



SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES POUR RÉDUIRE L'EMPREINTE ÉCOLOGIQUE DE L'EXPLOITATION DES SABLES BITUMINEUX AU CANADA

Sommaire



Council of Canadian Academies
Conseil des académies canadiennes

Le savoir au service du public

**SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES POUR RÉDUIRE L'EMPREINTE
ÉCOLOGIQUE DE L'EXPLOITATION DES SABLES BITUMINEUX AU CANADA**

**Le comité d'experts sur la capacité des technologies nouvelles et
émergentes de réduire les incidences environnementales de l'exploitation
des sables bitumineux**

LE CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES

180, rue Elgin, bureau 1401, Ottawa (Ontario) Canada K2P 2K3

Avis : Le projet sur lequel porte ce rapport a été entrepris avec l'approbation du conseil des gouverneurs du Conseil des académies canadiennes (CAC). Les membres du conseil des gouverneurs sont issus de la Société royale du Canada (SRC), de l'Académie canadienne du génie (ACG) et de l'Académie canadienne des sciences de la santé (ACSS), ainsi que du grand public. Les membres du comité d'experts responsable du rapport ont été choisis par le CAC en raison de leurs compétences spécifiques et dans le but d'obtenir un éventail équilibré de points de vue.

Ce rapport a été préparé pour le gouvernement du Canada, en réponse à la demande du ministre des Ressources naturelles. Les opinions, constatations et conclusions présentées dans cette publication sont celles des auteurs, à savoir les membres du comité d'experts sur la capacité des technologies nouvelles et émergentes de réduire les incidences environnementales de l'exploitation des sables bitumineux, et ne reflètent pas nécessairement les points de vue des organisations où ils travaillent ou auxquelles ils sont affiliés.

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

ISBN – 978-1-926522-12-8

Ce rapport peut être cité comme suit :

Conseil des académies canadiennes, 2015. *Solutions technologiques pour réduire l'empreinte écologique de l'exploitation des sables bitumineux au Canada*. Ottawa, ON : Le comité d'experts sur la capacité des technologies nouvelles et émergentes de réduire les incidences environnementales de l'exploitation des sables bitumineux, Conseil des académies canadiennes.

Avis de non-responsabilité : Au meilleur de la connaissance du CAC, les données et les informations tirées d'Internet qui figurent dans le présent rapport étaient exactes à la date de publication du rapport. En raison de la nature dynamique d'Internet, des ressources gratuites et accessibles au public peuvent subséquemment faire l'objet de restrictions ou de frais d'accès, et l'emplacement des éléments d'information peut changer lorsque les menus et les pages Web sont modifiés.

© 2015 Conseil des académies canadiennes

Imprimé à Ottawa, Canada



Le Conseil des académies canadiennes

Le savoir au service du public

Le Conseil des académies canadiennes (CAC) est un organisme indépendant à but non lucratif qui soutient des évaluations spécialisées indépendantes, étayées scientifiquement et faisant autorité, qui alimentent l'élaboration de politiques publiques au Canada. Dirigé par un conseil de 12 gouverneurs et conseillé par un comité consultatif scientifique de 16 membres, le CAC a pour champ d'action la « science » au sens large, ce qui englobe les sciences naturelles, les sciences humaines et sociales, les sciences de la santé, le génie et les lettres. Les évaluations du CAC sont effectuées par des comités pluridisciplinaires indépendants d'experts provenant du Canada et de l'étranger. Ces évaluations visent à cerner des problèmes nouveaux, des lacunes de nos connaissances, les atouts du Canada, ainsi que les tendances et les pratiques internationales. Ces études fournissent aux décideurs gouvernementaux, aux universitaires et aux parties prenantes l'information de grande qualité dont ils ont besoin pour élaborer des politiques publiques éclairées et innovatrices.

Tous les rapports d'évaluation du CAC sont soumis à un examen formel. Ils sont publiés en français et en anglais, et mis à la disposition du public sans frais. Des fondations, des organisations non gouvernementales, le secteur privé et tout palier de gouvernement peuvent soumettre au CAC des questions susceptibles de faire l'objet d'une évaluation. Le CAC bénéficie aussi du soutien de ses trois académies membres fondatrices :

La Société royale du Canada (SRC) est le principal organisme national regroupant d'éminents scientifiques, chercheurs et gens de lettres au Canada. La SRC a pour objectif premier de promouvoir l'acquisition du savoir et la recherche en arts et en sciences. La Société est composée de près de 2 000 membres, hommes et femmes, choisis par leurs pairs pour leurs réalisations exceptionnelles en sciences naturelles, en sciences sociales, en sciences humaines et dans les arts. La SRC s'attache à reconnaître l'excellence universitaire, à conseiller les gouvernements et les organisations, ainsi qu'à promouvoir la culture canadienne.

L'Académie canadienne du génie (ACG) est l'organisme national par l'entremise duquel les ingénieurs les plus chevronnés et expérimentés du Canada offrent au pays des conseils stratégiques sur des enjeux d'importance primordiale. Fondée en 1987, l'ACG est un organisme indépendant, autonome et à but non lucratif. Les membres de l'ACG sont nommés et élus par leurs pairs en reconnaissance de leurs réalisations exceptionnelles et de leurs longs états de service au sein

de la profession d’ingénieur. Au nombre d’environ 600, les membres de l’ACG s’engagent à faire en sorte que les connaissances expertes en génie du Canada soient appliquées pour le plus grand bien de tous les Canadiens.

L’Académie canadienne des sciences de la santé (ACSS) reconnaît les personnes qui ont à leur actif de grandes réalisations dans le domaine des sciences de la santé au Canada. Fondée en 2004, l’ACSS compte quelque 400 membres et en élit de nouveaux chaque année. L’organisation est dirigée par un conseil d’administration et un comité exécutif bénévoles. La première fonction de l’ACSS consiste à fournir en temps opportun des évaluations éclairées et impartiales sur des questions urgentes qui touchent la santé des Canadiens et des Canadiennes. L’ACSS surveille également les événements mondiaux reliés à la santé, afin d’améliorer l’état de préparation du Canada en la matière, et assure une représentation du pays en sciences de la santé sur le plan international. L’ACSS fait autorité au nom de la collectivité multidisciplinaire des sciences de la santé.

www.sciencepourlepublic.ca

[@scienceadvice](https://twitter.com/scienceadvice)

Le comité d'experts sur la capacité des technologies nouvelles et émergentes de réduire les incidences environnementales de l'exploitation des sables bitumineux

Eric Newell, O.C., FACG, A.O.E. (co-président), ancien président-directeur général de Syncrude Canada Ltd. et chancelier émérite et conseiller spécial auprès du doyen, Université de l'Alberta (Edmonton, Alb.)

