



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada



Recueil des initiatives en science et recherche

La gestion des résidus à Ressources naturelles Canada



Canada



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Recueil des initiatives en science et recherche

La gestion des résidus à Ressources naturelles Canada

Préparé par le Groupe de travail horizontal de gestion des résidus de Ressources naturelles Canada.

Dernière révision : février 2013.

Photo aérienne sur la couverture des installations de traitement des résidus à LaRonde, courtoisie des Mines Agnico Eagle, Limitée.

Also available in English under the title:

Compendium of Tailings Management Science and Research Initiatives at Natural Resources Canada

Le contenu de cette publication ou de ce produit peut être reproduit en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins personnelles ou publiques mais non commerciales, sans frais ni autre permission, à moins d'avis contraire.

On demande seulement :

- de faire preuve de diligence raisonnable en assurant l'exactitude du matériel reproduit;
- d'indiquer le titre complet du matériel reproduit et le nom de l'organisation qui en est l'auteur;
- d'indiquer que la reproduction est une copie d'un document officiel publié par Ressources naturelles Canada (RNCAN) et que la reproduction n'a pas été faite en association avec RNCAN ni avec l'appui de celui-ci.

La reproduction et la distribution à des fins commerciales sont interdites, sauf avec la permission écrite de RNCAN. Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec RNCAN à **droitdauteur.copyright@rncan-nrcan.gc.ca**.

N° de cat. M34-13/2013F-PDF1 (En ligne)

ISBN 978-0-660-21125-1

© Ressources naturelles Canada, 2013

Table des matières

Introduction.....	3
Initiatives	5
Service canadien des forêts	9
Secteur des sciences de la Terre.....	15
Secteur de l'énergie.....	19
Secteur de l'innovation et de la technologie énergétique.....	21
Secteur des minéraux et des métaux et CanmetMINES.....	23
Commission canadienne de sûreté nucléaire.....	31

Introduction



Le présent recueil regroupe de l'information sur les initiatives en science et recherche en cours ou sur des propositions de projet des secteurs de Ressources naturelles Canada (RNCan) et de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN).

Plusieurs initiatives en science et recherche sont en cours ou prévues dans les secteurs. Certaines initiatives sont particulières au secteur de l'énergie ou à celui des mines, alors que d'autres constituent de vastes études avec des répercussions sur tous les secteurs des ressources naturelles. Ce recueil d'initiatives, de caractère évolutif, témoigne de l'engagement à améliorer la gestion des résidus au Canada.

Initiatives



	Objet de la recherche direct (O) ou indirect (N)	Terminée (X)
Initiatives en science et recherche sur la gestion des résidus		
Service canadien des forêts		
Étude de l'atmosphère et des écosystèmes boréaux (BOREAS) 1994-1996	N	X
Dynamique des modifications à la végétation et au sol dans les tourbières des forêts boréales – projet sur les changements climatiques et le carbone	O	
Gestion de l'écosystème par émulation des perturbations naturelles (GEEPN)	N	
Amélioration des microenvironnements sur des sites difficiles	N	
Classification des écosites	N	X
Écoservices dans les paysages des sables bitumineux	N	
Effets des émissions de l'exploitation des sables bitumineux sur la forêt boréale	N	X
Indicateurs et données de référence pour la remise en état des forêts et des terres humides	N	
Méthodes et produits faisant appel à une télédétection pour la fourniture de renseignements sur les modifications annuelles nationales de la couverture forestière et le type de perturbation forestière	N	
Rôle de consultation scientifique sur la surveillance des dépôts atmosphériques et des effets terrestres	N	
Criblage de clones de saule en fonction de sa tolérance au sel pour utilisation dans la stabilisation des rivages des lacs de kettle, d'autres zones riveraines et pour la remise en état des zones minières	O	
Analyse spatiale et temporelle et modélisation	N	
Études de la dynamique de la végétation et d'un modèle des tourbières dans les régions boréales et subarctiques de l'Ouest et du Nord du Canada, y compris l'Alberta	N	X

suite

	Objet de la recherche direct (O) ou indirect (N)	Terminée (X)
Initiatives en science et recherche sur la gestion des résidus		
Secteur des sciences de la Terre		
Projets de démonstration de l'observation de la Terre – Atelier sur l'observation de la Terre dans le but de surveiller les sables bitumineux	N	X
Durabilité environnementale des ressources en charbon et bitume (CORES)	N	
Optimisation de l'assainissement des résidus de mines d'or en Nouvelle-Écosse	O	
Modèle géoenvironnemental pour les dépôts d'uranium et des éléments des terres rares dans la pegmatite granitique de la province géologique de Grenville	O	
Outils d'évaluation des incidences sur l'environnement en aval des sites miniers contaminés : étude du lac Dasserat	N	
Technologies de télédétection appliquées à des projets d'assainissement de l'environnement	O	X
Secteur de l'énergie		
Aucune recherche n'est menée dans le Secteur de l'énergie.		
Secteur de l'innovation et de la technologie énergétique		
Atténuation de l'empreinte environnementale des résidus des sables bitumineux	O	
Questions concernant l'eau dans l'exploitation des sables bitumineux	O	
Secteur des minéraux et des métaux et CanmetMINES		
Évaluation des pratiques de gestion des résidus miniers au Canada (conjointement avec la CCSN)	O	
Biochar pour la restauration des mines	O	
Biolixiviation des résidus de pyrrhotite	O	
Examen critique des incidences sur l'environnement du placement des résidus sous-marins	O	
Modèles de gisements environnementaux pour le Nord canadien	N	

suite

	Objet de la recherche direct (O) ou indirect (N)	Terminée (X)
Initiatives en science et recherche sur la gestion des résidus		
Évaluation des risques écologiques et des avantages de la végétalisation à Thedford Mines – phase I	O	
Évaluation sur le terrain de l'occurrence d'un biofilm algal sur des résidus submergés	O	X
Mines vertes – Énergie verte	O	
Programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier (NEDEM) – Stratos	O	
Programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier (NEDEM) – EcoMetrix	O	X
Programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier (NEDEM) – RNCAN	O	X
Caractérisation minéralogique et spéciation de l'arsenic dans des résidus de cellules par champ d'essai au site de la mine Delnité	O	X
Examen des options pour des résidus et des débris de roche	O	
Propriétés physiques et chimiques de remblais de mine lessivés	O	
Minéralogie quantitative de la kimberlite traitée et d'échantillons de stérile de la mine de diamants Diavik	O	X
Remobilisation du radium des résidus d'uranium submergés (conjointement avec la CCSN)	O	
Retraitement des résidus de l'amiante – phase 1 : caractérisation des résidus	N	
Oxydation des sulfures et mobilisation de l'arsenic dans les résidus miniers de la rivière Ketzka	O	X
Une approche fondée sur la valeur probante pour évaluer le recyclage des métaux pertinents aux sables bitumineux dans des bassins à résidus et la rivière Athabasca	O	
Commission canadienne de sûreté nucléaire		
Évaluation des pratiques de gestion des résidus miniers au Canada (conjointement avec la CCSN)	O	
Effets sur la santé et la capacité de reproduction du biote suivant une exposition chronique aux radionucléides émetteurs de particules alpha	N	
Études sur l'environnement à d'anciens sites	N	
Remobilisation du radium des résidus d'uranium submergés (conjointement avec CanmetMINES de RNCAN)	O	

Service canadien des forêts



Étude de l'atmosphère et des écosystèmes boréaux (BOREAS), 1994-1996

Objectif : Évaluer le rôle de la forêt boréale dans le cycle mondial du carbone et le système climatique, et améliorer sa représentation dans des modèles globaux. La NASA, Environnement Canada, le Centre canadien de télédétection, le Service canadien des forêts (SCF) et de nombreuses universités canadiennes et américaines ont contribué.

Activités : L'étude est reliée à la remise en état en mettant l'accent sur le bilan hydrique qui contrôle à la fois l'emplacement de l'écotone entre la forêt et les prairies et les configurations spéciales de végétation et d'accroissement du carbone dans la mosaïque de la forêt boréale, par la topographie et le drainage.

Point central indirect : Offrir des renseignements de base sur l'importance et la vitesse des changements des forêts boréales, avec une attention portée sur les effets des changements climatiques sur l'hydrologie; la dynamique du carbone des terres humides et des tourbières boisées; et le recul de la forêt à l'écotone entre la forêt et les prairies.

Statut : Terminé.

