

Programme d'examens de génie minier et minéralurgique

Programme d'examens de génie minier et minéralurgique

Groupe A - Examens obligatoires (six exigés)

18-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.
- Peters, William C., Exploration and Mining Geology, 2nd Edition, Wiley and Sons, 1987.
- Moon, C.J. et al, Introduction to Mineral Exploration, 2nd Edition, Blackwell, 2006.

18-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.

18-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 flocculants et circuits de flottation. Usage de réactifs - collecteurs, moussants, déprimants et activants. Techniques d'asséchage - épaisissement, 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, 3rd edition, SME Littleton, CO., 2011, 1984 p.
- Canadian Milling Practice, Special Volume 49, CIM, Montreal, 2000.

18-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.
- Isaaks, E.H. and R.M. Srivastava, An Introduction to Applied Geostatistics, Oxford University Press, 1990.
- 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.
- Hartman, H. L. (Editor), SME Mining Engineering Handbook, 2nd edition, Vol I & II. SME Littleton, CO., 1992, 2394 pp (Chapters 5.6 & Chapter 6).
- Canadian Mining Taxation, latest edition, Price Waterhouse, Toronto.

18-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 boteur, 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, 2nd edition, SME Littleton, CO., 1990, 1206p.
- Hartman, H. L., Introductory Mining Engineering, 2nd edition, J. Wiley, New York, N.Y., 2003.
- 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.

18-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 déclassé; 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):

- Vick, S.G., Planning, Design, and Analysis of Tailings Dams, BiTech Publishers Ltd., Richmond, BC, reprinted 2005. ISBN: 0-921095-12-0.
- Bell, Fred and Laurence Donnelly, Mining and its Impact on the Environment, Routledge, 2006. ISBN: 0-315-28644-1.
- Darling, P. (Editor), SME Mining Engineering Handbook, Vol I & II, 3rd edition, SME Littleton, CO., 2011, 1984 p.
- Lottermoser, Bernd G., Mine Wastes: Characterization, Treatment and Environmental Impacts, Springer, Berlin, New York, 2003. ISBN: 3540005269.
- Van Zyl, Dirk, Marshall Koval, Ta M. Li (eds.), Risk Assessment/Management issues in the Environment, SME, 1992. ISBN: 0-87335-115-0.
- Jambor, J.L., D.W. Blowes & AIM Ritchie, Environmental Aspects of Mine Wastes, Mineralogical Association of Canada. ISBN: 0-921294-31-x.
- Azcue, José M. (ed.), Environmental Impacts of Mining Activities: Emphasis on Mitigation and Remedial Measures

Groupe B - Examens facultatifs (trois exigés)

18-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.

18-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.
- Siskind, D.E., Vibrations from Blasting, International Society of Explosives Engineers, 2000.
- Persson, P.A., R. Holmberg, and J. Lee, Rock Blasting and Explosives Engineering, 1993. ISBN 084938978X
- Pour OIQ au Québec
- Quebec Government, Regulations respecting occupational health and safety in mines, S-2.1, r. 19.1, 56 p., 1996.
- Quebec Government, Regulations respecting pits and quarries, Q-2, r. 2, 56 p., 1985.

18-MMP-B3 Manutention des matériaux

Classification des systèmes de manutention des matériaux. Systèmes d'exploitation. 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):

- Belt Conveyors for Bulk Materials, 4th Edition, Published by Conveyor Equipment Manufacturers Association, 1994.
- Darling, P. (Editor), SME Mining Engineering Handbook, Vol I & II, 3rd edition, SME Littleton, CO., 2011, 1984 p.
- Bise, C.J., Mining Engineering Analysis, Chapter 8, SME Inc., 1986.
- Caterpillar Performance Handbook, 2003, Edition 34.
- Das, B.M., Principles of Geotechnical Engineering, 2nd Edition, Chapter 2, PWS-KENT Publishing Company, 1990.
- Stanley, W.W., Mine Plant Design, 2nd Edition McGraw-Hill Inc., London, 1949.
- Kennedy, Bruce A., Editor, Surface Mining, 2nd Edition, SME Inc., 1990., pp. 672-723.
- Underground Mining Methods Handbook, SME Inc., 1982. Section 5 – Loading and Haulage – Chapter 8, pp. 1227-1266.
- Vertical Shaft Mining and Aerial Tramways, Wire Rope Industries Ltd, 1994.
- Occupational Health and Safety - Mines and Quarries, Government of Quebec Publication 2004.

