|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبيةRépublique Algérienne Démocratique et Populaireوزارة التعليم العالي والبحث العلميMinistère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifiqueاللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم والتكنولوجياComité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies |  |

MASTER ACADEMIQUE

HARMONISE

Programme National

Mise à jour 2022

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Domaine | Filière | Spécialité |
| *Sciences* *et**Technologies* | *Génie Minier* | *Exploitation des Mines*  |
|  | الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبيةRépublique Algérienne Démocratique et Populaireوزارة التعليم العالي والبحث العلميMinistère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifiqueاللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم والتكنولوجياComité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies |  |

**مواءمة**

**ماستر أكاديمي**

Mise à jour 2022

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **الميدان** | **الفرع** |  **التخصص** |
| **علوم وتكنولوجيا** | **هندسةمنجمية** | **استغلال المناجم**  |

# I – Fiche d’identité du Master

**Conditions d’accès**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Filière | Master harmonisé | Licences ouvrant accèsau master | Classement selon la compatibilité de la licence | Coefficient affecté à la licence |
| Génie minier | Exploitation des mines | Exploitation des mines | 1 | 1.00 |
| Valorisation des ressources minérales | **2** | **0.80** |
| Construction mécanique | **3** | **0.70** |
| Autres licences du domaine ST | **5** | **0.60** |

**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 Complémentaireen Consultation (15 semaines) | Mode d’évaluation |
| Intitulé | **Cours** | **TD** | **TP** | **Contrôle Continu** | **Examen** |
| UE FondamentaleCode : UEF 1.1Crédits : 10Coefficients : 5 | Exploitation à ciel ouvert I | 6 | 3 | 3h00 | 1h30 |  | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| Exploitation en souterrain I | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 |  | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE FondamentaleCode : UEF 1.2Crédits : 8Coef. 4 | Mécanique des roches | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 |  | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| Topographie | 4 | 2 | 1h30 |  | 1h30 | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE MéthodologiqueCode : UEM 1.1Crédits : 9Coefficients : 5 | Prospection et évaluation des gisements | 3 | 2 | 1h30 |  | 1h00 | 37h30 | 42h30 | 40% | 60% |
| Recherche Opérationnelle Minière | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 |  | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| TP Mécanique des roches | 2 | 1 |  |  | 1h30 | 22h30 | 27h30 | 100% |  |
| UE DécouverteCode : UED 1.1Crédits : 2Coef : 2 | Matière découverte 1 (panier au choix)  | 1 | 1 | 1h30 |  |  | 22h30 | 02h30 |  | 100% |
| Matière découverte 2 (panier au choix) | 1 | 1 | 1h30 |  |  | 22h30 | 02h30 |  | 100% |
| UE TransversaleCode : UET 1.1Crédits : 1,coef. 1 | Anglais technique et terminologie | 1 | 1 | 1h30 |  |  | 22h30 | 02h30 |  | 100% |
| Total semestre 1 |  | **30** | **17** | **15h00** | **6h00** | **4h00** | **375h00** | **375h00** |  |  |

**Semestre 2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Unité d'enseignement | Matières | Crédits | Coefficient | Volume horaire hebdomadaire | Volume Horaire Semestriel(15 semaines) | Travail Complémentaireen Consultation (15 semaines) | Mode d’évaluation |
| Intitulé | **Cours** | **TD** | **TP** | **Contrôle Continu** | **Examen** |
| UE FondamentaleCode : UEF 1.2.1Crédits : 10Coefficients : 5 | Exploitation à ciel ouvert II | 6 | 3 | 3h00 | 1h30 |  | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| Exploitation en souterrain II | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 |  | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE FondamentaleCode : UEF 1.2.2Crédits : 8Coef. 4 | Fragmentation des Roches | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 |  | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| Équipements miniers | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 |  | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE MéthodologiqueCode : UEM 1.2Crédits : 9Coefficients : 5 | Cartographie géologique | 1 | 1 |  |  | 1h00 | 15h00 | 10h00 | 100% |  |
| Géostatistique | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 |  | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| Hydrogéologie | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 |  | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| UE DécouverteCode : UED 1.2Crédits : 2Coefficients : 1 | Matière découverte 3 (panier au choix)  | 1 | 1 | 1h30 |  |  | 22h30 | 2h30 |  | 100% |
| Matière découverte 4 (panier au choix) | 1 | 1 | 1h30 |  |  | 22h30 | 2h30 |  | 100% |
| UE TransversaleCode : UET 1.2 Crédits : 1Coefficients : 1 | Respect des normes et des règles d’éthique et d’intégrité | 1 | 1 | 1h30 |  |  | 22h30 | 2h30 |  | 100% |
| Total semestre 2 |  | **30** | **17** | **15h00** | **9h00** | **1h00** | **375h00** | **375h00** |  |  |

**Semestre 3**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Unité d'enseignement | Matières | Crédits | Coefficient | Volume horaire hebdomadaire | Volume Horaire Semestriel(15 semaines) | Travail Complémentaireen Consultation (15 semaines) | Mode d’évaluation |
| Intitulé | **Cours** | **TD** | **TP** | **Contrôle Continu** | **Examen** |
| UE FondamentaleCode : UEF 2.1.1Crédits : 12Coefficients : 6 | Projet des mines | 6 | 3 | 3h00 | 1h30 |  | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| Géotechnique minière | 6 | 3 | 3h00 | 1h30 |  | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| UE FondamentaleCode : UEF 2.1.2Crédits : 6Coefficients : 3 | Creusement et soutènement des excavations | 6 | 3 | 3h00 | 1h30 |  | 67h30 | 82h30 | 40% | 60% |
| UE MéthodologiqueCode : UEM 2.1Crédits : 9Coefficients :5 | Valorisation des Ressources Minérales | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 |  | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| Aérage des mines | 4 | 2 | 1h30 | 1h30 |  | 45h00 | 55h00 | 40% | 60% |
| Logiciel de conception | 1 | 1 |  |  | 1h30 | 22h30 | 27h30 | 100% |  |
| UE DécouverteCode : UED 2.1Crédits : 2Coefficients : 1 | Matière découverte 5 (panier au choix) | 1 | 1 | 1h30 |  |  | 22h30 | 2h30 |  | 100% |
| Matière découverte 6 (panier au choix) | 1 | 1 | 1h30 |  |  | 22h30 | 2h30 |  | 100% |
| UE TransversaleCode : UET 2.1Crédits : 1Coefficients : 1 | Recherche documentaire et conception de mémoire | 1 | 1 | 1h30 |  |  | 22h30 | 2h30 |  | 100% |
| Total semestre 3 |  | **30** | **17** | **16h30** | **7h30** | **1h00** | **375h00** | **375h00** |  |  |

**Orientations générales sur le choix des matières de découverte :**

1. Géologie générale
2. Géologie minière
3. Electrification des mines
4. Hydrogéologie
5. Géotechnique
6. Environnement minier
7. Géophysique
8. Asservissement et Régulation
9. Environnement, protection, contrôle
10. Hygiène & Sécurité
11. Stratégie et management des entreprises
12. Sécurité et Environnement
13. Sécurité industrielle
14. Management des entreprises minières et économie
15. Législation et droit
16. Gitologie
17. Préparation mécanique

**Semestre 4**

**Domaine  :**

**Filière :**

**Spécialité :**

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | VHS | Coeff | Crédits |
| Travail Personnel | 550 | 09 | 18 |
| Stage en entreprise | 100 | 04 | 06 |
| Séminaires | 50 | 02 | 03 |
| Autre (Encadrement) | 50 | 02 | 03 |
| Total Semestre 4 | 750 | 17 | 30 |

**Ce tableau est donné à titre indicatif**

**Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master**

* Valeurscientifique (Appréciation du jury) /6
* Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury) /4
* Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury) /4
* Appréciation de l’encadreur /3
* Présentation du rapport de stage (Appréciation du jury) /3

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

**Semestre: 1**

**Unité d’enseignement: UEF 1.1**

**Matière 1:Exploitation à ciel ouvert I**

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

**Crédits: 6**

**Coefficient: 3**

**Objectif de l’enseignement** : l’étudiant doit apprendre à choisir entre l’exploitation à ciel ouvert et celle souterraine, apprendre les modes d’ouverture et les systèmes d’exploitation des différents types de gisements et maitriser tous les calculs nécessaires pour les différents processus technologiques.

