
Module « Environnement et société »

ISERM 9.5 (4 crédits ECTS)

Place du module et enjeux

Si au 19^{ème} siècle les seuls paramètres à prendre en considération étaient la géologie et l'économie, désormais le contexte environnemental et sociétal, la sécurité et les stratégies d'approvisionnement interviennent aussi très fortement dans les études minières et l'exploitation du site. De plus en plus ces paramètres sont dimensionnants.

Il est désormais usuel de parler de Mines « intégrées », intégrées à leur environnement, à leur contexte humain, social, socio-économique. Des mines sans impact, invisibles, respectueuses, responsables localement avec des retombées bénéfiques sur la population, dont l'exploitation serait raisonnée et concertée. Condition sine qua non pour obtenir l'acceptation sociétale et préserver notre environnement et notre cadre de vie.

Les conclusions du dernier **Word Matériel Forum**, dont le thème majeur était "faire advenir" le futur des matériaux, résumant parfaitement la situation :

« Faut-il alors diminuer les biens et l'usage de ressources ? Pas si simple avec l'émergence d'une classe moyenne mondiale et la croissance démographique, il sera difficile de limiter la consommation ou d'expliquer aux nouveaux arrivants qu'ils devront se priver.

Nous n'arriverons pas à nous passer de l'usage des ressources, dont la consommation risque d'augmenter encore pour nombre d'entre elles, mais il faut en diminuer les impacts" explique le géologue du BRGM Patrice Christmann.

Autrement dit, il faudrait produire différemment, produire mieux, plutôt que produire moins, comme le formulait le directeur général du World Ressources Forum, Bas De Leeuw. »

L'exploitation des mines, c'est-à-dire des gisements métalliques est beaucoup plus risquée, nuisible et impactante que celle des carrières (granulats, minéraux industriels). Si la gestion des stériles de mine est préoccupante, celle des déchets issus du **traitement** (valorisation) l'est infiniment plus. Les grandes catastrophes écologiques et humaines des deux derniers siècles l'attestent. L'industrie minière est désormais pleinement consciente des enjeux et a depuis quelques décennies enclenché les transitions qui permettront d'éviter les nuisances, dans un moindre mal de les réduire ou de les compenser, mais aussi de corriger les erreurs du passé (dépollution des sites, valorisation des stériles de mine et de traitement, ...)

Le programme que nous proposons dans ce module met en lumière ces différents enjeux.

ENSEIGNEMENTS ACADEMIQUES	Volume horaire	Détail des coefficients	Crédits
Environnement et Société	58 h		
○ Valorisation des minerais	12	1	4
○ Gestion de l'environnement	14	1	
○ Gestion des eaux et des résidus de traitement	12	1	
○ Acceptabilité sociétale	10	1	
○ Méthodes de caractérisation	10	1	

Matière 1 :

Valorisation des minerais :	
Code :	Titre du module : Environnement et société
Semestre : 1	Cursus de rattachement : ISERM

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
12	14	11				1	2	1/5	

Titre	Valorisation des minerais
résumé	L'objet de la valorisation est de séparer et d'extraire, à partir des matières premières minérales, des produits durables utiles, dont il faudra tirer des bénéfices, dans des conditions économiques données et dans un site où il conviendra de respecter l'environnement et la sécurité. Pour ce faire, le minerai subit différents procédés de traitement impliquant des techniques mécaniques, hydrauliques, physiques, thermiques, chimiques, biologiques,... Ces opérations produisent aussi des résidus solides (stériles de laverie) et des effluents liquides ou gazeux qui constituent dans le processus extractif les principales sources de nuisance à l'égard de l'environnement et de risques pour le personnel et la population locale. Un « Ingénieur des Mines » doit donc connaître les bases de la valorisation pour pouvoir intégrer ces opérations dans les études et le projet miniers, mais surtout pour gérer les résidus et les effluents afin de minimiser les impacts environnementaux et les risques sanitaires et obtenir l'acceptation sociétale.

