Programme d'examens de génie minier et minéralurgique

Programme d'examens de génie minier et minéralurgique

Groupe A - Examens obligatoires (six exigés)

24-MMP-A1 Géologie générale et exploration

Minéralogie, détermination et identification des minéraux, avec accent sur les minerais. Structures et formes des corps minéralisés; processus de formation des minerais, classification des minerais; définition des réserves et des ressources. Pétrologie. Géologie structurale. Procédés géologiques endogènes et exogènes; structure et stratégie des programmes d'exploration; géochimie de l'exploration, conception de programmes de forage/excavation de tranchées, techniques de levés et télédétection.

Manuels de référence (l'édition la plus récente est recommandée) :

- Kehew, A. E., General Geology for Engineers, 3rd Edition, Prentice Hall Canada Inc., Scarborough, Ontario, 2006.ISBN-10:0131457306. ISBN-13:9780131457300.
- Reynolds, S. et Johnson J., Exploring Geology, McGraw Hill.
- Moon, C.J. et al, Introduction to Mineral Exploration, 2nd Edition, Blackwell, 2006.

24-MMP-A2 Méthodes d'extraction en souterrain et conception minière

Description et usage des méthodes d'exploitation minière en souterrain suivantes : chambre et pilier, longs trous, longue faille, chambre ouverte, contraction, coupe et remblais, sous-niveaux abattus, chambres charpentées, tranche unidescendante foudroyée, chambres remblayées ascendantes et descendantes, blocs foudroyés, sous-niveaux foudroyés, techniques d'exploitation par charges concentrées. Exigences relatives à l'exploitation et aux services, incluant la conception des puits, des appareils de levage, des rampes et des accès à niveaux multiples. Conception de systèmes de pompage, de ventilation, d'air comprimé et d'énergie. Conception de mines souterraines, y compris le développement des chantiers, le transport souterrain, le remblayage, le choix du matériel et la planification de l'exploitation et des opérations. Estimation des coûts en capital et des frais d'exploitation liés aux activités d'exploitation minière souterraine.

Manuels de référence (l'édition la plus récente est recommandée) :

- Hartman, H. L., Introductory Mining Engineering, 2nd Edition, J. Wiley, New York, N.Y., 2003.
- Hustrulid, W.A. and Richard L. Bullock (ed.), Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies, SME, Littleton, CO, 2001.
- Gertsch, R.E. and R.L. Bullock (Ed.), Techniques in Underground Mining, SME, Littleton, CO, 1998.
- Darling, P. (Editor), SME Mining Engineering Handbook, Vol I & II, 3rd edition, SME Littleton, CO., 2011, 1984 p.
- Mular, A.L. & R. Poulin, CAPCOSTS- A Handbook for Estimating Mining and Mineral Processing Equipment Costs and Capital Expenditures and Aiding Mineral Project Evaluations, Special Volume 47, CIM, Montréal, 1998, 319 p.

24-MMP-A3 Minéralurgie

Bilans de masse. Mesure d'efficacité de séparation des minéraux. Systèmes d'échantillonnage et erreur d'échantillonnage, utilisation de l'équation de Gy. Mesures granulométriques et présentation des résultats. Libération des minéraux par concassage, broyage, tamisage et classification. Concentration des minéraux par gravité, milieux denses, séparateurs magnétiques et à haute tension. Flottation par floculants et circuits de flottation. Usage de réactifs - collecteurs, moussants, déprimants et activants. Techniques d'asséchage - épaississage, filtrage, asséchage, floculation et dispositifs de filtrage. Analyse de circuits de traitement avec

accent sur les usines de traitement canadiennes.

Manuels de référence (l'édition la plus récente est recommandée) :

- Wills, Barry and James A. Finch, Mineral Processing Technology, 8th edition, Butterworth Heinmann, 2016, 498 p.
- Darling, P. (Editor), SME Mining Engineering Handbook, Vol I & II, SME Littleton.

