



L'ACADÉMIE CANADIENNE DU GÉNIE

GROUPE DE TRAVAIL SUR LES FILIÈRES ÉNERGÉTIQUES

RAPPORT FINAL DE L'ÉTAPE 1



CHARBON



NUCLÉAIRE



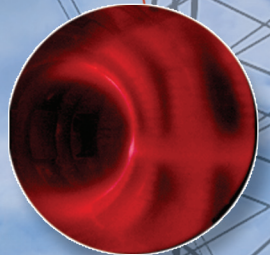
SABLES
BITUMINEUX



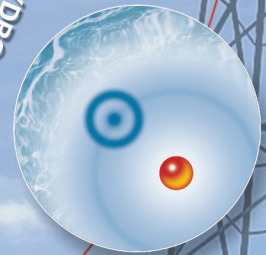
SOLAIRE



ÉOLIENNE



FUSION

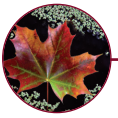


HYDROGÈNE

Étude de 27 filières – par plus de 100 experts en énergie – pour atteindre des cibles économiques, écologiques, efficaces et à valeur ajoutée

LES FILIÈRES ÉNERGÉTIQUES





REMERCIEMENTS

Académie canadienne du génie

Groupe de travail sur les filiales énergétiques Rapport final de l'étape 1

Préparé par :

C.W. (Clem) Bowman

Président du groupe
de travail

R.C. (Bob) Griesbach

Gestionnaire de projet

Les huit commanditaires de cette initiative ont fourni un appui financier et non financier considérable sans lequel le projet n'aurait jamais été entrepris. Ce rapport ne représente toutefois pas l'opinion de certains organismes mais reflète plutôt l'avis de personnes compétentes des secteurs public et privé, concernant les énormes possibilités énergétiques accessibles au Canada.

Plus d'une centaine de personnes ont participé à ce projet, dont les membres du Groupe de travail de l'Académie, qui ont dirigé les activités, les Promoteurs



de 27 filiales énergétiques, et les Évaluateurs, qui ont comparé leur jugement avec ceux des Promoteurs. Les Promoteurs méritent des éloges supplémentaires car, à la demande de l'Académie, ils ont accepté de préparer la description des diverses filiales possibles et

d'effectuer leur propre évaluation, un geste nécessitant un certain courage.

Les auteurs de ce rapport tiennent à remercier tous ceux qui y ont participé, et en particulier :

- **Philip Cockshutt**, ancien directeur général de l'ACG, qui a appuyé le projet à chaque stade de son évolution, et
- **Fraser Barnes** de ProGrid Solutions, qui a fourni le logiciel d'analyse et qui a géré personnellement l'ensemble complexe des téléchargements de fichiers vers l'amont et vers l'aval.

Pour obtenir un exemplaire imprimé de cette publication, veuillez communiquer avec :

L'Académie canadienne du génie

180, rue Elgin, Bureau 1100

Ottawa (Ontario) K2P 2K3

Téléphone : (613) 235-9056

Télécopieur : (613) 235-6861

Courriel : acadeng@ccpe.ca

No d'organisme de bienfaisance enregistré :
134994375RR0001

On peut aussi se procurer cette publication sous forme électronique, à l'adresse suivante :
www.acad-eng-gen.ca

Droit de copie

Sauf indication contraire, les renseignements que renferme la présente publication peuvent être reproduits, en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sans frais ni permission supplémentaire de la part de l'Académie canadienne du génie, pourvu que l'on fasse preuve de due

diligence quant à l'exactitude des renseignements reproduits, que l'on mentionne l'Académie canadienne du génie comme source des renseignements et que la reproduction ne soit pas présentée comme étant la version officielle des renseignements reproduits, ni comme un document réalisé en collaboration avec l'Académie canadienne du génie ou avec son appui.

Les opinions et les énoncés exprimés dans cette publication et attribués aux auteurs mentionnés ne reflètent pas nécessairement la politique de l'Académie canadienne du génie.

© L'Académie canadienne du génie 2007

ISBN 978-0-9730830-4-0

Also available in English.

La photo du réacteur nucléaire en page couverture, gracieuseté d'EACL.

La photo de fusion en page couverture, gracieuseté des laboratoires Princeton de physique des plasmas.

La photo des sables bitumineux en page couverture et à la page 9, gracieuseté de Suncor Energy Inc.



L'Académie canadienne du génie (ACG) se compose de plusieurs des ingénieurs les plus expérimentés du pays qui ont manifesté leur dévouement en faveur de l'application des principes de la science et du génie dans l'intérêt du pays et de ses entreprises. L'Académie, organisme indépendant, autonome et à but non lucratif, a été fondée en 1987, dans le but de servir le pays en tout ce qui touche les

questions d'ingénierie. Elle est un membre actif de l'organisme international appelé *Council of Academies of Engineering and Technological Sciences (CAETS)*, qui comprend 24 autres principaux pays.

Les membres de l'Académie sont nommés et élus par leurs pairs à titre de Membres honoraires, en reconnaissance de leur contribution exceptionnelle, de leurs excellentes réalisations et de leur leadership au sein de la profession d'ingénieur au Canada et dans la collectivité. L'Académie compte présentement quelque 300 membres actifs et 90 membres émérites. Ses membres travaillent en étroite collaboration avec les autres associations nationales d'ingénieurs du pays, ainsi qu'avec les autres académies canadiennes qui forment le *Conseil des académies canadiennes*. Les membres de l'Académie s'engagent à faire en sorte que les connaissances expertes en génie du Canada soient appliquées pour le grand bien de tous les Canadiens et de toutes les Canadiennes.

Qu'est-ce qui a donc amené l'Académie à entreprendre l'étude des diverses filières reliant les sources d'énergie à l'utilisateur final? La réponse est simple. Le projet a pris forme par suite des craintes grandissantes à l'égard de la collision entre l'énergie et l'environnement, dont l'intersection représente l'enjeu dominant qui préoccupe la planète, au siècle actuel.

Où se situe le Canada par rapport à cet enjeu? Voici notre évaluation :

1. Le Canada n'a pas d' « évaluation narrative nationale » qui décrit, pour le pays, une vision commune à laquelle participent toutes les régions. Où sont les successeurs des leaders visionnaires qui ont construit les chemins de fer nationaux, la voie maritime du St-Laurent, les pipelines énergétiques et notre régime de soins de santé universel?
2. Nombre de nos secteurs les plus importants et les plus anciens, comme l'industrie de l'automobile et l'industrie forestière, font face à de sérieux défis, malgré les efforts intenses déployés pour solutionner les problèmes.
3. L'énergie est l'une des pierres angulaires de la civilisation et elle est essentielle au bien-être économique et social du Canada; or, nous n'avons pas de vision énergétique nationale convaincante. Compte tenu des ressources énergétiques énormes et inégales dont dispose le Canada, celui-ci sera-t-il

TABLE DES MATIÈRES

1. Sommaire	5
2. Introduction	7
3. Les filières énergétiques	9
4. Préparer le terrain	12
5. La grille d'évaluation	13
6. L'échelle linguistique	14
7. Documents des promoteurs sur les filières et autoévaluations	15
8. Explication des rapports de sortie	16
9. Résultats provenant de la base de données	17
10. Rapports sur les diverses filières	18

TOUTES LES ANNEXES SONT EN ANGLAIS.