Scott Vaughan (co-président), président et chef de la direction, Institut international du développement durable (Ottawa, Ont.)

Michel Aubertin, FACG, professeur, Département des génies civil, géologique et des mines, et directeur scientifique, Institut de recherche en mines et environnement, École Polytechnique de Montréal (Montréal, Qc)

Joule Bergerson, professeure adjointe, Département de génie chimique et pétrolier, Schulich School of Engineering, Université de Calgary (Calgary, Alb.)

Ian D. Gates, professeur et chef de département, Département de génie chimique et pétrolier, Université de Calgary (Calgary, Alb.)

Murray R. Gray, FACG, vice-président, Recherche, Université de Hamad Bin Khalifa (Doha, Qatar); ancien directeur scientifique, Institute for Oil Sands Innovation, Université de l'Alberta (Edmonton, Alb.)

Jacob Masliyah, O.C., MSRC, FACG, professeur distingué émérite, Université de l'Alberta (Edmonton, Alb.)

Gord McKenna, ingénieur géotechnique principal, BGC Engineering Inc. (Vancouver, C.-B.); professeur auxiliaire, Département des ressources renouvelables, Université de l'Alberta (Edmonton, Alb.)

Jay Nagendran, président-directeur général, Alberta Environmental Monitoring, Evaluation and Reporting Agency (AEMERA) (Edmonton, Alb.)

Paul Painter, président et cofondateur, IL Fuels LLC; professeur émérite, Polymer Science and Engineering, Université de l'État de la Pennsylvanie (University Park, PA)

Janet Peace, vice-présidente, Marchés et stratégie commerciale, Center for Climate and Energy Solutions (Arlington, VA)

Kevin Percy, directeur administratif, Wood Buffalo Environmental Association (WBEA) (Fort McMurray, Alb.)

Le CAC aimerait également souligner la contribution de Marlo Reynolds, vice-président, Développement des marchés, BluEarth Renewables Inc. (Calgary, Alb.), à cette évaluation.

Message des coprésidents

Ce comité d'experts a été formé dans le contexte d'un débat plus vaste sur le rôle des sables bitumineux du Canada dans un monde sous contrainte carbone. Une question fondamentale est de savoir si des technologies éprouvées ou émergentes ont la capacité de réduire de manière significative l'empreinte écologique des sables bitumineux. C'est le mandat qui a été confié au comité.

Les sables bitumineux ont toujours été fortement tributaires de la technologie. Évaluer la mesure dans laquelle des technologies existantes ou émergentes sont capables de réduire l'empreinte écologique de tous les aspects de l'exploitation des sables bitumineux pose un défi redoutable.

Quelle que soit l'urgence de cette tâche, elle s'avère difficile sur le plan analytique. Des incertitudes fondamentales limitent notre capacité actuelle de prévoir la performance future des technologies émergentes, les cibles futures de réduction des émissions de carbone et des autres politiques environnementales, ainsi que l'incertitude inhérente à la prévision de la portée de l'innovation technologique dans un secteur où les priorités en matière d'investissement sont fortement influencées par l'évolution des prix du pétrole. Ce que nous savons déjà, cependant, est qu'une feuille de route claire est requise pour montrer comment réduire l'empreinte des sables bitumineux sur l'environnement.

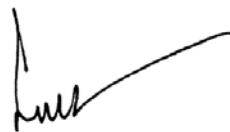
En réunissant un large éventail d'expertises et de données probantes, le comité estime que ce rapport fait une contribution importante en faisant le point sur ce qui est connu au sujet de l'empreinte écologique des sables bitumineux et de l'éventail des possibilités technologiques qui s'offrent pour réduire celle-ci, ainsi que les risques et les incertitudes concomitants. Il est à espérer que ce rapport sera utile au gouvernement et à l'industrie pour prendre des décisions sur la meilleure voie à suivre.

À titre de coprésidents, nous sommes redevables à nos collègues du comité qui ont fourni leur temps, leurs efforts et leur expertise en vue d'assurer la largeur de vue, la profondeur et la qualité globale du rapport. Les délibérations ont été à la fois pénétrantes et constructives pour tous.

Au nom du comité d'experts, nous remercions Ressources naturelles Canada et Environnement Canada, qui ont demandé au Conseil des académies canadiennes de procéder à cette évaluation, de même que les experts examinateurs qui ont pris le temps nécessaire pour faire une critique du rapport, contribuant ainsi à faire en sorte qu'il soit exhaustif, exact et équilibré. Nous tenons également à remercier les professionnels de Cenovus, de Syncrude et de la Wood Buffalo Environmental Association pour les visites informatives et pertinentes de leurs installations, ainsi que l'Oil Sands Innovation Alliance du Canada pour sa contribution aux délibérations du comité. Enfin, nous sommes très reconnaissants envers l'équipe de projet du Conseil des académies canadiennes pour ses recherches, sa rigueur et son objectivité exceptionnelles tout au long de cette évaluation.



Eric Newell, O.C., FACG, A.O.E., Coprésident



Scott Vaughan, Coprésident

Comité d'experts sur la capacité des technologies nouvelles et émergentes de réduire les incidences environnementales de l'exploitation des sables bitumineux

Personnel responsable du projet au Conseil des académies canadiennes

Équipe de l'évaluation : Tijds Creutzberg, directeur de programmes
Joe Rowsell, associé de recherche
Stefan Juncurt, associé de recherche
François Bregha, consultant
Cyrill Adjeitey, stagiaire
Kristen Cucan, coordonnatrice de programmes

Avec la participation de : Clare Walker, révision du texte anglais
Accurate Design and Communication Inc.,
Conception graphique.

Examen du rapport

Ce rapport a été examiné, à l'état d'ébauche, par les personnes mentionnées ci-dessous. Celles-ci ont été choisies par le Conseil des académies canadiennes pour refléter une diversité de points de vue, de domaines de spécialisation et d'origines, dans les secteurs des établissements universitaires, de l'entreprise privée, des politiques et des organisations non gouvernementales.

Ces examinateurs ont évalué l'objectivité et la qualité du rapport. Leurs avis — qui demeureront confidentiels — ont été pleinement pris en considération par le comité d'experts, et un grand nombre de leurs suggestions ont été incorporées dans le rapport. Nous n'avons pas demandé à ces personnes d'approuver les conclusions du rapport, et elles n'ont pas vu la version définitive du rapport avant sa publication. Le comité d'experts qui a effectué l'évaluation et le Conseil des académies canadiennes assument l'entière responsabilité du contenu définitif de ce rapport.