**Connaissances préalables recommandées** : notions de géologie, de mécanique des roches, topographie et de mathématiques.

**Contenu de la matière**:

**Chapitre 1 : Généralités (3 semaines)**

* Caractéristiques générales des gisements
* Éléments d’une mine à ciel ouvert. .
* Étapes essentielles d’une exploitation minière à ciel ouvert

**Chapitre 2 :Critères de choix de mode d’exploitation(3semaines)**

* Différents rapports de découverture stérile / minerai
* Détermination des angles exploitables et inexploitables d’une mine à ciel ouvert.
* Condition d’exploitabilité d’un gisement à ciel ouvert .
* Détermination analytique et géométrique de la profondeur finale d’une mine à ciel ouvert.

**Chapitre 3 :Modes d’ouverture à ciel ouvert (4 semaines)**

* Classification des modes d’ouverture des gisements à ciel ouvert.
* Choix d’un mode d’ouverture d’un gisement à ciel ouvert
* Détermination des paramètres et volumes des tranchées et des demi-tranchées d’accès.
* Différentes méthodes de creusement des tranchées d’accès et de découpage

**Chapitre 4 : Méthodes d’exploitation minières à ciel ouvert (4 semaines)**

* Classification des méthodes d’exploitation minière à ciel l’ouvert.
* Choix d’une méthode d’exploitation minièred’un gisement à ciel ouvert.
* Détermination des paramètres de la méthode d’exploitation minière à ciel ouvert.

**Mode d’évaluation :**Contrôle continu : 40% ; Examen final : 60%.

**Références**

1. *Craig, J.R., Vaughan, D.J., et Skinner, B.J., 1988: Resources of the earth, Prentice Hall, 395 pages.*
2. *Edward, R., et Atkinson, K., 1986: Ore deposit geology, Chapman and Hall, 466 pages.*
3. *Kesler, S.E., 1994: Mineral resources, Economics and the environment. Macmillan CollegePublishing Company, 391 pages.*
4. *Peters, W.C., 1987: Exploration and mining geology. John Wiley and Sons,deuxièmeédition, 685 pages*

**Semestre: 1**

**Unité d’enseignement : UEF 1.1**

**Matière 2 : EXPLOITATION EN SOUTERRAIN I**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectif de l’enseignement**

Apprendre aux étudiants la conduite des principaux processus technologiques pendant l’exploitation souterraine, tout en étudiant les différentes méthodes de projection des processus.

**Connaissances préalable recommandées**

RDM ; détonique ; géologie minière ; géotechnique minière ; technologie de l’exploitation minière souterraine.

**Contenu de la matière**

**Chapitre 1 : Généralité sur l’exploitation souterraine (2 semaines)**

* Classification des gisements
* Notions sur les excavations souterrains

**Chapitre 2 : Étapes Essentielles de l’exploitation souterraine**  **(8 semaines)**

* Répartition du champ minier en éléments
* Travaux d’Ouverture
* Travaux préparatoires
* Travaux de Dépliage

**Chapitre 3 : Déblocage du minerai (2 semaines)**

* Modes de déblocage

**Chapitre 4 : Traitement des vides (3 semaines)**

* Pressions des terrains
* Modes de traitement des vides

**Mode d’évaluation** : Contrôle continu : 40% ; Examen final : 60%.

**Références**

1. V.R. Eminitov : processus des travaux miniers souterrains, Nedra 1985, Moscou
2. M.R. Gigalov : technologie de l’exploitation souterraine, Nedra, 1990, Moscou.
3. Notes de cours de l’enseignant. J. Sandier : mise en valeur des gisements métallifères, Masson et Cie, 150p
4. *Ratan Raj Tatiya. Surface and Underground Excavations – Methods, Techniques and Equipment. 2nd Edition, Taylor & Francis Group, London, UK. 2013.*
5. *Peter Darling. SME Mining Engineering Handbook, 3rd edition, Society for mining, Metallurgy and Exploration, Inc. 2011.*
6. *A. Hustrulid, R. L. Bullok, Underground mining methods: Engineering Fundamentals and international case studies, Society for Mining, 2001.*
7. *Chibka, Exploitation des Gisements Métallifères, OPU.*

**Semestre: 1**

**Unité d’enseignement: UEF 1.2**

**Matière1 : Mécanique des roches**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l’enseignement:**

Analyser l’état contrainte au sein d’un massif rocheux et appréhender le comportement mécanique des massifs rocheux.

**Connaissances préalables recommandées:** géologie , mécanique

**Contenu de la matière :**

**Chapitre I : Structure du massif rocheux (05 semaines)**

**Matrice rocheuse**

*Rappels sur les propriétés physiques de la matrice rocheuse* :

* Masse volumique du matériau rocheux
* Porosité du matériau rocheux
* Vitesse des ondes P et S
* Perméabilité du matériau rocheux : forme générale de la loi de Darcy
* Conductivité thermique : Loi de Fourier
* Dilatation thermique.

**Discontinuités**

* Définition selon ISRM (Société Internationale de Mécanique des Roches)
* Types de discontinuités
* Propriétés géométriques des discontinuités. : orientations, espacement, extension, rugosité, altération, remplissage, ouverture des épontes etc…
* Famille et réseau de discontinuités
* Fréquence ou densité linéique ou volumétrique
* Représentation graphique des discontinuités ou la Projection stéréographique :

(Principe, Canevas de Wulff, Canevas de Schmidt…)

**Chapitre II : Contraintes naturelles ou in situ (3 semaines)**

* Postulat de Cauchy et notion de contrainte
* Loi de Hooke et tenseur de contrainte
* Contrainte principale, tenseur sphérique et tenseur déviatorique
* Cercle de Mohr : Problème direct, problème indirect et méthode des pôles
* Contraintes in situ :
* Contrainte verticale
* Contrainte horizontale

**Chapitre III : comportement mécanique des massifs rocheux (04 semaines)**

*Notion de rhéologie* :

* Modèles rhéologiques : modèle élastique et modèle élasto-plastique
* Critère de plasticité défini dans le plan de Mohr

*Comportement mécanique de la matrice rocheuse ou roche intacte*

* Critère de Mohr-Coulomb
* Critère de Hoek& Brown

*Comportement mécanique des discontinuités*

* Critère de Mohr-Coulomb
* Critère de résistance au cisaillement bilinéaire
* Critère de Barton &Bandis

*Comportement mécanique des massifs rocheux* :

* Notions sur : Le Rock QualityDesignation ou RQD et GeologicalStrength Index ou GSI
* Critère de Mohr-Coulomb
* Critère de Hoek& Brown

**Mode d’évaluation** : Contrôle continu : 40% ; Examen final : 60%.

**Bibliographie**

1. ISRM (1978). Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses.ISRM, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences &GeomechanicsAbstracts, 15(6), 319–368.
2. CFMR (Comité Français de Mécanique des Roches). Manuel de mécanique des roches, tome Les : Fondements, 265 pages, Les Presses de l'Ecole des Mines, Paris, 2000.
3. VULLIET L., LALOUI L., ZHAO J. Mécanique des sols et des roches, 603 pages, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2016.
4. Hoek, E., Brown, E.T. (1980). Empirical strength criterion for rock masses. J. Geotech. Eng. ASCE106, 1013-1035.
5. Hudson, J. A. (1989). Rock Mechanics Principles in Engineering Practice, CIRIA
6. Goodman R. E. (1989) Introduction to Rock mechanics. *Second edition, John Wiley and sons, Inc.*

**Semestre : 1**

**Unité d’enseignement : UEF 1.2**

**Matière : Topographie**

**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TP : 1h30)**

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Semestre : 1**

**Unité d’enseignement : UEM 1.1**

**Matière : Prospection et évaluation des gisements**

**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TP : 1h00)**

**Crédits : 3**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l’enseignement:** L'objectif de cet enseignement est de fournir aux étudiants des connaissances théoriques et pratiques sur la prospection minière avec ces principaux axes, tel que : la prospection géologique, prospection géophysique et la prospection géochimique, la deuxième partie est composé des méthodes de d’évaluation des réserves minières. À la fin de ce cours l’étudiant doit savoir comment procéder à entamer une compagne de prospection et finalisé cette étape de projet par un rapport d’évaluation de gisement étudier.