Mots-clés	Mines, carrières, minerais, valorisation, traitement, minéralurgie
Prérequis	Géologie, Cartographie, topographie, exploitation minière

Contexte et objectif général :
Un « Ingénieur des Mines » doit connaître les bases de la valorisation pour pouvoir prendre en compte ces étapes dans les études et le projet miniers, mais surtout pour mieux gérer les résidus et les effluents afin de minimiser les impacts environnementaux et les risques sanitaires.
Programme et contenu :
<ul style="list-style-type: none"> • La valorisation des minerais • Echantillonnage et caractérisation • Préparation mécanique • Enrichissement physique / Minéralurgie • Enrichissement chimique / Minéralurgie extractive (pyro et hydrométallurgie) • Transformation métal • Les résidus de traitement
Méthode et organisation pédagogique :
- Le cours est sous la forme d'un exposé magistral
Acquis d'apprentissage visés :
<ul style="list-style-type: none"> - Connaître les bases de la valorisation des minerais - Communiquer et collaborer avec des experts en minéralurgie - Prendre en compte ces opérations dans les études conceptuelles et de faisabilité (teneur de coupure, estimation des réserves, production, ...) - Prendre en compte la gestion des eaux et des résidus dans chaque phase du processus minier
Evaluation :
<ul style="list-style-type: none"> - Contrôle écrit 1h - Le mode d'évaluation peut éventuellement être modifié d'une année sur l'autre (évaluations multiples et diversifiées régulièrement réparties au long du cours, projet, présentation de posters, compte rendu de sortie, etc)

Matière 2 :

Gestion de l'environnement :	
Code :	Titre du module : Environnement et société
Semestre : 1	Cursus de rattachement : ISERM

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
14	16	12				2	2	1/5	

Titre	Gestion de l'environnement
--------------	----------------------------

résumé	La mine fait partie intégrante du développement de nos civilisations. Les opérations minières passées ont laissé un héritage lourd d'impacts environnementaux négatifs qui affectent aujourd'hui notre perception de la mine. Désormais dans le cadre du développement durable l'environnement doit être pris en compte dans chaque décision et dans toutes les phases du processus extractif. On parle désormais de « management environnemental ». Ce cours vise à faire connaître aux élèves l'ensemble des « nuisances » potentiels, à leur montrer comment intégrer ce champ de contraire (identification et gestion des problèmes) dans l'élaboration d'un projet minier, comment organiser et manager une exploitation pour réduire les impacts environnementaux.
---------------	--

Mots-clés	Mines, carrières, environnement, impact, nuisances
Prérequis	Géologie, exploitation des mines

Contexte et objectif général : Si au 19eme siècle les seuls paramètres à prendre en considération étaient la géologie et l'économie, désormais le contexte environnemental intervient aussi très fortement dans les études minières et l'exploitation du site. Afin de réduire les impacts l'ingénieur des mines doit donc être capable d'intégrer les aspects environnementaux dans chaque phase du processus extractif.
Programme et contenu : <ul style="list-style-type: none"> • L'environnement et la mine (aspects généraux) • Le contexte réglementaire • Les principaux problèmes • La fermeture et la réhabilitation • Le monitoring environnemental • Le management environnemental (approche holistique et systémique, bonnes pratiques,)
Méthode et organisation pédagogique : <ul style="list-style-type: none"> - Le cours est sous la forme d'un exposé magistral
Acquis d'apprentissage visés : <ul style="list-style-type: none"> - Détecter et analyser les nuisances, à réduire les impacts environnementaux - Intégrer l'environnement dans chacune des étapes du processus minier - Manager l'environnement avec la double approche systémique et holistique.
Evaluation : <ul style="list-style-type: none"> - Contrôle écrit (2h) - Le mode d'évaluation peut éventuellement être modifié d'une année sur l'autre (évaluations multiples et diversifiées régulièrement réparties au long du cours, projet, présentation de posters, compte rendu de sortie, etc)

Matière 3 :

Gestion des eaux et des résidus de traitement :	
Code :	Titre du module : Environnement et société
Semestre : (S10)	Cursus de rattachement : ISERM