Le CAC tient à remercier les personnes suivantes d'avoir bien voulu examiner le rapport :

Amin Asadollahi, directeur, Programme des sables bitumineux, Institut Pembina (Calgary, Alb.)

S. Lee Barbour, FACG, professeur, Département de génie civil et de génie géologique, Université de la Saskatchewan (Saskatoon, Sask.)

Richard Chalaturnyk, professeur de génie géotechnique, Département de génie civil et environnemental, Université de l'Alberta (Edmonton, Alb.)

David W. Devenny, FACG, président, The Rock Doctor (Calgary, Alb.)

Laura Diaz Anadon, professeure adjointe de politique publique, Harvard Kennedy School (Cambridge, MA)

Andy Fourie, professeur, École de génie civil, environnemental et minier, Université Western Australia (Crawley, Australie)

Stephen Larter, professeur et titulaire de la chaire de recherche du Canada en géologie du pétrole, Université de Calgary (Calgary, Alb.)

William McCaffrey, professeur, Département de génie chimique et des matériaux, Université de l'Alberta (Edmonton, Alb.)

Randy Mikula, chercheur et scientifique, KALIUM Research (Edmonton, Alb.)

M. Anne Naeth, professeure en réhabilitation des sols et écologie de restauration, Université de l'Alberta (Edmonton, Alb.)

David Schindler, O.C., MSRC, A.O.E., professeur d'écologie Killam Memorial (émérite), Université de l'Alberta (Edmonton, Alb.)

La procédure d'examen du rapport a été supervisée, au nom du conseil des gouverneurs et du comité consultatif scientifique du CAC, par **Murray S. Campbell**, premier responsable, Intelligence artificielle et optimisation, Centre de recherche T.J. Watson d'IBM. Son rôle était de veiller à ce que le comité d'experts prenne en considération de façon entière et équitable les avis des examinateurs. Le conseil des gouverneurs du CAC n'autorise la publication du rapport d'un comité d'experts qu'une fois que la personne chargée de superviser l'examen du rapport confirme que le rapport satisfait bien aux exigences du CAC. Le CAC remercie M. Campbell d'avoir supervisé consciencieusement l'examen du rapport.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Janet W. Bax". The signature is fluid and cursive, with a large, stylized initial "J" and "B".

Janet W. Bax, Présidente par intérim,
Conseil des académies canadiennes

Sommaire

Les sables bitumineux du nord de l'Alberta contiennent environ 169 milliards de barils de bitume récupérable et couvrent une superficie supérieure à celle des trois provinces maritimes du Canada combinées (142 000 km²). Leur mise en valeur dans des sites d'extraction à ciel ouvert et par des méthodes in situ est censée occuper une place de plus en plus grande dans l'approvisionnement pétrolier mondial. Cependant, la production de bitume exige beaucoup de ressources et a un impact significatif sur l'environnement, lequel devrait augmenter parallèlement à l'expansion de la production de bitume avec les méthodes actuelles d'extraction et de valorisation. Et bien que l'instabilité récente du prix du pétrole ait des répercussions sur le taux de croissance de la production, à long terme, celle-ci devrait doubler avec des effets environnementaux concomitants sur l'air, l'eau et le sol.

La production de bitume mise aussi fortement sur la technologie, et les niveaux actuels et prévus de production ne sont possibles qu'en raison des innovations importantes survenues au cours des dernières décennies. Compte tenu de l'importance de la technologie, le gouvernement du Canada, par l'entremise de Ressources naturelles Canada (commanditaire) et avec l'appui d'Environnement Canada, a demandé au Conseil des académies canadiennes (CAC) d'entreprendre une évaluation de la façon dont les technologies nouvelles et existantes peuvent réduire l'empreinte écologique de l'exploitation des sables bitumineux.

Le commanditaire a posé la question suivante :

Comment pourrait-on utiliser les technologies nouvelles et existantes pour diminuer les incidences environnementales de l'exploitation des sables bitumineux sur l'air, l'eau et le sol?

Le mandat englobait également trois sous-questions :

- *Si les technologies et les processus les plus récents étaient employés comme base d'évaluation, quelle serait l'empreinte environnementale des nouveaux projets d'extraction minière ou in situ des sables bitumineux?*
- *D'après les informations accessibles au public, quelles technologies d'extraction, de traitement et d'atténuation de la pollution font actuellement l'objet de travaux de recherche, de développement et de démonstration par les secteurs public et privé, et de quel ordre, par projet ou par baril, pourrait être la diminution ou l'atténuation des effets environnementaux résultant de l'utilisation de ces technologies et processus?*
- *Quels obstacles (économiques, réglementaires, etc.) pourraient entraver l'accélération du déploiement des technologies les plus prometteuses?*

Afin de s'acquitter de son mandat, le CAC a réuni un comité multidisciplinaire indépendant de 12 experts provenant du Canada et de l'étranger. La composition du comité reflétait un équilibre de l'expertise et de l'expérience dans les méthodes d'extraction et de traitement du bitume et dans les zones d'impact environnemental visées.

Portée de l'évaluation

Compte tenu de la gamme étendue de technologies qui sous-tendent l'exploitation des sables bitumineux, le comité d'experts a privilégié celles offrant le plus grand potentiel de réduction de l'empreinte écologique au cours des 15 prochaines années. Les technologies liées à l'extraction minière en surface et les procédés in situ ont été pris en compte de même que ceux liés à la valorisation du bitume, ce qui s'applique à environ la moitié du bitume produit à l'heure actuelle. Les technologies à un stade très précoce de développement ont été notées mais non évaluées. Enfin, le comité n'a pas abordé certaines questions de portée plus vaste, telles que le rythme de développement des sables bitumineux, l'impact de différents scénarios de prix pétroliers et le rythme de déploiement de la technologie requis pour maintenir la durabilité des écosystèmes.

VERS UNE RÉDUCTION SIGNIFICATIVE DE L'EMPREINTE ÉCOLOGIQUE

Les données probantes examinées par le comité d'experts font ressortir la nécessité pour le Canada d'accélérer le rythme de développement de la technologie des sables bitumineux afin de réduire l'empreinte écologique de la production de bitume et de pétrole brut synthétique dans le nord de l'Alberta. Il est prévu que l'impact sur l'air, l'eau et le sol dans cette région, de même que la contribution aux émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES), augmenteront alors que la production de bitume doublera au cours des prochaines décennies. Les améliorations au chapitre de la performance environnementale ne suivront pas le rythme appréhendé des effets, voire de la croissance de l'industrie.

