” Applied Surface Science, DOI:10.1016/j.apsusc.2015.02.053,2015.
- S. Kennouche, A. Zerizer, N. Sitouah, H. Aknouche, M. Frédéric « Characterization Of Algerians Oak Wood By X-ray Tomographic Scanner and Free Software Image-J» Wood Research, 59 (2), 2014, pp 335- 342: ISSN: 1336-4561,
- H.Aknouche, Giacomo Goli, Rémy Marchal, Jakub Sandak, Abdellatif Zerizer, Jean Claude Butaud. « *Mesure des efforts de défonçage et de la qualité finale en usinant en différents angles du fil. Comparaison entre le Douglas et le Pin d’Alep* ». Bois et foret des tropiques, vol 313, 2012. ISSN : 0000-222.
- H. Aknouche , A. Outahyon, R. Marchal, A. Zerizer, C Nouveau, J.C Butaud. «Tool Wear Effect on Cutting Forces: In Routing process of Aleppo Pine Wood ». Journal of Materials Processing Technology, volume 209 (2009); pp: 2918- 2922. ISSN: 0924-0136
- H. Aknouche, A. Zerizer, B. Chemani. « Influence de l’angle d’inclinaison des cannelures sur le comportement à l’usure des cylindres broyeurs de blé ». European Journal of Scientific Research, volume 19 (2008); pp: 215- 221. ISSN: 1450-216X
- C Nouveau, B. Tlili, H. Aknouche, Y. Benlatreche , B. Patel. « Comparison of CrAlN layers obtained with one (CrAl) or two targets (Cr and Al) by magnetron sputtering » . Thin Solid Films 520 (2012); pp:2932–2937. ISSN: 0040-6090.
- S.Kennouche, A. Zerizer, R. Marchal, H. Aknouche. « Resistance to Crack Propagation of Algerian Wood ». Leonardo Journal of Sciences. Issue 19, 2011; pp: 63-74. ISSN 1583-0233.
- S.Kennouche, A. Zerizer, H. Aknouche, R. Marchal. « Of boiling temperature on the panels LVL (Laminated Veneer Lumber) quality made with OAK (Canariensis) Algeria wood ». European Scientific Journal, vol. 8, No.18; 2012; pp: 104-110. ISSN: 1857 – 7881.
- Yacine Benlatreche, Corinne Nouveau, H.Aknouche, Rémy Marchal. «Structural, mechanical and tribological properties of Al<sub>x</sub>Cr<sub>1-x</sub>N coatings ». Annales de chimie, Volume 33 (2008); pp: 189-197. ISSN 0151-9107
- Yacine Benlatreche, Corinne Nouveau, Rémy Marchal, J-P Ferreira Martins, H. Aknouche. « Applications of CrAlN ternary System in wood machining of medium density fibreboard (MDF) ». Wear. Volume 267 (2009); pp: 1056- 1061. ISSN: 0043-1648.
- Yacine Benlatreche, Corinne Nouveau, H. Aknouche, Luc Imhoff, Nicolas Martin, Joseph Gavaille, Christophe Rousselot, Jean-Yves Rauch, David Pilloud . « Physical and Mechanical Properties of

CrAlN and CrSiN Ternary Systems for Wood Machining Applications ». Plasma Process Polym. Volume 6 (2009); pp 114- 117. ISSN 1612-8869.

Participation au jury de soutenance de Habilitation, Doctorat et Magister  
Benamar Samir 2019. Président de jury d'habilitation à diriger des recherches. Université M'Hamed Bougara. Boumerdes

Djema Mohamed Amine 2018. Membre de jury d'habilitation à diriger des recherches sur le thème « Construction des machines agricoles ». Université M'Hamed Bougara. Boumerdes

Bloul Benatia, 2018. Rapporteur d'habilitation à diriger des recherches sur le thème « La Métrologie industrielle ». Université M'Hamed Bougara. Boumerdes

Guemana Mouloud, 2016. Rapporteur d'habilitation à diriger des recherches sur le thème « *Diagnostic et vérification du système de comptage du gaz naturel par élément déprimogène : Application des venturi-tuyères à col sonore* ». Université M'Hamed Bougara. Boumerdes

Mokhtari Ahcene, 2016, Membre du jury de thèse de doctorat, thème, « *Modélisation du comportement et de l'endommagement des composites à matrice thermoplastique* ». Université de Tizi Ouzou

Amirou Sihem., 2014. Membre du jury de Thèse de doctorat, thème « *Etude et mise au point de composite à base de la matière fibreuse du palmier dattier* » Université de Boumerdes.