ANNEXE 1	
Commanditaires	21
ANNEXE	
Groupe de travail sur la technologie énergétique de l'ACG	22
ANNEXE 3	
Filières et promoteurs	23
ANNEXE 4	
Évaluateurs	25
ANNEXE 5	
Échelles linguistiques	27
ANNEXE 6	
Rapports de sortie de ProGrid	31
ANNEXE 7	
Résumés des filières	58

en mesure de réaliser des produits énergétiques rehaussés à des prix raisonnables et en exerçant un impact acceptable sur l'environnement? Une nouvelle technologie sera nécessaire, mais le succès exigera aussi des politiques publiques efficaces et de nouveaux concepts de partage du risque. Les changements transformationnels ne se réaliseront pas par les efforts de sociétés individuelles ni par l'intervention unilatérale des gouvernements.

Si nous parvenons à réaliser de tels changements transformationnels, le Canada, selon certains, deviendrait une « superpuissance d'énergie durable ». L'Académie canadienne du génie représente des ingénieurs qui construisent des choses. Les ingénieurs construisent en respectant des normes de conception, et ce, pour le bien de tous les Canadiens et de toutes les Canadiennes. Quelles sont alors les normes de conception qui permettront au Canada de devenir une « superpuissance d'énergie durable »? Les experts en énergie, les politiciens et le citoyen ordinaire auront tous une idée différente de la définition appropriée.

Quelle que soit la définition précise, notre rôle, comme ingénieurs, est de faire en sorte que nous disposions de la capacité technologique nécessaire pour contribuer de la façon suivante au rôle nouveau et amplifié qu'exerce le Canada en matière d'énergie domestique et internationale :

- Rendre possible un transfert planifié et cohérent vers des sources économiques d'énergie renouvelable.
- Réduire de façon marquée l'impact environnemental exercé par la récupération, le traitement et l'utilisation de l'énergie.
- Répondre de manière soutenue aux demandes énergétiques présentes et futures de l'ensemble des Canadiens et des Canadiennes.
- Exporter des produits énergétiques à valeur ajoutée et ainsi, arriver à entretenir des relations commerciales équilibrées avec nos principaux partenaires commerciaux.

Mentionnons dès le départ que ce rapport n'est pas un « document de politique », mais qu'il constitue plutôt l'examen de quelque 27 filières énergétiques retraçant les principales voies qui séparent notre riche patrimoine de sources énergétiques de leur ultime utilisation.

Il est particulièrement important de souligner que les filières énergétiques évaluées ne constituent nullement une liste complète de toutes les avenues possibles. Chaque filière évaluée a plutôt été sélectionnée par un ingénieur expérimenté et compétent qui l'a jugée suffisamment importante pour agir comme promoteur et préparer une soumission à son sujet. La collection d'évaluations résultant de cette étude, tout en n'ayant pas une portée aussi exhaustive qu'une étude commandée, constitue une réalisation importante de l'ingénierie canadienne permettant d'identifier ce qu'il faut faire pour nous acheminer vers un avenir idéal.

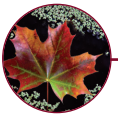
Le présent rapport sur les Filières énergétiques s'inscrit aux côtés de deux études connexes : l'étude par le Conseil des académies canadiennes (CAC) sur *L'état de la science et de la technologie au Canada*, et le rapport du Groupe consultatif national sur les sciences et technologies relatives à l'énergie durable, *Construire des alliances puissantes : Priorités et orientations en sciences et en technologies énergétiques au Canada*. Ces trois rapports se complètent les uns les autres. L'étude du CAC identifie les atouts scientifiques canadiens dans certains secteurs, comme celui des sables bitumineux, mais il fait aussi ressortir l'insuffisance perçue à l'égard de notre capacité de parvenir à une dominance soutenue dans le secteur en question. Les « filières proposées » énoncent avec précision ce qu'il faut faire pour atteindre l'objectif. Le Comité consultatif national insiste sur le besoin d'une approche systématique quant aux enjeux énergétiques qu'il identifie, et « les Filières » préconisent aussi une approche systématique à propos des défis qu'elles relèvent. Il s'agit ainsi d'un heureux concours de circonstances, car les trois rapports réunis constituent un énoncé beaucoup plus puissant sur ce qu'il faut faire que l'un ou l'autre de ces rapports pris individuellement.

Au nom de l'Académie canadienne du génie, j'ai la conviction que ce rapport contribuera fortement au dialogue soutenu sur les orientations à prendre pour que le Canada devienne une superpuissance énergétique durable et respectueuse de l'environnement.

Cordialement,



John D. McLaughlin, Ph.D., MACG
Président, Académie canadienne du génie
Mai 2007



1. SOMMAIRE

Le Canada peut-il devenir une superpuissance d'énergie durable? La réponse à cette question pourrait se trouver dans l'étude, réalisée par l'Académie canadienne du génie, de 27 filières énergétiques retraçant les principales avenues qui séparent notre riche patrimoine de sources énergétiques de leur ultime utilisation. À l'aide d'une méthodologie d'évaluation objective et disciplinée, plus d'une centaine d'experts en énergie ont évalué dans quelle mesure certaines technologies nouvelles et avancées pouvaient permettre d'atteindre des objectifs économiques, environnementaux, efficaces et à valeur ajoutée. Le résultat de ces évaluations a donné lieu aux recommandations suivantes :

RECOMMANDATION 1

Projets nationaux de technologie

Le Canada devrait mettre en oeuvre les trois projets nationaux de technologie suivants :



- Gazéification des combustibles fossiles et de la biomasse
- Réduction des émissions de GES (captage du dioxyde de carbone suivi de son transport, de son entreposage à long terme et de son utilisation)
- Amélioration de l'infrastructure électrique (avec amélioration de l'accès aux sources éoliennes et solaires, et de la capacité d'entreposage de l'énergie)

Nous entendons par Projet national de technologie, un engagement par le Canada consistant à planifier et à mettre en oeuvre des programmes énergétiques importants qui présentent des avantages à la fois économiques et environnementaux, avec participation considérable de la part des secteurs public/privé, tant aux niveaux fédéral, provinciaux et régionaux. Les trois projets précités constitueront une approche intégrée visant à fournir des produits énergétiques de plus grande valeur, à réduire les émissions de dioxyde de carbone et à faciliter l'inclusion d'autres sources d'énergie renouvelable au sein du réseau canadien d'électricité.

La gazéification concerne la réaction des combustibles à base de carbone avec la vapeur et l'oxygène afin de produire de l'hydrogène et d'autres produits à valeur ajoutée. Bien que ce procédé soit utilisé sur une base commerciale dans d'autres pays, il n'a pas été démontré au Canada, pour les charbons de qualité inférieure et la biomasse, et n'a pas été intégré aux technologies de captage, de transport, d'utilisation et d'entreposage du dioxyde de carbone. Ce dernier est le deuxième des trois Projets nationaux de technologie. Nous avons maintenant besoin de l'hydrogène pour valoriser les carburants fossiles à faible teneur d'hydrogène et comme futur carburant possible pour le transport. Il s'agit aussi de l'une des options permettant d'entreposer l'énergie électrique provenant de sources intermittentes d'énergie renouvelable comme l'énergie solaire et éolienne, dont la capacité d'alimentation du réseau électrique est limitée, et de sources nucléaires à charge minimale, hors des périodes de pointe. Ces limites, et les autres limites du réseau énergétique national font l'objet du troisième Projet national de technologie.

