

Review of the **diamond sector** included a total of 4 operations. The model effluent treatment system for the sector consists of settling pond(s), clarification, and media filtration for TSS removal. Coagulant is dosed into the clarifier. Prior to discharge to the environment, pH is adjusted using sulfuric acid to meet un-ionized ammonia/toxicity limits. The settling and polishing ponds enable passive natural degradation of ammonia and phosphorus. The design and nominal flow rates selected for the model treatment system were 3,000 m³/h and 2,000 m³/h, respectively. These flow rates were used to estimate capital and operating costs for system augmentation. BATEA was defined as the model effluent management and treatment system for chloride, bulk metals, ammonia, and TSS removal.

Review of the **coal sector** included a total of 16 operations. In the model effluent treatment system for the sector, bulk TSS is removed via pond-based settling and polishing which may be aided by the addition of flocculant. The settling and polishing pond(s) enable passive natural degradation of ammonia. The design and nominal flow rates selected for the model treatment system were 3,000 m³/h and 1,000 m³/h, respectively. BATEA was defined as the model effluent management and treatment system for metals, total ammonia, and TSS removal.

For all (sub)sectors, testwork is recommended to confirm proprietary reagent demand, efficacy, and precipitate settleability, as well as to verify that treated effluent complies with toxicity requirements. It is also advised that treated effluent be discharged rather than recirculated for any purpose such that cycling up of residual chemical concentration is limited. Due to the relatively recent adoption of these reagents and the proprietary nature of their formulations, little is known about the long term stability of residuals and the potential for acid generation and metals remobilization. If residuals are not kept stable through prudent disposal techniques, significant costs associated with residuals stabilization technology or re-treatment of residual leachate could be incurred. Hatch cautions that this technique should only be considered BATEA for operations that are capable of and dedicated to careful control of operating regimes to prevent effluent toxicity, as well as, careful control of residuals storage conditions to prevent long term instability and the potential generation of acid through sulfide oxidation and metals remobilization.

Sommaire

Les responsables du Programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier (NEDEM) ont chargé l'entreprise Hatch de compléter une étude visant à établir les Meilleures techniques existantes d'applicable rentable (MTEAR) pour gérer et contrôler les effluents provenant des mines de métaux, de diamants et de charbon au Canada. L'objectif de l'étude était de fournir des données de référence pour les changements futurs potentiels, qui seront apportés au *Règlement sur les effluents des mines de métaux (REMM)* et qui visent les types d'installations minières réglementées, la liste de paramètres de l'annexe 4 ainsi que les concentrations maximales permises selon l'annexe 4 pour les effluents rejetés dans l'environnement. Ces changements potentiels sont décrits dans le document de travail publié en 2012 par Environnement Canada et intitulé « *Examen décennal du Règlement sur les effluents des mines de métaux* ». Pour les effluents des mines de métaux, Environnement Canada a proposé l'ajout de l'aluminium, du fer, du sélénium et de l'ammoniac total à la liste des substances de l'annexe 4 et a proposé la réduction des limites permises pour l'arsenic, le cuivre, le cyanure, le plomb, le nickel et le zinc. Pour les effluents des mines de diamants, qui à l'heure actuelle ne sont pas réglementés en vertu du *REMM*, Environnement Canada a proposé des limites pour le chlorure, le phosphore, l'ammoniac et le total des solides en suspension (TSS) dans les effluents rejetés dans l'environnement, ainsi que des limites pour le pH. En ce qui concerne les effluents des mines de charbon, qui à l'heure

actuelle ne sont pas réglementées en vertu du *REMM*, Environnement Canada a proposé des limites pour les concentrations d'arsenic, d'aluminium, de fer, de manganèse, de sélénium, d'ammoniac et le TSS dans les effluents rejetés dans l'environnement, ainsi que des limites pour le pH. D'autres changements proposés comprennent l'ajout d'une nouvelle exigence de non létalité aiguë pour *Daphnia magna* ainsi que des modifications apportées aux exigences pour l'étude de suivi des effets sur l'environnement.

L'étude décrit les technologies ainsi que les techniques de gestion et de traitement des effluents utilisées à l'heure actuelle dans les opérations des mines de métaux (métaux communs, métaux précieux, uranium, minerai de fer) de diamants et de charbon au Canada. Le document présente un aperçu des pratiques de traitement des effluents et de gestion de l'eau de chaque sous-secteur et établit un procédé modèle pour le traitement des effluents ainsi que la qualité des effluents traités pour aller de l'avant avec l'utilisation de la sélection des MTEAR.