Saoula Nadia., 2014. Soutenance d'habilitation USTHB.

Megdoud Soufiane., 2012. « *Analyse et calcul par éléments finis étendus (X-FEM) des matériaux fissurés* ». Université M'Hamed Bougara -. Boumerdes.

Hassen Nacereddine., 2012. « *Traçabilité et analyse de production en scierie* ». Université M'Hamed Bougara -. Boumerdes.

Boumerdil Mourad., 2010. « *Contribution à l'application de l'approche Bayésienne dans l'analyse pathologique des systèmes mécaniques* ». Université M'Hamed Bougara. Boumerdes.

Aggab Toufik., 2011. « *Evaluation prévisionnelle de la sûreté de fonctionnement d'un système industriel utilisé dans un contexte de maintenance dynamique* ». Université M'Hamed Bougara -. Boumerdes.

Expertises es-qualité

Expertise des projets PHC Tassili, PHC Maghreb

Expertise de trois Projets nationaux de recherche (PNR)

Expertise d'un projet International de coopération Algérie - Tunisie

Reviewer dans la revue Thin Solid Films, Elsevier.

CURRICULUM VITAERENSEIGNEMENTS

- Nom et Prénom : ZERAIBI NOURREDINE
- Date et lieu de naissance : 07/01/1959 à Bordj Bou Arreridj
- Situation familiale : Marié, 3 enfants.
- Adresse : Cité du 11 Décembre coopérative Zidane Bloc D N°12, Boumerdes.
- Tel : 0771864215

Diplôme:

- Baccalauréat série sciences (1977)
- Ingénieur en Production des hydrocarbures (INHC Boumerdes, 1982)
- PhD Es-sciences techniques, option Mécanique des fluides (Institut du pétrole de Moscou, Décembre 1986).

Expérience :

- Doyen de la faculté des Hydrocarbures et de la Chimie, de 2011 à 2017
- Depuis 2001 à 2017 Membre du conseil scientifique du Département Gisement Pétroliers et miniers et du Département Transport des hydrocarbures et de la chimie.
- Depuis 2001 à 2017 Membre du conseil scientifique de la faculté des hydrocarbures et de la chimie
- 2011 à 2015 : président de CSD du Département Transport des hydrocarbures et de la chimie
- Depuis 2006 : membre du comité d'éthique de l'université de Boumerdes.
- Responsable de la Post graduation Génie Pétrolier production et forage des Hydrocarbures.
- Responsable de la Post Graduation Spécialisée PGS Pipeline et transport d'hydrocarbures
- Responsable de la Post graduation Spécialisée Optimisation et simulation des réseaux de pipelines

Expérience Professionnelle :

- Professeur à la Faculté des hydrocarbures et de la Chimie, Université de Boumerdes.

Langues étrangères maîtrisées :

- Français, anglais, russe.

Maîtrise de l'outil informatique :

- Langages de Programmation : Fortran, C, C++, Pascal, Qbasic, Visual basic, Python, Matlab.
- Systèmes : Ms Dos, Windows, Unix, Linux
- Logiciels : Gambit, FIDAP, Fluent, Eclipse, Pipephase, Pipesime. Petrel. Simone. Olga SPT. Pipe studio. VIP Landmark.CMG.

Recherche :

Chef d'équipe de recherche : Modélisation, Simulation et Optimisation des Procédés de l'Industrie Pétrolière

Membre de plusieurs équipes de recherche

Projet de Recherche

1. Chef de projet : Simulation et caractérisation des fluides élastothixotropes. Projet agréé à partir de janvier 2001. Bilan positif projet finalisé
2. Chef de projet : Modélisation rhéologique et simulation numérique des Écoulements de fluides complexes dépendants du temps. Application aux fluides industriels. (Polymères, dispersions, émulsions et boues de forage). Projet agréé à partir de janvier 2005. Bilan positif projet finalisé

3. Chef de projet : Caractérisation et simulation des fluides pétroliers. Application aux boues de forage propres. Projet agréé à partir 2008. Bilan positif projet finalisé
4. Chef de projet : Intensification des échanges de chaleur par l'utilisation des nanofluides. Projet agréé à partir de janvier 2012. Bilan positif projet finalisé
5. Chef de projet : Caractérisation thermo-rhéologique des nanofluides et optimisation de leurs performances thermiques et Hydrauliques. Projet agréé depuis janvier 2015 pour quatre ans. Bilan positif projet finalisé

Matières enseignées:

En Post Graduation (Option Mécanique des fluides).

