

Les technologies propres au Canada

Mémoire soumis au Comité permanent de l'environnement et du développement durable

John Zhou, Ph. D., P.Geol., IAS.A,

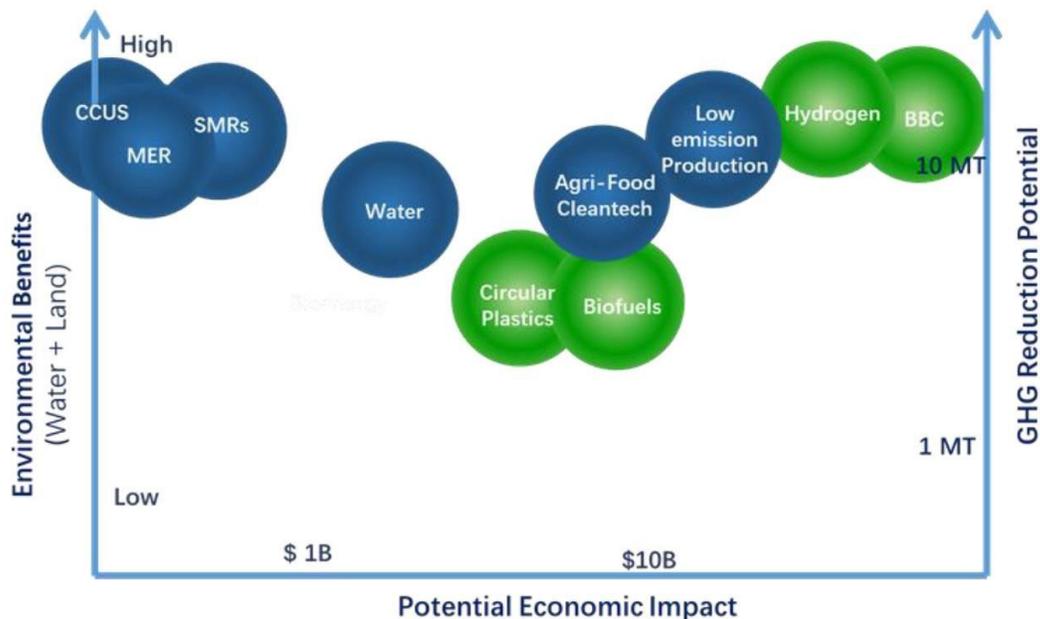
Chef des technologies propres et vice-président, Ressources propres, Alberta Innovates

Octobre 2022

Sommaire

Notre présentation porte sur les technologies propres mises de l'avant par Alberta Innovates qui permettront de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et d'autres répercussions sur l'environnement et favoriseront la transition vers une économie carboneutre au Canada.

Nous présentons les technologies les plus prometteuses et les plus efficaces que le Canada devrait adopter, d'après les connaissances et l'expérience que nous avons acquises dans le cadre de centaines de projets de technologies propres au cours des dernières décennies. Ces technologies comprennent le captage, l'utilisation et le stockage du carbone (CUSC), la réduction des émissions de méthane (REM), l'hydrogène, le bitume au-delà de la combustion (BBC), les technologies de production d'hydrocarbures peu polluantes, la gestion de l'eau, les technologies agroalimentaires propres, les biocarburants, les petits réacteurs nucléaires modulaires (PRM) et l'économie circulaire des plastiques. Elles représentent un ensemble de solutions qui permettront au Canada d'atteindre ses objectifs de carboneutralité.



Les récents investissements du gouvernement fédéral visent dorénavant le déploiement commercial ou la mise à l'essai de technologies propres sur le point d'être commercialisées, afin de produire des effets à court terme, notamment atteindre les objectifs de réduction des

émissions pour 2030. Cependant, pour assurer la prospérité dans un monde carboneutre, il importe de favoriser l'innovation à tous les niveaux de maturité technologique (NMT). Le gouvernement fédéral devrait également éliminer les obstacles et encourager les collaborations entre les organisations fédérales et provinciales axées sur l'innovation et les industries.

Les technologies propres présentées dans le graphique ci-dessus aideront le Canada à atteindre ses objectifs et respecter ses obligations en matière de changements climatiques. Nous pouvons aller plus loin en exportant nos produits et notre expertise en matière de technologies propres afin d'aider d'autres pays à atteindre, eux aussi, leurs objectifs de carboneutralité.

Présentation

En 2020, les émissions du Canada se sont élevées à 672 mégatonnes d'équivalent en dioxyde de carbone (Mt d'éq. CO₂). Les principales sources étaient les hydrocarbures (27 %), les transports (24 %), les bâtiments (13 %), l'industrie lourde (11 %), l'agriculture (10 %), l'électricité (8 %) et les déchets (4 %) (Environnement et Changement climatique Canada [ECCC], 2022a). Les objectifs du Canada en matière d'émissions de GES comprennent une réduction de 40 à 45 % d'ici 2030 et l'atteinte de la carboneutralité d'ici 2050. Le gouvernement fédéral a engagé des milliards de dollars pour déployer des technologies propres afin d'atteindre ces objectifs ambitieux.

L'Alberta est un centre mondial de production d'énergie et un pôle d'expertise en matière de technologies propres. Compte tenu des besoins énergétiques constants à l'échelle mondiale, l'industrie primaire contribuera à l'économie de l'Alberta et du Canada pendant des décennies. Par ailleurs, l'Alberta est bien placée pour bâtir un secteur des technologies propres représentant plusieurs milliards de dollars.