**Connaissances préalables recommandées:** la géologie générale, la géométrie, les statistiques et la cartographie des terrains

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 01 : Généralité sur la gitologie**

* Gites d’affiliation magmatique, hydrothermale et sédimentaire

**Chapitre 02 : Prospection géophysique**

* Méthode de prospection sismique (gisements en plature)
* Méthode de prospection gravimétrique (gisements polymétalliques)
* Méthode de prospection magnétique (gisements à sensibilité magnétiques)
* Méthode de prospection électrique
* Méthode de prospection radiométrique

 **Chapitre 03 : Prospection géochimique**

* Méthode de litho-géochimique
* Méthode hydrogéochimique
* Éléments majeurs et éléments en trace
* Notion de la teneur

**Chapitre 04 : Prospection détailler**

* Prospection par sondages (débris de sondage), par trancher et par carottage

**Chapitre 05 : Évaluation des réserves minière**

* Normes de définitions des ressources et réserves minérales
* Méthode des sections
* Méthode de blocs géologiques
* Méthode de triangulation

**Mode d’évaluation :**Contrôle continu : 40% ; Examen final : 60%.

**Références**

1. Beaudoin G., 2006, Gitologie et métallogénie, manuel de cours.
2. Dubois J., Diament M., Cogné J. P., 2011, Géophysique, cours et exercices corrigés.
3. HALDAR S. K., 2013. Mineral Exploration Principles and Applications. Elsevier Inc.
4. ALASTAIR J., GARSTON H., 2002. Applied Mineral Inventory Estimation. Cambridge Universitypress.
5. Normes de définitions de l'ICM pour les ressources minérales et les réserves minérales, 2014
6. RENDU J.M., 2008. An Introduction to Cut-off Grade Estimation-SME. Publised by Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.

**Semestre: 1**

**Unité d’enseignement: UEM1.1**

**Matière3 : Recherche Opérationnelle Minière**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l’enseignement:** À la fin de ce cours, l’étudiant doit être capable de : faire la programmation linéaire .

**Connaissances préalables recommandées:** maitrise des mathématiques appliquées

**Contenu de la matière :**

**Chapitre I : Introduction à la théorie des graphes**

* Introduction
* Notions fondamentales sur les graphes
* Représentation d’un graphe
* Arbres, forêts et arborescences
* Problèmes
* Le problème du plus court chemin
* Le problème de l’arbre couvrant minimum
* Le problème de flot maximum

**Chapitre II : Programmation linéaire**

* Propriétés géométriques des solutions de base réalisables
* Méthode du simplexe
* Algorithme du simplexe
* Programme auxiliaire

**Chapitre III : Planification des tâches**

**Chapitre IV : Gestion du projet**

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

**Référence :**

1. V. Chvátal, Linear programming, W. H. Freeman, New York, 1983.
2. R. Correa and C. Lemarechal, Convergence of some algorithms for convex minimization, Mathematical Programming 62 (1993), 261275.
3. D. de Werra, T. M. Liebling, and Hêche J.-F., Recherche opérationnelle pour ingénieurs, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2003.
4. S.E. Dreyfus and R.A. Wagner, The Steiner problem in graphs, Networks (1972), 195207.

**Semestre: 1**

**Unité d’enseignement: UEM1.1**

**Matière 2 :TP Mécanique des roches**

**VHS: 22h30 (TP : 1h30)**

**Crédits: 2**

**Coefficient: 1**

**Objectifs de l’enseignement:** Cette matière est destinée aux étudiants master en exploitation des mines. Elle leur permet de maitriser les différentes méthodes d’analyse pratique au laboratoire pour la détermination des propriétés physiques et mécaniques des roches.

**Connaissances préalables recommandées:** connaissance théorique en mécanique des roches.

**Contenu de la matière :**

**Procédure d’échantillonnage, préparation des éprouvettes, analyse statistique**

Détermination des propriétés physiques des roches

* Masse volumique apparente
* Masse volumique absolue

**Détermination des propriétés technologiques des roches ;**

* Dureté des roches.
* Abrasivité des roches

**Détermination des propriétés mécaniques des roches**

* Essais de résistance à la compression
* Essai au scléromètre
* Essai de traction indirecte (essai brésilien) etessai de cisaillement.
* Essai triaxial

**Contrôle continu : 100%.**

**Référence :**

1. FRANKLIN J.A. et DUSSEAULT M.B. Rock Engineering, 600 pages, McGraw-Hill,1989.
2. GOODMAN R.E. Introduction to Rock Mechanics, 562 pages, Wiley, 1989.
3. Norme NF EN ISO 14689-1 : Dénomination, description et classification des roches.

**Semestre: 1**

**Unité d’enseignement: UED1.1**

**Matière 1 : Panier au choix**

**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**

**Crédits: 1**

**Coefficient: 1**

**Semestre: 1**

**Unité d’enseignement: UED1.1**

**Matière 2 : Panier au choix**

**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**

**Crédits: 1**

**Coefficient: 1**

**Semestre: 1**

**Unité d’enseignement: UET1.1**

**Matière 1:Anglais technique et terminologie**

**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**

**Crédits: 1**

**Coefficient: 1**

**Objectifs de l’enseignement:**

Initier l’étudiant au vocabulaire technique. Renforcer ses connaissances de la langue. L’aider à comprendre et à synthétiser un document technique. Lui permettre de comprendre une conversation en anglais tenue dans un cadre scientifique.

**Connaissances préalables recommandées:**

Vocabulaire et grammaire de base en anglais

**Contenu de la matière:**

- Compréhension écrite : Lecture et analyse de textes relatifs à la spécialité.

- Compréhension orale : A partir de documents vidéo authentiques de vulgarisation scientifiques, prise de notes, résumé et présentation du document.

- Expression orale : Exposé d'un sujet scientifique ou technique, élaboration et échange de messages oraux (idées et données), Communication téléphonique, Expression gestuelle.

- Expression écrite : Extraction des idées d’un document scientifique, Ecriture d’un message scientifique, Echange d’information par écrit, rédaction de CV, lettres de demandes de stages ou d'emplois.

**Recommandation :****Il est vivement recommandé au responsable de la matière de présenter et expliquer à la fin de chaque séance (au plus) une dizaine de mots techniques de la spécialité dans les trois langues (si possible) anglais, français et arabe.**

**Mode d’évaluation:**

Examen: 100%.

**Références :**

1. P.T. Danison, Guide pratique pour rédiger en anglais: usages et règles, conseils pratiques, Editions d'Organisation 2007
2. A.Chamberlain, R. Steele, Guide pratique de la communication: anglais, Didier 1992
3. R. Ernst, Dictionnaire des techniques et sciences appliquées: français-anglais, Dunod 2002.
4. J. Comfort, S. Hick, and A. Savage, Basic Technical English, Oxford University Press, 1980

**III - Programme détaillé par matière du semestre S2**

**Semestre: 2**

**Unité d’enseignement: UEF 1.2.1**

**Matière1 : Exploitation à ciel ouvert II**

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

**Crédits: 6**

**Coefficient: 3**

**Objectif de l’enseignement** : l’étudiant doit apprendre à choisir entre l’exploitation à ciel ouvert et celle souterraine, apprendre les modes d’ouverture et les systèmes d’exploitation des différents types de gisements et maitriser tous les calculs nécessaires pour les différents processus technologiques.