L'étude identifie les technologies de traitement des effluents qui pourraient être considérées comme les meilleures techniques disponibles (MTD) du secteur minier canadien. La liste des technologies a été dressée à partir des technologies de traitement disponibles à l'heure actuelle sur le marché, tant actives que passives, qui s'appliquent au contrôle de la qualité des effluents pour les paramètres actuels et proposés du *REMM*. Les technologies MTD potentielles ont été sélectionnées en fonction des critères suivants : « Cette technologie peut-elle respecter les limites de rejet actuelles prévues par le *REMM*? »; « L'efficacité de cette technologie a-t-elle été validée à grande échelle pour les effluents des mines? »; « Cette technologie a-t-elle fait l'objet d'une démonstration dans des conditions climatiques représentatives? ». Les technologies qui respectaient les trois critères susmentionnés ont été considérées comme les MTD et ont été mises de l'avant pour être considérées comme MTEAR. Une caractérisation technique est présentée pour chaque MTD, qui décrit les procédés d'élimination des contaminants, le rendement d'élimination et/ou les concentrations atteignables, l'équipement majeur, les synergies avec d'autres technologies, les défis opérationnels, leur application actuelle à des entreprises canadiennes ainsi que les coûts de capitaux et de l'exploitation.

Pour chaque secteur/sous-secteur, les technologies MTD ont fait l'objet d'un examen plus poussé dans le but d'identifier les MTD qui pourraient être appliquées pour perfectionner le système de traitement des effluents modèle. Des MTD n'ont pas été sélectionnées à des fins de considération, si ces technologies faisaient déjà partie de la grille d'évaluation de suivi du système de traitement des effluents modèle ou encore si la technologie ne pouvait améliorer la qualité des effluents au-delà de ce qui est habituellement réalisé par le système de traitement des effluents modèle. Pour les MTD qui satisfaisaient aux critères de sélection, des estimations de l'ordre de grandeur des coûts ont été préparées pour les éléments suivants : l'équipement, l'installation et l'exploitation en se fondant sur des données portant sur les coûts de capitaux et d'exploitation provenant des vendeurs et des entreprises, des informations à l'interne et de la documentation.

Les MTEAR destinées à l'amélioration du système de traitement des effluents modèle pour chaque secteur/sous-secteur ont été sélectionnées en se fondant sur une évaluation comparative des coûts-avantages des technologies MTD applicables. La sélection de MTDAR était fondée sur les critères rigoureux mentionnés plus haut pour les MTD dans le contexte d'une entreprise modèle non nouvelle avec les systèmes existants de gestion et de traitement des effluents. Pour les nouvelles entreprises, les MTDAR peuvent différer de celles sélectionnées pour les entreprises modèles existantes. L'efficacité de l'élimination et/ou les concentrations atteignables dans les effluents sont fondés sur les données

déclarées par les entreprises, les valeurs documentées et/ou des données provenant de vendeurs et peuvent ne pas être réalisables pour chaque application. Finalement, les MTDAR pour toute exploitation minière donnée sont propres à un site et découlent d'une multitude de facteurs géographiques et opérationnels ayant une incidence sur la qualité des effluents, la faisabilité technique des technologies de traitement et imposent des contraintes financières sur le capitaux et les frais d'exploitation qui peuvent être assumés par les entreprises tout en maintenant la rentabilité du secteur.

L'examen du **sous-secteur des métaux communs** visait un total de 43 entreprises. Le système de traitement des effluents modèle pour le sous-secteur utilise des technologies de précipitation sous forme d'hydroxydes pour l'élimination des métaux et des bassins de décantation pour l'élimination en vrac du TSS. Les agents de coagulation et les floculants sont dosés pour faciliter la précipitation des métaux et la sédimentation du TSS. Le système de bassins de décantation permet aussi la dégradation naturelle passive de l'ammoniac. Le pH des bassins de décantation est ajusté avec du dioxyde de carbone pour respecter les limites du pH en vertu du *REMM* ainsi que les exigences en matière de toxicité et les concentrations d'ammoniac non-ionisé avant le rejet dans l'environnement. Le débit de conception et le débit nominal sélectionnés pour estimer les coûts de capitaux et de l'exploitation associés à l'amélioration du système pour le système de traitement modèle étaient de 2 000 m³/h et de 870 m³/h, respectivement. Les MTEAR suivantes ont été définies : la précipitation de sulfures en utilisant des polymères organosulfurés de propriété exclusive pour le polissage de métaux dissous et le système de gestion et de traitement des effluents modèle pour l'élimination de l'ammoniac total, des métaux en vrac et du TSS.

L'examen du **sous-secteur des métaux précieux** était destiné à un total de 40 entreprises de métaux précieux. Le système de traitement des effluents modèle pour le sous-secteur comprend les technologies suivantes : la suppression du cyanure par SO₂/atmosphérique des résidus miniers et le traitement par boues à chaux de faible densité pour la précipitation sous forme d'hydroxydes destinée à l'élimination en vrac des métaux des effluents provenant des résidus miniers, des mines et des zones de stériles. Le débit de conception et le débit nominal sélectionnés pour estimer les coûts de capitaux et de l'exploitation associés à l'amélioration du système pour le système de traitement modèle étaient de 600 m³/h et de 180 m³/h, respectivement. Les MTEAR suivantes ont été définies : la précipitation de sulfures en utilisant des polymères organosulfurés de propriété exclusive pour le polissage de métaux dissous, l'oxydation biologique aérobie active pour l'élimination de l'ammoniac total, ainsi que le système de gestion et de traitement des effluents modèle pour l'élimination du cyanure, des métaux en vrac et du TSS.