18-MMP-B4 Santé, sécurité et gestion des pertes

Contrôle et détection des dangers dans les mines de surface et souterraines : chutes de rocs, rupture de talus, radioactivité, chaleur, bruit, poussières et gaz. Exigences de ventilation dans les mines souterraines, circulation de l'air dans les ouvertures d'une mine, qualité et contrôle de l'air. Santé et sécurité au travail et salubrité industrielle dans un environnement minier. Analyse et gestion du risque, prévention et contrôle des pertes.

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

- Hartman, H.L., and others, Mine Ventilation and Air Conditioning, 2nd edition, John Wiley and Sons Inc., 1982.
- McPherson, M.J., Subsurface Ventilation & Environmental Engineering, Chapman & Hall, 1993.
- Darling, P. (Editor), SME Mining Engineering Handbook, Vol I & II, 3rd edition, SME Littleton, CO., 2011, 1984 p.
- Provincial Mine Regulations (for Province of Registration).
- Laird Wilson, Basic Learnings in Industrial Safety and Loss Management APEGGA, Edmonton, 1998, 72 p.

18-MMP-B5 Conception et exploitation d'usines minéralurgiques

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 and 2, SME, Littleton, CO, 2002, 2410 p.
- 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, Montréal, 1998, 319 p.

18-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. Contrôle par ordinateur : modélisation, commande adaptative et commande de point de consigne. Analyse et échantillonnage continu; stratégie de commande pour concassage, broyage, flottation et circuits d'assèchement. Appareillage de détection de niveaux de silos et bâches, débits de solides et de pulpes, densité de la pulpe, consommation électrique, addition de réactifs, mesure du pH. Systèmes d'alarme et d'enclenchement, problèmes de séquences. Avantages et justification de la commande automatique.

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

- Seborg, D.E., T.F. Edgar, and D.A. Mellichamp, Process Dynamics and Control, 2nd Edition, Wiley, 2004, 736 p. ISBN: 0-471-00077-9.
- Considine, D.M. (ed), Process Instruments and Controls Handbook, 5th edition, McGraw-Hill, New York, 1999.
- P.G. Claridge (ed.), Operation and Maintenance in Mineral Processing Plants CIM, Vol.40, 1989, Section 9.

18-MMP-B7 Métallurgie extractive (16-Chim-B7 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-Heinemann, 1993. ISBN: 0750616466.

18-MMP-B8 Gestion de la mine et analyse des systèmes

Organisation et gestion de la mine. Budgétisation et comptabilité de gestion. Génie industriel - conception et programme 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 - réseaux de contrôle (CPM, PERT), techniques de programmation linéaire et non linéaire et de simulation. Conception expérimentale. Séries de normes ISO 9000/14000.

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

- Sloan, D.A., Mine Management, Methuen Publications, Agincourt, Ontario, 1983.
- Carmichael, D.C., Engineering Queues in Construction and Mining, Horwood, 1987.
- Darling, P. (Editor), SME Mining Engineering Handbook, Vol I & II, 3rd edition, SME Littleton, CO., 2011, 1984 p.
- Johnston, R.B. and Barnes, R.J. (Editors), Applications of Computers and Operations Research in the Mineral Industry, SME, Littleton, CO, 1982.
- Hicks, H.C., et al, The Management of Organizations, 4th edition, McGraw-Hill, Toronto, 1981.
- Winston, W.L., Operations Research, 3rd edition, Duxbury Press, 1994.
- Spinner, M., Elements of Project Management, Prentice Hall Inc., Englewood Cliff, N.J., 1981.

18-MMP-B9 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.