Résultats obtenus : Les rapports sont de domaine public de sorte que les données sont accessibles à tous.

Contribution primaire : Les résultats et les données de recherche.

Chercheurs principaux : Ted Hogg, David Price, Rick Hurdle, Centre de foresterie du Nord.

Dynamique des modifications à la végétation et au sol dans les tourbières des forêts boréales – projet sur les changements climatiques et le carbone

Objectif : Évaluer les modifications récentes dans les relations source-puits de carbone et les émissions de gaz à effet de serre (GES) dans les écosystèmes de la forêt et de la tourbière dans diverses régions du Canada.

Activités : Mesures sur le terrain de la végétation, du sol, du pergélisol, de l'hydrologie et des émissions de GES dans les endroits qui font l'objet de l'étude.

Point central direct : Offrir des renseignements de base sur l'importance et la vitesse des modifications des tourbières boisées. Le travail inclut un endroit permanent d'étude adjacent à la zone minière des sables bitumineux dans la région basse de l'Athabasca.

Statut : Devrait être terminé en mars 2013.

Résultats escomptés : Préparation en continu d'articles pour des revues et de rapports techniques évalués par des pairs.

Contribution primaire : Les résultats et les données de recherche.

Chercheur principal : Jagtar Bhatti, Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Nord.

Gestion de l'écosystème par émulation des perturbations naturelles (GEEPN)

Objectif : Définir les meilleures pratiques d'exploitation et de régénération des forêts pour maintenir les communautés biotiques, la structure forestière et l'intégrité fonctionnelle de l'écosystème.

Activités : Un projet de recherche d'envergure a été entrepris dans la forêt boréale du Nord-Ouest de l'Alberta en collaboration avec l'Université de l'Alberta. La recherche peut être utilisée afin de guider les activités de remise en état avec, comme but, l'établissement d'un écosystème forestier fonctionnel. Parmi d'autres renseignements, ce projet fournit actuellement des renseignements vitaux sur les indices de la biodiversité boréale et les objectifs pour les taxons.

Point central indirect : Savoir collectif sur les éléments qui suivent :

- 1) la réaction aux perturbations des communautés biotiques;
- 2) les conditions requises pour l'établissement des trajectoires de succession suivant les perturbations de l'écosystème;
- 3) la prévisibilité des trajectoires de succession;
- 4) les fondements requis pour le plan de l'écosystème forestier boréal.

Statut : En cours. Programmes de recherche commencés en 1998 et toujours en cours.

Résultats escomptés : Une recherche précise est terminée et elle traite de la surveillance de la biodiversité, de la productivité primaire des forêts, des régimes sylvicoles, de l'écologie forestière, du cycle des sols et des substances nutritives, de l'hydrologie des forêts, de la génétique forestière et des incidences socioéconomiques.

Contribution primaire : Les résultats et les données de recherche.

Chercheurs principaux : J. Volney (chercheur en chef), B. Kishchuk; B. Pinno, Centre de foresterie du Nord.

Amélioration des microenvironnements sur des sites difficiles

Objectif : Améliorer des microenvironnements sur des sites difficiles afin de favoriser l'établissement d'arbres d'avenir désirés.

Activités

- 1) Prince Albert, Saskatchewan – techniques de débroussaillage visant les sols durcis des sites dégradés de pins gris compactés par les courts intervalles de retour des feux (entreprises en 1987).
- 2) Rivière Muskeg, Territoires du Nord-Ouest – essais de débroussaillage en vue de l'établissement des arbres du peuplement final d'épinette blanche dans les plaines d'inondation alluviales organiques (entreprises en 1994).
- 3) Red Earth, Saskatchewan – essais de débroussaillage dans des sites de peuplements mixtes dans le but d'établir l'épinette blanche dans des luvisols dégradés (entreprises en 1997).
- 4) Whitecourt, Alberta – essais de débroussaillage en vue de l'établissement de l'épinette blanche (entreprises en 1993).

Point central indirect : Expérience et expertise dans l'adoption des meilleures applications et pratiques techniques afin de modifier l'horizon pédologique dans le but de maximiser le succès de culture d'arbres d'avenir recherchés.

Statut : En cours.

Résultats escomptés : Élaboration des meilleures pratiques afin de favoriser l'établissement d'espèces sur des sites difficiles.

Contribution primaire : Les résultats et les données de recherche.

Chercheur principal : Derek Sidders, Centre canadien sur la fibre de bois.

Classification des écosites

Objectif : Rédiger un guide de terrain des écosites du Nord de l'Alberta.

Activités : Le guide de terrain est un système de classification écologique fondé sur la végétation, le sol, le site et la productivité de la forêt. Les écosites sont décrits en définissant la phase de l'écosite et les communautés végétales sur le terrain. Un système de classification des types de sol a été élaboré afin de décrire 17 types de sol observés dans le Nord de l'Alberta.

Point central indirect : L'information peut être utile dans la détermination des conditions de base et des objectifs écologiques.

Statut : Terminé.

Résultats obtenus : Le guide de terrain est achevé et est utilisé par les consultants, le secteur forestier et le gouvernement provincial lorsque la classification d'un site de la région présente un intérêt.

Contribution primaire : Les résultats et les données de recherche. Le guide de terrain est un système utilisé pour déterminer et décrire les sites de terrain en soutien à la recherche et à la collecte des données sur le terrain.

Chercheurs principaux : Ron Hall, Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Nord. Le guide de terrain a été rédigé par J. Beckingham et H. Archibald en collaboration avec I. G. W. Corns.

Écoservices dans les paysages des sables bitumineux

Objectif : Acquérir des connaissances détaillées sur les conditions forestières avant l'exploitation afin de mieux comprendre l'incidence de l'exploitation des sables bitumineux. Il existe un besoin de caractériser les configurations des paysages et la dynamique de la géochimie, des sols, de la biodiversité et des forêts pour qualifier et comparer la variation naturelle du milieu et les activités des sables bitumineux. Des méthodes et des outils d'intégration des données de terrain, de l'inventaire et des ensembles de données géospatiales décriront et évalueront les écoservices actuels et surveilleront les modifications apportées à ceux-ci.

Activités

- 1) Évaluation et collecte de données sur les conditions naturelles des paysages des sables bitumineux.
- 2) Recensement et échantillonnage des sols, de la végétation, de la biodiversité, etc., des sites typiques dans les conditions avant les perturbations et mises en état (y compris des sites le long d'un transect spatial des conditions mises en état à non perturbées).

Point central indirect : Fournir des renseignements de base sur l'occurrence et la variation naturelles des écoservices dans les paysages, afin d'aider à définir des objectifs pour la remise en état des terres.

Statut : À mettre en œuvre, achèvement prévu en mars 2013.

Chercheuse principale : Evelyne Thiffault, Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides.

Effets des émissions de l'exploitation des sables bitumineux sur la forêt boréale (rapport d'information NOR-X-284)

Objectifs

- 1) Établir un réseau de sites de surveillance permanents afin d'évaluer les effets des polluants atmosphériques sur le système forestier à proximité des sites d'exploitation des sables bitumineux.
- 2) Déterminer et évaluer diverses variables biologiques qui serviront dans le cadre de veilles biologiques en vue de mesurer l'incidence des polluants atmosphériques.

Cette recherche a été entreprise entre 1975 et 1985.

Point central indirect : Examiner les effets des polluants atmosphériques sur les sols et la végétation.

Statut : Terminé.

Résultats obtenus : Un sommaire de ce projet a été publié sous la forme d'un rapport d'information NOR-X-284 en 1986 du Centre de foresterie du Nord par Addison et autres.

Contribution primaire : Les résultats et les données de recherche.

Chercheur principal : Doug Maynard, Centre de foresterie du Pacifique.

Indicateurs et données de référence pour la remise en état des forêts et des terres humides

Objectifs

- 1) Déterminer, caractériser et évaluer les éléments d'une forêt en cours de récupération requis pour rétablir les fonctions écologiques des attributs des terres humides et de la ligne de partage des eaux dans les paysages perturbés par les activités industrielles et naturelles au moyen de l'analyse, de la synthèse et de la modélisation des données, et d'études sur le terrain à l'échelle pilote.
- 2) Établir des indicateurs et des références de base écologiquement pertinents et réalistes afin d'optimiser la remise en état des terres et des eaux.
- 3) Élaborer des moyens de projection de la manière et du moment qu'une forêt en cours de récupération rétablit une fonction écologique dans des paysages endommagés pour diverses options.