Nous recommandons que chacun de ces projets soit financé pour une durée de dix ans et qu'ils soient gérés par un conseil intersectoriel national. Ce conseil établirait des objectifs, affecterait les ressources et suivrait le rendement par rapport aux objectifs. Le

mandat du conseil devrait aussi comprendre des évaluations du cycle de vie, afin d'établir à la fois le gain énergétique net et l'impact environnemental net de chaque initiative énergétique. Il convient de souligner le succès remporté, depuis 1975, par le gouvernement de l'Alberta, dans l'établissement du Alberta Oil Sands Technology and Research Authority (AOSTRA). Au cours des quinze dernières années, cet organisme a mis en oeuvre d'importants programmes novateurs de l'ordre d'un milliard de dollars, financés par les secteurs public/privé. Un engagement semblable dans chacun des trois projets nationaux ci-dessus placerait le Canada sur la voie qui ferait de lui une superpuissance d'énergie durable et attirerait le personnel spécialisé nécessaire pour réaliser cette vision.

L'Académie canadienne du génie se ferait un plaisir de collaborer avec d'autres intervenants afin d'aider à établir la portée de ces Projets nationaux de technologie, dans le cadre de la deuxième étape du présent projet des filières énergétiques. Nous reconnaissons, bien sûr, que les étapes à venir seront beaucoup plus exigeantes en fait de coûts et de gestion – au moins d'un cran plus élevé.

RECOMMANDATION 2

Procédés de démonstration des réseaux de bioconversion

Il existe, partout au Canada, de nombreuses possibilités de mettre en oeuvre des procédés pour le traitement réparti et écologique dans le but de générer des produits énergétiques à partir de l'agriculture, de la foresterie, du traitement des déchets de viande et de poisson, et des déchets solides des matières premières municipales, qui, mis ensemble, pourraient largement répondre aux besoins énergétiques du Canada. Des organismes existants comme BIOCAP Canada et RCIB (Programme de R et D du Réseau canadien d'innovation dans la biomasse) pourront aider à identifier les matières premières et les procédés prioritaires. Il y aurait donc lieu de former et de financer un réseau national pour la tenue de projets régionaux de démonstration.

RECOMMANDATION 3

Rechercher les occasions et les défis énergétiques

Dans le secteur énergétique canadien, quelques défis nécessitent une technologie nouvelle ou avancée. Dans

certains secteurs, le Canada dispose d'énormes possibilités par rapport à des ressources énergétiques particulières et il devrait être à l'avant-garde en matière de recherche de base ou appliquée concernant les futures applications commerciales et les occasions d'exporter la technologie. Dans d'autres domaines, il sera possible d'adapter des technologies élaborées ailleurs pour les appliquer au Canada. Les organismes qui évoluent dans ces domaines devraient prioriser et coordonner leurs activités dans le but d'accélérer considérablement le progrès en ce sens.

Voici quelques exemples de ces défis :

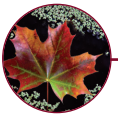
- Traitement et gestion des réseaux d'alimentation en eau
- Énergie éolienne et solaire
- Hydrates de gaz naturel
- Sables bitumineux exploitables de surface à faible impact
- Produits de plus grande valeur provenant du pétrole lourd et du bitume
- Autres sources d'hydrogène
- Possibilité d'utiliser l'énergie nucléoélectrique pour l'exploitation sur place des sables bitumineux
- Réacteurs à fission nucléaire avancés, incluant la gestion des déchets nucléaires
- Carbonates bitumineux
- Énergie géothermique
- Énergie marémotrice et des vagues

RECOMMANDATION 4

Énergie de fusion

Le Canada devrait conserver suffisamment d'expertise dans la recherche sur la fusion pour surveiller et évaluer périodiquement le progrès réalisé au sein de la communauté internationale.

- L'effort international entourant la fusion par confinement magnétique est très grand et la commercialisation de ce procédé ne deviendra réalité que dans nombre de décennies. Le Canada devrait exercer un mandat de surveillance sur les efforts internationaux continus et y participer dans les secteurs où il possède une expertise appropriée, comme dans la production et la manipulation du tritium.
- La fusion par confinement inertiel, considérée auparavant comme une application encore plus lointaine dans le temps, a récemment fortement progressé et l'on recommande que l'on définisse et appuie un effort de recherche universitaire en ce sens au Canada, afin de contribuer à l'effort international.



2. INTRODUCTION

L'Académie canadienne du génie (ACG) est un organisme indépendant, autonome et à but non lucratif, qui a été fondé en 1987, dans le but de servir le pays en tout ce qui touche les questions d'ingénierie. Les membres de l'Académie s'engagent à faire en sorte que les connaissances expertes en génie au Canada soient appliquées pour le plus grand bien de tous les Canadiens et de toutes les Canadiennes. Ils s'acquittent de cette mission de la façon suivante :

- en favorisant une plus grande sensibilisation à l'égard du rôle de l'ingénierie dans la société



- en s'exprimant de façon indépendante sur les questions portant sur l'ingénierie au Canada et à l'étranger
- en encourageant la compétitivité industrielle dans le respect de l'environnement, au Canada et à l'étranger
- en reconnaissant et en rendant hommage à l'excellence de l'apport de l'ingénierie à l'économie canadienne
- en offrant des conseils en matière de formation, de recherche, de développement et d'innovation en génie
- en développant et en entretenant des rapports efficaces avec les autres organismes, académies et sociétés savantes qui s'intéressent au génie, au Canada et à l'étranger.

L'innovation en matière d'énergie propre est un enjeu d'importance critique pour la prospérité et le bien-être futurs des Canadiens et des Canadiennes. En mars 2002, réagissant aux difficultés auxquelles était confrontée l'industrie énergétique mondiale, comme l'instabilité régionale, l'épuisement des ressources naturelles conventionnelles, le changement climatique et la volatilité des prix, l'ACG publiait une étude intitulée « L'énergie et le changement climatique ». Cette étude concluait qu'« Une stratégie énergétique et durable, à long terme, requiert un plus grand choix de sources d'énergie et de technologies énergétiques que celles présentement disponibles. ». Le rapport faisait aussi remarquer que l'ACG pouvait jouer un rôle important dans l'évaluation non seulement des technologies existantes mais aussi de toute nouvelle technologie énergétique.