Les analyses indiquent que des réductions de l'empreinte écologique sont réalisables dans chacun des domaines examinés. L'amélioration continue de l'utilisation de l'énergie, de l'eau, et de la terre par baril de bitume est nécessaire mais non suffisante pour réduire l'empreinte écologique totale. De nouvelles technologies transformatrices mises au point et commercialisées au cours de la prochaine décennie seront nécessaires pour extraire cette ressource tout en protégeant l'environnement. Un leadership fort, des investissements dans de nouvelles façons d'amener les technologies du laboratoire au stade

de l'application commerciale, ainsi que l'élimination des obstacles à la mise en œuvre s'imposent. L'industrie, le gouvernement, le milieu universitaire, les peuples autochtones et les autres intervenants ont tous un rôle clé à jouer.

Une culture profondément ancrée de recherche appliquée et de développement (R-D) a toujours été associée au secteur des sables bitumineux. Il y a un siècle, un chimiste du gouvernement, Karl Clark, a mis au point une méthode pour extraire le bitume du sable. Des installations pilotes ont permis de faire la démonstration de cette technologie et de l'améliorer, et la production commerciale réussie a débuté il y a près de 50 ans avec l'extraction minière à ciel ouvert et la valorisation du bitume à la Great Canadian Oil Sands (aujourd'hui Suncor Energy Inc.).

Afin de pouvoir exploiter les gisements de sables bitumineux plus profonds, le gouvernement de l'Alberta a créé, en 1974, l'AOSTRA (Alberta Oil Sands Technology and Research Authority), ce qui a ouvert la voie au développement de la production in situ actuelle, qui surpasse maintenant la production provenant de l'extraction à ciel ouvert. En cours de route, des milliers d'innovations, grandes et modestes, ont permis de surmonter les énormes défis techniques liés à l'exploitation des sables bitumineux. Grâce à l'application de ces technologies, plus de 2 millions de barils par jour de bitume sont maintenant produits dans la région.

Aujourd'hui, des dizaines d'initiatives sont en cours pour améliorer l'efficacité des procédés et la performance environnementale de l'exploitation des sables bitumineux. Il y a également un système de surveillance environnementale en place dans la région, lequel fait l'objet d'améliorations majeures. Des milliards de dollars sont dépensés annuellement en R-D et en commercialisation.

Aussi impressionnants que sont ces efforts, ils ne suffisent pas. Cet examen des données probantes montre que la plupart des défis et des solutions requises sont de nature multidisciplinaire et ont de vastes répercussions dans les écosystèmes industriels et écologiques hautement intégrés. Les risques financiers inhérents au déploiement à l'échelle requise de nouvelles technologies coûteuses sont également considérables. En outre, malgré un demi-siècle de développement, de nombreux problèmes apparemment insolubles persistent : quoi faire avec les résidus, comment traiter et évacuer l'eau de façon sécuritaire, comment réduire la quantité de GES, et comment réduire l'empreinte sur le sol et la faune de l'extraction minière et de la production in situ. Quelques solutions simples restent à mettre en œuvre et il n'y a aucune technologie standard accessible.

En misant sur le dernier siècle d'innovation, il est à espérer que des solutions pourront être découvertes et appliquées en temps opportun. Mais changer le rythme de déploiement de la technologie ne se produira pas sans un leadership fort, des investissements soutenus et la prise de risque par

toutes les parties. Ce rapport recense les possibilités qui s'offrent et les principaux obstacles à surmonter, en soulignant la nécessité d'un développement et d'une commercialisation plus rapides de technologies prometteuses, et l'opportunité d'adopter des approches plus collaboratives en vue de résoudre ces questions importantes.

DÉFINIR ET MESURER L'EMPREINTE ÉCOLOGIQUE DES SABLES BITUMINEUX

Aux fins du présent rapport, le comité a défini l'empreinte écologique principalement en fonction des émissions provenant de l'exploitation des sables bitumineux et de l'utilisation connexe de ressources. Cette empreinte englobe i) les émissions de GES; ii) les polluants atmosphériques (y compris les émissions d'oxyde de soufre (SO_x) et d'oxyde d'azote (NO_x), les émissions fugitives de composés organiques et les émissions de particules); iii) les retraits d'eau et les rejets d'eaux touchées par le procédé (intentionnellement ou non); iv) l'élimination des résidus, un sous-produit résiduel de l'extraction du bitume par un procédé à base d'eau dans les exploitations à ciel ouvert; v) la perturbation physique des sols, y compris la fragmentation des habitats et le stockage des sous-produits solides tels que le soufre et le coke.

La définition de l'empreinte écologique employée par le comité n'a pas pris en considération de seuils spécifiques. Le comité a plutôt adopté une vision plus large des changements cumulatifs dans l'environnement causés par les activités d'exploitation des sables bitumineux et il a cherché des technologies et des stratégies qui pourraient être appliquées en vue de réduire l'empreinte de manière à la fois progressive et cumulative. Les principales conclusions ayant trait à l'empreinte écologique de l'exploitation des sables bitumineux sont présentées dans ce qui suit.

L'empreinte écologique de l'exploitation des sables bitumineux sur l'air, l'eau et le sol est vaste, importante et cumulative et elle augmentera parallèlement à l'expansion de la production à l'aide des méthodes actuelles.

En supposant que l'exploitation des sables bitumineux se poursuivra avec la technologie actuelle, les émissions et l'utilisation des ressources augmenteront considérablement dans plusieurs domaines parallèlement à l'expansion de la production des sables bitumineux. Les effets ne sont pas toujours linéaires, ni ne sont nécessairement limités à la région des sables bitumineux. Ainsi, les émissions de GES, qui comprennent du dioxyde de carbone (CO₂) et du méthane, diffèrent des autres aspects de l'empreinte écologique car leur impact est d'envergure mondiale plutôt que locale ou régionale.

Selon les tendances actuelles, les émissions de GES et l'élimination des résidus et la perturbation connexe des sols sont les apports les plus significatifs à l'empreinte écologique.

Les émissions de GES provenant de l'exploitation des sables bitumineux avec les technologies actuelles correspondent étroitement aux niveaux de production, et elles pourraient doubler au cours de la prochaine décennie. Selon les prévisions de production de 2014, les émissions de GES passeraient ainsi de 76 mégatonnes (Mt) d'équivalent CO₂ (éqCO₂) par an en 2013 à 156 Mt éqCO₂ par an en 2025 et à 182 Mt éqCO₂ par an en 2030. La croissance des émissions de GES proviendra principalement de l'expansion de la production in situ, qui est beaucoup plus énergivore que l'extraction à ciel ouvert. Les améliorations de l'intensité de production de GES par baril de bitume ont stagné récemment en raison des niveaux plus élevés de production in situ. Il est prévu que ces intensités continueront d'augmenter en l'absence de nouvelles technologies et avec la baisse anticipée de la qualité du gisement.