Activités

- 1) En appliquant une approche axée sur les caractères fonctionnels, étudier les processus écologiques visant à optimiser le rétablissement de l'écosystème.
- 2) Les techniques d'évaluation actuelles de l'écosystème feront l'objet d'un examen afin de déterminer quel pourrait être leur usage dans le but d'évaluer les écoservices qui ont été perdus et restaurés.
- 3) Comparer les forêts en cours de récupération avec les bassins hydrographiques perturbés par les activités naturelles (feux) et industrielles (exploitation forestière, minière) et leur rôle dans le rétablissement des fonctions des paysages et des écosystèmes aquatiques.
- 4) Élaborer des paramètres pour décrire les régimes hydrochimiques et l'amplitude de la variation dans les bassins hydrographiques non détériorés afin d'établir des objectifs réalistes avant la perturbation, et des données de référence pour les bassins hydrographiques et les terres humides perturbés par les activités industrielles.

Point central indirect : Une connaissance de la fonction de l'écosystème dans des paysages naturels fournit des objectifs de référence pour la restauration et la remise en état des paysages perturbés.

Statut : À mettre en œuvre.

Résultats escomptés : Achèvement en 2014-2015.

Chercheur principal : Dave Kreutzweiser, Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Grands Lacs.

Méthodes et produits faisant appel à une télédétection pour la fourniture de renseignements sur les modifications annuelles nationales de la couverture forestière et le type de perturbation forestière

Objectif : Concevoir un produit de détection des modifications annuelles nationales et étudier la détection de changement afin d'obtenir de meilleurs renseignements sur la proportion des modifications de la couverture forestière et le type de perturbation qui touchent les paysages forestiers, à partir des données de 250 m obtenues à l'aide du spectroradiomètre imageur à moyenne résolution (MODIS).

Activités

- 1) Concevoir une méthode de détection de changement à l'aide de l'imagerie MODIS.
- 2) Étudier les modifications dans les paysages forestiers canadiens de 2000 à 2013.
- 3) Mettre à jour les placettes photographiques pour la base de données nationale des modifications aux fins de la planification de l'Inventaire forestier national (IFN) du Canada.

Point central indirect : Offrir des renseignements de base sur l'importance et la vitesse des modifications des paysages forestiers causées par des perturbations naturelles (feux, insectes) et anthropiques (coupe à blanc). Cela peut également surveiller l'étendue des zones couvertes par des activités et des résidus dans le domaine minier.

Statut : En cours.

Chercheur principal : Luc Guindon, Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides.

Rôle de consultation scientifique sur la surveillance des dépôts atmosphériques et des effets terrestres

Objectifs

- 1) Prodiguer des conseils scientifiques à la Wood Buffalo Environmental Association (WBEA) relativement à la surveillance des dépôts acides dans la région des sables bitumineux.
- 2) Examiner les propositions de projet et les rapports pour la WBEA portant sur les dépôts acides et les activités de surveillance.
- 3) Pour le compte de la WBEA, concevoir une nouvelle méthode pour la surveillance à long terme de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes terrestres (pins gris) touchés par l'exploitation des sables bitumineux.

Activités

- 1) Effectuer des analyses de sol et foliaires à partir du rééchantillonnage du programme de surveillance de six ans de la WBEA en 2011-2012.
- 2) Interpréter les résultats.

Point central indirect : Fournir des renseignements utiles pour les écoservices dans les paysages des sables bitumineux et pour donner des renseignements documentaires.

Statut : En cours. Les échantillons ont été prélevés sur les sites en 1998, en 2004 et en 2011.

Résultats escomptés : Les rapports sont de domaine public de sorte que les données sont accessibles. Les données détaillées de l'étude du sol des sables bitumineux sont également disponibles. Le Service canadien des forêts n'a pas participé à l'échantillonnage précédent ou à l'étude du sol, mais les données sont disponibles.

Contribution primaire : Les résultats et les données de recherche.

Chercheur principal : Doug Maynard, Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Pacifique.

Criblage de clones de saule en fonction de sa tolérance au sel pour utilisation dans la stabilisation des rivages des lacs de kettle, d'autres zones riveraines et pour la remise en état des zones minières

Objectifs

- 1) La recherche démontrera l'existence et le rang d'une sélection de clones de saule tolérants au sel qui pourraient être utilisés pour stabiliser les rivages des lacs de kettle et pour végétaliser d'autres zones qui peuvent être exposées à de l'eau altérée par le sel.
- 2) L'objectif à plus long terme sera de tester dans des situations sur le terrain les meilleures variétés de saules recensées dans l'essai en serre.

Activités

- 1) Réunir une vaste sélection de clones de saule de diverses sources (locales dans des sites de sables bitumineux, régionales, nationales et internationales) (± 40 clones).
- 2) Classer les clones au moyen d'un système aéroponique afin d'évaluer la tolérance à trois concentrations de sel – la plus élevée fondée sur les données de terrain.
- 3) Mettre à l'essai les meilleurs et une sélection des pires clones dans le cadre d'une étude en contenants en serre avec deux types de sol difficiles présents dans les zones minières remises en état.
- 4) Concevoir une étude sur le terrain afin de mettre à l'essai le matériel dans les conditions opérationnelles.

Point central direct : Les clones tolérants au sel seraient utilisés non seulement dans des zones minières remises en état, autour des lacs de kettle et pour les suintements, mais aussi pour les bassins à résidus remis en état. D'autres essais sont requis pour établir si la plantation directe dans des résidus exondés est possible.

Statut : En cours. Débuté en février 2011.

Résultats escomptés : Liste de classement des clones de saule tolérants à deux niveaux de chlorure de sodium. Le classement sera particulier à l'étude aéroponique et à l'étude de sol (en pot). Le classement constituera la base pour une étude sur le terrain future afin d'examiner le rendement des saules dans des conditions opérationnelles ainsi que les conséquences d'utiliser des saules afin de restaurer des processus de l'écosystème. Les résultats stimuleront également la recherche et le développement d'autres clones tolérants au sel.

Contribution primaire : Le classement des clones et les données (taux de croissance, répartition du sel, effet de la photosynthèse) sont les contributions primaires.

Chercheur principal : Richard Krygier, Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Nord.

Analyse spatiale et temporelle et modélisation

Objectif : Recueillir des données spatiales et télédétections et les combiner à une modélisation afin de renseigner sur les conditions forestières précédentes et fournir une base pour des conditions futures. L'évaluation de l'historique de la dynamique forestière apportera des renseignements sur la régénération régionale appropriée et la récupération forestière après les perturbations. La modélisation des conditions futures pourra alors être éclairée par l'évaluation de la récupération passée et par une représentation précise des conditions actuelles du paysage.

Activités

- 1) Surveiller la dynamique de la couverture terrestre au fil du temps et en fonction de diverses échelles.
- 2) Caractériser la structure et les modèles de paysages.
- 3) Faire des prévisions sur les conditions forestières (modélisation par scénarios).

Point central indirect

- 1) À l'aide d'un satellite Landsat, acquérir des données historiques et actuelles au-dessus des sables bitumineux.
- 2) Trouver des méthodes pour cartographier les antécédents des perturbations causées par le feu et l'exploitation au cours des 40 dernières années.

Statut : En attente. Certaines activités sont actuellement en cours, d'autres sont en attente de financement.

Résultats escomptés et obtenus : Les travaux antérieurs ont produit des manuscrits qui ont été soumis à un examen par des pairs. Des communications similaires sont prévues pour les résultats à venir.

Contribution primaire : Les résultats et les données de recherche.

Chercheur principal : Mike Wulder, Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Pacifique.

Études de la dynamique de la végétation et un modèle des tourbières dans les régions boréales et subarctiques de l'Ouest et du Nord du Canada, y compris l'Alberta

Objectif : Recueillir des renseignements de base sur l'importance et la vitesse des modifications des tourbières boisées, y compris une zone dans la région basse de l'Athabasca contenue dans de nombreux rapports du Service canadien des forêts, écrits par S. Zoltai, lesquels couvrent la période des années 60 aux années 90.

Activités : Les renseignements peuvent être liés de la remise en état des zones minières à des écosystèmes de terres humides.

Point central indirect : Offrir des renseignements de base sur l'importance et la vitesse des modifications.

Statut : Terminé.

Résultats obtenus : Rapports disponibles dans le domaine public de sorte que les données sont accessibles.

Contribution primaire : Les résultats et les données de recherche.

Chercheur principal : S. Zoltai, Centre de foresterie du Nord.