- Mécanique des fluides à l'université de Boumerdes. Dynamique numérique des fluides (CFD) en Post graduation à L'USTHB, Institut de Physique, département mécanique des fluides. Problèmes inverses en sciences pétrolière.
- Rhéologie. Méthodes numériques. Problèmes Inverses

En Graduation (Formation d'ingénieurs).

- Mécanique des fluides. Gazodynamique. Mécanique des fluides en milieux poreux. Rhéologie des fluides complexes. Mécanique des fluides en forage.
- Dynamique numérique des fluides (CFD). Simulation numérique en réservoir engineering

Travaux et publications:

1. Gareche M. , Allal A., Zeraibi N., Roby F., Azril N., Saoudi L.. Relationship between the fractal structure with the shear complex modulus of montmorillonite suspensions. Applied Clay Science vol (1) doi:10.1016/j.clay.2016.01.003. (2016).
2. Gareche M., Azril N., Allal A., Zeraibi N.. Colloidal behaviour of aqueous montmorillonite suspensions in the presence of non-ionic polymer. Journal of Physics: Conference Series 602 (2015) 012006 doi:10.1088/1742-6596/602/1/012006, IOP Publishing (2015).
3. Gareche M., Azril N., Saoudi L., Duppin J.C., Allal A. et Zeraibi N., Colloidal behaviour of aqueous montmorillonite suspensions in the presence of non-ionic polymer. Journal of Hydraulic Engineering ISSN: 2332-8215, David Publishing Comapany (2015).
4. M. AMOURA, M. ALLOTI, A. MOUASSI, N. ZERAIBI, "Study of heat transfer of nanofluids in a circular tube. International Journal of Physical Sciences Vol: 7 N°:9, pp 985-990, (2013).
5. Ahmanache A. et Zeraibi N., Numerical Study of Natural Melt Convection in cylindrical cavity with hot walls and cold botton sink. THERMAL SCIENCE, International Journal Scientific, Vol. 17, No. 3, pp. 853-864. DOI: 10.2298/TSCI110327166A, ISSN 2334-7163, ISSN 0354-9836 (2013).
6. M. AMOURA, N. ZERAIBI, "Thermal study of viscoelastic material between two rotating concentric annuli: Application at drilling process". International Journal of soft computing and engineering, (IJSCE), Volume-3, Issue-1, pp 287-289 (2013).
7. Gareche M., Zeraibi N., Allal A. et Amoura M., The Influence of Low Molecular Weight polymer on the Rheological Behavior of Bentonite Suspensions. Petroleum Science and Technology. 30:19, 1981-1989. ISSN: 1091-6466, Publisher Francis Taylor (2012).
8. Gareche M., Zeraibi N., Allal A., Rheological characterization of the systems clay-polymer. Drilling fluids application. International Journal Advanced Materials Research Vol. 274, pp 33-41. ISSN: 1022-6680, Trans Tech Publications, Switzerland (2011).
9. N. ZERAIBI, M. AMOURA, "Analysis of used lubricant engine oil: SAE20W50" Advanced Materials Research Vols. 314-316 pp 1463-1466 Online available since 2011/Aug/16 at [www.scientific.net](http://www.scientific.net) (2011).

