Module « Travaux à Ciel ouvert »
ISERM 9.3p (4 crédits ECTS)

Place du module et enjeux

L'exploitation d'une mine/carrière consiste à extraire des roches ou minerais ayant une valeur économique. Chaque site d'exploitation est unique et se trouve dans une configuration et un environnement qui lui sont propres. Le retour d'expérience montre que certains paramètres jouent un rôle décisif sur le processus de décision. Parmi ces paramètres, le principal est la géologie, au sens large. Mais l'occupation de la surface et la géographie du site, les objectifs économiques, le contexte environnemental et sociétal interviennent aussi très fortement dans le choix de la méthode et des travaux d'exploitation.

Rappelons pour information qu'il faut différencier la méthode des travaux (les techniques) qui sont des opérations unitaires permettant d'appliquer la méthode. Les mines et carrières partagent les mêmes méthodes et techniques.

Le processus extractif comporte plusieurs phases (Exploration, Etudes, Projet, Exploitation, Après-Mine).

Le choix de la **méthode** d'exploitation est d'abord effectué lors la phase « Etudes » (étude conceptuelle, de préfaisabilité et de faisabilité)

Le choix des **travaux** d'exploitation, équipements et ressources humaines incluses, arrive ensuite à la fin de la phase « Etudes » (ingénierie APS) de façon sommaire pour réaliser un pré-dimensionnement technique, cela en accord avec la méthode choisie et sans dégrader la valeur. Le dimensionnement est ensuite optimisé et finalisé avec précision dans la phase « Projet » (ingénierie détaillée).

En exploitation à ciel ouvert, le choix des travaux consiste à choisir les différentes techniques d'**abattage**, de t**ransport/chargement** et **de traitement mécanique**, cela dans une démarche HSEQ. Le traitement d'enrichissement physique (minéralurgie) ou chimique (minéralurgie extractive, hydro ou pyro), qui peut aussi être mis en œuvre à proximité du site d'extraction, ne sera pas abordé dans ce module. Ces dernières années la digitalisation des processus (pilotage et maintenance distance, suivi de production, SIG, …) a permis une meilleur optimisation et surtout l'interopabilité de l'ensemble des opérations unitaires.

ENSEIGNEMENTS ACADEMIQUES	**Volume horaire**	Détail des coefficients	Crédits
Travaux à Ciel ouvert ○ Abattage à l'explosif ○ Chargement et Transport ○ Traitement mécanique	**48 h** 18 16 14	 1 1 1	**4**

Matière 1 :

Abattage à l'explosif :	
Code :	**Titre du module :** Travaux à Ciel ouvert
Semestre : 1	**Cursus de rattachement :** ISERM

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
18	21	14	4				3	1/3	

Titre	Abattage à l'explosif
résumé	L'abattage à l'explosif est aujourd'hui la technique la plus simple et la plus répandue dans les carrières de roches massives. Elle permet de fragmenter des volumes importants de roche pour la reprise et le traitement du matériel abattu. Ce cours vise à former les élèves à l'usage et l'optimisation des pratiques d'abatage à l'explosif au service d'une conduite rationnelle de la carrière.

Mots-clés	Mines, carrières, exploitation, abattage, explosif
Prérequis	Géologie, géomécanique, exploitation des mines et carrières

Contexte et objectif général :

- L'abattage à l'explosif est aujourd'hui la technique la plus simple et la plus répandue dans les carrières de roches massives. L'ingénieur doit être en mesure de concevoir, réaliser et évaluer les tirs d'abattage dans le respect des règles de sécurité, de l'environnement et pour une plus grande rentabilité de l'exploitation.

Programme et contenu :

- Objectif environnement, technique, économique
- La réglementation
- Les explosifs et les dispositifs de mise à feu
- La conception
- L'évaluation
- la réalisation
- Les outils numériques de suivi, d'optimisation et de gestion

Méthode et organisation pédagogique :

- Le cours comporte un exposé magistral (14h) avec une séance de TD évaluée (4h)

Acquis d'apprentissage visés :

- Maîtriser les opérations d'abattage à l'explosif au service d'une conduite rationnelle de la carrière
- Choisir la blocométrie du tir qui permettra d'optimise au mieux le processus Abattage/Transport –charment/ Concassage
- Rédiger un cahier des charges afin de sous-traiter cette opération à un prestataire et de vérifier si le service rendu est bien conforme à la réglementation et à la commande
- Prendre en compte les questions de sécurité et d'environnement dans le respect de la réglementation