L'empreinte écologique des résidus provient du besoin de construire et d'entretenir de vastes bassins pour y stocker les résidus liquides pendant plusieurs décennies voire davantage avant qu'ils ne puissent être remis en état. Ces bassins de résidus, qui comptent parmi les plus grandes installations de stockage de résidus dans le monde (U.S. Department of the Interior, 2012), sont à la fois un problème hérité de la production passée et un volet essentiel des projets actuels et nouveaux d'extraction minière à ciel ouvert. Alors que l'intensité de la production des résidus liquides (le volume de résidus de fluides par baril de bitume) devrait diminuer avec l'utilisation des nouvelles technologies pour satisfaire aux exigences de la réglementation provinciale (c.-à-d., le cadre de gestion du gouvernement de l'Alberta pour les résidus des sables bitumineux exploitables de l'Athabasca), les volumes totaux devraient augmenter au cours des prochaines années pour diminuer ensuite et se situer bien en deçà des niveaux de la directive 074. L'empreinte écologique des résidus comporte de multiples facettes et comprend les grandes zones de terres perturbées; l'infiltration dans les eaux souterraines de l'eau touchée par le procédé; la quantité, la qualité et la condition de l'eau touchée par le procédé qui se trouve dans les pores des résidus; les dégagements gazeux de diverses substances chimiques préoccupantes (p. ex., les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les composés organiques volatils (COV), dont le benzène et le méthane); les poussières transportées par le vent provenant des plages de sable de résidus qui contiennent des substances chimiques préoccupantes; le risque d'une rupture de barrage accidentelle; enfin, la remise en état à long terme des bassins de résidus, qui demeure un redoutable défi technologique, économique et environnemental.

ÉVALUATION DU POTENTIEL DES TECHNOLOGIES POUR RÉDUIRE L’EMPREINTE ÉCOLOGIQUE

Les possibilités de réduction des émissions de GES se situent principalement dans les opérations in situ

Les opérations in situ, qui fourniront vraisemblablement une grande partie de la croissance future de la production, constituent une source majeure d’émissions de GES. Cela découle de l’utilisation de gaz naturel pour produire de la vapeur qui est injectée dans le sol afin de mobiliser le bitume en vue de son extraction. Selon les projections de 2014, les émissions de GES provenant des activités in situ devraient augmenter de 300 % d’ici 2030, contre une hausse de 85 % des émissions attribuables à l’extraction minière en surface. Les émissions des activités de valorisation devraient rester stables. Cela fait des activités in situ une cible importante des efforts de réduction des émissions de GES. Parce qu’ils utilisent beaucoup d’énergie, les exploitants ont mis à l’essai des technologies permettant de réduire la quantité d’eau qui doit être transformée en vapeur pour extraire le bitume. Ces technologies comprennent l’utilisation de solvants, le recours à d’autres sources d’énergie thermique comme l’électricité, ainsi que des modifications dans les puits, par exemple l’utilisation de tubes isolés sous vide et de dispositifs de contrôle des flux.

Cependant, l’amélioration de la performance environnementale sera probablement progressive plutôt que transformatrice à court et à moyen terme. L’utilisation de technologies à base de solvants, présentement à l’essai, laisse entrevoir des réductions possibles de 10 à 30 % de l’énergie utilisée par baril, ce qui, s’ajoutant à d’autres mesures destinées à accroître l’efficacité énergétique, pourrait réduire les émissions de GES de 15 à 35 %. Plusieurs exploitants expérimentent avec des technologies à base de solvants qui ne requièrent pas de vapeur, ce qui pourrait éventuellement abaisser les émissions de GES liées à la consommation d’énergie dans une proportion de 90 % et porter les émissions par baril (kg_{éq}CO₂) bien en deçà du niveau des émissions moyennes pour le pétrole brut extrait aux États-Unis et ailleurs dans le monde. Toutefois, leur commercialisation sera affectée par la qualité hétérogène des gisements et par l’incertitude entourant les coûts, la récupération des solvants et les risques potentiels de contamination des eaux souterraines, qui pourront varier en fonction du type de solvant utilisé.

Il y a peu de technologies qui permettent de réduire de manière significative les émissions de GES provenant de l’extraction à ciel ouvert. L’utilisation de matériel mobile d’extraction (unités mobiles de concassage et de mise en boue et digestion du minerai sur le front d’extraction des sables bitumineux) est la solution la plus prometteuse. Pour la valorisation du bitume, l’industrie étudie

plusieurs options en vue d'améliorer le rendement des procédés, mais la plupart des technologies offrent un faible potentiel de réduction des émissions de GES. Les exploitants commercialisent aussi diverses techniques de valorisation partielle, qui ont en commun l'avantage de réduire considérablement ou d'éliminer le besoin d'utiliser un diluant pour le transport du bitume.

Il serait possible de réduire les émissions des principaux polluants atmosphériques provenant de l'exploitation des sables bitumineux en intensifiant l'adoption de technologies existantes et nouvelles.

Il existe des technologies permettant de réduire les polluants atmosphériques, dont plusieurs sont déjà employées dans l'industrie ou doivent être introduites progressivement. Par exemple, les émissions provenant de l'extraction à ciel ouvert seront réduites alors que les exploitants procèdent à la modernisation des parcs existants ou acquièrent des camions de transport de niveau 2 de l'Environmental Protection Agency des États-Unis pour se conformer aux normes réduites d'émissions de NO_x. Ces camions sont censés permettre des réductions des émissions de NO_x variant entre 30 et 50 %. Un autre « gain rapide » dans l'effort de réduction des polluants atmosphériques est l'utilisation de la technologie existante d'atténuation de la poussière dans les opérations minières sur les routes de transport et les plages de résidus, qui peuvent garder les polluants largement contenus ou à proximité du site de la mine. La poussière est un important vecteur de diffusion locale et régionale des polluants tels que certains éléments traces et les HAP. La technologie de désulfuration des gaz de combustion a été installée dans des usines de valorisation afin de réduire sensiblement les émissions de composés de soufre dans les colonnes de concentration, tandis que la réduction catalytique sélective peut être utilisée pour réduire les émissions de NO_x des parcs de camions. Les polluants atmosphériques résultant de la décomposition des hydrocarbures résiduels dans les bassins de résidus peuvent être réduits en gardant les mousses des résidus de traitement — la principale source de ces contaminants (p. ex., les solvants et les COV) — hors des bassins de résidus afin de les traiter séparément.