**Connaissances préalables recommandées** : notions de géologie, de mécanique des roches, topographie et de mathématiques.

**Contenu de la matière**:

**Chapitre 1 : Préparation-excavation des roches et système de chargement –transport (3 semaines)**

* Préparation et excavation des roches.
* Transport et chargement mise à terril, stockage des masses rocheuses.

**Chapitre 2 : Exploitation des pierres de taille (3 semaines)**

* Classification géologique ; Classification commerciale ;
* Techniques d’extraction des roches ornementales ; Procédés d’exploitation ; Sciage au fil hélicoïdal ; Sciage au fil diamanté ; Havage ;
* Versement des masses ; Manutention et transport des blocs ; Coupe par désagrégation ;

**Chapitre 3 : Optimisation des paramètres d’exploitation (4 semaines)**

* Optimisation des paramètres d’abattage à l’explosif ;
* Optimisation des paramètres de chargement ;
* Optimisation des paramètres de transport.

**Chapitre 4 : Mode d’exploitation spécifique aux types de gisement (5 semaines)**

* Exploitation des gisements à reliefs montagneux ;
* Exploitation des gisements à couches (filons) minces ;
* Exploitation des gisements sous -marins.

**Mode d’évaluation : Contrôle continu : 40% ; Examen final : 60%.**

**Mode d’évaluation :**Contrôle continu : 40% ; Examen final : 60%.

**Références**

1. *Craig, J.R., Vaughan, D.J., et Skinner, B.J., 1988: Resources of the earth, Prentice Hall, 395 pages.*
2. *Edward, R., et Atkinson, K., 1986: Ore deposit geology, Chapman and Hall, 466 pages.*
3. *Kesler, S.E., 1994: Mineral resources, Economics and the environment. Macmillan College Publishing Company, 391 pages.*
4. *Peters, W.C., 1987: Exploration and mining geology. John Wiley and Sons, deuxièmeédition, 685 pages*

**Semestre: 2**

**Unité d’enseignement: UEF 1.2.1**

**Matière2 : Exploitation en souterrain II**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l’enseignement :**Permettre aux étudiants d’analyser, commenter et prendre les décisions nécessaires lors de la résolution des problèmes de l’exploitation souterraine.

**Connaissances préalables recommandées :** Notions de géologie, de mécanique des roches, topographie et de mathématiques.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre I : Choix de la méthode d’exploitation (1semaine)**

* Facteurs influent sur le choix de la méthode d’exploitation

**Chapitre II : Méthodes d’exploitations par chambres magasins ; (2 semaines)**

**Chapitre I1I : Méthodes d’exploitations des chambres vides ; (2 semaines)**

**Chapitre IV : Méthodes d’exploitations par chambres boisées ou charpentées ; (1 semaines)**

**Chapitre V : Méthodes d’exploitations par chambres remblayées ; (3 semaines)**

**Chapitre VI : Méthodes d’exploitations par chambres foudroyées ; (2 semaines)**

**Chapitre VII : Méthodes d’exploitations par chambres et piliers. (2 semaines)**

**Chapitre VIII : Méthode d’exploitation par longue taille (2 semaines)**

**Recommandation : Programmation des sorties pédagogiques sur terrain**

**Mode d’évaluation :** Contrôle continu : 40% ; Examen final : 60%.

**Références**:

1. *Bocky 1968 page : 546-569 , U.R.S.S*
2. *Ratan Raj Tatiya. Surface and Underground Excavations – Methods, Techniques and Equipment. 2nd Edition, Taylor & Francis Group, London, UK. 2013.*
3. *Peter Darling. SME Mining Engineering Handbook, 3rd edition, Society for mining, Metallurgy and Exploration, Inc. 2011.*
4. *A. Hustrulid, R. L. Bullok, Underground mining methods: Engineering Fundamentals and international case studies, Society for Mining, 2001.*
5. *Chibka, Exploitation des Gisements Métallifères, OPU.*

**Semestre: 2**

**Unité d’enseignement: UEF 1.2.2**

**Matière 1:Fragmentation des Roches**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l’enseignement**

Acquérir les connaissances des mécanismes fondamentaux de la fragmentation des roches. Se familiariser avec les méthodes et outils pour optimiser les techniques d’abattages des roches en fonction des objectifs liés à la fragmentation et des caractéristiques des massifs des roches minières.

**Connaissances préalables recommandées**

Physique (acoustique) ; mathématiques ; thermodynamique ; chimie organique ; physique des roches.

**Contenu de la matière**

**Chapitre 1 : (3 semaines)**

* Introduction : généralités sur les massifs des roches minières : matrice, discontinuités, propriétés géomécaniques ;
* Modes d’abattage des roches minières.

**Chapitres 2 : (3 semaines)**

* Mécanismes fondamentaux de la fragmentation ;
* Notions de détonique ;
* Énergies de destruction : énergie de choc, énergie de gaz.

**Chapitre 3 : (3 semaines)**

* Autres modes de préparation des roches à l’extraction :
* hydro mécanisation,
* émottage mécanique, etc …

**Chapitre 4 : (3 semaines)**

* Méthodes d’abattage à l’explosif (Tir dans un milieu serré, minage des hauts gradins, tir par paire de charge rapprochées, tirs par charges supplémentaires, tir par trous doubles rapprochés) ;
* Conception des schémas de tir. Influence des paramètres (géométriques, de charge, séquentiels) sur les résultats du tir. Conception Langfors, conception par ordinateur (Logiciels).
* Tir de prédécoupage**.**

**Chapitre 5 : (3 semaines)**

* Tir et environnement : vibrations et oscillations, paramètres caractéristiques, méthodes de mesure, normes. Projection et effets arrière, évaluation, influence des interactions massifs rocheux-explosifs.
* Démonstration de logiciels : démonstration in-situ de techniques d’optimisation de la géométrie des tirs et de mesure des vibrations liées à ces derniers.

**Recommandation**:Programmation des sortiespédagogiques sur terrain : conception d’un plan de tir et assister d’un tir de mine.

**Mode d’évaluation** : Contrôle continu : 40% ; Examen final : 60%.

**Référence :**

1. V.Kovalenko, Exploitation des carrières, OPU, Université de Annaba, 1986.
2. Ch.Derbal, Elaboration d’une méthodologie d’abattage à l’explosif dans les carrières de calcaire de cimenterie. Thèse de magister, Université d’Annaba. 1992 ;
3. V.Koutouzov, V.Soukhanov, Destruction des roches minières à l’explosif. Nedra. Moscou. 1983
4. Revue Mines et carrières. Numéros spéciaux tir. France
5. Bruce A Kennedy .Surface mining -2nd edition, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (U.S.) 2016
6. Ajoy K. Ghose and Akhilesh Joshi -Blasting in Mines – New Trends - THE 10th International Symposium On Rock Fragmentation By Blasting, New Delhi, India, 24–25 November 2012

**Semestre: 2**

**Unité d’enseignement: UEF 1.2.2**

**Matière 2 : Équipements miniers**

**VHS: 45h00 (Cours: 1h30 TD: 1h30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l’enseignement:**

Apprendre à l’étudiant le choix optimal des machines et leur adaptation dans les conditions réelles d’exploitation.

**Connaissances préalables recommandées:**

Exploitation minière.