10. BOUALIT, N. ZERAIBI et M. AMOURA. Thermal development of the laminar flow of a Bingham fluid between two plane plates with viscous dissipation. *International journal of thermal science*, 50, 36-43. Editeur Elsevier. Doi: 10.1016/ijthermalsci.2010.09.005, (2011).
11. Allal A., Gareche M., Dupin J.C., Roby F. et Zeraibi N., Modélisation du module complexe de cisaillement des suspensions de bentonite. *Revue de Rhéologie*, vol 16, 33-44. ISSN 1763-5152, Publisher Groupe Français de Rhéologie (2009).
12. Zeraibi N., Amoura M., Benzaoui A., et Gareche M., Numerical study of heat transfer of thermodependent non newtonian fluid flow between vertical concentric cylinders. *International Communication in Heat and Mass Transfer*, 34, 740-752. ISSN 0735-1933, Publisher Pergamon-Elsevier Science Ltd (2007).
13. Amoura M., Zeraibi N. Smati A. et Gareche M., Finite element study of mixed convection for non newtonian fluid between two axial rotating cylinders. *International Communication in Heat and Mass Transfer*, 33, 780 – 789. ISSN 0735-1933, Publisher Pergamon-Elsevier Science Ltd (2006).
14. SMATI, K. YOUNSSI, N. ZERAIBI, N. ZEMMOUR. « Modélisation systématique de la disponibilité d'une chaîne globale de transport de GNL » *OIL and GAS Sciences and Technology*. *Revue de L'IFP*. A paraître au numéro de septembre octobre 2003.
15. Maouassi, A. Baghidja. A. Zeraibi, N : Numerical study of nanofluid heat transfer SiCO<sub>2</sub> through a solar flat plate collector. *International Journal of Heat & Technology*. Sep2017, Vol. 35 Issue 3, p619-625. 7p.
16. Boualit. A ; Zeraibi, N ; Chergui. Tk and al. Natural convection investigation in square cavity filled with nanofluid using dispersion model. *International Journal of Hydrogen Energy*. March 30, 2017, Vol. 42 Issue 13, p8611, 13 p.
17. Nait Amar, M., Zeraibi, N., Redouane, K., 2018. Optimization of WAG Process Using Dynamic Proxy, Genetic Algorithm and Ant Colony Optimization. *Arabian. Journal for Science and Engineering*. 1–14. [doi : 10.1007/s13369-018-3173-7](https://doi.org/10.1007/s13369-018-3173-7)
18. Nait Amar, M., Zeraibi, N., Redouane, K., 2018. Bottomhole pressure estimation using hybridization neural networks and grey wolves optimization. *Petroleum*. [doi : 10.1016/j.petlm.2018.03.013](https://doi.org/10.1016/j.petlm.2018.03.013)
19. Nait Amar, M., Zeraibi, N., Redouane, K., 2018. Pure co<sub>2</sub>-oil system minimum miscibility pressure prediction using optimized artificial neural network by differential evolution. *Petroleum and Coal* 60, 284–293. 2018.
20. Nait Amar.M., Zeraibi. N. Abdolhossein Hemmati.S. Modelling temperature based oil water relative permeability by integrating advanced intelligent models with grey wolf optimization *Fuel*, Vol 242, pp 649-663 2019
21. Nait Amar.M., Zeraibi. N. Abdolhossein Hemmati.S. Modelling temperature dependency of oil-water relative permeability in thermal enhanced oil recovery processes using group method of data handling and gene expression programming. *Journal Engineering Applications of Computational Fluid*. Vol 13 issue 1 pp 724-743 2019
22. Nait Amar.M., Zeraibi. N. An efficient methodology for multiobjective optimization of water alternating CO<sub>2</sub> EOR process. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* Vol 99, pp 154-65 2019
23. AMOURA.M. Zeraibi. N. Heat transfer behavior of nanofluid in a heated tube. *Jou. Of adav resea in Appl. Science* Vol 6, issue 6,PP 36-45 2019
24. KIERREDDINE.R, Zeraibi. N. Automated Optimization of Well Placement Via adaptive Space Filling Surrogate Modelling and Evolutionary Algorithm 2019. *SPE Journal* doi:10.2118/193040 pp 1-17

25. **Nait Amar.M., Zeraibi. N.** Predicting thermal conductivity of carbon dioxide using group of data- driven models August 2020 Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. DOI: [10.1016/j.jtice.2020.08.001](https://doi.org/10.1016/j.jtice.2020.08.001).
26. Nait Amar.M., Zeraibi. N. Applying hybrid support vector regression and genetic algorithm to water alternating CO 2 gas EOR. Greenhouse Gases: Science and Technology DOI: [10.1002/ghg.1982](https://doi.org/10.1002/ghg.1982). May 2020
  - Publications dans des Proceedings et congrès Internationaux : 81 publications
  - Participations à des séminaires Nationaux : 21

Encadrement :

En Deuxième Post-Graduation (Doctorat es Sciences)