Bien qu'aucune technologie n'ait été identifiée pour résoudre la question de la remise en état des résidus fluides, une combinaison de technologies pourrait offrir une solution globale ouvrant la voie à une remise en état acceptable.

Il n'existe aucune solution technologique « miracle » permettant de réduire sensiblement le volume de résidus et d'accroître sensiblement la consolidation des résidus fluides fins afin de les rendre récupérables. Toutefois, les exploitants font des essais pilotes et commercialisent toute une gamme de technologies

qui, si elles sont utilisées ensemble et adaptées aux conditions géologiques et géotechniques, pourrait constituer une « suite miracle » de solutions pour la gestion des résidus susceptible d'ouvrir la voie vers une remise en état acceptable en temps opportun.

Les rapports des exploitants montrant comment ils se seraient conformés aux exigences de la directive 074 de l'organisme de régulation de l'énergie de l'Alberta (AER; pour Alberta Energy Regulator), maintenant suspendue (qui visait à réduire les résidus fluides par le captage des particules fines et à accélérer la remise en état des zones d'élimination des résidus), indiquent que le volume total des résidus pourrait être éventuellement stabilisé à un niveau légèrement supérieur à celui d'aujourd'hui, suivi d'une baisse progressive à mesure que de nouvelles technologies de traitement et de remise en état seront déployées. Toutefois, aucun exploitant n'a été en mesure de respecter les échéances de la directive pour atteindre un taux de captage des particules fines de 50 % (au-delà de celles captées dans les digues et les plages disposées hydrauliquement).

La politique actuelle de zéro rejet d'eau et l'absence de normes de traitement de l'eau signifient que, même si les taux de recyclage de l'eau augmentent, les bassins de résidus demeureront et continueront de croître avec l'augmentation de la production de bitume. Une baisse de la qualité du minerai à mesure que les exploitants ouvrent de nouvelles mines pourrait également conduire à une hausse de la quantité de résidus fluides fins par baril produit. Des données préliminaires indiquent que si les technologies de traitement de l'eau étaient déployées à grande échelle, elles pourraient permettre de traiter les eaux touchées par le procédé en vue de leur rejet. L'absence de critères de réglementation du traitement et de l'évacuation des eaux touchées par le procédé est considérée par le comité comme un obstacle majeur à la gestion de l'eau et des résidus dans la région.

Bien que le comité n'ait pas eu l'occasion d'évaluer les répercussions du nouveau cadre de gestion des résidus qui a remplacé la directive 074 à compter de mars 2015, il a noté deux changements importants par rapport à la directive 074 : la reconnaissance de la nécessité éventuelle d'envisager le déversement contrôlé dans l'environnement des eaux touchées par le procédé, et des exigences distinctes pour la réduction des volumes de résidus existants.

Quelque 30 lacs de kettle sont prévus dans la région, dont la moitié va renfermer des résidus de fluides fins recouverts d'eau comme stratégie de remise en état. Une démonstration à l'échelle commerciale du recouvrement avec de l'eau est en cours, mais il faudra au moins une décennie de suivi pour établir si cette technologie peut être efficace pour créer des lacs sécuritaires et écologiquement productifs ne nécessitant pas d'interventions et d'entretien

perpétuels. Des risques d'infiltration et de contamination des eaux souterraines et de déversements persistent, et l'acceptation par le public des technologies de recouvrement des résidus avec de l'eau n'est pas assurée.

Séparer la mousse de résidus de traitement, qui est plus toxique, des autres effluents plus volumineux et traiter efficacement ces effluents pour les retourner à la mine contribueraient à solutionner deux importants problèmes associés aux résidus. Cela permettrait de réduire les émissions fugitives et la toxicité restante dans la mousse de résidus après le traitement et d'éviter les problèmes de remise en état coûteuse uniques à ce produit. Cela pourrait permettre aussi de récupérer du bitume et des métaux.

Les prélèvements d'eau douce, qui vont augmenter principalement avec l'expansion de la production par extraction à ciel ouvert, peuvent être réduits par une plus grande efficacité et le recyclage de l'eau. Les technologies à base de solvants offrent le plus grand potentiel pour réduire les prélèvements d'eau douce.

Alors que les exploitants continuent d'améliorer leur taux de recyclage de l'eau, des réductions beaucoup plus importantes pourraient être réalisées en utilisant les technologies à base de solvants. Pour les opérations minières de surface, qui utilisent de plus grandes quantités d'eau douce, les technologies d'extraction à l'aide de solvants pourraient remplacer l'eau pour la séparation du bitume du sable, ce qui permettrait éventuellement de ne plus produire de résidus fluides fins. Cependant, ces technologies en sont à un stade de développement précoce, et il n'existe que peu ou pas de renseignements sur leur rendement dans une exploitation à grande échelle, les coûts ou l'impact sur l'environnement des rejets de solvants. Pour les exploitations in situ, une réduction de la quantité d'eau utilisée est obtenue sur une base expérimentale en utilisant des technologies à base de solvants; à plus long terme, ces technologies permettraient de réduire encore davantage l'utilisation d'eau douce.

Pour certains substrats et certaines utilisations importantes des terres, les technologies de remise en état n'ont pas fait leurs preuves. Afin d'aider à maximiser la réduction des répercussions sur les terres, les technologies doivent s'accompagner d'approches axées sur la gestion.

La réglementation provinciale exige que les terres perturbées par l'exploitation des sables bitumineux soient remises dans un état équivalant à celui qui existait avant la perturbation. Alors que les technologies de restauration des sites miniers pour l'utilisation des terres de surface ont atteint un stade de maturité,

les technologies de remise en état des lacs et des zones humides et riveraines sont encore en développement. Les technologies qui existent pour améliorer la remise en état de l'habitat de la faune et l'utilisation traditionnelle des terres par les Premières Nations, comme les prairies régénérées qui offrent maintenant un habitat pour les bisons au Beaver Creek Wood Bison Ranch (supervisé par la Première Nation de Fort McKay), sont limitées.

En fin de compte, la plus grande réduction de l'empreinte sur les terres proviendra d'approches axées sur la gestion appliquées en complément des technologies les plus prometteuses. Ainsi, pour les activités minières de surface, il serait possible de limiter les répercussions sur les terres en traitant les eaux touchées par le procédé en vue de leur rejet et en utilisant de nouvelles technologies d'élimination des résidus; ces deux mesures permettraient de réduire la taille des bassins et d'améliorer la consolidation des résidus, atténuant ainsi la perturbation des terres et accélérant leur remise en état.