**Contenu de la matière:**

**Partie I : Équipement de production à ciel ouvert (7 Semaines)**

1. Machines de forage (sondeuses)

2. Machines de chargement à l’action cyclique et continue

3. Machine de terrassement (Bull, scraper…)

4. Transport par camions Transport par voie ferrée Transport par convoyeurs à bande

5. Équipements de manutention

**Partie II : Équipement de production souterraine (8 Semaines)**

1. Marteaux perforateurs, supports et avanceurs, chariots de forage (portiques et Jumbo).

2. Chargeuses proprement dits, chargeuses transporteuses.

3. Combinés de forage et d’abattage

4. Transport par camion, navette.

5. Transport ferroviaire

6. Installations de raclage

7. Installations d’extraction (cage, skip...)

**Mode d’évaluation:**

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

**Références bibliographiques:**

1. Notes de cours; Equipement de mécanisation des processus technologiques dans les carrières, V.S. Vinogradova
2. Transport dans les entrprises minières Prof.Konztsov B.A NEDRA, Moscou, 1976
3. Machines de transport et complexes automatisées des exploitations à ciel ouvert Andreev A.V chechko EE et Al. NEDRA, Moscou 1975.
4. Convoyeur de longue distance dans les mines, à ciel ouvert Vassiliev, MV et Al, NEDRA, Moscou 1975
5. Tunnels et Métropolitaines Volkou V P et al, edition (transport) 1975.
6. Notes de cours; Equipement de mécanisation des processus technologiques dans les mines, V.S. Vinogradova .

**Semestre : 2**

**Unité d’enseignement : UEM 1.2**

**Matière : cartographie géologique**

**VHS : 45h00 (TP : 1h00)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Semestre : 2**

**Unité d’enseignement : UEM 1.2**

**Matière : Géostatistique**

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

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l’enseignement :** À la fin de ce cours, l’étudiant doit savoir comment étudier, interpréter, et estimé la distribution spatiale des teneurs, l’estimation des réserves minières et la gestion des chantiers minier grâce aux cartes résultante des études géostatistiques.

**Connaissances préalables recommandées :** Connaissances préalables en maths, statistique, géométrie, cartographie.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre I : Rappelle statistique**

* Statistique classique
* Variable aléatoire / Fonction aléatoire
* Distributions Normale /Distributions Log-normale

**Chapitre II : Théorie de la variable régionalisée**

* Moment d’ordre 1
* Moment d’ordre 2
* Stationnarité

**Chapitre III : Outil de la modélisation de la structure spatiale**

* Le semi-variogramme théorique
* Estimation du Semi-variogramme Expérimental
* Ajustement des modèles vario-graphiques

**Chapitre IV : Krigeage, et variance d’estimation**

* Krigeage ordinaire
* Krigeage simple
* Krigeage d’indicatrices
* Variance d’estimation

**Chapitre V : Géostatistique appliqué au domaine minier**

* Exemple d’application

**Mode d’évaluation:** Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

**Références bibliographiques:**

1. Armstrong, Margaret (1998). Basic Linear Geostatistics. Springer Science & Business Media.
2. Chauvet, Pierre (2008). Aide-Mémoire De Géostatistique Linéaire. Presses Des Mines.
3. Chiles, Jean-Paul Et Pierre Delfiner (2009). Geostatistics : Modeling Spatial Uncertainty. T. 497. John Wiley & Sons.
4. Diggle, Peter J, Paulo J RibeiroJr Et Ole F Christensen (2003). « An Introduction To Model-Based Geostatistics ». Spatial Statistics And Computational Methods. Springer, P. 43–86.
5. Emery X., (2001). Géostatistique Linéaire. Ecole Des Mines De Paris, Centre De Géostatistique.
6. Joly, Daniel Et Al. (2009). « Interpolation Par Régressions Locales : Application Aux Précipitations En France ». L’espace Géographique 38.2, P. 157–170.
7. Isobel Clark, 1979. Practical Geostatistics, Applied Science Publishers, P 127

**Semestre: 2**

**Unité d’enseignement: UEM 1.2**

**Matière1 : Hydrogéologie**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l’enseignement** : Cette matière a pour but d’initier les étudiants aux phénomènes physiques régissant les transferts d’eau dans les aquifères. Les objets géologiques qui sont le siège de ces écoulements sont caractérisés.

**Connaissances préalables recommandées :** Bases de la géologie (pétrologie, structural, cartographie).

**Contenu de la matière :**

**Chapitre I** : **Rappels sur les notions de base en hydrogéologie et hydrodynamique**

**Chapitre II** : **Comportement des systèmes aquifères en Réservoirs**

* Types des nappes
* Caractéristiques hydrodynamiques

**Chapitre III** : **Comportement des systèmes aquifères en conduite**

* Loi de Darcy
* Perméabilité
* Transmissivité
* Diffusivité
* Débit d’une nappe
* vitesse d’écoulement
* les écoulements permanents et transitoires.

**Chapitre IV : Techniques de forage**

* Essais de pompage
* Les Technique de forage

**Chapitre V**: **Fluides de forage**

**Chapitre VI : Équipement de forage**

**Mode d’évaluation :**Contrôle continu: 40%; Examen: 60%

**Références:**

1. Castany G. (1967) (Second Edition) :   Traité Pratique Des Eaux Souterraines, 661 pages.
2. G. Castany, J. Margat, (1977) :Dictionnaire français d’hydrogéologie.
3. G. Castany (1982) : Principes et méthodes de l’hydrogéologie.  Editeur / Publisher : Paris.
4. Eric Gilli, Christian Mangan, Jacques Mudry : Hydrogéologie, objets, méthodes, applications Cours et exercices corrigés , Dunod.
5. G. de Marsily, septembre 2004, cours d’hydrogéologie, université Paris VI.
6. V. Merrien-Soukatchoff, 2008, Hydrologie et Hydrogéologie, l’Ecole Nationale Supérieure des Mines de Nancy

**Semestre : 2**

**Unité d’enseignement : UED 1.2**

**Matière 3: Panier au choix**

**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Semestre : 2**

**Unité d’enseignement : UED 1.2**

**Matière 4: panier au choix**

**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Semestre : 2**

**Unité d’enseignement : UET 1.2**

**Matière : Respect des normes et des règles d’éthique et d’intégrité.**

**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**

**Crédit : 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 :** Éthique et déontologie (les fondements)

**Contenu de la matière :**

**CHAPITRE I : 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. Équité. 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 : Égalité 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.
1. **Éthique 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)

**CHAPITRE II : PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE**

1. **Fondamentaux de la propriété intellectuelle**
* Propriété industrielle. Propriété littéraire et artistique.
* Règles de citation des références (ouvrages, articles scientifiques, communications dans un congrès, thèses, mémoires, …)
1. **Droit d'auteur**
* **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.

* **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.

* **Brevet**

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

* **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.