[Alberta Innovates](#) est une société provinciale financée par des fonds publics, qui se consacre à l'accélération de la recherche et de l'innovation afin de produire des résultats sur le plan social, environnemental et économique au bénéfice des Albertains et des Canadiens. Les technologies propres sont au cœur des priorités d'Alberta Innovates. Nos investissements de 300 millions de dollars dans les technologies propres au cours des 12 dernières années, qui ont permis de mobiliser des milliards de dollars supplémentaires auprès de nos partenaires, ont contribué à faire de l'Alberta et du Canada des chefs de file dans les domaines du CCUS, du BBC, de l'hydrogène, de la gestion de l'eau, des biocarburants et de la gestion des déchets.

Les technologies propres mises au point par Alberta Innovates peuvent réduire les émissions et les effets nocifs sur l'environnement des industries existantes. Ils permettront également de bâtir une économie carboneutre prospère au Canada. Nous présentons ici un aperçu de certaines des principales technologies.

Technologies propres en vue d'une économie carboneutre au Canada

Le captage, l'utilisation et le stockage du carbone (CUSC)

Le CUSC est l'un des moyens importants qui permettront au Canada de décarboner les industries lourdes comme l'industrie pétrolière et gazière, celle des produits pétrochimiques et la fabrication d'acier et de ciment, pour atteindre les objectifs de réduction des émissions et de carboneutralité. Le CUSC peut mener à la création d'un secteur de l'hydrogène peu polluant qui tirerait parti des importantes réserves de gaz naturel de l'Alberta.

Les installations industrielles sont responsables de 41 % des émissions de GES du Canada, soit 273 Mt CO₂e (ECCC, 2022a). En théorie, plus de 90 % de ces émissions de CO₂ peuvent être captées et stockées de manière permanente dans de profonds aquifères ou des réservoirs de pétrole et de gaz épuisés. Des technologies fondées sur les solutions aqueuses d'amine (un solvant servant à séparer le CO₂) ont été déployées à l'échelle commerciale dans le cadre des projets Quest de Shell et Boundary Dam en Alberta. Le coût a été un obstacle de taille au captage du carbone, surtout en ce qui concerne les flux à faible concentration de CO₂ (par exemple, les gaz provenant de la combustion du gaz naturel). Les technologies d'utilisation du carbone en sont aux premières étapes de développement.

Alberta Innovates (y compris ses filiales InnoTech Alberta et C-FER Technologies) et Emissions Reduction Alberta (ERA) ont investi environ 140 millions de dollars dans plus de 100 projets de CUSC au cours des 25 dernières années. Ces investissements ont contribué au leadership et à la réputation de l'Alberta à l'échelle internationale dans le domaine du CUSC ainsi qu'en matière de mesure, de surveillance et de vérification. Les principaux enseignements tirés de ces investissements sont résumés dans un [livre blanc publié par Alberta Innovates](#), qui contient également des recommandations concernant les priorités en matière d'investissement et les domaines d'intervention pour l'avenir afin de permettre le déploiement commercial à grande échelle du CUSC (Alberta Innovates, 2022).

L'hydrogène

L'hydrogène est en passe de devenir une source d'énergie clé pour réaliser la transition vers un monde carboneutre. Il peut être produit à partir de gaz naturel à faible taux d'émission lorsqu'il est combiné au CUSC. On prévoit que la demande mondiale d'hydrogène sera multipliée par dix au cours des trente prochaines années et couvrira jusqu'à 24 % de la demande énergétique mondiale d'ici 2050 (Bloomberg NEF, 2020).

La Stratégie canadienne pour l'hydrogène (2020) vise à faire du Canada un producteur, un utilisateur et un exportateur d'hydrogène de premier plan à l'échelle mondiale, ainsi que de technologies et de services liés à l'hydrogène. L'hydrogène pourrait fournir jusqu'à 30 % de l'énergie pour utilisation finale du Canada d'ici 2050, ce qui permettrait de retrancher jusqu'à 190 Mt CO₂e d'émissions de GES provenant du transport, du chauffage et des procédés industriels.

L'Alberta figure déjà parmi les principaux fabricants mondiaux d'hydrogène et est le plus important producteur d'hydrogène au Canada. La feuille de route sur l'hydrogène du

gouvernement de l'Alberta (2021) prévoit l'intégration de l'hydrogène dans le réseau énergétique de l'Alberta pour le transport, le chauffage, la production d'électricité et le stockage, l'utilisation industrielle et l'exportation d'ici 2030. L'objectif de cette feuille de route est de permettre à l'Alberta de demeurer concurrentielle dans l'économie mondiale de l'énergie propre en tirant parti des forces et de l'expertise qu'elle possède. Les investissements fédéraux actuels dans le secteur de l'hydrogène (Fonds pour les combustibles propres et Accélérateur net zéro) sont principalement axés sur des projets à l'échelle commerciale ou à haut niveau de maturité technologique. Pour faire de l'économie de l'hydrogène une réalité, l'évolution des technologies de l'hydrogène (par exemple, la pyrolyse et les transporteurs d'hydrogène) doit être stimulée jusqu'aux niveaux de maturité technologique intermédiaires (3 à 7) tout au long de la chaîne de valeur, de la production à l'utilisation finale en passant par le transport, la distribution et le stockage.