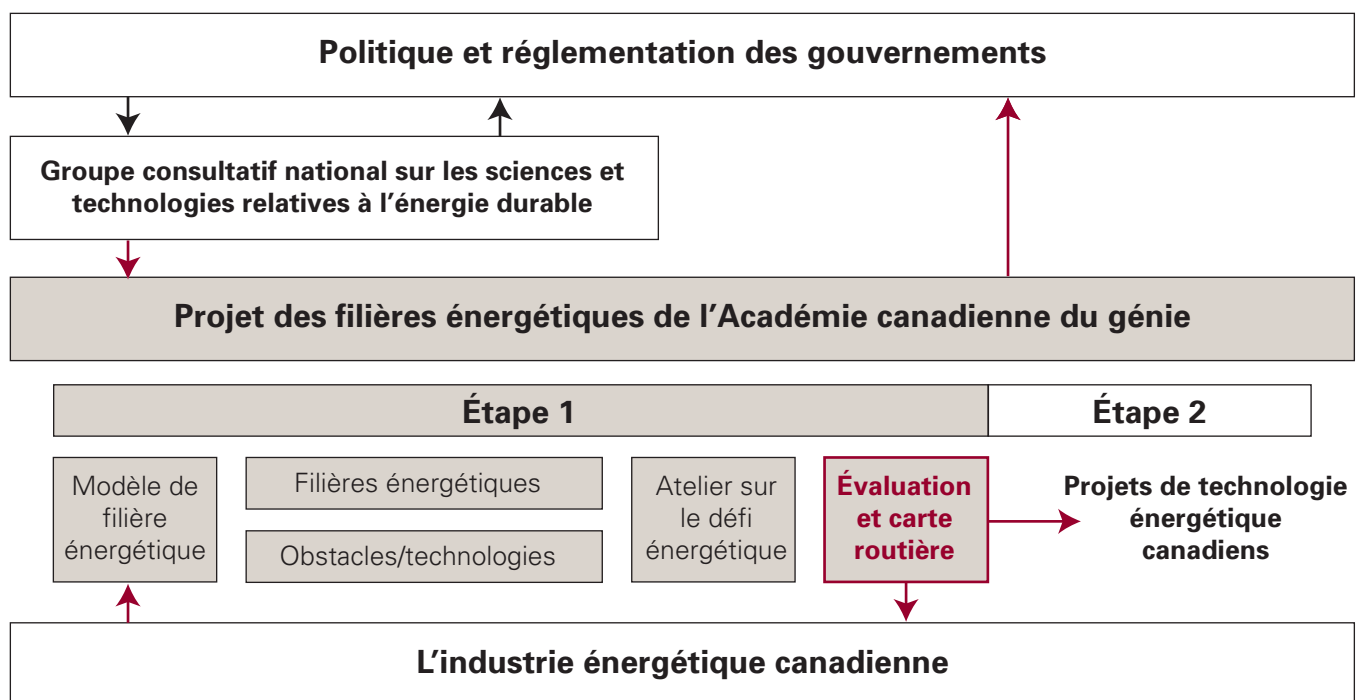
Avec le soutien d'un groupe de commanditaires (Annexe 1), un groupe de travail était formé (Annexe 2) afin de poursuivre l'oeuvre de l'Académie dans ce domaine, son mandat précis étant de définir les obstacles qui empêchent l'élaboration, au Canada, de sources et de modes d'approvisionnement de l'énergie qui soient économiques et écologiquement acceptables, et de découvrir les technologies permettant de surmonter ces obstacles. Ce projet a surtout mis l'accent sur les options technologiques qui permettraient au Canada d'atteindre ses cibles d'émission de gaz à effet de serre (GES), tout en continuant d'offrir un approvisionnement énergétique adéquat, à des taux compétitifs, pour répondre à la demande énergétique croissante.

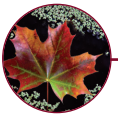
Le Tableau 1 montre de quelle façon l'Académie s'est située par rapport au gouvernement et à l'industrie énergétique. Les efforts de l'Académie consistaient à aider les gouvernements à établir leurs politiques et leurs stratégies et à offrir à l'industrie des options afin de réaliser les cibles de production tout en respectant les futures réglementations en matière d'environnement. Le processus a débuté par l'élaboration d'un Modèle de filière énergétique, suivi d'un examen des filières éventuelles par rapport à ce modèle, d'un atelier avec les principaux intervenants pour obtenir d'autres points de vue, pour enfin aboutir à l'effort d'évaluation décrit dans le présent rapport. Le but ultime est de définir les principaux projets de technologie énergétique canadiens qui offrent la possibilité de réaliser la vision décrite précédemment.

Alors que ce projet était à l'étape finale de rassemblement des données, le Groupe consultatif national sur les sciences et technologies relatives à

l'énergie durable publiait son rapport intitulé « Construire des alliances puissantes : Priorités et orientations en sciences et en technologies énergétiques au Canada ». Le rapport du groupe recommande une approche systémique pour l'aménagement de nos nombreuses sources énergétiques et fait appel à l'engagement de tous les intervenants afin de fournir les ressources financières et novatrices qui feront du Canada un chef de file mondial en matière d'aménagement de l'énergie durable. Les filières énergétiques évaluées dans notre projet de l'ACG seront étudiées dans le contexte des excellentes recommandations contenues dans le rapport de ce groupe consultatif. Nous estimons convenable et souhaitable de voir le projet des filières énergétiques considéré comme un système, afin que le niveau de financement approprié puisse être disponible au moment opportun, sans avoir à interrompre le travail pour rechercher des sources de financement possibles pour l'étape suivante.

TABLEAU 1
Modèle de processus du projet des Filières énergétiques





3. LES FILIÈRES ÉNERGÉTIQUES



Les éléments de base de l'étape 1 du projet portent sur les filières énergétiques accessibles au Canada, comme le fait voir le tableau 2. On peut les diviser en trois groupes : les combustibles fossiles, l'énergie renouvelable et l'énergie nucléaire. Notre intention n'était pas seulement de mettre l'accent sur les sources d'énergie, mais plutôt de faire ressortir le cheminement complet depuis la source énergétique, en passant par un processus de transformation, puis au transporteur, jusqu'à l'utilisateur final. Or, certaines filières reposent sur d'autres et il faut identifier et comprendre ces liens. Nous avons aussi reconnu que certaines filières sont elles-mêmes incrustées dans d'autres filières.

Il y a deux éléments importants, l'hydrogène et le dioxyde de carbone, qui interagissent avec les combustibles fossiles et les sources d'énergie renouvelables. Les vastes ressources des sables bitumineux nécessitent de l'hydrogène pour obtenir un produit utilisable. Le Canada dispose de la meilleure technologie au monde pour produire l'hydrogène à partir du gaz naturel, et il est fort compétitif pour produire l'hydrogène par l'électrolyse de l'eau. Le dioxyde de carbone est un sous-produit de nombre de procédés de transformation de l'énergie, et il contribue fortement à la prolifération des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Nous avons besoin de technologies pour capter, entreposer et utiliser ce gaz pour éviter qu'il soit diffusé dans l'atmosphère.