24-MMP-A4 Évaluation minière et estimation des ressources

Aspects de conditions et contrôles géologiques propres à l'estimation des ressources minérales. Principes de l'estimation des ressources minérales par méthodes conventionnelles et géostatistiques. Aspects de l'évaluation minière, évaluations des conditions du marché, estimation des coûts en capital et des frais d'exploitation, estimation de revenus, y compris des contrats de fonderie, la fiscalité, les flux de trésorerie, les analyses de sensibilité et de risque et l'optimisation économique des variables de l'exploitation minière et de l'extraction de minerais, y compris la teneur de coupure, l'utilisation de la capacité installée et le jalonnement.

Manuels de référence (l'édition la plus récente est recommandée) :

- Runge, I.C., Mining Economics and Strategy, SME, Littleton, CO, 1998.
- Gocht, W.R., H. Zantop and R. G. Eggert, International Mineral Economics, Springer-Verlag, 1988.
- Vogely, W.A. (Editor), Economics of the Mineral Industries, 4th edition, SME, Littleton, CO, 1985.

24-MMP-A5 Méthodes d'extraction en surface et conception minière

Les méthodes cycliques et continues d'extraction en surface comprennent l'exploitation par décapage, l'exploitation en fosse selon les méthodes de la pelle à benne traînante, de la roue à augets, du camion et de la pelle mécanique et du bouteur, l'extraction hydraulique et le dragage. Les critères de conception des mines à ciel ouvert, incluant l'ordonnancement, le retrait des matériaux et le dimensionnement du matériel en fonction de la capacité, les calculs de disponibilité et d'utilisation, le calcul des pentes, le ratio d'extraction, la manutention des matériaux, la conception de la rampe du puits et du terril, l'assèchement des fosses et la remise en état du terrain. L'estimation des coûts en capital et des frais d'exploitation liés aux activités d'extraction en surface.

Manuels de référence (l'édition la plus récente est recommandée) :

- Kennedy, B.A. (Editor), Surface Mining, SME Littleton.
- Hartman, H. L., Introductory Mining Engineering, J. Wiley.

24-MMP-A6 Exploitation minière et environnement

Compréhension générale des pratiques environnementales en exploitation minière, concernant notamment les systèmes d'évacuation des rejets et des stériles; la prévision, la prévention, le traitement et le contrôle des problèmes de drainage de roches acides; le contrôle des émissions sonores, de gaz et de poussières; les processus d'évaluation des impacts environnementaux (EIE); la surveillance des effets sur l'environnement (eaux de surface et eaux souterraines); la remise en état et le déclassement; la réglementation gouvernementale relative à la protection de l'environnement dans la conception, l'exploitation et la fermeture de mines; les principes de développement durable et leur application à l'exploitation minière; l'évaluation des risques et les principes de gestion en ce qui a trait à l'environnement.

Manuels de référence (l'édition la plus récente est recommandée) :

- Bell, Fred and Laurence Donnelly, Mining and its Impact on the Environment, Routledge.
- Lottermoser, Bernd G., Mine Wastes: Characterization, Treatment and Environmental Impacts, Springer.
- Aubertin, M., Busière, B. et Bernie, L., Environnement et gestion des rejets miniers, Presses internationale.

Groupe B - Examens facultatifs (trois exigés)

24-MMP-B1 Mécanique des roches appliquée

Détermination des propriétés des roches in situ et en laboratoire. Reconnaissance du sous-sol, relevés structuraux et systèmes de classification du massif rocheux. Mesure des contraintes in situ dans le massif rocheux. Évaluation des contraintes autour des ouvertures en mettant en œuvre des méthodes analytiques, empiriques et numériques. Systèmes de soutènement des roches. Affaissement dans les mines. Remblayage hydraulique, poussée des terres, théorie de la consolidation et ses conséquences pratiques en exploitation minière. Techniques d'instrumentation, de surveillance et de contrôle, y compris pour les secousses sismiques et les eaux souterraines.

Manuels de référence (l'édition la plus récente est recommandée) :

- Hoek, E. and Brown, E.T., Underground Excavations in Rock, Institution of Mining and Metallurgy, London, 1981.
- Darling, P. (Editor), SME Mining Engineering Handbook, Vol I & II, 3rd edition, SME Littleton, CO., 2011, 1984 p.
- Brady, B.H.E. and Brown, Rock Mechanics for Underground Mining, 2nd edition, E.T. George Allen and Unwin, London, 1993.