Alberta Innovates dirige un [Centre d'excellence de l'hydrogène](#) ayant reçu un financement initial de 50 millions de dollars du gouvernement de l'Alberta. Le centre créera un écosystème de l'hydrogène, appuiera l'innovation technologique, créera et construira des installations et renforcera les capacités de service nécessaires pour soutenir une économie de l'hydrogène en Alberta et au Canada.

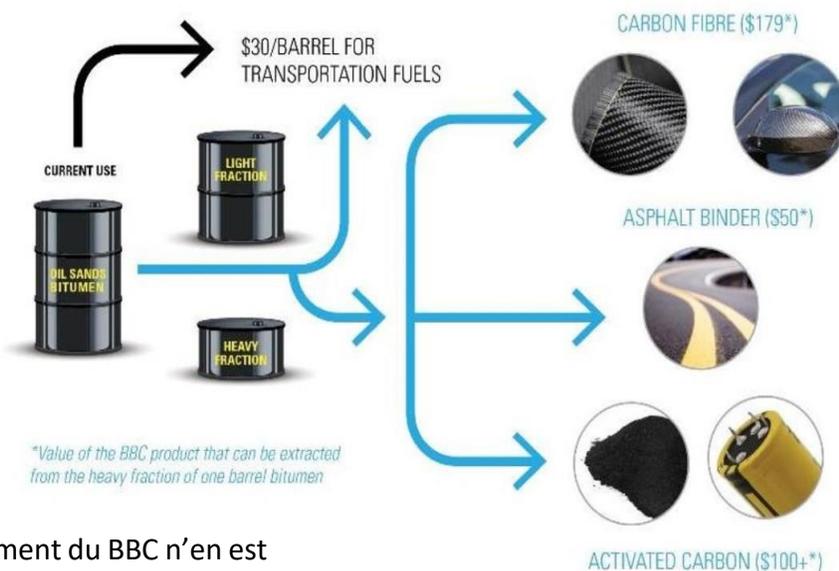
Le bitume au-delà de la combustion (BBC)

La majeure partie des émissions liées aux combustibles fossiles (80 % tout au long du cycle de vie) découlent de la combustion lors de l'utilisation finale. Les émissions pourraient être annulées si les sables bitumineux de l'Alberta, riches en bitume, étaient utilisés comme matière première pour la fabrication de produits à valeur ajoutée plutôt que de carburants.

La [stratégie sur le bitume au-delà de la combustion \(BBC\)](#) (Alberta Innovates, 2021) propose une voie qui permettrait à l'industrie des sables bitumineux de créer de la valeur dans une économie carboneutre. Au lieu d'être rejeté dans l'atmosphère lors de la combustion, le carbone resterait piégé dans des produits comme la fibre de carbone, le liant d'asphalte et le charbon actif. L'intensité des GES des produits du BBC est inférieure à celle des produits actuellement utilisés : l'intensité des GES de la fibre de carbone et du liant d'asphalte fabriqués à partir du bitume albertain est inférieure d'environ 50 % à celle des produits fabriqués grâce à des procédés commerciaux (Kumar et coll., 2021; Hesp et Ding, 2022).

Le BBC pourrait créer un secteur d'activité représentant plusieurs milliards de dollars au Canada, et notamment des milliers d'emplois. L'effet positif du BBC sur le climat est encore plus important. Pour chaque million de barils de bitume utilisés en une journée pour le BBC, il serait possible d'éviter l'émission de 65 millions de tonnes de GES liés à la combustion chaque année. Les avantages ne s'arrêtent pas là. Les produits du BBC rendent les transports plus efficaces sur le plan énergétique, les infrastructures plus durables et la production d'énergie renouvelable et le stockage d'énergie plus économiques. Parmi les exemples, citons les matériaux composites plus légers et plus résistants utilisés dans la construction des automobiles et des pales d'éoliennes; le charbon actif utilisé dans les batteries et autres

dispositifs de stockage d'énergie; et l'asphalte plus résistant, plus durable et qui peut être recyclé plusieurs fois.



Le développement du BBC n'en est toutef

Le développement du BBC n'en est toutefois qu'à ses débuts. En partenariat avec le Clean Resource Innovation Network (CRIN), Alberta Innovates aide les chercheurs universitaires et les PME à mettre au point des fibres de carbone faites à partir de bitume. Le projet [Carbon Fibre Grand Challenge](#) passera bientôt à l'étape de la démonstration préalable à la commercialisation. Alberta Innovates et Technologies du développement durable Canada financent la première usine commerciale de fabrication de charbon actif à partir de bitume. Alberta Innovates travaille également avec trois PME qui fabriquent des liants d'asphalte à partir du bitume.