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
12	15	10				2	3	1/5	

Titre	Gestion des eaux et des résidus de traitement
résumé	Parmi les différentes « nuisances » que peut générer une exploitation minières, la gestion de l'eau et des déchets minières constitue la principale problématique. La mine peut être considérée comme un vrai projet de gestion de déchets, 95 % du matériau excavé (stérile de découverte et d'exploitation, résidus solides de traitement) sont généralement laissés en surface pour l'éternité. Les résidus solides de traitements qui contiennent souvent des réactifs chimiques sont les plus polluants. Les eaux contaminées (drainage, exhaure, inondation...), les solutions utilisées lors du traitement et les jus résultants du traitement peuvent aussi occasionner de très graves pollutions. L'ingénieur des mines doit donc être capable de gérer ces eaux et ces résidus de traitement, en maîtrisant la dispersion, l'inertage, le stockage et dans la mesure du possible le recyclage.

Mots-clés	Mines, carrières, environnement, impact, résidus, eaux, pollution
Prérequis	Géologie, exploitation des mines

Contexte et objectif général :

Parmi les différentes « nuisances » que peut générer une exploitation minières, la gestion de l'eau et des déchets miniers, (tout particulier des résidus de traitement), constitue la principale problématique. L'ingénieur doit être capable d'éviter toute pollution de l'environnement et tout risque vis à vis de la population environnante.

Programme et contenu :

- L'eau, principal vecteur de pollution
- Les déchets miniers, pollution et risques de stabilité/rupture des ouvrages : Stériles de découverte et d'exploitation, résidus de traitement
- Gestion pendant la phase d'exploitation (surveillance, inertage, système séparatifs, stockage/ endiguement/terril/barrage ...)
- Gestion après fermeture

Méthode et organisation pédagogique :

- Le cours est sous la forme d'un exposé magistral

Acquis d'apprentissage visés :

- Gérer de façon préventive, palliative ou curative tous les risques liés aux eaux et aux résidus de traitement

Evaluation :

- Contrôle écrit (2h)
- Le mode d'évaluation peut éventuellement être modifié d'une année sur l'autre (évaluations multiples et diversifiées régulièrement réparties au long du cours, projet, présentation de posters, compte rendu de sortie, etc)

Matière 4 :

Acceptabilité sociétale :	
Code :	Titre du module : Environnement et société
Semestre : 1	Cursus de rattachement : ISERM

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
10	14	4		4	2		4	1/5	

Titre	Acceptabilité sociétale
résumé	Pour sensibiliser l'apprenant aux enjeux de l'intégration territoriale de l'industrie extractive, ce module aborde les enjeux environnementaux et sociétaux à partir de l'après-mine, pour mieux mettre en perspective et anticiper les impacts dès le dimensionnement de nouveaux sites extractifs.

Mots-clés	Intégration territoriale, mine, après-mine, carrière, acceptabilité, acceptation, acceptance, dialogue territorial
Prérequis	/

Contexte et objectif général :

L'objectif de ce cours est de s'approprier un socle commun de connaissances et de compétences interdisciplinaires relatifs à l'intégration territoriale de l'industrie extractive. Pour sensibiliser l'apprenant, il aborde les enjeux environnementaux et sociétaux de l'activité extractive sur les territoires à partir de l'après-mine, pour mieux mettre en perspective et anticiper les impacts dès le dimensionnement de nouveaux sites extractifs.

Si l'expérience de l'apprenant s'initie dans la salle de cours, elle se poursuit dans l'immersion au sein de contextes territoriaux liés à l'industrie extractive. Nous irons à la rencontre de territoires post-miniers en Cévennes, pour observer, décrire et caractériser les impacts de l'industrie extractive et échanger avec des parties prenantes locales.