Trois grandes possibilités s'offrent pour réduire l'étalement minier et la superficie des terres perturbées à un moment donné. Premièrement, une intégration complète de la planification de la mine et des résidus, y compris la planification de la remise en état et de la fermeture des installations, permettra une remise en état plus facile, rapide, meilleure et plus efficace. Cela nécessite une planification régionale de la fermeture en vue d'atteindre les objectifs régionaux énoncés dans le Lower Athabasca Regional Plan, et une planification issue d'une collaboration véritable entre chaque mine, les Premières Nations, les organismes de réglementation et les autres intervenants, y compris les opérations in situ. Deuxièmement, le développement de la technologie des résidus doit chercher davantage à produire des résidus prêts pour la remise en état et ayant des attributs suffisants pour permettre leur élimination à l'aide du parc de véhicules de la mine, un meilleur contrôle de la qualité des eaux d'infiltration, ainsi que la remise en état permanente et le déclassement/démantèlement des barrages de retenue après quelques années de sédimentation. La troisième approche consisterait à faire preuve de plus de fermeté pour ce qui a trait à la fermeture des bassins de résidus miniers. À l'heure actuelle, de nombreux bassins de résidus qui ont presque atteint leur capacité limite demeurent ouverts, donnant aux exploitants une la possibilité d'y acheminer des résidus si les plans de la mine changent, ou une assurance contre le risque que des problèmes surgissent à d'autres bassins de stockage des résidus. Cependant, cela se traduit par un plus grand nombre de bassins de résidus actifs que nécessaire, un plus grand étalement minier et une remise en état retardée.

Plusieurs des technologies examinées pourraient réduire l’empreinte écologique de l’exploitation des sables bitumineux en termes d’intensité (par baril). Pour réduire cette empreinte en termes absolus aux taux de croissance projetés, il faudrait que des approches transformatrices à plus long terme soient largement adoptées.

Le comité n’a trouvé aucune suite de technologies pouvant être déployées dans un proche avenir ou à moyen terme pour atteindre une réduction absolue de l’empreinte écologique. Cela est dû à diverses raisons, dont le taux d’expansion rapide prévu de la production de bitume, le délai requis pour faire la démonstration réussie des technologies sur le terrain, les redoutables défis techniques associés aux résidus, la qualité inférieure des nouvelles réserves et la viabilité économique des technologies. Certaines technologies prometteuses supposent des arbitrages environnementaux, tels qu’une utilisation accrue d’énergie. En conséquence, si la production de bitume progressait comme il était prévu à la mi-2014, son empreinte écologique en 2025 serait encore supérieure au niveau de référence actuel, même avec l’adoption généralisée des technologies les plus prometteuses à court et à moyen terme, y compris les technologies de traitement de l’eau, les nouvelles technologies de traitement des résidus et les approches axées sur la gestion des terres pour les exploitations minières à ciel ouvert, les technologies à base de solvants pour la production in situ, de même que le captage et le stockage du carbone (CSC) pour les activités de valorisation.

Pour obtenir des réductions absolues, il faudra adopter des approches et des technologies transformatrices en complément des nombreuses technologies importantes, mais progressives, qui permettent d’obtenir des réductions en termes d’intensité. Parmi celles-ci, il y a notamment le recours aux technologies à base de solvants pour l’extraction in situ, dans lesquelles l’eau est remplacée par des solvants et qui pourraient ramener les émissions de GES (éqCO₂) provenant de la production à un niveau inférieur à celui des autres formes de brut, y compris le niveau moyen pour le pétrole brut extrait aux États-Unis. Elles englobent aussi le remplacement du gaz naturel par d’autres sources d’énergie à faible teneur en carbone, telles que l’énergie hydroélectrique, géothermique ou nucléaire. Bien qu’elles promettent en théorie de réduire sensiblement les émissions de GES, il faudra encore une décennie ou plus avant que ces sources d’énergie puissent être adoptées à grande échelle et elles exigeront des investissements importants pour résoudre des défis techniques ou mettre en place les infrastructures requises. Les sources d’électricité à faible teneur en carbone appuieraient par ailleurs le déploiement de technologies axées sur l’électricité, comme le chauffage électromagnétique pour la récupération in situ. Ces technologies ne peuvent actuellement concurrencer l’utilisation du gaz naturel.

Il faudrait aussi examiner plus attentivement les sources d’énergie de rechange à faible teneur en carbone qui peuvent être utilisées en combinaison avec les meilleures technologies nouvelles et le CSC, notamment dans les activités de la valorisation. Le CSC offre une suite de technologies qui sont déjà déployées dans l’exploitation des sables bitumineux et ailleurs dans le monde. Cependant, les coûts et les risques inhérents à une mise en œuvre à grande échelle rendent l’adoption généralisée du CSC commercialement peu attrayante, dans l’ensemble, pour l’exploitation des sables bitumineux. Les coûts varient sensiblement selon le procédé industriel qui est à l’origine du carbone à capter. Parce qu’elles émettent des flux concentrés de CO₂, les usines de valorisation sont les candidates les plus probables pour la technologie actuelle de captage du carbone. Toutefois, les considérations pratiques liées à la modernisation des usines de valorisation existantes risquent de limiter le captage du carbone à entre 20 et 40 % des émissions. L’adoption plus large des technologies de CSC dépendra de la poursuite des investissements en R-D et des mesures qui rendent plus économique l’application des technologies de CSC, comme un prix du carbone plus élevé. Mais à mesure que les prix du carbone augmenteront, d’autres sources d’énergie de remplacement à faibles émissions de carbone deviendront probablement concurrentielles avant que le CSC puisse être appliqué à toutes les grandes sources d’émissions de GES liées à l’exploitation des sables bitumineux.

ACCÉLÉRER LE DÉVELOPPEMENT ET L’ADOPTION DES TECHNOLOGIES DES SABLES BITUMINEUX

Les obstacles à l’adoption accélérée des technologies les plus prometteuses ont trait aux ressources utilisées, aux décisions d’affaires et aux politiques gouvernementales.

Pour que les technologies puissent contribuer à réduire l’empreinte écologique de l’exploitation des sables bitumineux, l’industrie doit adopter largement les plus performantes. Les obstacles à leur adoption incluent des facteurs liés aux intrants en ressources (p. ex., les différences dans les caractéristiques des gisements, les prix du gaz naturel), des facteurs commerciaux (p. ex., l’échelle de l’investissement, le délai de développement, le cycle d’investissement) et des facteurs liés aux politiques (p. ex., la réglementation, la fiscalité et l’investissement public dans le développement technologique).