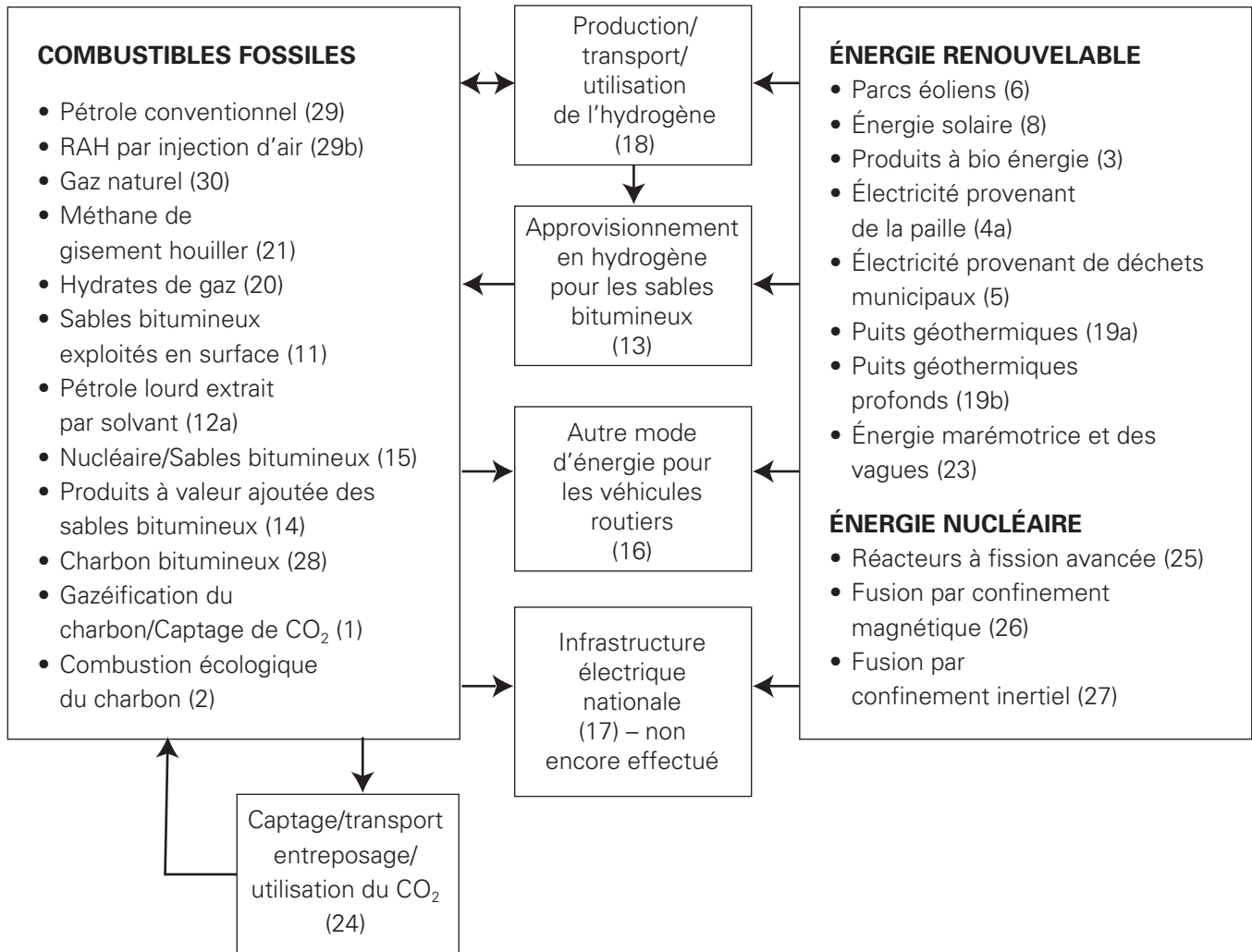
Comprendre les filières énergétiques du Canada sous forme de système intégré présente nettement de grandes difficultés. La décision d'inclure une filière quelconque dans le projet a été prise par les membres du groupe de travail. À la demande du groupe de travail, une description des filières possibles a été fournie par les personnes compétentes (appelées « Promoteurs »), dont le nom paraît à l'annexe 3. L'évaluation des filières par rapport à un ensemble de critères établis par le groupe de travail a été exécutée par les personnes (appelées « Évaluateurs ») mentionnées à l'annexe 4. Bien que le projet ait été appuyé par huit commanditaires, ceux-ci n'ont pas participé officiellement à la sélection des filières, à la sélection des promoteurs, ni à la sélection des évaluateurs. Les évaluateurs ont été autosélectionnés,

en répondant individuellement à une invitation de participer affichée sur le site Internet public de l'Académie canadienne du génie.

Nous avons espéré inclure une filière portant sur l'infrastructure électrique nationale, mais nous n'avons pas réussi à trouver de promoteur pour s'attaquer à ce

sujet. Toutefois, la question a été soulevée dans plusieurs autres filières et est abordée dans notre suggestion de Projet national de technologie, pour ce domaine.

TABEAU 2
Filières énergétiques



L'apport de ces sources d'énergie à la consommation énergétique courante du Canada est résumé dans le tableau 3, et on y indique quelques cibles futures possibles. Le rythme du passage des combustibles

fossiles vers des sources d'énergie renouvelable ou nucléaire dépendra de notre capacité de capter et d'entreposer le dioxyde de carbone et de notre capacité de produire économiquement de l'hydrogène à partir de sources autres que le gaz naturel.

TABLEAU 3

Demande d'énergie à l'intérieur du Canada¹

La demande d'énergie à l'intérieur du Canada, en excluant l'énergie exportée, est satisfaite à 75 pour cent au moyen de combustibles fossiles. Ce pourcentage est inférieur à celui de nombre de pays industrialisés, en raison surtout de l'importante participation de l'énergie hydroélectrique et nucléaire.

Il y a nettement une volonté mondiale de se distancer des carburants fossiles. Au Canada, nous sommes à élaborer une technologie qui pourrait réduire notre dépendance à l'égard des carburants fossiles, comme le démontre le poste Futur 1, plus bas. Si le Canada peut élaborer et appliquer la technologie pour récupérer

et séquestrer le dioxyde de carbone produit par les carburants fossiles, la pression pour remplacer ces carburants fossiles pourrait diminuer et l'échéancier être prolongé.

Quelle serait une cible à long terme raisonnable? Dans l'avenir prévisible, les carburants fossiles continueront d'être la source des carburants d'avion et de nombre de produits chimiques. Ce n'est présentement que conjecture, mais une proportion de 33 pour cent provenant de carburants fossiles pourrait constituer une contribution régulière à long terme raisonnable, comme on peut le constater au poste Futur 2.

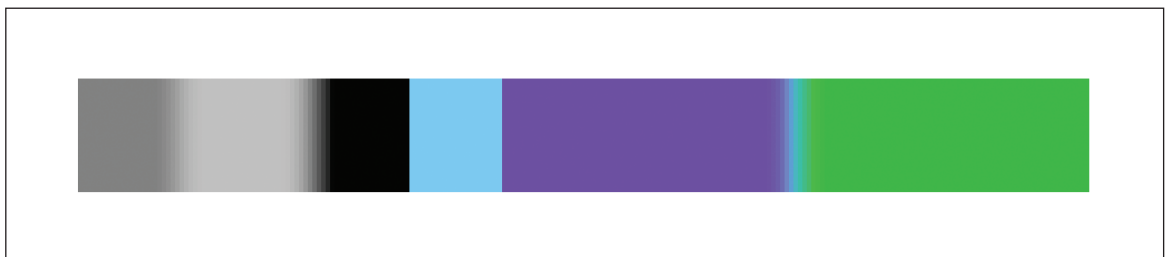
Maintenant



Futur 1

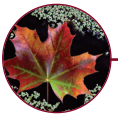


Futur 2



■ Pétrole ■ Gaz naturel ■ Charbon ■ Hydroélectricité
■ Nucléaire ■ Énergie renouvelable

¹ Selon flux énergétiques du Canada, 2002, Ressources naturelles Canada



4. PRÉPARER LE TERRAIN

Les études des cartes routières précédentes ont permis de découvrir un grand nombre d'obstacles qui nuisent à l'élaboration de sources d'énergie. Certains de ces obstacles sont de nature économique mais, de plus en plus, ils sont rattachés à des effets néfastes pour l'environnement.

Le talent novateur de nombre de chercheurs a donné lieu à une foule de technologies nouvelles et améliorées qui offrent la possibilité de surmonter ces obstacles. Les chercheurs affichent un grand

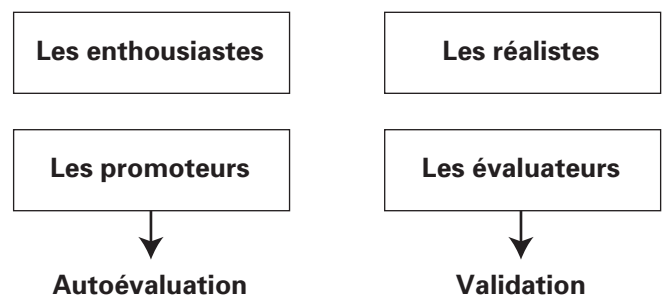


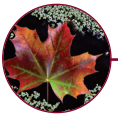
enthousiasme pour leurs progrès et sollicitent activement du soutien pour poursuivre l'aménagement et la commercialisation. L'industrie, par sa nature, préfère la technologie éprouvée et hésite à prendre les risques nécessaires pour incorporer de nouvelles idées et de nouvelles méthodes. Cette situation crée une tension dynamique entre « les enthousiastes » et « les réalistes », termes que nous utilisons pour des raisons de commodité et sans intentions négatives. Ce sont les réalistes qui font rouler notre économie avec un minimum de perturbation. Sans les enthousiastes, toutefois, nous serions à jamais des « bûcherons et porteurs d'eau ».