**CHAPITRE III : ÉTHIQUE, DÉVELOPPEMENT DURABLE ET NOUVELLES TECHNOLOGIES**

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

**Mode d’évaluation** : Examen 100%.

**Références :**

1. Charte d’éthique et de déontologie universitaires, [https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte+fran\_\_ais+d\_\_f.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce](https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte%2Bfran__ais%2Bd__f.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce)
2. Arrêtés N°933 du 28 Juillet 2016 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat
3. L'abc du droit d'auteur, organisation des nations unies pour l’éducation, la science et la culture(UNESCO)
4. E. Prairat, De la déontologie enseignante. Paris, PUF, 2009.
5. Racine L., Legault G. A., Bégin, L., Éthique et ingénierie, Montréal, McGraw Hill, 1991.
6. Siroux, D., Déontologie : Dictionnaire d’éthique et de philosophie morale, Paris, Quadrige, 2004, p. 474-477.
7. Medina Y., La déontologie, ce qui va changer dans l'entreprise, éditions d'Organisation, 2003.
8. Didier Ch., Penser l'éthique des ingénieurs, Presses Universitaires de France, 2008.
9. Gavarini L. et Ottavi D., Éditorial. de l’éthique professionnelle en formation et en recherche, Recherche et formation, 52 | 2006, 5-11.
10. Caré C., Morale, éthique, déontologie. Administration et éducation, 2e trimestre 2002, n°94.
11. Jacquet-Francillon, François. Notion : déontologie professionnelle. Le télémaque, mai 2000, n° 17
12. Carr, D. Professionalism and Ethics in Teaching. New York, NY Routledge. 2000.
13. Galloux, J.C., Droit de la propriété industrielle. Dalloz 2003.
14. Wagret F. et J-M., Brevet d'invention, marques et propriété industrielle. PUF 2001
15. Dekermadec, Y., Innover grâce au brevet: une révolution avec internet. Insep 1999
16. AEUTBM. L'ingénieur au cœur de l'innovation. Université de technologie Belfort-Montbéliard
17. Fanny Rincketléda Mansour, littératie à l’ère du numérique : le copier-coller chez les étudiants, Université grenoble 3  et  Université paris-Ouest Nanterre la défense Nanterre, France
18. Didier DUGUEST IEMN, Citer ses sources, IAE Nantes 2008
19. Les logiciels de détection de similitudes : une solution au plagiat électronique?   Rapport du Groupe de travail sur le plagiat électronique présenté au Sous-comité sur la pédagogie et les TIC de la CREPUQ
20. EmanuelaChiriac, Monique Filiatrault et André Régimbald, Guide de l’étudiant: l’intégrité intellectuelle plagiat, tricherie et fraude…  les éviter et, surtout, comment bien citer ses sources, 2014.
21. Publication de l'université de Montréal, Stratégies de prévention du plagiat, Intégrité, fraude et plagiat, 2010.
22. Pierrick Malissard, La propriété intellectuelle : origine et évolution, 2010.
23. Le site de l’Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle [www.wipo.int](http://www.wipo.int/)
24. <http://www.app.asso.fr/>

**V - Programme détaillé par matière du semestre S3**

**Semestre : 3**

**Unité d’enseignement : UEF 2.1.1**

**Matière : Projet des mines**

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

**Crédits : 6**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l’enseignement**

Apprendre à l’étudiant la prise en compte des différentes matières acquises du génie minier entrant dans l’étude technique de faisabilité d’un projet minier à ciel ouvert et notamment : la planification minière, les revenus et les coûts miniers, la description du gisement à étudier, les considération géométriques de la mine à ciel ouvert, les limites et la profondeur finale de la fosse, la planification de la production de la mine, les travaux de forage et de tir, les travaux de chargement et de transport et la disponibilité et l’utilisation des engins mécaniques de chantier.

**Connaissances préalables recommandées**

Exploitation des mines à ciel ouvert, Économie minière.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : projets miniers (2 semaines)**

* Phases de recherche et de prospection ;
* Estimation des réserves minière ;
* Teneurs de coupure limite ;
* Documents administratifs pour le permis d’exploration et d’exploitation.

**Chapitre 2 : Choix du mode et méthode d’exploitation** (**3 semaines)**

* Mode d’exploitation à ciel ouvert (Technique d’extraction et critère de choix)
* Mode d’exploitation en souterrain (Méthode d’exploitation et critère de choix)
* Mode d’exploitation mixte.
* Cartographie géologique et planification minières.

**Chapitre 3 : Choix du mode d’exploitation à ciel ouvert (3 semaines)**

* Considérations géométriques des excavations minières
* séquencement géométrique.
* voies d’accès au gisement
* construction de la route;
* contour final de la zone d’exploitation ;
* modèles de bloc économiques ;
* technique du cône flottant ; algorithme de Lerchs-Grossman 2-D ; algorithme de Lerchs-Grossman 3-D ;

**Chapitre 4 : Choix du mode d’exploitation en souterrain (3 semaines)**

* Considérations géométriques des excavations minières
* Séquence d’exploitation et avancement des chantiers
* modèles de bloc économiques.

**Chapitre 5 : (2 semaines)**

* Planification de la production
* durée de vie de la mine ;
* dimensionnement du matériel d’exploitation et de préparation mécanique
* ordonnancement de la production

**Chapitre 6: Réhabilitation et fermeture des exploitations minières (2 semaines)**

* Les phénomènes générés par les activités minières en souterrains
* Évaluation des risques miniers
* Résolution des risques générés par les activités minières.

**Mode d’évaluation :** Examen 60% et contrôle continu 40%

**Références**

1. Open Pit Mine Planning and Design, 3rd Edition, W. Hastrulid, M. Kuchta and R. Martin, CRC Press 2013.
2. SME’s Surface Mining, Kennedy, B.A., 1990.
3. SME’s Mining Engineering Handbook, Hartmann, H.L., 1992.
4. SME Mining Engineering Handbook, 2011**.** Third edition : Edited by peter darling.Published by Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc.
5. Introductory to Mining Engineering, Howard L. Hartmann, Jan M. Mutmansky, Wiley, Second Edition, 2002
6. Manager Sustainability Integra Coal Operations Pty Ltd, 2013. Rehabilitation Management Plan.
7. Poulard F., Gombert P., Didier C., Chevrel S., Bellenfant G., Cottard F. 2017. Fermeture, reconversion et gestion de l’après-mine, tome 07
8. RENDU J.M., 2008. An Introduction to Cut-off Grade Estimation-SME. Publised by Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.
9. BECK D. M. B., 2013. Determination of optimal mining cut-off grades: mathematical formulation and solution algorithm: (case study: hinoba copper mine in the philippines).

**Semestre : 3**

**Unité d’enseignement : UEF 2.1.1**

**Matière : Géotechnique minière**

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

**Crédits : 6**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l’enseignement**

La matière permet aux étudiants de maitriser les différentes méthodes d’analyse et d’évaluation de la stabilité des mines à ciel ouvert et des ouvrages minières souterrains.

**Connaissances préalables recommandées**

Géologie, gitologie, physique et mécanique des roches.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre I : problèmes d’instabilité liés au domaine minier**

* *Paramètres influant sur la stabilité des ouvrages miniers*
* Les mines à ciel ouvert : présence des discontinuités, hauteur du gradin, angle de talus, mode de creusement, …
* Les mines en souterrain : Densité de la fracturation liée aux discontinuités, présence d’eau, dimensionnement du soutènement inadapté aux conditions du terrain, mode de creusement …
* Différentes ruptures potentielles et accidents rencontrés dans le domaine minier : glissement plan, en dièdre, basculement et chute des blocs…

**Chapitre II : Méthodes d’analyse de la stabilité des ouvrages miniers en souterrain**

* Méthodes semi-empiriques**:**
* Rock Mass Rating (RMR)
* L’indice de qualité de Barton ou Q Barton
* Méthodes analytiques :
* La théorie des blocs rigides (Shi and Goodman) : principe de la méthode, hypothèses

Application de la méthode à travers un code de calcul (ex : Unwedge) sur un cas d’étude (voir matière : Logiciels de conception)

* Méthodes numériques :

Principe de la méthode, milieu continu et milieu discontinu, discrétisation et hypothèses de calcul

Application de la méthode à travers un code de calcul (ex : Phase2 ou Plaxis) sur un cas d’étude (voir matière : Logiciels de conception)

**Chapitre III : Méthodes d’analyse de la stabilité des mines à ciel ouvert**

* Méthodes semi-empiriques**:**
* Slope Mass Rating (SMR)
* Méthodes analytiques / graphiques :
* La méthode cinématique : cas d’un glissement plan, un glissement en dièdre et un basculement
* Les méthodes de l’équilibre Limite : méthode de Bishop, Morgenstern and Price etc.
* Méthodes numériques :

Principe de la méthode, hypothèses de calcul, la méthode du SSR (ShearStrengthReduction) ou Phi-C reduction pour le calcul d’un facteur de securité