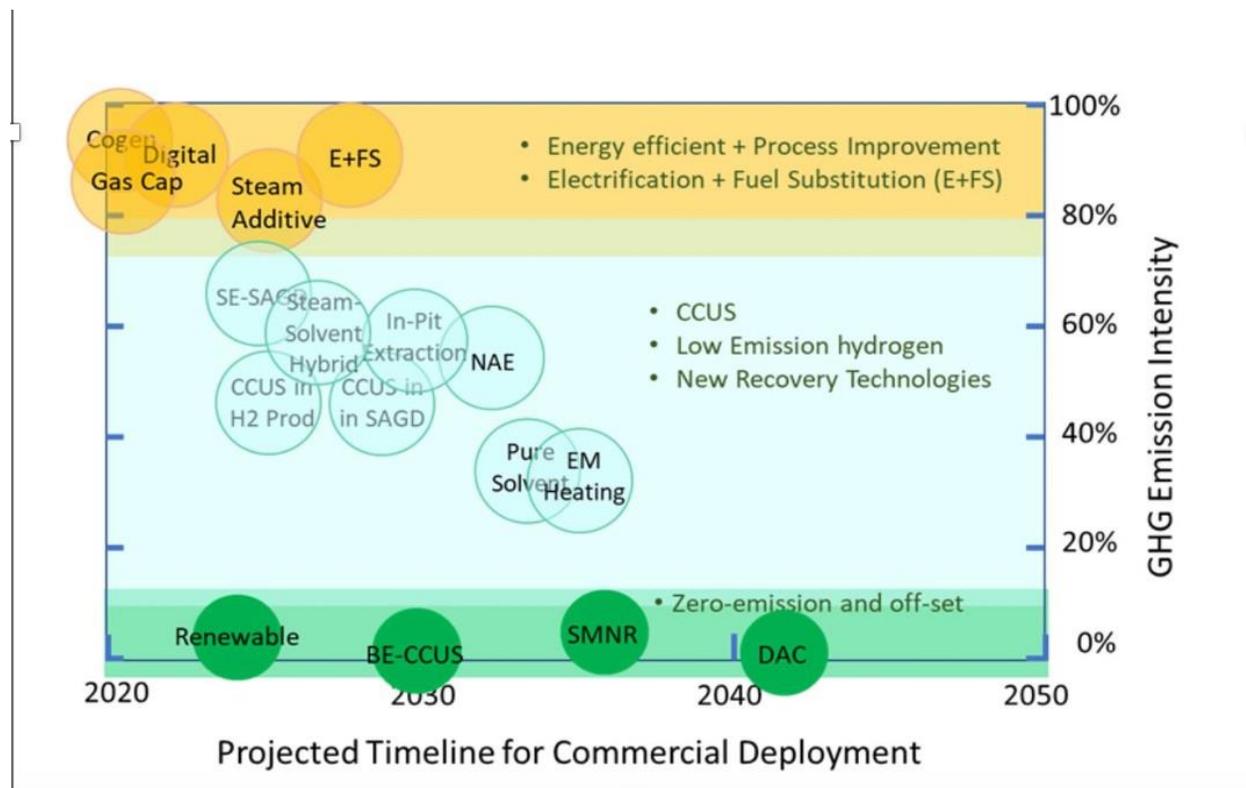
La production et le traitement du bitume à faible taux d'émission

L'industrie canadienne des sables bitumineux produit actuellement 3,5 millions de barils par jour. Le rendement environnemental, social et de gouvernance (ESG) combiné de l'industrie des sables bitumineux s'est amélioré au cours des dernières décennies pour devenir l'un des meilleurs au monde (Dziuba et coll., 2021). L'intensité des émissions de GES issus de l'exploitation des sables bitumineux a diminué de 20 % entre 2009 et 2018 (IHS Markit, 2018), et l'intensité des émissions de certains grands actifs liés aux sables bitumineux est comparable à celle du baril de pétrole américain moyen (Sleep et coll., 2020). Cependant, la production a été supérieure au taux de diminution de l'intensité des émissions de GES, de sorte que les émissions absolues de GES provenant de l'exploitation des sables bitumineux ont augmenté. Les émissions totales de GES provenant de l'extraction des sables bitumineux étaient de 83 millions de tonnes en 2019, ce qui représente 11 % de l'ensemble des émissions de GES du Canada (ECCC, 2021).

Alberta Innovates aide l'industrie à [trouver les moyens de rendre la production de bitume peu polluante et à mettre au point des technologies de traitement à faible taux d'émission](#). Cela comprend :

- L'efficacité énergétique et l'amélioration des processus;
- L'électrification de l'équipement et des véhicules de forage et d'exploitation minière et le recours à des combustibles de substitution;
- L'hydrogène à faible taux d'émission;
- Le CUSC;
- Les nouvelles technologies de récupération.

Cependant, ces technologies ne permettront pas d'atteindre complètement la carboneutralité dans la production de bitume si d'autres technologies peu polluantes et de compensation comme les énergies renouvelables, les PRM, la bioénergie-CUSC (BE-CUSC) et le captage direct dans l'air (CDA) ne sont pas adoptées.