Secteur des sciences de la Terre



Projets de démonstration de l'observation de la Terre – Atelier sur l'observation de la Terre dans le but de surveiller les sables bitumineux

Objectif : Définir les projets de démonstration de l'observation de la Terre dans les sables bitumineux comme suivi de la surveillance de l'observation de la Terre 2011 de l'atelier sur les sables bitumineux.

Activités : Travailler avec l'Energy Resources Conservation Board de l'Alberta pour définir les projets de démonstration de l'observation de la Terre dans les sables bitumineux, comme suivi de la surveillance de l'observation de la Terre 2011 de l'atelier sur les sables bitumineux tenu en février à Edmonton, en Alberta. L'atelier a été coprésidé par l'Energy Resources Conservation Board de l'Alberta, le Centre canadien de télédétection (CCT) et l'Agence spatiale canadienne.

Point central indirect

Statut : Terminé.

Résultats : Rapports.

Contribution primaire : Les résultats et les données de recherche.

Chercheurs principaux : Vern Singhroy, Ph. D., Abdelgadir Abuelgasim, Ph. D., Centre canadien de télédétection.

Durabilité environnementale des ressources en charbon et bitume (CORES)

Objectif : Concevoir des outils géochimiques afin d'établir une différence entre les sources naturelles et anthropiques de contaminants (y compris les bassins à résidus) dans la région des sables bitumineux. Les activités ont recours à la géoscience afin de combler les lacunes

sur le plan des connaissances requises pour améliorer l'efficacité des initiatives de restauration dans les sables bitumineux, et élaborer des approches visant à quantifier et à limiter la contamination attribuable à l'utilisation du bitume et du charbon.

Activités

- 1) Accumulation et atténuation des composants organiques naturels : évaluer de nouvelles techniques isotopiques visant à établir la différence entre les sources naturelles et anthropiques de contaminants organiques afin de fournir une perspective historique de l'accumulation des contaminants organiques et de contribuer à fixer des objectifs environnementaux améliorés pour le Nord-Est de l'Alberta et le Nord-Ouest de la Saskatchewan.
- 2) Cycles biogéochimiques des métaux : élaborer une stratégie géoscientifique afin d'atténuer la contamination par les métaux provenant du charbon, des métaux en traces anthropiques et évaluer l'incidence de l'apport des contaminants dans le milieu aquatique.
- 3) Caractérisation des acides naphthéniques dans les bassins à résidus : évaluer le niveau d'atténuation naturelle de la contamination par les hydrocarbures dans les sédiments et les bassins à résidus.
- 4) Transport par les eaux souterraines des contaminants organiques et métalliques : déterminer, quantifier et modéliser le flux des produits chimiques liés aux sables bitumineux présents dans les eaux souterraines le long de deux alignements de puits choisis pour comprendre les sites d'exploitation à ciel ouvert dans la région de sables bitumineux d'Athabasca.

Point central indirect : Les résultats découlant de ce projet éclaireront les plans de gestion des résidus de l'exploitation à ciel ouvert des sables bitumineux.

Statut : Activités 1 et 2 (décrites ci-dessus) en cours (de 2009 à 2014). Les activités 3 et 4 étaient des études pilotes entreprises dans le cadre du Fonds pour l'énergie propre, et elles sont terminées (de 2010 à 2012).

Résultats escomptés et obtenus : Alberta Environment et Environnement Canada sont des partenaires clés de ce projet. Ces résultats seront utilisés par l'industrie et les partenaires clés afin d'éclairer la gestion environnementale des résidus des sables bitumineux.

Contribution primaire : Les résultats et les données de recherche.

Chercheuse principale : Martine Savard, Ph. D., Commission géologique du Canada (Québec).

Optimisation de l'assainissement des résidus de mines d'or en Nouvelle-Écosse

Objectifs

- 1) Élaborer des stratégies d'assainissement appropriées pour les résidus d'anciennes mines d'or riches en arsenic en Nouvelle-Écosse afin a) d'empêcher les concentrations d'arsenic d'augmenter dans les eaux de surface et souterraines en aval; et b) de réduire les risques pour la santé des résidents locaux et des usagers récréatifs de ces sites.
- 2) Définir les mesures de contrôle géochimique et microbien pour la stabilité des minéraux contenant de l'arsenic dans les résidus de mines d'or altérés, et élaborer des options d'assainissement pouvant réduire au minimum les rejets d'arsenic.
- 3) Élaborer des lignes directrices afin d'optimiser la gestion et l'assainissement des terres stériles à forte teneur en arsenic dans les mines aurifères en activité et abandonnées dans l'ensemble du Canada et ailleurs dans le monde.

Activités

- 1) Travaux sur le terrain en cours dans les sites des mines abandonnées Montague et Goldenville en Nouvelle-Écosse afin d'évaluer les solides et les eaux interstitielles des résidus, le rôle des microbes dans le contrôle de la mobilité de l'arsenic et de l'efficacité des doublures d'argile géosynthétique utilisées pour couvrir les résidus.
- 2) Expériences sur le terrain et en laboratoire afin de faire une recherche sur le comportement de la lixiviation dans les résidus des mines aurifères dans le cadre de divers scénarios d'élimination et d'évaluer le rôle des colloïdes dans les rejets et le transport de l'arsenic.

- 3) Réunions en continu avec les organisations de soutien et le ministère de l'Environnement de la Nouvelle-Écosse afin de s'assurer que les résultats découlant du projet sont utilisés de manière appropriée pour éclairer les plans de gestion des résidus dans les anciens sites d'exploitation aurifère.

Point central direct : Les résultats s'appliqueront aux mines d'or modernes et anciennes.

Statut : En cours. Activité réalisée dans le cadre du Programme de géoscience environnementale du Secteur des sciences de la Terre (SST). Lancé en septembre 2008; date d'achèvement : le 31 mars 2014.

Résultats escomptés : Les résultats de ce projet seront utilisés par la province de la Nouvelle-Écosse afin d'optimiser les plans d'assainissement de résidus anciens à deux sites en Nouvelle-Écosse pour réduire les risques pour l'écosystème et la santé humaine. Les renseignements seront utilisés afin d'élaborer des lignes directrices générales pour la gestion des résidus de mines d'or à haute teneur en arsenic à des mines d'or actives ou abandonnées partout au Canada et à d'autres endroits dans le monde.

Contribution primaire : Les résultats et les données de recherche.

Chercheur principal : Michael Parsons, Ph. D., Commission géologique du Canada (Atlantique). Michael Parsons est le corechercheur principal sur une subvention stratégique du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNC) en soutien à ce travail avec l'Université Queen's, l'Université Trent, l'Université d'Ottawa, la société AMEC, SRK Consulting et le ministère de l'Environnement de la Nouvelle-Écosse.

Modèle géoenvironnemental pour les dépôts d'uranium et des éléments des terres rares dans la pegmatite granitique de la province géologique de Grenville

Objectifs

- 1) Fournir des conditions de base préliminaires afin de caractériser les dangers possibles et élaborer les lignes directrices visant à évaluer les risques pour la santé humaine et les écosystèmes que pose le développement des ressources d'uranium et d'éléments des terres rares (ETR).

- 2) Caractériser les concentrations et les hôtes minéraux des radionucléides, des ETR et des métaux dans les anciennes terres stériles des dépôts d'uranium dans le granite près de Bancroft, en Ontario.
- 3) Évaluer les contrôles géochimiques de la mobilité des radionucléides et des ETR dans les eaux de surface qui drainent les terres stériles et les régions naturellement minéralisées.
- 4) Examiner le rôle des minéraux secondaires et des colloïdes dans le contrôle du transport des radionucléides et des ETR dans les eaux de surface.
- 5) Déterminer les concentrations et la spéciation des radionucléides et des ETR dans les sédiments lacustres en aval d'anciens bassins à résidus d'uranium à la mine Bicroft, située à proximité de Cardiff, en Ontario, afin d'évaluer le rôle des sédiments en tant que puits à long terme pour les contaminants.

Activités

- 1) Prélever des échantillons dans les eaux de surface, les sédiments et les résidus à la mine Bicroft afin d'examiner les effets saisonniers sur les propriétés chimiques de l'eau.
- 2) Procéder à des analyses détaillées en laboratoire des eaux et des sédiments pour examiner les métaux et les radionucléides afin d'évaluer les hôtes minéraux de ces éléments et le rôle des colloïdes dans les rejets et le transport de l'uranium.
- 3) Jumeler les résultats à ceux des études simultanées de la Commission géologique du Canada sur les eaux souterraines, la géochimie de surface et les gaz du sol (radon) afin de procéder à une caractérisation géoscientifique des risques environnementaux liés aux dépôts d'uranium et d'ETR dans la pegmatite granitique afin de mieux éclairer l'élaboration des politiques publiques et la prise de décision touchant à la réglementation.