Nous avons besoin d'un processus pour permettre à chaque groupe de déployer ses talents pour le grand bien du pays. C'est pour cette raison que l'Académie a eu recours à la méthodologie ProGrid, qui est fortement utilisée par les organismes de recherche canadiens pour évaluer des propositions. Les enthousiastes deviennent les promoteurs d'une filière énergétique particulière, ils présentent les mérites de leur filière et procèdent à une autoévaluation par rapport à un ensemble de critères préétablis. D'autres personnes compétentes jouent le rôle de réalistes en entreprenant des évaluations par rapport aux mêmes critères. Ce processus est démontré au tableau 4.

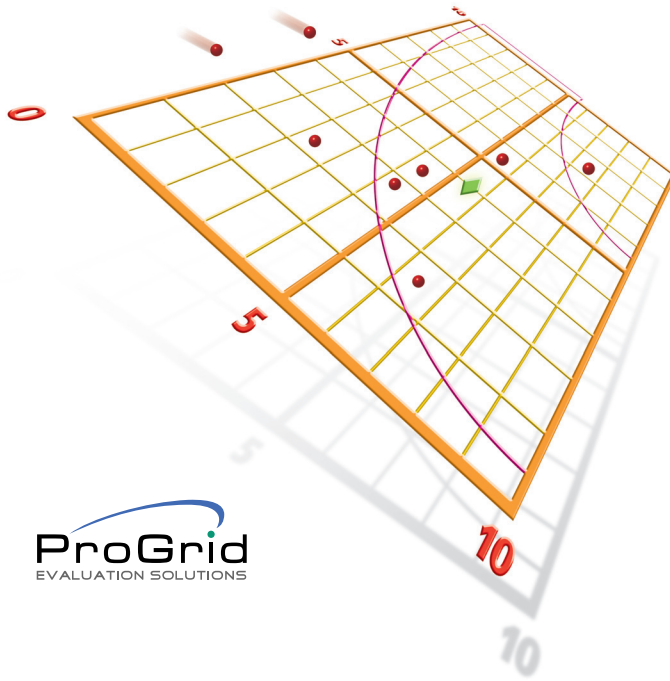
TABLEAU 4

La tension dynamique et constructive





5. LA GRILLE D'ÉVALUATION



ProGrid
EVALUATION SOLUTIONS

L'étape principale de l'évaluation consiste à établir les critères de l'évaluation, au moyen d'une grille d'évaluation comme celle qui paraît au tableau 5. Il existe, dans cette grille, un flux d'information qui commence par les données d'entrée à la colonne A (les atouts de la filière), pour aboutir aux données de sortie de la colonne C (l'effet attendu), en passant par les facilitateurs de la colonne B (la capacité canadienne).

Cette grille a été conçue de façon à inclure tous les principaux facteurs essentiels afin de juger de l'importance de la filière, à brève, à moyenne et à longue échéance.

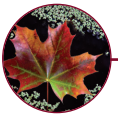
Pour nos fins particulières, les données d'entrée sont considérées comme les atouts cumulatifs d'une filière. Il s'agit de la disponibilité scientifique, technique et commerciale, de l'acceptabilité sociétale et du degré de conformité comme initiative nationale canadienne. Les données de sortie sont les impacts économiques et environnementaux souhaités et la contribution à l'efficacité et à la valeur ajoutée (valorisation) des produits. Les facilitateurs sont les facteurs nécessaires pour transformer les atouts en impacts souhaités.

On ne peut s'attendre à ce que les filières obtiennent un classement élevé dans tous les critères de cette grille. Certaines filières pourront exceller à l'égard d'un critère et ainsi compenser une position faible ou non pertinente par rapport à un autre critère. En fait, une position moyenne dans tous les critères est considérée comme l'évaluation la moins souhaitable, dans les utilisations antérieures de la méthodologie employée pour ce projet. Elle a ainsi donné lieu à l'expression « technologies en perte de vitesse » bien connue des adeptes du secteur du capital de risque.

TABLEAU 5

Grille d'évaluation des filières énergétiques

A. DONNÉES D'ENTRÉE Atouts de la filière	B. FACILITATEURS Capacité canadienne	C. DONNÉES DE SORTIE Impact attendu
Principes scientifiques	Capacité des sociétés	Économique
Validation de la technologie	Avantage compétitif canadien	Environnemental (ex GES)
Disponibilité commerciale	Durabilité	Émissions de GES
Acceptabilité sociétale	Facilitateur pour une autre filière	Efficacité énergétique
Conforme à une initiative nationale canadienne	Questions d'approvisionnement/ d'infrastructure	Valeur ajoutée



6. L'ÉCHELLE LINGUISTIQUE



L'un des éléments essentiels de la méthodologie d'évaluation concerne l'élaboration d'un langage de communication entre les promoteurs et les évaluateurs. Ce besoin a donné lieu à la préparation d'une échelle linguistique, dont un exemple paraît au tableau 6, pour la première cellule de la grille, Principes scientifiques. Elle est peut-être plus compliquée qu'il n'y paraît. La création d'un ensemble plausible d'échelles linguistiques est difficile, mais une fois réalisée, elle est fort enrichissante.

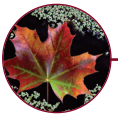
L'ensemble complet d'échelles linguistiques utilisées pour ce projet paraît à l'annexe 5.

L'expérience a démontré qu'une échelle linguistique comportant un nombre pair d'échelons était préférable à une autre comportant un nombre impair, afin d'éviter que les évaluateurs recherchent la sécurité de l'échelon du centre. On a aussi constaté que quatre échelons constituaient un nombre optimal d'échelons, créant l'équilibre entre la facilité d'utilisation et la représentativité.

TABLEAU 6

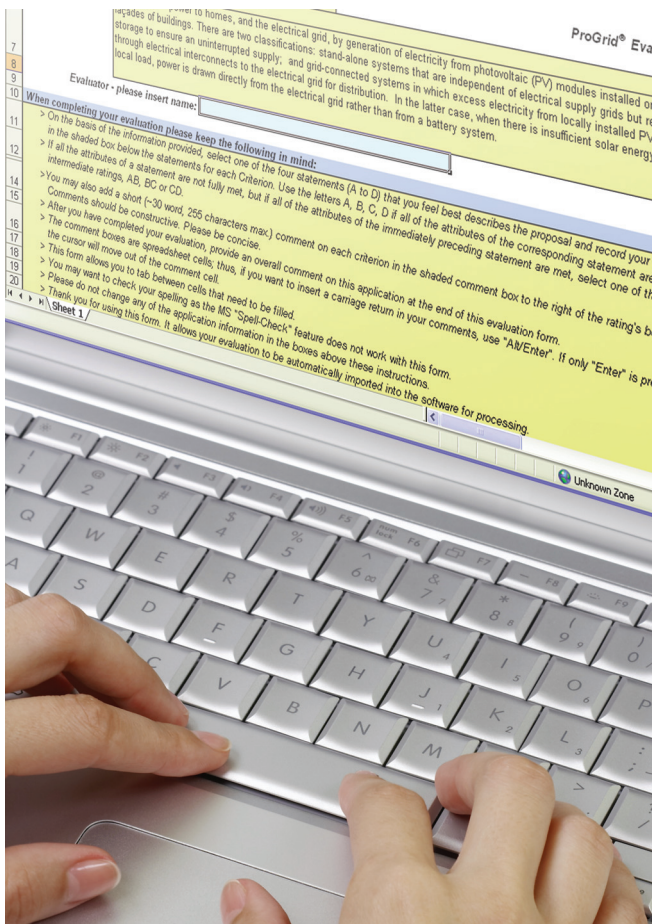
Échelle linguistique pour les principes scientifiques