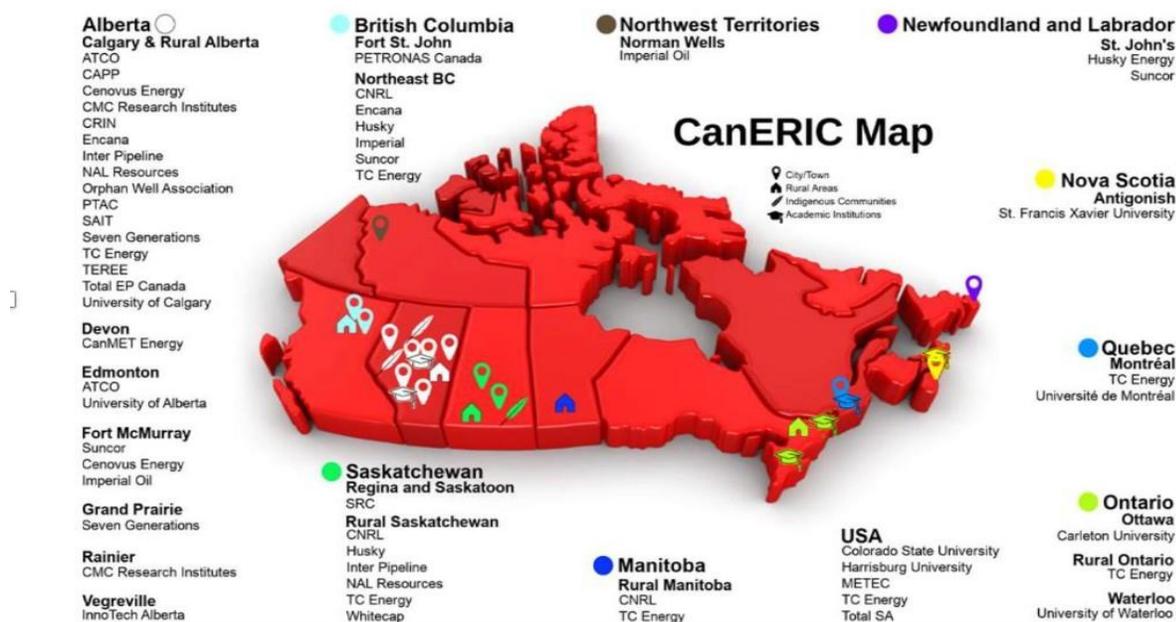
Les échéances prévues pour le déploiement commercial de diverses technologies de réduction des émissions sont illustrées ci-dessus. La plupart des technologies d'amélioration des processus et à haut rendement énergétique (dans la zone supérieure du diagramme) sont commerciales et devraient être déployées à grande échelle pour avoir un impact sur les émissions. Certaines technologies (zone centrale) peuvent contribuer à réduire les émissions dans l'industrie des sables bitumineux à mesure qu'elles sont commercialisées, mais toutes les technologies ne seront pas efficaces ou ne seront pas déployées dans les délais prévus. Compte tenu de l'ampleur de la réduction qu'il faut atteindre, le CUSC, la bioénergie-CUSC et les PRM (zone inférieure du diagramme) sont des solutions particulièrement importantes qui

auront une incidence élevée sur l'industrie des sables bitumineux en vue d'atteindre la carboneutralité.

La réduction des émissions de méthane

Il est essentiel de développer et de déployer des technologies de réduction du méthane pour parvenir à réduire véritablement les émissions. En 2020, les émissions totales de méthane au Canada étaient de 92 Mt CO₂e. De ce nombre, 35 Mt CO₂e ont été produites par le secteur pétrolier et gazier (ECCC, 2022a). Le plan de réduction des émissions de 2022 (ECCC, 2022b) prévoit une réduction de 75 % des émissions de méthane par rapport aux niveaux de 2012 d'ici 2030.

Le Réseau canadien d'innovation pour la réduction des émissions (RCIRE), financé conjointement par Alberta Innovates et Ressources naturelles Canada (RNCAN), est un réseau pancanadien de chercheurs et d'utilisateurs finaux visant à développer, éprouver et déployer des technologies de réduction des émissions de méthane. Le libre accès aux données au sein du réseau accélère le développement et le déploiement des technologies. Le réseau comprend actuellement deux consortiums dirigés par la Petroleum Technology Alliance Canada (PTAC) et le Natural Gas Innovation Fund (NGIF).



Consortium canadien d'innovation en matière de réduction des émissions (Canadian Emissions Reduction Innovation Consortium ou CanERIC) de la PTAC

Le secteur pétrolier et gazier canadien est un leader mondial en matière de réduction des émissions de méthane (PTAC, 2021 ;ECCC, 2022c). Les émissions de méthane ont diminué de 42 % entre 2012 et 2020 dans l'industrie pétrolière et gazière, et ce, malgré une augmentation

de la production (ECCC, 2022a). Les technologies de réduction des émissions de méthane testées par les partenaires du RCIRE pourraient permettre de réduire les émissions de méthane du secteur pétrolier et gazier d'au moins 48 % et même d'atteindre 90 % d'ici 2030 (PTAC, 2021). Les programmes du RCIRE peuvent servir de base à des protocoles et des normes de détection et de réduction des émissions de méthane qui deviendront le point de référence au Canada et dans le monde entier.

Le gouvernement du Canada s'est engagé à créer un centre d'excellence mondial sur la détection et l'élimination du méthane (Gouvernement du Canada, 2022). Alberta Innovates aimerait contribuer à ce centre.

Les biocarburants

Les biocarburants liquides sont essentiels à la décarbonisation et à la réduction des GES dans le secteur des transports. Pour atteindre la carboneutralité, l'utilisation des biocarburants devra être multipliée par 20 d'ici 2050 (Agence internationale de l'énergie [AIE], 2021). Le scénario retenu par l'AIE en matière de carboneutralité prévoit que les biocarburants liquides représenteront 14 % des carburants de transport et 45 % des carburants d'aviation à l'échelle mondiale en 2050. Biocarburants avancés Canada a estimé que l'impact économique de la production nationale de biocarburants pourrait dépasser 14 milliards de dollars par année en ajoutant une capacité supplémentaire de 10 milliards de litres d'ici 2030, ce qui créerait plus de 28 000 emplois et éliminerait 25 Mt de GES (Biocarburants avancés Canada, 2022).