Point central direct : Les résultats s'appliqueront aux mines modernes et anciennes d'uranium et d'ETR.

Statut : En cours. Activité dans le cadre du Programme de géoscience environnementale du SST. Entreprise en 2009; date d'achèvement prévue : le 31 mars 2014.

Résultats escomptés : Les résultats de ce projet serviront à la Commission canadienne de sûreté nucléaire et aux ministères provinciaux de l'Environnement pour

l'évaluation des risques pour la santé humaine et les écosystèmes associés aux dépôts d'uranium contenus dans le granite. La comparaison des prévisions et les données actuelles relatives à la qualité de l'eau dans les mines d'uranium désaffectées pourra également servir à déterminer la fiabilité des prévisions d'anciens énoncés des incidences environnementales et à améliorer les mesures d'atténuation futures.

Contribution primaire : Les résultats et les données de recherche.

Chercheurs principaux : Michael Parsons, Ph. D., Commission géologique du Canada (Atlantique), Alexandre Desbarats, Ph. D., Commission géologique du Canada (Nord du Canada).

Outils d'évaluation des incidences sur l'environnement en aval des sites miniers contaminés : étude du lac Dasserat

Objectifs

- 1) Établir des outils géoscientifiques d'étude d'impact sur l'environnement et de caractérisation des risques environnementaux.
- 2) Produire des archives sur les sédiments lacustres.
- 3) Effectuer une télédétection hyperspectrale, particulièrement dans le cadre de l'évaluation des effets cumulatifs dans l'environnement, des programmes de surveillance et de suivi en aval des sites miniers contaminés.

Activités

- 1) Déterminer l'historique et l'étendue spatiale de la contamination par les métaux au moyen de la répartition des concentrations de métaux et des diatomées.
- 2) Déterminer les sources de contamination par les métaux des lacs Dasserat et Arnoux, afin de déterminer si elle est attribuable aux activités industrielles ou causée par la minéralisation naturelle, en utilisant les profils des métaux dans les sédiments des lacs et les études géochimiques ou visant à établir la composition métallique ou isotopique.

- 3) Prendre en considération les processus de séquestration ou de remobilisation des métaux contaminants dans les sédiments des lacs et dans les eaux de surface, y compris le rôle des bactéries, de la sédimentation et du type de sédiment, de la minéralogie environnementale et des matières organiques.
- 4) Documenter la dégradation de l'environnement (p. ex., l'état de la végétation) dans les bassins hydrographiques du lac Dasserat et la récupération après la remise en état du site Aldermac en utilisant des techniques chronologiques d'images optiques et obtenues au moyen de la télédétection hyperspectrale lesquelles détectent et suivent la progression des changements de surface liés aux sources des contaminants.

Point central indirect : Les résultats seront utilisés par Environnement Canada (programme national d'Étude de suivi des effets sur l'environnement (ESEE) des mines de métaux) et la province de Québec (ministère des Ressources naturelles et du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec).

Statut : En cours. Activité dans le cadre du Programme de géoscience environnementale du SST. Entreprise en 2009; date d'achèvement prévue : le 31 mars 2014.

Résultats escomptés : L'étude du lac Dasserat permettra de concevoir des outils géoscientifiques pour la caractérisation des risques environnementaux : archives sur les sédiments lacustres; étude des eaux de surface et des sédiments en fond de lac; sondage acoustique de la couche sous-jacente et télédétection hyperspectrale, particulièrement pour l'évaluation des effets cumulatifs sur l'environnement, la surveillance et les programmes de suivi en aval des sites miniers contaminés.

Contribution primaire : Les résultats et les données de recherche.

Chercheur principal : Sam Alpay, Ph. D., Commission géologique du Canada (Nord du Canada).

Technologies de télédétection appliquées à des projets d'assainissement de l'environnement

Objectif : Consulter l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) de l'Organisation des Nations unies (ONU) sur l'élaboration de lignes directrices pour les états membres sur l'application de la télédétection pour appuyer les exigences de déclaration sur la gestion de l'assainissement des mines radioactives et de sites de déchets.

Activités

- 1) Trois réunions de consultation ont eu lieu avec l'AIEA.
- 2) L'AIEA a procédé à un examen interne.
- 3) La documentation est présentement soumise à un examen final.

Point central direct : Bien qu'ils soient directement liés à l'exploitation minière de matières radioactives, les résidus et les roches stériles ne sont pas forcément radioactifs. L'assainissement nécessite que l'érosion et le transport environnemental des résidus n'aient pas d'effet négatif sur le milieu ambiant selon l'utilisation des terres. La télédétection pour la surveillance des incidences sur l'environnement, ou la détection directe des résidus, contribue à la gestion des résidus.

Statut : Terminé. Activité réalisée dans le cadre du Programme de géoscience environnementale du SST.

Résultats obtenus : Les lignes directrices seront distribuées aux états membres comme un supplément aux méthodes de déclaration à l'AIEA-ONU de l'exploitation de minerai radioactif ou des activités environnementales.

Contribution primaire : Rapport.

Chercheur principal : H. Peter White, Ph. D., Centre canadien de télédétection.

Secteur de l'énergie



Il n'y a actuellement aucune activité de recherche qui a été définie dans le Secteur de l'énergie. Pour la recherche liée aux résidus des sables bitumineux, consultez le Secteur de l'innovation et de la technologie énergétique (SITE).

Secteur de l'innovation et de la technologie énergétique



Atténuation de l'empreinte environnementale des résidus des sables bitumineux

Objectif : Réduire la quantité d'eau utilisée pour chaque baril de bitume produit. Cette recherche contribue directement à la mise au point des technologies visant à produire des résidus secs et empilables.

Activités

- 1) Élaborer et faire la démonstration de nouvelles technologies visant à améliorer la récupération d'eau.
- 2) Élaborer et faire la démonstration du potentiel de confinement de résidus et de l'eau recyclée sans danger pour l'environnement.
- 3) Élaborer et faire la démonstration de la valeur d'intégrer le coke, le soufre, les asphaltènes et les autres flux de déchets dans les dépôts de résidus plutôt que les stocker dans des zones exposées.

Point central direct avec un peu de point indirect ayant des composantes significatives :

Certains aspects du programme visent la récupération de bitume des bassins à résidus et des cycles de traitement des résidus, ou l'utilisation d'autres flux de déchets afin d'améliorer l'exécution des technologies de résidus secs empilables.

Statut : En cours. Le Fine Tailings Fundamentals Consortium (consortium sur les principes fondamentaux des résidus fins, de 1989 à 1995) a mené à la mise au point et à la commercialisation du procédé de résidus composites à Suncor. À son tour, cela a mené à la mise au point des techniques du creusement de tranchées périphériques (2004-2014) et de la centrifugation (2000-2012). Tous ces procédés profiteront de différentes façons de la récupération du bitume ou de son intégration à d'autres déchets des sables bitumineux tels que le soufre, les asphaltènes et le coke (2010-2015).

Résultats escomptés et obtenus : La technologie des résidus se situe aujourd'hui où le procédé d'extraction se situait au commencement de l'industrie. De nombreux problèmes techniques ont été surmontés, mais il reste encore énormément de travail à faire pour améliorer le procédé sur le plan économique et sur le plan du rendement. Le programme des résidus du SITE vise ces lacunes.

Contribution primaire : Les résultats de la recherche et les technologies.

Chercheuse principale : Kim Kasperski, Ph. D., CanmetÉNERGIE Devon (SITE), financement par le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE).

Questions concernant l'eau dans l'exploitation des sables bitumineux

Objectif : Comprendre, prédire et réduire les incidences sur la qualité changeante de l'eau de traitement dans les activités liées à l'exploitation des sables bitumineux et à la remise en état.

Activités

- 1) Concevoir et construire des modèles de qualité de l'eau pour les opérations minières des sables bitumineux dans le but de prédire l'incidence des modifications opérationnelles, telles que le traitement des résidus sur la qualité de l'eau et les répercussions résultantes pour les opérations et la remise en état.
- 2) Mesurer et modéliser la thermodynamique de la répartition des composés organiques volatils (COV) et des contaminants solubles dans les bassins à résidus.
- 3) Mesurer et atténuer autant que possible les réactions d'encrassement dans les exploitations *in situ* afin de réduire le traitement de l'eau et les flux de déchets.