Programme et contenu :

- **Première séance – Introduction générale**
 - Introduction générale du cours (objectifs)
 - Présentation des 2 contextes en Cévennes (Saint Félix et Carnoulès)
- **Deuxième séance – Préparation de la visite de terrain**
 - Exercice #1 : formulation de questions, en groupe, sur l'après-mines à partir d'un dossier de presse sur Saint Félix de Pallières et Carnoulès
 - Présentation des cas de Saint Félix de Pallières et Carnoulès
 - Questions techniques sur le niveau de pollution et le traitement après-mine
 - Questions sociales et économiques liées au vivre en territoire contaminé
 - Répartition des questions par groupe
- **Troisième séance – Visite de terrain**
 - Visite de deux territoires post-miniers en Cévennes
 - Rappel rapide de l'histoire et des enjeux de Carnoulès et de Saint Félix de Pallières

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Visite des sites et échanges avec des acteurs locaux ○ Exercice #2 : prise de notes et de photos pour alimenter un compte-rendu collaboratif, par rapport aux questionnements formulés la semaine précédente - Quatrième séance – Débriefing de la visite de terrain <ul style="list-style-type: none"> ○ Rapport d'étonnement ○ Check-list : Que retenir pour le dimensionnement de nouveaux sites extractifs ? que faut-il éviter ? que faut-il anticiper ? ○ Discussion au regard d'apports théoriques sur l'acceptation, l'acceptabilité, l'acceptance - Cinquième séance - Evaluation
Méthode et organisation pédagogique : <ul style="list-style-type: none"> - Le cours s'articule autour d'une visite de terrain afin de mobiliser l'observation et la compréhension des apprenants au service d'une mise en situation des savoirs théoriques et méthodologiques fournis.
Acquis d'apprentissage visés : <ul style="list-style-type: none"> - Savoir identifier les enjeux environnementaux, réglementaires et sociétaux de l'activité extractive sur les territoires - Savoir reconnaître quelques techniques de remédiation sur des eaux et des sols contaminés ou non - Adopter une posture compréhensive et responsable par rapport aux habitants des territoires extractifs
Evaluation : <ul style="list-style-type: none"> - Evaluation sur une étude d'un cas réel - Le mode d'évaluation peut éventuellement être modifié d'une année sur l'autre (évaluations multiples et diversifiées régulièrement réparties au long du cours, projet, présentation de posters, compte rendu de sortie, etc)

Matière 5 :

Méthodes de caractérisation	
Code :	Titre du module : Environnement et société
Semestre : 1	Cursus de rattachement : ISERM

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
10	18	2			8		8	1/5	

Titre	Méthodes de caractérisation
résumé	L'Industrie Minérale traite beaucoup de données analytiques, la caractérisation fait en effet partie de tous les processus. Le Mineur doit donc pouvoir compter sur la pertinence et l'exactitude de ces données pour prendre les bonnes décisions, en particulier pour ce qui concerne les possibles nuisances (sécurité, santé, impact environnemental)

Mots-clés	Caractérisation, analyse, teneur, échantillonnage
Prérequis	Géologie, Physique et chimie générales

Contexte et objectif général : L'objectif de ce cours est de sensibiliser les élèves à l'importance des données analytiques dans tout processus décisionnel et à la nécessité de maîtriser l'outil analytique. De lui apporter un niveau de connaissances et de compétences qui lui permettra de choisir le bon prestataire et de pouvoir utiliser efficacement ces données.
Programme et contenu : <ul style="list-style-type: none"> • L'industrie minérale et la caractérisation - • L'importance de bien choisir et de maîtriser les outils de caractérisation • La problématique de l'échantillonnage • Les principales techniques de caractérisation des solides • Les principales techniques de caractérisation des liquides • Les principales techniques de caractérisation des gaz
Méthode et organisation pédagogique : <ul style="list-style-type: none"> - -Après un cours introductif sur la matière, les élèves, en équipe, préparent un exposé sur une technique qu'ils présentent aux autres élèves.
Acquis d'apprentissage visés : <ul style="list-style-type: none"> - Pouvoir échanger avec des analystes. - Savoir rédiger un cahier des charges en vue de caractériser un solide, un gaz ou un liquide. - Savoir identifier les techniques qui seront utilisées.

- Savoir interpréter les résultats obtenus, les critiquer et demander des compléments d'information

Evaluation :

- Sur exposé
- Le mode d'évaluation peut éventuellement être modifié d'une année sur l'autre (évaluations multiples et diversifiées régulièrement réparties au long du cours, projet, présentation de posters, compte rendu de sortie, etc)