Environ 93 % des biocarburants destinés au transport proviennent de cultures comme la canne à sucre, le maïs et le soja. Ces cultures se pratiquent sur les mêmes terres que celles pouvant être utilisées pour la production alimentaire, ce qui limite la capacité d'accroître la production. Par conséquent, la croissance de la production de biocarburants doit provenir de matières premières comme les sous-produits de la biomasse et les cultures ligneuses. Alberta Innovates collabore avec les administrations municipales, les universités et les principaux partenaires du secteur de l'énergie, comme Suncor, pour mettre au point et utiliser des biocarburants avancés et produire des biocarburateurs.

Les petits réacteurs (nucléaires) modulaires (PRM)

Les PRM peuvent fournir de l'électricité de base (de 5 MWé à 300 MWé) et contribuer à la décarbonisation du secteur canadien de l'électricité. Les PRM pourraient également fournir de l'énergie thermique aux industries lourdes en remplaçant les chaudières à gaz servant à produire la vapeur utilisée pour la récupération du bitume et la production d'électricité. Les PRM peuvent accroître la capacité des petits réseaux électriques et des endroits et collectivités non reliés au réseau, et rendre le suivi de charge plus efficace. Les technologies de PRM en sont à différentes étapes des processus d'avancement technique et réglementaire dans le monde. Leur efficacité doit encore être démontrée et les coûts doivent être réduits. Le marché mondial des PRM est estimé à 150 milliards de dollars (CAD) par année d'ici 2040 (Hatch, 2021).

L'Ontario, la Saskatchewan, le Nouveau-Brunswick et l'Alberta ont signé un protocole d'entente pour faire progresser le développement et le déploiement des PRM au Canada. Ontario Power Generation (OPG) travaille avec GE Hitachi Nuclear Energy pour mettre en place un PRM d'une capacité de 300 MWé sur son site de Darlington (OPG, 2021) et SaskPower travaille avec GE Hitachi pour évaluer l'implantation des PRM (SaskPower, 2022). En collaboration avec des partenaires du secteur, Alberta Innovates réalise une étude de faisabilité sur les applications des PRM dans l'industrie primaire.

La gestion de l'eau

Les enjeux relatifs à l'eau transcendent tous les secteurs, touchent toutes les collectivités et ont une incidence sur les possibilités économiques. En raison des changements climatiques, les inondations et les sécheresses sont plus fréquentes et plus graves. En Alberta, par exemple, les conséquences de l'inondation de 2013 ont été évaluées à environ 5 milliards de dollars et la grave sécheresse de 2021 a entraîné des versements d'assurance récolte de plus d'un milliard de dollars (The Globe and Mail, 2021).

Le [Water Innovation Program](#) (WIP) d'Alberta Innovates jouit maintenant d'une réputation internationale et a généré des retombées importantes pour l'industrie et le gouvernement. Le programme a appuyé les efforts déployés par les secteurs de l'agriculture et des sables bitumineux en Alberta, et a mené à des améliorations en matière de conservation de l'eau, d'efficacité et de productivité de l'ordre d'environ 30 % (Alberta Water Council, 2017). Les connaissances et les technologies découlant du WIP peuvent être utilisées dans tout le Canada.

Les technologies propres en agriculture

Le secteur agricole et agroalimentaire est le cinquième plus grand émetteur de GES au Canada (ECCC, 2022a). Les émissions de GES comprennent le méthane provenant de la digestion du bétail et du fumier, l'oxyde nitreux provenant de l'utilisation d'engrais azotés, l'énergie utilisée pour produire des engrais et d'autres produits chimiques, et l'utilisation de carburant agricole et d'électricité.

Les technologies propres peuvent contribuer à relever les défis qui se posent dans ce secteur tout en améliorant la durabilité et en réduisant les émissions de GES. Les technologies intelligentes permettent d'accroître l'efficacité, d'améliorer les rendements et de réduire les intrants, de mettre en place des processus durables, d'assurer une utilisation durable des terres et de créer de nouvelles capacités dans le secteur. Ces technologies permettent également d'optimiser l'utilisation des engrais et de mieux quantifier la disponibilité de l'azote dans le sol. La sélection améliorée permet de mettre au point certaines caractéristiques, notamment des bovins à haut rendement alimentaire et produisant peu de méthane, ainsi que des cultures capables d'utiliser plus efficacement l'azote.

Le gouvernement fédéral devrait promouvoir la durabilité en agriculture et dans le secteur agroalimentaire, y compris l'amélioration des pratiques d'élevage, les solutions axées sur la

nature qui permettent une meilleure séquestration du carbone, l'utilisation plus écologique de l'énergie dans les exploitations agricoles, l'accroissement de l'efficacité énergétique et l'équipement agricole sans émission, l'optimisation de l'utilisation des ressources lors de la production et de la transformation, et la réduction des déchets alimentaires tout au long de la chaîne de valeur. Alberta Innovates propose une initiative, nommée Farming the Future, qui vise à réduire les émissions provenant des engrais azotés et des activités d'élevage.