L'examen du **sous-secteur du minerai de fer** visait l'ensemble des six entreprises qui exploitent le minerai de fer. Le système de traitement des effluents modèle pour ce sous-secteur comprend les procédés suivants : bassins de décantation pour l'élimination en vrac du TSS par l'ajout de doses de floculants pour favoriser la sédimentation. Le débit de conception et le débit nominal sélectionnés pour estimer les coûts de capitaux et de l'exploitation associés à l'amélioration du système pour le système de traitement modèle étaient de 7 000 m³/h et de 3 900 m³/h, respectivement. Les MTEAR suivantes ont été définies : système de gestion et de traitement des effluents modèle pour l'élimination du TSS, des métaux et de l'ammoniac total.

L'examen du **sous-secteur de l'uranium** visait un total de 12 entreprises. Dans ce sous-secteur, le système de traitement des effluents modèle procède en deux étapes : une étape à pH élevé, pour la précipitation des métaux dans des conditions basiques et une étape à pH faible, pour la précipitation ou la co-précipitation métaux et d'autres paramètres en milieu acide. Entre la réalisation de ces étapes liées au pH et après, la clarification et la filtration sont utilisées pour séparer les précipités des eaux traitées.

Le débit de conception et le débit nominal sélectionnés pour estimer les coûts de capitaux et de l'exploitation associés à l'amélioration du système pour le système de traitement modèle étaient de 500 m³/h et de 350 m³/h, respectivement. Les MTEAR suivantes ont été définies : l'oxydation biologique aérobie active pour l'élimination de l'ammoniac total et le système de gestion et de traitement des effluents modèle pour l'élimination des métaux et du TSS.

L'examen du **secteur du diamant** visait un total de 4 entreprises. Pour ce secteur, le système de traitement des effluents modèle utilise les technologies suivantes : des bassins de décantation, ainsi que la clarification et la filtration par médias pour l'élimination du TSS. L'agent de coagulation est dosé dans le clarificateur. Avant le rejet des effluents dans l'environnement, le pH est ajusté en utilisant de l'acide sulfurique pour respecter les limites des concentrations d'ammoniac non-ionisé et /ou de toxicité. Les bassins de décantation et pollissage permettent la dégradation naturelle et passive de l'ammoniac et du phosphore. Le débit de conception et le débit nominal sélectionnés pour le système de traitement modèle étaient de 3 000 m³/h et 2 000 m³/h, respectivement. Ces débits ont été utilisés pour calculer les coûts de capitaux et de l'exploitation associés à l'amélioration du système. Les MTEAR suivantes ont été définies : système de gestion et de traitement des effluents modèle pour l'élimination du chlorure, des métaux en vrac, de l'ammoniac et du TSS.

L'examen du **secteur du charbon** visait un total de 16 entreprises. Selon le système de traitement des effluents modèle pour ce secteur, le TSS en vrac est éliminé au moyen de bassins de décantation et pollissage, ce qui peut être facilité par l'ajout d'un flocculant. Les bassins de décantation et pollissage permettent la dégradation naturelle passive de l'ammoniac. Le débit de conception et le débit nominal sélectionnés pour le système de traitement modèle étaient de 3 000 m³/h et de 1 000 m³/h, respectivement. Les MTEAR suivantes ont été définies : système de gestion et de traitement des effluents modèle pour l'élimination des métaux, de l'ammoniac total et du TSS.

Pour tous les secteurs/sous-secteurs, des essais sont recommandés pour confirmer la demande en réactif de propriété exclusive, l'efficacité et la décantabilité des précipités, ainsi que pour vérifier la conformité des effluents aux exigences en matière de toxicité. Il est également conseillé de rejeter les effluents traités plutôt que de les recycler à des fins diverses, de façon à limiter l'augmentation de la concentration résiduelle des substances chimiques. En raison de l'adoption relativement récente de ces réactifs et du caractère exclusif de leur préparation, on connaît peu de choses sur la stabilité à long terme des substances résiduelles et sur le potentiel de production d'acide et de remobilisation des métaux. Si la stabilité des substances résiduelles n'est pas assurée au moyen de techniques d'élimination avisées, des coûts importants associés à la technologie de stabilisation des substances résiduelles ou d'un nouveau traitement du lixiviat résiduel pourraient devoir être engagés. L'entreprise Hatch met en garde que cette technologie devrait être uniquement considérée comme une MTEAR pour des entreprises qui possèdent les ressources nécessaires et se consacrent au contrôle soigné des régimes d'exploitation pour prévenir la toxicité des effluents, ainsi qu'au contrôle minutieux des conditions de stockage des substances résiduelles en vue de prévenir l'instabilité à long terme et le potentiel de production d'acide par le biais de l'oxydation des sulfures et de la remobilisation des métaux.