Point central direct avec un peu de point indirect ayant des composantes significatives :

Dans les exploitations des sables bitumineux, la chimie de l'eau touche tout, car toute l'eau récupérée des résidus est recyclée de sorte que toute méthode de traitement des résidus modifiera la chimie de l'eau. Il faut comprendre la chimie de l'eau, comment elle change et comment ces changements touchent l'extraction des sables bitumineux, le comportement des résidus et, en fin de compte, la remise en état.

Statut : En cours. La modélisation de la qualité de l'eau est terminée. Le reste du projet est en cours.

Résultats escomptés : Modélisation des propriétés chimiques de l'eau dans les sites d'exploitation des sables bitumineux ouverts en 1998 avec Suncor. Le modèle le plus récent a été réalisé en 2006 pour le compte de Canadian Natural Resources Limited. Divers projets de ce programme ont commencé en 2008 et se poursuivent toujours. Les projets ont évolué et de nouveaux projets se sont élaborés avec la venue de nouveaux enjeux, relevés par le SITE, les autorités de réglementation provinciales et les personnes-ressources de l'industrie.

Contribution primaire : Les résultats de la recherche et la modélisation.

Chercheure principale : Kim Kasperski, Ph. D., CanmetÉNERGIE Devon (SITE), financement par le Programme de recherche et de développement énergétiques.

Secteur des minéraux et des métaux et CanmetMINES



Évaluation des pratiques de gestion des résidus miniers au Canada (conjointement avec la CCSN)

Objectifs

- 1) Enquêter sur les pratiques en matière de gestion des résidus miniers au Canada et déterminer la justification scientifique expliquant le choix de certaines pratiques de gestion des résidus miniers.
- 2) Évaluer la fiabilité des prévisions sur la qualité de l'eau avant l'exploitation minière et repérer les facteurs de risque inhérent qui peuvent avoir une incidence sur la qualité de l'eau.

Activités : Initiative conjointe d'Environnement Canada, de la Commission canadienne de sûreté nucléaire et de CanmetMINES visant l'évaluation des données afin de prendre les mesures suivantes :

- 1) Inventorier les principales mines de métaux et d'uranium au Canada et établir une base de données avec les renseignements sur ces mines contenant une description des caractéristiques des résidus qu'elles produisent et des pratiques de gestion qu'elles ont mises en place.
- 2) Évaluer les renseignements puisés dans les énoncés des incidences environnementales et d'autres rapports sur les prévisions de la qualité de l'eau pour les mines.
- 3) Choisir un sous-ensemble représentatif des mines qui comptent suffisamment de données pour approfondir l'étude.
- 4) Repérer les causes les plus courantes d'incidence sur la qualité de l'eau et de lacunes sur le plan des prévisions, et déterminer si des facteurs de risque inhérent étaient présents dans les mines qui auraient pu prédisposer l'exploitation à des problèmes de qualité de l'eau.

Point central direct

Statut : À mettre en œuvre. Date d'achèvement proposée : septembre 2013.

Résultats escomptés : Un rapport de projet et un séminaire. Article dans une revue, s'il y a lieu.

Chercheurs principaux : Michael Rinker, Karina Lange, Richard Goulet, CCSN; John Kwong, Janice Zinck, CanmetMINES.

Biochar pour la restauration des mines

Objectifs

- 1) Faire la démonstration du potentiel d'utilité du biochar dans la remise en état des mines.
- 2) Évaluer les possibilités de séquestration du carbone dans les résidus miniers.
- 3) Évaluer l'incidence des amendements riches en carbone sur la stabilité des résidus.

Activités

- 1) Essais en laboratoire de la séquestration des métaux.
- 2) Essais de croissance.
- 3) Essais sur le terrain.

Point central direct

Statut : À mettre en œuvre. Date d'achèvement prévue : mars 2016.

Résultats escomptés : Faire la démonstration que le biochar est un amendement utile dans la remise en état des résidus puisqu'il diminue la lixiviation des métaux tout en triant le carbone dans les résidus.

Chercheuse principale : Suzanne Beauchemin, CanmetMINES.

Biolixiviation des résidus de pyrrhotite

Objectif : Biolixiviation pour récupérer une teneur en nickel des résidus de pyrrhotite et réduire le potentiel de formation d'acide à partir de ces résidus.

Activités : Études de biolixiviation dans des réservoirs agités.

Point central direct : Une technologie peut être utilisée pour récupérer des métaux à partir des déchets et réduire son potentiel de formation d'acide.

Statut : En cours. Date d'achèvement proposée : mars 2014.

Résultats escomptés : Les résultats montreront la faisabilité de la récupération du nickel dans les résidus de pyrrhotite et de la production de déchets affichant un potentiel de diminuer la formation d'acide.

Chercheur principal : Rory Cameron, CanmetMINES.

Examen critique des incidences sur l'environnement du placement des résidus dans les grands fonds marins

Objectifs

- 1) Rédiger un compte rendu de la documentation sur les incidences écologiques du placement des résidus dans les grands fonds marins (PRGFM).
- 2) Préparer des articles de synthèse sur les résultats en vue de leur publication dans des revues scientifiques ayant une incidence importante.

Activités

- 1) Rencontrer les collaborateurs internationaux à Brisbane, en Australie, (décembre 2011) afin d'établir la portée des travaux.
- 2) La Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) dirigera la préparation d'un article de synthèse sur les incidences écologiques du PRGFM.
- 3) CanmetMINES dirigera la rédaction d'un article sur la viabilité du PRGFM comme méthode de gestion des résidus.

Point central direct

Statut : En cours. Décembre 2013.

Résultats escomptés : Deux articles de synthèse en vue de leur publication dans des revues scientifiques ayant une incidence importante et un document de travail général qui sera affiché dans le site Web de la CSIRO.

Chercheurs principaux : David Brewer, CSIRO (Australie); John Kwong, CanmetMINES.

Modèles de gisements environnementaux pour le Nord canadien

Objectif : Élaborer des modèles de gisements environnementaux pour des types spécifiques de gisements de minerai dans le Nord canadien afin de faciliter le développement d'une exploitation minière durable.

Activités : Les modèles élucident l'interconnexion entre la géologie des gisements, l'exploitation minière, les méthodes de traitement des minéraux et les options de gestion des déchets miniers afin de contribuer à une sélection des meilleures combinaisons de méthodes pour réduire au minimum le coût global et les incidences sur l'environnement d'un projet minier. La gestion des résidus est un composant important des modèles.

Point central indirect

Statut : Presque terminé. Décembre 2013.

Résultats escomptés : Un rapport technique; des articles pour des revues et des conférences; des fiches de renseignements et des ateliers de transfert de technologie.

Chercheur principal : John Kwong, CanmetMINES.

Évaluation des risques écologiques et des avantages de la végétalisation à Thedford Mines – phase I

Objectif : Déterminer la faisabilité d'établir une couverture végétale sur les résidus d'amiante par des essais dans des contenants en laboratoire et des données sur l'effet de la végétation sur la mobilité des métaux, des nutriments et du carbone dans le système sol-plante.

Activités

- 1) Procéder à une analyse documentaire.
- 2) Recueillir des échantillons de résidus.
- 3) Effectuer des essais dans des contenants en laboratoire.
- 4) Produire un rapport.

Point central direct : La végétalisation représente l'une des options de fin de vie pour les déblais de résidus d'amiante.

Statut : Terminé. Rapport terminé en décembre 2011.

Résultats obtenus : Les résultats déterminent la faisabilité de la végétalisation avec ou sans amendement du sol et l'effet de la végétalisation sur la chimie des résidus.

Chercheur principal : Yonghong Wu, CanmetMINES.

Évaluation sur le terrain de l'occurrence d'un biofilm algal sur des résidus submergés

Objectifs

- 1) Déterminer si les biofilms photosynthétiques sont présents en règle générale sur des résidus miniers submergés.
- 2) Déterminer les conditions physicochimiques favorables à la formation du biofilm.
- 3) Préciser les effets du biofilm sur la mobilisation des métaux.

Activités

- 1) Études sur le terrain et échantillonnage dans cinq sites miniers du Nord du Québec et de l'Ontario où se trouvent des résidus submergés de compositions différentes.

- 2) Analyse en laboratoire des propriétés chimiques de l'eau et de la minéralogie afin d'appuyer les observations et les mesures prises sur le terrain.