A	Les principes scientifiques rattachés à la filière ne sont pas encore pleinement compris.
B	Les principes scientifiques rattachés aux principales étapes de la filière sont bien compris et tous les renseignements pertinents ont été diffusés dans la communauté scientifique.
C	Les principes scientifiques rattachés à toutes les étapes de la filière sont bien compris et ont été validés par des équipes de recherche indépendantes...
D	... ET aucune question scientifique importante ne demeure sans réponse, pour cette filière.



7. DOCUMENTS DES PROMOTEURS ET AUTOÉVALUATIONS

Les documents de 12 pages à la disposition des promoteurs d'une filière pouvaient être obtenus en accédant au site Internet de l'ACG (<http://www.acad-eng-gen.ca/>). À l'aide de ce document, chaque promoteur préparait un résumé de 100 mots au sujet de la filière énergétique, ainsi qu'une description plus détaillée des obstacles et des solutions technologiques. Ces résumés paraissent à l'annexe 6. Un formulaire d'évaluation complémentaire était aussi accessible sur ce site Internet.



Le processus suivant était offert aux évaluateurs, pour aider à l'exécution de leurs évaluations.

1. Sélectionnez la filière que vous souhaitez évaluer et téléchargez le formulaire « Proposal », un fichier Word, ainsi que le formulaire d'évaluation correspondant, un fichier Excel. Rappelez-vous où vous avez sauvegardé ces formulaires sur votre ordinateur.
2. Imprimez le formulaire « Proposal » ou lisez-le à l'écran. Prenez note des 15 critères d'évaluation et lisez la description de la filière sur les deux ou trois pages suivantes.
3. À la page intitulée « Language Ladder Evaluation », repassez l'évaluation et la justification fournies par le promoteur au poste « A1 Scientific Principles ». Décidez mentalement si vous êtes d'accord avec l'évaluation fournie par le promoteur, d'après la justification fournie ET selon votre propre connaissance du domaine.
4. Ouvrez le formulaire d'évaluation en Excel et lisez les directives fournies pour remplir le formulaire. Inscrivez votre nom dans la case réservée à cette fin. Insérez votre propre évaluation (A, AB, B, BC, C, CD, D) et un court commentaire dans les cases prévues à cette fin. Vous pouvez choisir une évaluation identique à celle du promoteur ou une évaluation plus ou moins élevée. Si vous avez choisi une évaluation considérablement différente de celle du promoteur, une courte explication à la case réservée aux commentaires sera fort utile.
5. Retournez au formulaire « Proposal » et examinez l'évaluation et la justification fournies par le promoteur pour le poste « A2 Technical Validation ». Une fois que vous aurez décidé de l'évaluation à accorder, revenez au formulaire en Excel, et inscrivez-y votre évaluation et vos commentaires. Continuez jusqu'à ce que vous ayez évalué tous les 15 critères. Ajoutez des commentaires finals au sujet des atouts de la filière et des impacts attendus, dans les deux cases au bas du formulaire d'évaluation.
6. Envoyez votre formulaire d'évaluation rempli à l'adresse cae-project@progrid.info, en indiquant dans votre courriel si vous voulez ou non que votre nom paraisse dans les rapports rattachés à cette initiative.



8. EXPLICATION DES RAPPORTS DE SORTIE

Les calculs réguliers de ProGrid ont été utilisés pour produire les rapports de sortie paraissant à l'annexe 6, notamment :

- Les quinze critères de la grille d'évaluation ont été évalués sur une base identique.
- Les étapes de l'échelle linguistique (A, B, C, D) ont été exprimées selon une échelle linéaire.
- Les évaluations pour les critères de la colonne A de la grille d'évaluation ont été affectées à l'axe Y, celles de la colonne C à l'axe X, et celles de la colonne B de façon égale par rapport aux deux axes.
- Le coefficient R est un pourcentage représentant le progrès permettant d'obtenir une évaluation maximale des axes X et Y.

Des rapports d'une page ont été produits pour chaque filière, d'après les renseignements fournis par les promoteurs et les évaluateurs. Ces rapports comprenaient les renseignements suivants :

1. Le résumé de la filière fournie par le promoteur (appelé Opportunity Summary dans les rapports).
2. La grille des possibilités (Opportunity Grid), qui compare l'opinion du promoteur à celles de chaque évaluateur, en prenant comme axes les atouts de la filière et l'impact attendu.
3. Un coefficient R, tel que décrit plus haut.
4. Un profil des possibilités (Opportunity Profile), qui compare l'évaluation du promoteur à l'évaluation moyenne fournie par les évaluateurs à propos des 15 critères de la grille d'évaluation.

La grille des possibilités comporte deux courbes concentriques orientées vers les positions 10, 10. La courbe supérieure comporte un coefficient R de 66,7 %, qui, sur la diagonale de la grille, se produirait si tous les critères obtenaient l'évaluation C. La courbe inférieure comporte un coefficient R de 33,3 %. Les points au-dessus de la courbe supérieure répondent à la plupart des exigences des variables de la grille d'évaluation, par rapport aux atouts de la filière et à l'impact attendu. Dans certains cas, cela pourrait signifier que la filière est suffisamment bien développée et qu'un développement supérieur pourrait se produire par suite des forces du marché.

Les filières qui figurent présentement sous la courbe supérieure peuvent quand même présenter des possibilités avantageuses pour le pays, soit en surmontant les faiblesses actuelles à court terme, soit en établissant les bases d'améliorations futures, à plus long terme. La grille des possibilités ne peut être interprétée que conjointement avec le profil des possibilités, lequel identifie les points forts et les faiblesses.

On pourra obtenir des rapports plus détaillés sur le site Internet de l'ACG, dont :

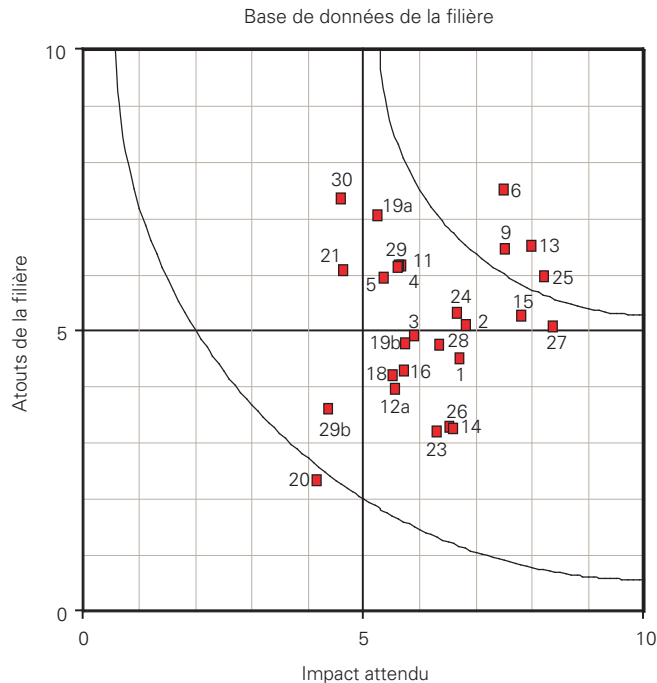
1. Les commentaires des évaluateurs au sujet des atouts de la filière et de l'impact attendu.
2. Des graphiques à barres qui comparent l'évaluation des promoteurs et des évaluateurs pour les quinze critères, ainsi que des commentaires pertinents de la part des évaluateurs.