Les caractéristiques des gisements présentent un défi fondamental pour l’adoption de la technologie. Étant donné l’hétérogénéité des gisements de sables bitumineux, qui varient en qualité et en viscosité, des techniques de production efficaces à un endroit peuvent ne pas l’être ailleurs. Cela pourrait limiter la diffusion de certaines innovations dans l’ensemble de la région des sables bitumineux. Pour ce qui est des intrants en ressources, le gaz

naturel, l'un des intrants les plus importants dans l'exploitation des sables bitumineux, est largement utilisé pour produire de la vapeur, de l'électricité et de l'hydrogène (dans le procédé de valorisation). Le bas prix du gaz naturel décourage toutefois les investissements dans, par exemple, la récupération in situ à l'aide de solvants, l'utilisation de sources d'énergie de remplacement comme l'énergie hydroélectrique et l'amélioration de l'efficacité énergétique, qui contribueraient tous à réduire les émissions de GES.

Sur le plan commercial, l'envergure et l'intensité en capital des projets de mise en valeur des sables bitumineux favorisent les technologies éprouvées. L'aversion pour le risque peut enraceriner des technologies existantes et retarder le déploiement de solutions de rechange supérieures sur le plan environnemental. Un autre obstacle est le long délai de développement de la technologie dans les industries extractives comme les sables bitumineux, qui s'étend souvent sur 10 à 20 ans. En outre, l'innovation est intrinsèquement incertaine : la plupart des technologies qui sont actuellement à l'essai pourraient échouer ou ne pas s'avérer économiques, tandis que les autres pourraient prendre de nombreuses années à progresser de l'étape du concept à celle de la commercialisation. Ensemble, ces facteurs commerciaux ont des répercussions importantes sur les nombreux nouveaux projets qui ont été approuvés ou qui en sont à l'étape de la demande, et pour lesquels les décisions technologiques sont déjà prises ou le seront dans un avenir rapproché. Enfin, la valeur temporelle de l'argent incite les exploitants à reporter les dépenses non productives (p. ex., celles liées à la remise en état) le plus longtemps possible. En l'absence de politiques ou de règlements agissant en sens contraire, l'application du principe économique de la valeur actualisée nette décourage à la fois le développement et le déploiement de solutions technologiques dans ces domaines.

La politique gouvernementale, ou l'absence de politique, peut également nuire à l'adoption rapide des nouvelles technologies. Alors que la Specified Gas Emitters Regulation de l'Alberta impose aux grands émetteurs un prix de conformité pour le carbone (en tant qu'option s'ils ne réussissent pas à atteindre les cibles annuelles de réduction des émissions de CO₂, qui peuvent aller jusqu'à 12 %), cela ne représente, pour les entreprises, qu'une modeste incitation économique à investir dans de nouvelles technologies de réduction des émissions de GES, s'élevant à seulement quelques cents par baril. De même, l'absence de règlements fixant des normes de rejet des eaux traitées, permettant ainsi leur évacuation dans l'environnement (tel que cela se fait couramment pour presque tous les autres types d'exploitation minière et d'activités industrielles), décourage les exploitants d'investir dans la technologie de traitement des eaux et se traduit par une expansion continue des bassins de résidus. Enfin, les gouvernements pourraient aussi appuyer les efforts visant à mieux concevoir les mines en vue de leur fermeture éventuelle, et peut-être aussi offrir davantage d'incitation afin d'accélérer leur remise en état.

Renouveler les efforts de collaboration en matière d’innovation en mettant l’accent sur la performance environnementale comme moyen d’accélérer le développement et l’adoption de nouvelles technologies.

Puisque qu’il n’existe pas de solution unique pour relever les défis environnementaux, une approche « routinière » en matière d’innovation ne saurait suffire. En effet, le style actuel d’innovation, axé sur des cibles d’intensité, ne sera pas suffisant. En l’absence d’accord sur la portée et l’ampleur de l’empreinte écologique et sur les cibles de réduction connexes, les efforts d’innovation collectifs continueront de souffrir d’un manque de vision commune.

La stratégie actuelle d’amélioration continue est certes importante, mais il est peu probable qu’elle fasse ressortir des technologies transformatrices. Pour ce faire, un effort de collaboration renouvelé sera requis au niveau du développement et de la démonstration de la technologie. Ainsi, il serait possible d’entreprendre des projets de démonstration de grande envergure sur l’utilisation des solvants en examinant la teneur en solvants dans les déchets solides rejetés par les activités d’extraction minière et l’impact des solvants sur les eaux souterraines et les émissions atmosphériques dans le cas des opérations in situ. La coordination des initiatives parmi l’ensemble de l’industrie, du gouvernement et des établissements de recherche publics, en consacrant un effort majeur au développement, à la mise à l’essai et à l’adoption de technologies, contribuerait à réduire l’empreinte écologique non seulement en termes d’intensité mais aussi en termes d’impact cumulatif absolu. Cela engloberait une attention particulière à la recherche scientifique fondamentale, au transfert des connaissances et à la collaboration entre les universités de partout au pays, l’industrie et le gouvernement, marquée par une recherche multidisciplinaire et des partenariats entièrement transparents. Il serait tout aussi important que l’industrie fasse des investissements en temps opportun (et de taille suffisante) pour que le développement des technologies suive une séquence appropriée en vue de créer une plate-forme technologique.

Le comité a également souligné l’importance de la réglementation pour accélérer l’innovation axée sur la performance, plutôt que sur des mandats technologiques, et de l’engagement des intervenants afin de définir les priorités environnementales (c.-à-d., l’envergure de l’empreinte environnementale à l’échelle régionale et mondiale). Les gouvernements peuvent aider en élaborant un régime de réglementation plus complet accordant une plus grande valeur au carbone, en précisant les normes de traitement et de décharge des eaux

pour l'avenir, en établissant des critères simples et clairs pour la fermeture et la remise en état des sites et en contribuant de façon générale à créer les conditions propices à un écosystème d'innovation dynamique.

La technologie peut avoir un impact maximal sur la réduction de l'empreinte écologique lorsque son développement et son déploiement procèdent au même rythme que celui du développement des sables bitumineux.

Les nouvelles technologies, en particulier celles qui sont susceptibles de permettre d'importantes réductions de l'empreinte écologique, peuvent prendre de 10 à 20 ans, ou même plus, à développer et à mettre en application. Le comité est arrivé à la conclusion que la mise en valeur des sables bitumineux doit refléter cette réalité pour que la technologie ait un impact maximal. Le rythme de développement actuel exige que les technologies les plus prometteuses soient prêtes à être largement adoptées à court terme afin d'éviter de se retrouver enfermé dans les technologies existantes, moins efficaces, pour la majorité des nouveaux projets. Cela fait ressortir la nécessité d'un effort de collaboration majeur en vue d'accélérer le développement et l'adoption des technologies et des solutions les plus prometteuses.