L'économie circulaire des plastiques

Alberta Innovates travaille avec les gouvernements fédéral et albertain et des partenaires de l'industrie, comme BASF et NOVA Chemicals pour créer une économie circulaire des plastiques à faibles émissions de carbone. Il serait possible de créer de 10 000 à 27 000 emplois directs et d'éviter la production de 1,8 Mt de GES par année si 90 % des déchets plastiques étaient valorisés (ECCC, 2019). Nous favorisons l'innovation tout au long de la chaîne de valeur, de la production et la fabrication de résine plastique à la gestion en fin de vie, afin de rendre la production et l'utilisation plus durables.

En 2018, le Conseil canadien des ministres de l'environnement a convenu de travailler en vue d'atteindre l'objectif de zéro déchet plastique et de garder tous les plastiques dans l'économie et loin de l'environnement. Le gouvernement du Canada a publié son *Règlement interdisant les plastiques à usage unique* en juin 2022 (Gazette du Canada, 2022). L'Alberta prévoit de s'imposer dans l'ouest de l'Amérique du Nord comme centre d'excellence en matière de valorisation et de recyclage des plastiques d'ici 2030 (Gouvernement de l'Alberta, 2020) et met en œuvre une politique de responsabilité élargie des producteurs pour encourager le recyclage.

Les autres technologies propres

En plus des technologies propres décrites ci-dessus, Alberta Innovates a également travaillé sur :

- La gestion des terres en vue de leur remise en état et leur restauration et l'adaptation aux changements climatiques;
- L'Alberta Smart Grid Consortium afin d'accroître l'utilisation des énergies renouvelables pour la production d'électricité et d'améliorer l'efficacité énergétique dans la distribution d'électricité;
- Les technologies numériques au service de l'énergie propre (Digital Technology for Clean Energy ou DICE) pour améliorer l'efficacité énergétique dans toutes les sphères de l'exploitation des ressources industrielles;
- Les matériaux bioindustriels dans le but d'améliorer la durabilité et l'efficacité énergétique dans l'environnement bâti.

Conclusion

Les gouvernements et le secteur privé doivent faire preuve de leadership et apporter un soutien considérable pour stimuler l'innovation, notamment dans le domaine de l'hydrogène, du CUSC, du bitume au-delà de la combustion et de l'agriculture durable. Au-delà des aides financières, les gouvernements ont un rôle à jouer dans la promotion de la collaboration entre les administrations et les organismes afin de favoriser le développement et de réduire les obstacles.

Les programmes, l'infrastructure et l'expertise actuels dont il est question dans le présent document devraient être mis à profit pour accélérer le développement et le déploiement des technologies propres au Canada. L'innovation en matière de technologies propres peut être accélérée si le financement fédéral peut tirer parti des programmes déjà en place au sein d'organisations comme Alberta Innovates. Les obstacles artificiels au financement doivent être supprimés.

Tout comme plusieurs technologies contribuent au bouquet énergétique actuel, il faudra avoir recours à un éventail de solutions pour décarboner notre économie et faire face à la crise climatique. Il est approprié que le gouvernement fédéral se concentre sur le déploiement des technologies propres qui peuvent aider le Canada à atteindre ses objectifs pour 2030. Cependant, une fraction du financement devrait également être engagée pour favoriser le développement de technologies propres qui permettront au Canada d'avancer sur la bonne voie pour atteindre ses objectifs à plus long terme en matière de carboneutralité.

Les technologies propres présentées ici aideront le Canada à atteindre ses cibles en matière d'émissions et à remplir ses obligations. Nous pouvons aussi aller plus loin en exportant nos technologies et notre expertise afin d'aider d'autres pays à atteindre, eux aussi, leurs objectifs de carboneutralité.

Bibliographie

BIOCARBURANTS AVANCÉS CANADA, *New capital investments in Made-in-Canada clean fuels to achieve Canada's climate targets, build resilient clean economy*, 2022. ([Lien](#))

ALBERTA INNOVATES, *Bitumen Beyond Combustion: How Oil Sands Can Help the World Reach Net-Zero Emissions and Create Economic Opportunities for Alberta & Canada*, 2021. ([Lien](#))

ALBERTA INNOVATES, *Carbon Capture, Utilization, and Storage (CCUS) Technology Innovation to Accelerate Broad Deployment in Alberta*, 2022. ([Lien](#))

ALBERTA WATER COUNCIL, *Looking Back: Evaluating Sector Improvements in Water Conservation, Efficiency and Productivity*, 2017. ([Lien](#))

BLOOMBERG NEF, *Hydrogen Economy Outlook*, 2020. ([Lien](#))

CANADA. « Règlement interdisant les plastiques à usage unique : DORS/2022-138 », *Gazette du Canada*, 2022. ([Lien](#))

VILLE DE CALGARY, *Flooding in Calgary – Flood of 2013*, 2022. ([Lien](#))

DZIUBA, J. et coll., *Survivor Canada: The Unparalleled Position of Canadian Oil in a Transition Challenge*, 2021. ([Lien](#)).

ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA, *Étude économique sur l'industrie, les marchés et les déchets du plastique au Canada*, 2019. ([Lien](#))

ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA, *Rapport d'inventaire national 1990-2019 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada*, 2021. ([Lien](#))

ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA, *Rapport d'inventaire national 1990-2020 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada*, 2022a. ([Lien](#))

ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA, *Plan de réduction des émissions pour 2030*, 2022b. ([Lien](#))

ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA, *Le gouvernement du Canada lance ses prochaines étapes pour une plus grande réduction des émissions de méthane du secteur pétrolier et gazier*, 2022c. ([Lien](#))

THE GLOBE AND MAIL, « Alberta expects crop insurance to pay \$1-billion as a result of drought », 2021. ([Lien](#))

GOVERNEMENT DE L'ALBERTA, *Natural Gas Vision and Strategy*, 2020. ([Lien](#))

GOVERNEMENT DE L'ALBERTA, *Alberta Hydrogen Roadmap*, 2021. ([Lien](#))

GOVERNEMENT DU CANADA, *Stratégie canadienne pour l'hydrogène : Saisir les possibilités pour l'hydrogène, Appel à l'action*, 2020. ([Lien](#))

GOVERNEMENT DU CANADA, *Réduction des émissions de méthane provenant du secteur pétrolier et gazier au Canada : document de travail*, 2022. ([Lien](#))

HATCH, *Assessment of Alberta and Saskatchewan's industrial potential to participate in an emerging Canadian SMR supply chain – Final Report*, 2021. ([Lien](#))

HESP, S. et H. DING, « How Canada's oil sands can help build better roads », *QueensU Gazette* (22 juillet 2022). ([Lien](#))

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE, *Net Zero by 2050 : A Roadmap for the Global Energy Sector*, 2021. ([Lien](#))

IHS MARKIT, *Greenhouse gas intensity of oil sands production today and in the future*, 2018. ([Lien](#))

KEITH, D. W., G. HOLMES, D. ST. ANGELO et K. HEIDEL, « A Process for Capturing CO₂ from the Atmosphere », *Joule*, vol. 2, p. 1573-1594 ([Lien](#))

KUMAR, A. et coll., *Life Cycle Analysis of Asphaltene to Carbon Fibre*, 2021 (rapport commandé par Alberta Innovates – fourni sur demande).

ONTARIO POWER GENERATION, *OPG advances clean energy generation project*, communiqué de presse, 2021. ([Lien](#)).

PETROLEUM TECHNOLOGY ALLIANCE CANADA, *PTAC Methane Detection and Mitigation Initiatives Report*, 2021. ([Lien](#))

SASKPOWER, *SaskPower Selects the GE-Hitachi BWRX-300 Small Modular Reactor Technology for Potential Deployment in Saskatchewan*, communiqué de presse, 2022. ([Lien](#))

SLEEP, S., Z. DADSHI, Y. CHEN, A. R. BRANDT, H. L. MACLEAN et J. A. BERGERSON, « Improving robustness of LCA results through stakeholder engagement: A case study of emerging oil sands technologies », *Journal of Cleaner Production*, vol. 281 (2020). ([Lien](#))

Image de la page 1

Environmental Benefits (Water + Land)	Avantages environnementaux (Eau + terres)
High	Élevés
Low	Faibles
Potential Economic Impact	Retombées économiques
GHG Reduction Potential	Potentiel de réduction des GES
CCUS	CUSC
MER	REM
Water	Eau
Circular plastics	Économie circulaire des plastiques
Biofuels	Biocarburants
Agri-Food Cleantech	Technologies agroalimentaires propres
Low Emission Production	Production à faible taux d'émission
Hydrogen	Hydrogène
BBC	BBC

Image de la page 5

\$30/barrel for transportation fuels	30 \$/baril pour les carburants de transport
Current use	Utilisation actuelle

Light fraction	Fraction légère
Oil sands bitumen	Bitume des sables bitumineux
Heavy fraction	Fraction lourde
*Value of the BBC product that can be extracted from the heavy fraction of one barrel bitumen	*Valeur du produit du BBC pouvant être extrait de la fraction lourde d'un baril de bitume
Carbon fibre (\$179*)	Fibre de carbone (179 \$*)
Asphalt binder (\$50*)	Liant d'asphalte (50 \$*)
Activated carbon (\$100+*)	Charbon actif (+ de 100 \$*)

Image de la page 6

Cogen	Cogénération
Gas	Gaz
Digital Cap	Capacités numériques
Steam Additive	Additif pour injection de vapeur
E+FS	E + CS
SE-SAGD	SE-Drainage par gravité au moyen de vapeur (DGMV) ¹
Steam-Solvent Hybrid	Procédé hybride combinant la vapeur et un solvant
In-Pit Extraction	Extraction dans les puits

¹ Veuillez vérifier à quoi SE fait référence et corriger au besoin.

NAE	Récupération non aqueuse
CCUS in H2 Prod	CUSC dans la production d'hydrogène
CCUS in SAGD	CUSC dans le DGMV
Pure Solvent	Solvant pur
EM Heating	Chauffage électromagnétique
Energy efficient + Process Improvement	Efficacité énergétique + Amélioration des processus
Electrification + Fuel Substitution (E+FS)	Électrification + Combustibles de substitution (E + CS)
CCUS	CUSC
Low Emission Hydrogen	Hydrogène à faible taux d'émission
New Recovery Technologies	Nouvelles technologies de récupération
Zero-emission and off-set	Carboneutralité et compensation
Renewable	Renouvelable
BE-CCUS	BE-CUSC
SMNR	PRNM
DAC	CDA
Projected Timeline for Commercial Deployment	Calendrier prévu pour le déploiement commercial
GHG Emission Intensity	Intensité des émissions de GES