Evaluation :

- TD noté

Matière 2 :

Chargement et Transport:	
Code :	**Titre du module :** Travaux à Ciel ouvert
Semestre : 1	**Cursus de rattachement :** ISERM

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
16	18	12	2			2	2	1/3	

Titre	Transport et Chargement
résumé	Le chargement et le transport interne consistent à prélever les matériaux et les transporter jusqu'aux installations de traitement. Ces opérations se font différemment en fonction de la nature et des caractéristiques des roches (roches massives et roches meubles). Ce cours vise à former les élève au dimensionnent, à l'utilisation et la gestion d'une flotte d'engins, dans le respect des règles de sécurité, de l'environnement et pour une plus grande rentabilité de l'exploitation.

Mots-clés	Mines, carrières, exploitation, transport, chargement
Prérequis	Géologie, exploitation des mines et des carrières

Contexte et objectif général : Le chargement et le transport interne consistent à prélever les matériaux et les transporter jusqu'aux installations de traitement. L'ingénieur sera en mesure de choisir et dimensionner le matériel pour assurer le transport des matériaux.
Programme et contenu : • Matériels de chargement et de transport • Scrapeur et niveleuse • Bandes transporteuses • Emissions polluantes, choix de l'énergie et consommation. • Dimensionnement de la flotte • Gestion de la flotte, maintenance • Réalisation et entretien des pistes • Optimisation des cycles de chargement-transport • Outils numériques de suivi, d'optimisation et de gestion
Méthode et organisation pédagogique : - Le cours comporte un exposé magistral (14) avec une séance de TD évaluée (2h)
Acquis d'apprentissage visés : - Dimensionner et gérer une flotte d'engins dans le respect des règles de sécurité, de l'environnement et pour une plus grande rentabilité de l'exploitation
Evaluation : - TD noté et Contrôle écrit (2h)

Matière 3 :

Traitement Mécanique :	
Code :	**Titre du module :** Travaux à Ciel ouvert
Semestre : (S9)	**Cursus de rattachement :** ISERM

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
14	16	12				2	2	1/3	

Titre	Traitement Mécanique
résumé	Les matériaux bruts d'abattage, souvent de grande dimension, doivent être réduits en taille, triés, transportés, stockés et parfois lavés. Tous ces transformations concourent à l'élaboration de produits marchants (fraction granulométriques) et ne sont possible qu'avec des appareils spécifiques. Il faut les dimensionner, et les insérer dans un ensemble. Cette opération constitue le Flow-Sheet. Ce cours vise à former les élève au dimensionnent, à l'optimisation et à la gestion d'un Flow Sheet de traitement en carrière, dans le respect des règles de sécurité, de l'environnement et pour une plus grande rentabilité de l'exploitation.

Mots-clés	Mines, carrières, exploitation, traitement, broyage, criblage
Prérequis	Géologie, géomécanique, exploitation des mines et des carrières

Contexte et objectif général : Les matériaux bruts d'abattage, souvent de grande dimension, doivent être réduits en taille, triés, transportés, stockés et parfois lavés. L'ingénieur doit être capable de dimensionner et de gérer une Flow-Sheet de traitement (concassage, broyage, criblage, …) qui répondra à la fois à des exigences quantitatives (débit), qualitatives (granulométrie, impuretés, forme, efficience, rendement, énergie, maintenance, …), de sécurité et de nuisances (bruit, poussière, eau de traitement…)
Programme et contenu : • Rappels de mécanique de la rupture • Les caractéristiques des granulats • Matériels de concassage et broyage • Matériels de criblage et cyclonage • Matériels de lavage • Matériels de filtration • Gestion des eaux de traitement • Calcul des appareils • Dimensionnements multi-étages et installation • Maintenance • Outils numériques de dimensionnement/optimisation (Bruno) et de gestion
Méthode et organisation pédagogique :

- Le cours est sous la forme d'un exposé magistral accompagné de retours d'expérience et d'exercices d'application
Acquis d'apprentissage visés : - Dimensionner et gérer un flow Sheet de traitement dans le respect des règles de sécurité, de l'environnement et pour une plus grande rentabilité de l'exploitation
Evaluation : - Contrôle écrit (2h)