24-MMP-B2 Fragmentation des roches

Principes et technologie du découpage, du forage, du perçage et du sautage, y compris l'effet des chocs et des vibrations. Explosifs, y compris leurs propriétés et leur classification, la sélection d'explosifs chimiques et de mélanges explosifs, la réglementation et les procédures établies de manutention, d'entreposage, de chargement et de mise à feu. Conception du sautage, y compris les détonateurs, les systèmes à retardement et les méthodes de sautage contrôlé. Surveillance des vibrations et méthodes de sautage pour le contrôle des vibrations.

Manuels de référence (l'édition la plus récente est recommandée) :

- Hustrulid, W., Blasting Principles for Open Pit Mining, Volume 1, General Design Concepts, and Volume 2, Theoretical Foundations, A.A. Balkema, 1999.
- Persson, P.A., R. Holmberg, and J. Lee, Rock Blasting and Explosives Engineering, Routledge.
- Darling, P., SME Mining Engineering Handbook, Vol I & II, SME Littleton.

24-MMP-B3 Manutention des matériaux

Classification des systèmes de manutention des matériaux. Systèmes d'exploitation des mines. Critères de sélection du matériel. Aspects fondamentaux du terrassement. Matériel de chargement et de transport. Transporteurs à courroie. Transport sur rail. Systèmes de levage des mines. Transport de pulpes. Considérations techniques et économiques.

Manuels de référence (l'édition la plus récente est recommandée) :

- Das, B.M., Principles of Geotechnical Engineering, Cengage.
- Darling, P. (Editor), SME Mining Engineering Handbook, Vol I & II, SME Littleton

24-MMP-B4 Ventilation dans les mines et hygiène du trvail

Exigences de ventilation dans les mines, principes d'ingénierie et normes de conception pour les mines souterraines, circulation de l'air dans les ouvertures d'une mine, qualité et contrôle de l'air. Règlements d'application. Évaluation des risques liés à la ventilation dans les mines et stratégies d'atténuation des risques. Contrôle et détection des dangers dans les mines de surface et souterraines : chutes de rocs, rupture de talus, radioactivité, chaleur, bruit, poussières et gaz. Pratiques en matière de sécurité et équipement utilisé.

Manuels de référence (l'édition la plus récente est recommandée) :

- Hartman, H.L., et al., Mine Ventilation and Air Conditioning, John Wiley and Sons Inc.

- McPherson, M.J., Subsurface Ventilation & Environmental Engineering, Chapman & Hall.
- Darling, P. (Editor), SME Mining Engineering Handbook, Vol I & II, SME Littleton.

24-MMP-B5 Conception et exploitation d'usines de traitement des mines

Synthèse du schéma du traitement des minerais et conception des circuits. Bilans matière et énergétique. Sélection et dimensionnement des équipements de traitement des minerais : fragmentation, classification, gravité, séparations magnétique et électrostatique, flottation par

écumeurs, assèchement, entreposage et transport de solides et de pulpes. Échantillonnage, entrée des données, modélisation de procédé et simulation d'usines minéralurgiques. Estimations des coûts en capital et des frais d'exploitation. Analyse économique.

Manuels de référence (l'édition la plus récente est recommandée) :

- Mular, A.L., D.N. Halbe, and D.J. Barratt, Mineral Processing Plant Design, Practice and Control. Volumes 1 et 2, SME, Littleton.
- A.L. Mular & R. Poulin, CAPCOSTS - A Handbook for Estimating Mining and Mineral Processing Equipment Costs and Capital Expenditures and Aiding Mineral Project Evaluations, Special Volume 47. CIM.

24-MMP-B6 Commande automatique en usine

Commande et analyse des procédés de base : circuits fermés PID (proportionnels-intégraux-dérivatifs), boucles, anticipation et rétroaction, systèmes de commande en cascade et interactif, acquisition de données, surveillance par boucle de commande et technologie des réseaux de commande (bus de terrain, sans fil, sécurité). Ajustage de régulateurs - techniques analytiques et de mise au point de boucles. Modélisation du contrôle par ordinateur, contrôle en continu, échantillonnage pour les stratégies de commande de toutes les uités de traitement des minéraux, y compris les avantages et la justification des systèmes de commande automatique et basés sur l'IA.