Application de la méthode à travers un code de calcul (ex : Phase2 ou Plaxis) sur un cas d’étude (voir matière : Logiciels de conception)

**Références**

1. Techniques de l’ingénieur.
2. Duncan C. Wyllie and Christopher W. Mah, Rock Slope Engineering Civil and Mining, SponPress, 2004.
3. J.A. Talobre, la mécanique des roches et ses applications. DUNOD, 1967.
4. William G. Pariseau, Design Analysis in Rock Mechanics, Taylor & Francis, 2006
5. Goodman R.E. et Shi G.H. (1985) Block theory and its application to rock engineering. *NewJersy: Prentice Hall.*
6. Barton, N., Lien, R., Lunde, J. (1974). Engineering classification of rock masses for the design oftunnel support. Rock Mech. 6, 189-236
7. Priest, S.D. (1993). Discontinuity Analysis for Rock Engineering. Chapman & Hall, London
8. Singh, B., Goel, R.K. (2011). Engineering Rock Mass Classifications. Elsevier, Amsterdam.
9. Zienkiewicz, O. C. (1977). The Finite Element Method. 3. Edition. London. McGraw‐Hill BookCompany (UK) Limited. XV, 787 S.
10. Barton, N., Bandis, S.C. (1990). Review of predictive capabilities of JRC-JCS model inengineering practice. In: Barton, N., Stephansson, O. (Eds.), Proc. Int. Symp. on Rock Joints.Loen, Norway. Balkema, Rotterdam, pp. 603–610
11. Hoek, E., Bray, J.W. (1981). Rock Slope Engineering, third ed. Institution of Mining andMetallurgy, London.
12. C. Carranza-Torres and J. Labuz, 2006, Class notes on Underground Excavations in Rock, University of Minnesota.

**Semestre : 3**

**Unité d’enseignement : UEF 2.1.2**

**Matière : Creusement et soutènement des excavations minières**

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

**Crédits : 6**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l’enseignement :**

Apprendre aux étudiants les principaux processus technologiques pendant l’exploitation souterraine (différentes méthodes –différents étapes…).Connaître les techniques de creusement des excavations souterraines et les moyens de sécurisation de l’opération.

**Connaissances préalables recommandées:**

Exploitation souterraines-Mécanique des roches -Fragmentation des roches

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1. Introduction aux techniques de creusements souterraines (1 Semaine)**

**Chapitre 2. Comportement des terrains autour d’une excavation minière souterraine (2Semaines)**

Origine des mouvements des terrains ; Les calculs de mouvement des terrains ; Modèles de mécanique des blocs ; Principaux types d’effondrement des excavations.

**Chapitre 3. Creusements des excavations horizontales et inclinés**  **(5 Semaines)**

Formes et dimensions transversales des excavations ; cas de stabilité, machines de forages ; les explosifs et leurs accessoires ; calcul des paramètres des travaux de forage et de tir.Classification des massifs rocheux et prédimensionnement des ouvrages souterrains

**Chapitre 4. Différents modes de construction (2 Semaines)**

Paramètres des fouilles et mode de creusement ; creusement à l’explosif ; creusement par machines ; creusement dans des terrains instables. Creusement en pleine section-demi-section

**Chapitre 5. Matériaux de soutènement**  **(3 Semaines)**

Le bois ; Le boulonnage ; Béton projeté ; béton et béton armé ; le métal, autres matériaux.

**Chapitre 6 .Projet de creusement de galerie minière (2 Semaines)**

Forme et dimension de l’ouvrage - Travaux de tir-Travaux de forage - Aérages de chantier - Chargement des roches abattues -Organisation des travaux (Cyclogramme).

**Mode d’évaluation :**

Contrôle continu: 40%,Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. J.L. Bles ; B. FeugaA. « La fracturation des roches ». BRGM, 1981.
2. G. Herget. “Stress in rock”. Balkema, 1988.
3. J. Fine. « Le soutènement des galeries minières ». Presses de l’École des Mines de Paris. 1988
4. B. H. G. Brady, E. T. Brown : Rock Mechanics for underground mining -Third edition,Kluwer Academic Publishers (springer 2006)
5. F Martin- Mécanique des Roches et Travaux Souterrains Cours et exercices corrigés-Huitième édition janvier 2012

**Semestre: 3**

**Unité d’enseignement: UEM 2.1**

**Matière 1:Valorisation des Ressources Minérales**

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

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectif de l’enseignement** : ce cours est élaboré afin que les étudiants de master Exploitation des mines acquièrent des connaissances sur les principes de base des opération unitaires de la valorisation des ressources minières (minéralurgie), les équipements utilisés et leur agencement en circuit, ainsi que leur mode d’opération et de contrôle.

**Connaissances préalables recommandées** : l’étudiant doit avoir des connaissances en minéralogie, chimie, physique, mathématique, minéraux naturels et industriels.

**Contenu de la matière**:

**Introduction :** Généralités sur la minéralurgie et présentation des propriétés physico- mécaniques des minerais. **(2semaines)**

### Chapitre 1 : Théorie de la fragmentation, distribution granulométriques, méthodes analytiques, calcul des indices technologiques. (3 semaines)

### Chapitre 2 : Concassage (présentation, degré de concassage, schémas contemporains, modes de concassage, lois énergétiques, appareils de fragmentation grossière). (2 semaines)

### Chapitre 3 : Broyage (présentation, régimes de fonctionnement d’un broyeur, Technologie de broyage). (2semaines)

**Chapitre 4 :** Criblage (Principe, surfaces tamisantes, modes et efficacité de criblage, facteurs influant sur le procédé, technologie de criblage) **(2 semaines)**

**Chapitre 5 :** Classification (théorie et technologie de la classification) **(2semaines)**

**Chapitre 7 :** Procédés de séparation et paramètres physico-chimiques**(2 semaines)**

**Mode d’évaluation :**Contrôle continu : 40% ; Examen final : 60%.

**Références**

1. *Blazy, P. La valorisation des minerais. Paris: Presses Universitaires de France; 1970; p. 416.*
2. *Taggart, A. F. Handbook of mineral dressing. New York: John Wiley & sons, Inc.; 1945.*
3. *Jones, M. H. et Woodcock, J. T. Principles of Mineral Flotation. Victoria, Australia: The Australasian Institute of Mining and Metallurgy; 1984; p. 320.*
4. *Keith, L. H. Environmental Sampling and Analysis: A Practical Guide. Chelsea, MI: Lewis Publishers, Inc.; 1991; p. 143.*
5. *Kelly, E. G. et Spottiswood, D. J. Introduction to Mineral Processing. New York: John Wiley& Sons; 1982; p. 479.*

**Semestre :3**

**Unité d’enseignement : UEM 2.1**

**Matière : Aérage des mines**

**VHS :4 5h00 (Cours :1h30, TD : 1h30)**

**Crédits : 4**

**Coefficient :2**

**Objectifs de l’enseignement**

Apprendre aux étudiants à analyser l’atmosphère de la mine et créer les conditions de sécurité du travail.

**Connaissances préalables recommandées**:

Notions sur les ventilateurs et leurs caractéristiques, mathématiques, chimie

**Contenue de la matière :**

**1. Introduction** : But et importance de l’aérage d’une mine.

**2. Atmosphère d’une mine :**

 1/ Composition et propriétés de l’air atmosphérique.

 2/ Additions toxiques et nuisibles dans l’atmosphère d’une mine.

 3/ Normes admissibles des différents polluants.

**3. Aérage naturel**.

**4. Mode d’aérage.**

**5. Schémas d’aérage**.

**6. Lois d’écoulement de l’air dans les mines.**

 1/ Loi fondamentale de Bernoulli.

 2/ Régimes d’écoulement et notions de pertes de charge.