Point central direct

Statut : Terminé. Septembre 2009 – novembre 2010.

Résultats obtenus : Rapport sur la NEDEM 2,12.2b officiellement publié en mai 2011.

Chercheur principal : John Kwong, CanmetMINES.

Mines vertes – Énergie verte

Objectifs

- 1) Remettre en état des résidus d'extraction minière.
- 2) Produire des matières premières pour biocarburants en provenance de sites de dépôts des résidus.

Activités

- 1) Établir et surveiller des parcelles expérimentales sur le terrain afin de déterminer la faisabilité de l'établissement de terres agricoles sur des résidus miniers en utilisant des déchets organiques.
- 2) Réaliser des études sur le lessivage sur colonne en laboratoire.
- 3) Établir trois endroits d'essai sur le terrain en Ontario et un en Colombie-Britannique.

Point central direct

Statut : En cours. Premiers essais sur le terrain effectués en 2008. Élargis en 2011. Surveillance qui se poursuivra jusqu'au moins en 2015.

Résultats escomptés ou obtenus : Les résultats ont révélé ce qui suit :

- 1) Le canola et le maïs peuvent être cultivés sur des résidus miniers amendés de façon organique.
- 2) Le rendement en grains du canola a égalé la moyenne agricole de l'Ontario.
- 3) L'effet sur la minéralogie des résidus et les eaux souterraines : jusqu'à maintenant, aucune absorption racinaire des métaux n'a été observée dans la couverture organique.

Chercheur principal : Bryan Tisch, CanmetMINES.

Programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier (NEDEM) – Stratos

Objectif : Étudier et prédire les enjeux prioritaires qui concernent l'exploitation minière au Canada, y compris la gestion des résidus miniers.

Activités : Procéder à une étude sur papier afin d'examiner l'incidence des changements climatiques sur l'eau et les activités de gestion des résidus, y compris des structures de confinement des résidus.

Point central direct

Statut : Terminé.

Résultats obtenus : Le document indique les aspects dont il faudra tenir compte dans le cadre des prochains projets de lutte sur les changements climatiques.

Chercheur principal : Stratos Inc.

Programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier (NEDEM) – EcoMetrix

Objectif : Étudier et prédire les enjeux prioritaires qui concernent l'exploitation minière au Canada, y compris la gestion des résidus miniers.

Activités : Au cours d'une étude menée en laboratoire, on a évalué les avantages d'encapsuler des résidus produisant de l'acide au moyen de résidus consommant de l'acide dans le cadre d'une stratégie de mesures d'atténuation pour la qualité de l'eau, y compris la neutralisation de l'acide.

Point central direct

Statut : Terminé.

Résultats escomptés : Les résultats seront mis en application sur le terrain pour la gestion de résidus produisant de l'acide en Ontario. L'étude suit son cours.

Chercheur principal : EcoMetrix Incorporated.

Programme de neutralisation des eaux de drainage dans l'environnement minier (NEDEM) – RNCAN

Objectif : Étudier et prédire les enjeux prioritaires qui concernent l'exploitation minière au Canada, y compris la gestion des résidus miniers.

Activités : Produire un manuel intitulé *Prediction Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials*, qui fournit de l'information en vue de mettre en place un programme de prévision portant sur le drainage minier, et sur la gestion des résidus.

Point central direct

Statut : Terminé.

Résultats obtenus : Transfert de l'information en cours par le truchement d'ateliers et de cours.

Chercheurs principaux : RNCAN, CanmetMINES.

Caractérisation minéralogique et spéciation de l'arsenic dans des résidus de cellules par champ d'essai au site de la mine Delnorte

Objectifs

- 1) Déterminer la forme et la nature de l'arsenic présent dans les résidus et évaluer l'influence de la couverture organique sur la stabilité des espèces d'arsenic.
- 2) Évaluer les options en vue d'une gestion à long terme des résidus.

Activités

- 1) Caractérisation minéralogique des résidus, y compris par des examens de diffraction des rayons X et de microscopie électronique à balayage.
- 2) Spéciation de l'arsenic au moyen de spectroscopies XANES (X-ray absorption near edge spectroscopy).

Point central direct

Statut : Terminé.

Chercheur principal : Dogan Paktunc, CanmetMINES.

Examen des options pour des résidus et des débris de roche

Objectif : Résumer les options et les critères de sélection afin d'aider les intervenants à choisir les meilleures options en matière de gestion des résidus.

Activités

- 1) Élaborer une évaluation pour examiner et sélectionner des options de gestion des déchets.
- 2) Soumettre aux intervenants le document et l'outil de sélection préliminaire à des fins d'examen par des pairs.

Point central direct

Statut : En cours.

Résultats escomptés : Examen des documents et outil de sélection préliminaire pour l'évaluation des options.

Chercheurs principaux : Janice Zinck, Gilles Tremblay, CanmetMINES.

Propriétés physiques et chimiques de remblais de mine lessivés

Objectif : Étudier et documenter les effets du lessivage sur les remblais de mine constitués de résidus.

Activités : Utiliser des simulations en laboratoire et des conditions réelles de mines souterraines afin de lixivier et altérer des remblais de mine préparés en utilisant du ciment Portland classique et des liants alternatifs.

Point central direct

Statut : En cours. Lancé à l'automne 2008, achèvement au printemps 2014.

Résultats escomptés : L'élaboration de pratiques minières qui se traduiront par des remblais présentant une stabilité physique et chimique à long terme.

Chercheur principal : Allen Pratt, CanmetMINES.

Minéralogie quantitative de la kimberlite traitée et d'échantillons de stérile de la mine de diamants Diavik

Objectifs

- 1) Déterminer la composition minéralogique et l'abondance des minéraux.
- 2) Évaluer le potentiel d'oxydation, d'altération et de neutralisation des matériaux dans une installation de stockage de kimberlite traitée.

Activités

- 1) Assurer la caractérisation minéralogique des résidus, au moyen d'examen par microscopie optique, diffraction des rayons X, microscopie électronique à balayage et des analyses par sonde électronique.
- 2) Effectuer des calculs afin de déterminer le potentiel de production et de neutralisation d'acide des minéraux.

Point central direct

Statut : Terminé.

Chercheur principal : Dogan Paktunc, CanmetMINES.

Remobilisation du radium des résidus d'uranium submergés (conjointement avec la CCSN)

Objectifs

- 1) Déterminer les mécanismes d'atténuation et de dégagement du radium (Ra) dans les anciens sites miniers.
- 2) Établir un rapport entre les processus déterminés et les caractéristiques du site afin d'améliorer la prévisibilité à long terme et d'éclairer l'élaboration des meilleures stratégies de gestion des résidus dans le but d'empêcher la remobilisation du radium.

Activités

- 1) Examiner les travaux menés antérieurement afin de repérer les lacunes et les incertitudes sur le plan des données.
- 2) Effectuer des études et des échantillonnages supplémentaires sur le terrain afin de définir des paramètres clés probables qui contrôlent le dégagement ou l'immobilisation du radium.
- 3) Effectuer des microanalyses *in situ* dans le but de révéler le mécanisme d'adhésion du radium, et des essais en colonne pour distinguer d'autres mécanismes de séquestration et de dégagement du radium.
- 4) Élaborer et effectuer des essais en colonne et comparer les résultats à ceux des études sur le terrain.
- 5) Analyser la manière dont les conditions du site influencent le comportement à long terme du radium 226 dans les résidus d'uranium.
- 6) Définir les stratégies de gestion appropriées pour empêcher la remobilisation du radium.

Point central direct

Statut : Projet lancé le 1^{er} juin 2011 et qui doit se terminer en juillet 2014.

Résultats escomptés : Rapport portant sur une analyse documentaire, rapport de projet et publication d'articles dans des revues, au besoin.

Chercheurs principaux : Michael Rinker, Karina Lange, Richard Goulet, CCSN; John Kwong, CanmetMINES.

Retraitement des résidus de l'amiante – phase I : caractérisation des résidus

Objectif : Obtenir une compréhension objective et cohérente de l'interrelation entre les propriétés minéralogiques, chimiques, structurales, texturales et morphologiques de résidus produits à partir d'activités minières qui portent sur la chrysolite.

Activités : Des efforts sont réalisés afin de compléter les forces respectives des techniques avancées d'analyse et de préparation des échantillons telles que la diffraction des microrayons X, la microscopie électronique à balayage à émission de champ, la microanalyse aux rayons X par sonde électronique et les méthodes de caractérisation synchrotronne afin d'obtenir une puissante approche intégrée de la caractérisation de ce déchet complexe.