1. Amoura Meriem. Contribution à l'étude des phénomènes de transfert de chaleur des fluides non newtoniens dans les espaces annulaires en rotation. Thèse soutenue le 19/01/2008.
2. Boualit A/Hamid Contribution à l'étude Thermo-hydrodynamique des fluides Binghamiens. Thèse soutenue le 11/12/2011
3. Gareche Mourad : Formulation et Caractérisation rhéologique des suspensions de bentonite en présence d'additifs polymériques. Thèse soutenue le 21 Avril 2013.
4. **Ahmanache Nacer** : Etude numérique de la convection naturelle dans une cavité cylindrique : application à la croissance cristalline dans un four de type HEM (Heat Exchanger Method). Thèse soutenue 2016
5. **Nait Amar Menad** : Elaboration et développement des modèles proxy pour l'étude et l'optimisation de WAG. Thèse soutenue Le 31 Mai 2018
6. **Redouane Khierredine** : Adaptation et Développement des modèles SRM pour la simulation et l'optimisation des réservoirs fractures. Thèse Soutenue juin 2021.
7. **Bahnous Dounia** : *Modélisation thermomécanique et simulation numérique des dépôts dans les conduites*. Thèse Soutenue 4.novembre 2021

En première Post-Graduation. Magister

1. GARECHE Mourad : Caractérisation mécanique d'un fluide complexe. Thèse soutenue à l'université de Boumerdes 1997
2. MAZRI Meriem Ecoulement non isotherme d'un fluide non newtonien à travers des configurations complexes thèse soutenue à l'USTHB, Faculté de physique, département mécanique des fluides. 2002
3. SAOUDI Leila : Simulation numérique des écoulements des fluides viscoélastiques à travers des configurations complexes. Thèse soutenue à l'université USTHB 2003
4. AKSOUH Mohamed : Simulation des écoulements transitoires des fluides Non Newtoniens avec effets de glissement. Soutenu 2004
5. BOUALIT Hamid : simulation numérique des phénomènes de transfert dans un champ magnétique soutenue 2005.
6. HAMIMIT « Etude de la convection thermo capillaire en présence d'un champs magnétique. ». Soutenu juin 2006
7. BOUSSAK. « Caractérisation rhéologique en régime dynamique d'un système : fluide de forage et polymères. » Soutenu Décembre 2008
8. Rédha Saïfi, Adaptation de la méthode de régularisation au traitement des données de well test. Soutenu en avril 2014.

9. Dounia BEHNOUS, Nouvelle approche pour l'homogénéisation des pipelines et étude de faisabilité du transport de l'éthane. Soutenu juillet 2014
10. Kriat, Mohammed Amine, Evaluation du processus d'injection WAG miscible au niveau du champ EKT d'ElMerk-bassin de berkine-
11. Belhouchet, Housseem Eddine, Caractérisation et modélisation du réservoir trias argilo-gréseux Inférieur (TAG-I) du champ bir elmsana, bassin de berkine
12. Maoussi Amar. Intensification du transfert de chaleur par les nanofluides

En post graduation spécialisée (PGS)

Encadrement d'une Vingtaine de cadres de la SONATRACH en Post Graduation Spécialisée :

1. Pipeline et réseaux. (8 cadres)
2. Optimisation et simulation des réseaux de transport des hydrocarbures. (14 cadres)

En Graduation.

Plusieurs mémoires de fin d'études pour Ingénieurs et DEUA en Transport des hydrocarbures et en Exploitation des gisements de pétrole et du gaz.

**VII - Avis et Visas des organes administratifs et consultatifs****Intitulé du Master : Génie Pétrolier. Production des Hydrocarbures**

<b>Comité Scientifique de département</b>
<b>Avis et visa du Comité Scientifique :</b>
<b>Date :</b>
<b>Conseil Scientifique de la Faculté (ou de l'institut)</b>
<b>Avis et visa du Conseil Scientifique :</b>
<b>Date :</b>
<b>Doyen de la faculté (ou Directeur d'institut)</b>
<b>Avis et visa du Doyen ou du Directeur :</b>
<b>Date :</b>
<b>Conseil Scientifique de l'Université (ou du Centre Universitaire)</b>
<b>Avis et visa du Conseil Scientifique :</b>
<b>Date :</b>

**VIII - Visa de la Conférence Régionale**

**(Uniquement à renseigner dans la version finale de l'offre de formation)**