**7. Orifice équivalent.**

**8. Calcul des réseaux d’aérage :**

 1/ Réseau en série, en parallèle et maillés.

 2/Différentes méthodes de calcul des réseaux maillés.

 3/ Exposé de la méthode classique de Hardy cross.

**9. Calcul de la quantité d’air nécessaire**.

**10. Fuites d’air dans la mine.**

**11. Installation d’aménagement du courant d’air.**

**12 Répartition artificielle de l’air.**

**13. Calcul de la dépression totale de la mine.**

**14./ Travail en commun des ventilateurs.**

**15. Aérage secondaire (ou auxiliaire) :**

 1/ Aérage soufflant, aspirant et combiné.

 2/ Calcul des lignes d’aérage secondaire.

 3/Ventilateurs en relais (ou en série sur une ligne).

 4/ Détermination du diamètre optimal de la ligne (canar ou ventube) d’aérage.

**Mode d’évaluation :** Examen 60% et Contrôle continu 40%

**Références :**

1. Document SIM N° 1, spécial aérage, 1962
2. Document SIM N° 2, spécial aérage, 1962
3. Document SIM N° 3, spécial aérage, 1976
4. Mine ventilation manual, Antipas Massawe.
5. Brochure Aérage des Mines, Lyssenko, 1982.
6. Mine Ventilation, Malcolm J. Mc Pherson. Chap 1 - Chap 21.
7. Handbook of Heating, Ventilation and air conditioning, by Jauf. Khuder, Ph D. , P.E.
8. Industrial Ventilation Design Guidebook, Academic Press.

**Semestre : 3**

**Unité d’enseignement : UEM 2.1**

**Matière : Logiciel de conception**

**VHS : 22h30 (TP : 1h30)**

**Crédits :1**

**Coefficient :1**

**Objectifs de l’enseignement**

Elle permet aux étudiants de maitriser les concepts liés à la géotechnique minière et la remédiation des problèmes rencontrés (dimensionnement du soutènement et stabilisation des ouvrages miniers) à travers des codes de calcul de spécialité

**Connaissances préalables recommandées**:

Géologie, mécanique des roches et géotechnique minière

**Contenue de la matière :**

* Application de la projection stéréographique à partir d’un code de calcul (ex : Stereonet, Dips..)
* Application de la méthode des blocs rigides dans l’analyse de la stabilité d’un ouvrage souterrain à partir d’un logiciel de spécialité (ex : Unwedge)
* Etude de la stabilité d’un ouvrage souterrain à partir de la méthode des éléments finis (ex. : Plaxis ou Phase2)
* Application des méthodes de l’équilibre limite pour l’étude de la stabilité des talus et des pentes naturelles (ex. Slide, Geoslope, …)
* Etude de la stabilité des talus et pentes naturelles à partir de la méthode des éléments finis (ex. Plaxis, Phase2.)

**NB : la liste des logiciels proposés n’est pas exhaustive.**

**Mode d’évaluation :** Contrôle continu 100%

**Références :**

Les manuels d’utilisation des différents logiciels mis en application ( Stereonet, Dips, Unwedge, Plaxis, Phase2 …)

**Semestre :3**

**Unité d’enseignement : UED 2.1**

**Matière 5 : Panier au choix**

**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**

**Crédits : 2**

**Coefficient : 1**

**Semestre : 3**

**Unité d’enseignement : UED 2.1**

**Matière 6 : Panier au choix**

**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**

**Crédits : 2**

**Coefficient : 1**

**Semestre : 3**

**Unité d’enseignement: UET 2.1**

**Matière 1 : Recherche documentaire et conception de mémoire**

**VHS : 22h30 (Cours: 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l’enseignement** :

Donner à l’étudiant les outils nécessaires afin de rechercher l’information utile pour mieux l’exploiter dans son projet de fin d’études. L’aider à franchir les différentes étapes menant à la rédaction d’un document scientifique. Lui signifier l'importance de la communication et lui apprendre à présenter de manière rigoureuse et pédagogique le travail effectué.

**Connaissances préalables recommandées :**

Méthodologie de la rédaction, Méthodologie de la présentation.

**Contenu de la matière:**

**Partie I- : Recherche documentaire :**

**Chapitre I-1 : Définition du sujet (02 Semaines)**

* Intitulé du sujet
* Liste des mots clés concernant le sujet
* Rassembler l'information de base (acquisition du vocabulaire spécialisé, signification des termes, définition linguistique)
* Les informations recherchées
* Faire le point sur ses connaissances dans le domaine

**Chapitre I-2 : Sélectionner les sources d'information (02 Semaines)**

* Type de documents (Livres, Thèses, Mémoires, Articles de périodiques, Actes de colloques, Documents audiovisuels…)
* Type de ressources (Bibliothèques, Internet…)
* Evaluer la qualité et la pertinence des sources d’information

**Chapitre I-3 : Localiser les documents (01 Semaine)**

* Les techniques de recherche
* Les opérateurs de recherche

**Chapitre I-4 : Traiter l’information (02 Semaines)**

* Organisation du travail
* Les questions de départ
* Synthèse des documents retenus
* Liens entre différentes parties
* Plan final de la recherche documentaire

**Chapitre I-5 : Présentation de la bibliographie (01 Semaine)**

* Les systèmes de présentation d’une bibliographie (Le système Harvard, Le système Vancouver, Le système mixte…)
* Présentation des documents.
* Citation des sources

**Partie II : Conception de mémoire**

**Chapitre II-1 : Plan et étapes du mémoire (02 Semaines)**

* Cerner et délimiter le sujet (Résumé)
* Problématique et objectifs du mémoire
* Les autres sections utiles (Les remerciements, La table des abréviations…)
* L'introduction (*La rédaction de l’introduction en dernier lieu)*
* État de la littérature spécialisée
* Formulation des hypothèses
* Méthodologie
* Résultats
* Discussion
* Recommandations
* Conclusion et perspectives
* La table des matières
* La bibliographie
* Les annexes

**Chapitre II- 2 : Techniques et normes de rédaction  (02 Semaines)**

* La mise en forme. Numérotation des chapitres, des figures et des tableaux.
* La page de garde
* La typographie et la ponctuation
* La rédaction. La langue scientifique : style, grammaire, syntaxe.
* L'orthographe. Amélioration de la compétence linguistique générale sur le plan de la compréhension et de l’expression.
* Sauvegarder, sécuriser, archiver ses données.

**Chapitre II-3 : Atelier :** Étude critique d’un manuscrit **(01 Semaine)**

**Chapitre II-4 : Exposés oraux et soutenances  (01 Semaine)**

* Comment présenter un Poster
* Comment présenter une communication orale.
* Soutenance d’un mémoire

**Chapitre II-5 : Comment éviter le plagiat** ? **(01 Semaine)**

(Formules, phrases, illustrations, graphiques, données, statistiques,...)

* La citation
* La paraphrase
* Indiquer la référence bibliographique complète

**Mode d’évaluation :**

Examen : 100%

**Références  bibliographiques :**

1. *M. Griselin et al., Guide de la communication écrite, 2e édition, Dunod, 1999.*
2. *J.L. Lebrun, Guide pratique de rédaction scientifique : comment écrire pour le lecteur scientifique international, Les Ulis, EDP Sciences, 2007.*
3. *A.Mallender Tanner, ABC de la rédaction technique : modes d'emploi, notices d'utilisation, aides en ligne, Dunod, 2002.*
4. *M. Greuter, Bien rédiger son mémoire ou son rapport de stage, L'Etudiant, 2007.*
5. *M. Boeglin, lire et rédiger à la fac. Du chaos des idées au texte structuré. L'Etudiant, 2005.*
6. *M. Beaud, l'art de la thèse, Editions Casbah, 1999.*
7. *M. Beaud, l'art de la thèse, La découverte, 2003.*
8. *M. Kalika, Le mémoire de Master, Dunod, 2005.*