Point central indirect : Offrir des renseignements pertinents sur la nature des matériaux des résidus qui pourraient être utilisés par la suite pour l'élaboration d'un procédé de transformation viable et écologique des déchets.

Statut : Terminé. Date d'achèvement : décembre 2011.

Résultats obtenus : Rapport final et publication.

Chercheur principal : Yves Thibault, CanmetMINES.

Oxydation des sulfures et mobilisation de l'arsenic dans les résidus miniers de la rivière Ketza

Objectif : Déterminer les changements minéralogiques liés à la profondeur, y compris les effets microbiologiques sur l'arsenic rejeté des résidus.

Activités : Assurer une caractérisation minéralogique des résidus, y compris des examens par microscopie optique, par diffraction des rayons X et par microscopie électronique à balayage; des tests d'extraction chimique; une spéciation de l'arsenic; une caractérisation à l'échelle moléculaire en utilisant une analyse XANES ou EXAFS (spectroscopie de la structure fine par absorption des rayons X).

Point central direct

Statut : Terminé.

Chercheur principal : Dogan Paktunc, CanmetMINES.

Une approche fondée sur la valeur probante pour évaluer le recyclage des métaux pertinents aux sables bitumineux dans des bassins à résidus et la rivière Athabasca

Objectif : Déterminer le sort et l'effet des métaux dans les bassins à résidus des sables bitumineux et la rivière Athabasca adjacente.

Activités

- 1) Recueillir des échantillons dans la rivière Athabasca et les bassins à résidus.
- 2) Soumettre les échantillons à une analyse chimique et à des tests de toxicité.
- 3) Produire un rapport.

Point central direct : D'autres renseignements sont requis sur le recyclage des métaux dans des bassins à résidus des sables bitumineux pour une bonne gestion.

Statut : Terminé. Mise en œuvre en octobre 2010; le rapport a été produit en mars 2012.

Résultats escomptés : Les résultats indiqueront si des métaux d'importance sont présents dans des bassins à résidus et la rivière ainsi que leurs effets possibles sur l'environnement.

Chercheuses principales : Carrie Rickwood, Philippa Huntsman-Mapila, Canmet/MINES.

Commission canadienne de sûreté nucléaire



Évaluation des pratiques de gestion des résidus miniers au Canada (conjointement avec la CCSN)

Objectifs

- 1) Faire une étude sur les pratiques en matière de gestion des résidus miniers au Canada et déterminer la justification scientifique expliquant le choix de certaines pratiques de gestion des résidus miniers.
- 2) Évaluer la fiabilité des prévisions sur la qualité de l'eau avant l'exploitation minière et repérer les facteurs de risque inhérent qui peuvent avoir une incidence sur la qualité de l'eau.

Activités : Initiative conjointe d'Environnement Canada, de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) et de CanmetMINES visant l'évaluation des données afin de prendre les mesures suivantes :

- 1) Inventorier les principales mines de métaux et d'uranium au Canada et établir une base de données avec les renseignements sur ces mines contenant une description des caractéristiques des résidus qu'elles produisent et des pratiques de gestion qu'elles ont mises en place.
- 2) Évaluer les renseignements puisés dans les énoncés des incidences environnementales et d'autres rapports sur les prévisions de la qualité de l'eau pour les mines.
- 3) Choisir un sous-ensemble représentatif des mines qui comptent suffisamment de données pour approfondir l'étude.
- 4) Repérer les causes les plus courantes d'incidence sur la qualité de l'eau et de lacunes sur le plan des prévisions, et déterminer si des facteurs de risque inhérent étaient présents dans les mines qui auraient pu prédisposer l'exploitation à des problèmes de qualité de l'eau.

Point central direct

Statut : À mettre en œuvre. Date d'achèvement proposée : septembre 2013.

Résultats escomptés : Un rapport de projet et un séminaire. Article dans une revue, s'il y a lieu.

Chercheurs principaux : Michael Rinker, Karina Lange, Richard Goulet, CCSN; John Kwong, Janice Zinck, CanmetMINES.

Effets sur la santé et la capacité de reproduction du biote suivant une exposition chronique aux radionucléides émetteurs de particules alpha

Objectifs

- 1) Évaluer les effets à long terme de l'exposition interne chronique sur le biote non humain de faibles doses de radionucléides émetteurs de particules alpha.
- 2) Contribuer aux initiatives nationales et internationales visant à établir des données de référence de toxicité pertinentes sur le plan écologique pour l'exposition chronique aux émetteurs de particules alpha.

Activités

- 1) Choisir des animaux sauvages afin que les résultats puissent être extrapolés aux conditions naturelles des sites miniers et des usines de traitement de l'uranium.
- 2) Mener des études expérimentales sur l'exposition interne chronique de modèles d'animaux plus élaborés à des faibles doses de radionucléides émetteurs de particules alpha.
- 3) Interpréter les données afin d'en tirer des données de référence de toxicité pour plusieurs indicateurs de résultat biologiques pertinents pour la survie de la population et des unités élémentaires.

Point central indirect : Une recherche est en cours sur les effets du rayonnement alpha sur la santé et l'adaptation du système de reproduction pour deux émetteurs de particules alpha à chaîne de désintégration de l'uranium 238 pour des biotes représentatifs des sites des mines d'uranium en Saskatchewan. Ces données seront utilisées pour établir des données de référence nécessaires sur la toxicité pour l'évaluation du risque de projets de mines d'uranium dans le Nord de la Saskatchewan.

Statut : En cours. Le calendrier du projet de recherche couvre la période de juin 2009 à mai 2013.

Résultats escomptés : Rapports d'étape, un résumé et un rapport de projet, ainsi que des publications, s'il y a lieu.

Contribution primaire : Données de référence sur la toxicité, données de recherche et rapports.

Chercheurs principaux : Michael Rinker, CCSN; Carmel Mothersill, Université McMaster.

Études sur l'environnement à d'anciens sites

Objectif : Étudier les effets à long terme de la radiation sur les biotes des anciens sites nucléaires dans des environnements différents.

Activités : Donner une orientation future à la recherche environnementale aux sites miniers d'uranium et aux anciens sites similaires au Canada et dans l'ancienne Union soviétique.

Point central indirect : Recenser les risques environnementaux pour les biotes posés par l'uranium et d'autres contaminants radioactifs et non radioactifs liés aux résidus de mines d'uranium.

Statut : Orientation préliminaire terminée. La description du projet est en cours d'élaboration.

Résultats obtenus : Un atelier de l'établissement de la portée a eu lieu en mai 2011. Un rapport d'établissement de la portée est terminé.

Chercheurs principaux : Michael Rinker, Steve Mihok, CCSN.

Remobilisation du radium des résidus d'uranium submergés (conjointement avec CanmetMINES de RNCAN)

Objectifs

- 1) Déterminer les mécanismes d'atténuation et de dégagement du radium dans les anciens sites miniers.
- 2) Établir un rapport entre les processus déterminés et les caractéristiques du site afin d'améliorer la prévisibilité à long terme et d'éclairer l'élaboration des meilleures stratégies de gestion des résidus dans le but d'empêcher la remobilisation du radium.

Activités

- 1) Examiner les travaux menés antérieurement afin de repérer les lacunes et les incertitudes sur le plan des données.
- 2) Effectuer des études et des échantillonnages supplémentaires sur le terrain afin de définir des paramètres clés probables qui contrôlent le dégagement ou l'immobilisation du radium.
- 3) Effectuer des microanalyses *in situ* dans le but de révéler le mécanisme d'adhésion du radium, et des essais en colonne pour distinguer d'autres mécanismes de séquestration et de dégagement du radium.
- 4) Élaborer et effectuer des essais en colonne et comparer les résultats à ceux des études sur le terrain.
- 5) Analyser la manière dont les conditions du site influencent le comportement à long terme du radium 226 dans les résidus d'uranium.
- 6) Définir les stratégies de gestion appropriées pour empêcher la remobilisation du radium.

Point central direct

Statut : Projet lancé en juin 2011 et doit se terminer en septembre 2013.

Résultats escomptés : Rapport portant sur une analyse documentaire, rapport de projet et publication d'articles dans des revues, au besoin.

Chercheurs principaux : Michael Rinker, Karina Lange, Richard Goulet, CCSN; John Kwong, CanmetMINES.