Manuels de référence (l'édition la plus récente est recommandée):

- Seborg, D.E., T.F. Edgar, and D.A. Mellichamp et Francis J. Doyle III, Process Dynamics and Control, 4e édition, Wiley, 2016, 512 p. ISBN: 978-1-119-28591-5.
- Considine, D.M. (ed), Process Instruments and Controls Handbook, 5e édition, McGraw-Hill, New York, 1999.
- P.G. Claridge (ed.), Operation and Maintenance in Mineral Processing Plants, CIM, Vol.40, 1989, Section 9.

24-MMP-B6 Métallurgie extractive

Thermodynamique des procédés d'extraction pyro-métallurgiques et hydro-métallurgiques. Cinétique des procédés d'extraction. Préparation des matériaux dans le secteur métallurgique. Laitiers et mattes. Procédés pyro-métallurgiques, y compris la calcination, le grillage et la fusion. Procédés hydrométallurgiques, y compris la lixiviation (autoclave, par agitation et par empilement), la purification et la concentration par échange ionique, l'extraction par solvant, la récupération des métaux par extraction électrolytique, électrolyse ou précipitation. Procédés d'affinage. Études de schémas de traitement.

Manuels de référence (l'édition la plus récente est recommandée) :

- Rosenqvist, T., Principles of Extractive Metallurgy, 2nd Edition. Tapir Academic Press, Trondheim. 2004. ISBN 82-519-1922-3
- C. Bodsworth, The Extraction and Refining of Metals. CRC Press
- Moore, J. J., Chemical Metallurgy, 2nd edition, Butterworth-Heineman, 1993. ISBN: 0750616466.

24-MMP-B7 Gestion de la mine et analyse des systèmes

Organisation et gestion de la mine. Budgétisation et comptabilité de gestion. Conception et ordonnancement

de travail, étude du travail et échantillonnage, mise au point de pratiques standard. Structures organisationnelles des affaires dans l'industrie minière. Procédures d'octroi des contrats. Relations industrielles. Méthodes de recherche opérationnelle : théorie des graphes (chemin le plus court, flot à coût minimum, flot maximum, CPM, PERT), techniques de programmation linéaire et nombres entiers et non linéaire. Conception expérimentale.

Manuels de référence (l'édition la plus récente est recommandée) :

- Darling, P. (Editor), SME Mining Engineering Handbook, Vol I & II, SME Littleton.
- Hillier, F. and Lieberman G., Introduction to Operations Research, McGraw Hill.
- Stevenson, W.J., Mottaghi, H. and Bakhtiari, B., Operations Management, McGraw Hill.

24-MMP-B8 Ingénierie de la pente rocheuse

Relevés géologiques et essais sur le terrain et en laboratoire. Examen détaillé des mécanismes d'instabilité de la pente rocheuse. Évaluation de l'incidence de la géologie, des eaux souterraines et du sautage sur la stabilité de la pente rocheuse. Conception de pentes rocheuses stables. Méthodes d'assèchement pour les pentes rocheuses. Instrumentation sur place et surveillance du comportement de la pente rocheuse. Stabilisation des ruptures de pente rocheuse. Critères de conception.

Manuels de référence (l'édition la plus récente est recommandée) :

- Hoek, E., and J.W. Bray, Rock Slope Engineering, 3rd Edition, Institution of Mining and Metallurgy, London, UK, 1981.
- Mah, C., Taylor & Francis, Rock Slope Engineering: Civil and Mining, 4th Edition, 2004.
- Lisle, R. J. and P.R. Leyshon, Stereographic Projection Techniques for Geologists and Civil Engineers, 2nd Edition, Cambridge University Press, 2006.

24-MMP-B9 – Géotechnique minière

Description et classification des propriétés des sols. Compaction. Évaluation des pressions latérales des terres. Stabilité des pentes de sol et conception des pentes des mines à ciel ouvert. Conception et analyse de la construction des digues à résidus miniers.

Manuels de référence (l'édition la plus récente est recommandée) :

- Das, B., Principles of Foundation Engineering, Cengage Learning.
- Canadian Geotechnical Society, Canadian Foundation Engineering Manual, 5e éd.
- McCarthy, D.F., Essentials of Soils Mechanics and Foundation, Prentice Hall.