Les commentaires de l'évaluateur sont particulièrement utiles lorsqu'il existe une forte différence dans les évaluations fournies par l'évaluateur. Les connaissances supplémentaires que possède l'observateur dont l'évaluation diffère largement de la norme peuvent avoir une grande importance pour mieux comprendre les possibilités d'une filière.



9. RÉSULTATS PROVENANT DE LA BASE DE DONNÉES

TABLEAU 7
Position relative des filières



Avant d'examiner les rapports sur chaque filière particulière, mentionnons que le tableau 7 fait voir la position X et Y qu'occupe sur la grille chacune des 27 filières évaluées dans le cadre de ce projet.

Le tableau montre l'évaluation moyenne des évaluateurs par rapport aux deux objectifs très importants, soit les atouts de la filière et l'impact attendu. Quatre filières figurent au-dessus de la « courbe C ».

Lorsqu'une filière occupe une position inférieure sur le tableau, cela indique, dans les atouts de la filière ou dans l'impact attendu, la présence de faiblesses qui devront être surmontées. L'effort technologique peut être concentré sur les secteurs qui affichent une grande conformité comme initiative canadienne et de fortes possibilités de progrès technologique.

Ce tableau aide à situer une filière par rapport aux 15 variables critiques, mais ne doit pas servir à prendre des décisions sans connaître les points forts et les points faibles sous-jacents.

- | | |
|--|---|
| 1 Gazéification du charbon et captage de CO ₂ | 18 Production, transport et utilisation de l'hydrogène |
| 2 Combustion écologique du charbon | 19a Système de stockage d'énergie thermique en puits géothermiques |
| 3 Produits énergétiques à partir de matières premières agricoles et forestières | 19b Puits géothermiques profonds et à profondeur moyenne |
| 4 Électricité provenant de matières premières agricoles (Paille) | 20 Hydrates de gaz naturel |
| 5 Électricité et chauffage provenant de déchets solides municipaux | 21 Aménagement de méthane de gisement houiller |
| 6 Parcs éoliens pour alimenter le réseau électrique | 23 Énergie marémotrice et des vagues pour produire de l'électricité |
| 9 Énergie solaire pour produire de l'électricité | 24 Captage, transport, entreposage et utilisation du CO ₂ |
| 11 Sables bitumineux exploitables de surface à faible impact | 25 Réacteurs à fission avancée pour produire de l'électricité |
| 12a Extraction du pétrole lourd par vapeur de solvant | 26 Électricité produite au moyen de fusion par confinement magnétique |
| 13 Autre forme d'approvisionnement en hydrogène pour l'aménagement des sables bitumineux | 27 Électricité produite au moyen de fusion par confinement inertiel |
| 14 Produits à valeur ajoutée des sables bitumineux | 28 Récupération du bitume des sédiments carbonatés |
| 15 Énergie de fission nucléaire pour l'aménagement des sables bitumineux | 29 Récupération accrue du pétrole conventionnel |
| 16 Autre mode d'énergie pour les véhicules routiers | 29b Récupération améliorée du pétrole par injection d'air |
| | 30 Récupération accrue du gaz naturel |



10. RAPPORTS SUR LES DIVERSES FILIÈRES

O n trouvera, à l'annexe 6, un rapport d'une page pour chaque filière. La grille et les tableaux de profils présentent les opinions des promoteurs

et des évaluateurs. Nous donnons ci-après un résumé des messages appris pour chaque filière, tels que compris par le groupe de travail.

No	Filière	Message
1	Gazéification du charbon et captage de CO ₂	La technologie de gazéification est une technologie éprouvée, mais elle n'est clairement pas économique au Canada, pour le moment. Nous avons besoin de projets de démonstration de captage de CO ₂ au moyen de charbon de qualité inférieure et de coke ainsi que d'améliorations technologiques de prochaine génération. Bien que la gazéification au moyen du charbon soit largement régionale, un projet de démonstration réussi pourrait entraîner la création d'une plateforme de gazéification de la biomasse dans l'ensemble du pays.
2	Combustion écologique du charbon (incluant le captage de CO ₂)	Voici une solution de rechange pour la gazéification permettant d'utiliser nos réserves de charbon pour produire de l'électricité. Ce processus de combustion évite les complexités de la gazéification mais il ne produit pas non plus les matières premières auxiliaires. Le principal secteur nécessitant attention, par rapport à nos plus récentes usines de charbon propre (Genesee), est le captage de CO ₂ .
3	Produits énergétiques à partir de matières premières agricoles et forestières	Il existe un grand nombre d'orientations possibles pour créer des produits énergétiques à partir de matières premières agricoles et forestières. Dans plusieurs cas, les facteurs régionaux seront déterminants. Nous avons besoin d'un réseau national coordonné pour encourager et partager l'information sur une série de projets régionaux de démonstration qui pourraient donner lieu à d'importantes améliorations de nos technologies courantes.
4	Électricité provenant de matières premières agricoles (Paille)	Cette filière pourrait bien faire partie de l'un des nœuds du réseau national mentionné pour la filière 3.
5	Électricité et chauffage provenant de déchets solides municipaux	La technologie présentement en usage en Europe et aux États-Unis évite les problèmes d'émission des incinérateurs du passé. Cette filière ne produit pas en soi de CO ₂ (elle en produirait si le transport à longue distance des déchets était déplacé) et pourrait servir de matière première pour la technologie de gazéification. Des projets de démonstration régionaux dans le cadre du réseau national de la filière 3 pourraient convenir pour encourager l'utilisation de cette filière.
6	Parcs éoliens pour alimenter le réseau électrique	La technologie de production d'électricité au moyen de turbines éoliennes a fortement progressé au cours des dernières années, au point où l'énergie éolienne fait de plus en plus partie intégrante de la plupart des réseaux d'alimentation qui affichent un bon profil éolien. Cette technologie comporte toutefois une forte empreinte au sol, par rapport à l'électricité produite, et des études et améliorations technologiques sont nécessaires pour régler les questions de l'intégration au sein des réseaux d'électricité et de l'entreposage plus efficace de l'énergie produite, afin d'atténuer les effets de la nature intermittente de la ressource.
9	Énergie solaire pour produire de l'électricité	Il est peu probable que le Canada deviendra un chef de file à l'égard des efforts massifs de développement technologique qui seront nécessaires pour réaliser le potentiel de cette filière. Toutefois, les travaux sur les questions comme l'intégration au sein du réseau électrique et l'entreposage, mentionnés ci-haut pour l'énergie éolienne, pourraient contribuer à l'efficacité de cette filière.

No	Filière	Message
11	Sables bitumineux exploitables de surface à faible impact	La présente méthode d'extraction et de traitement de nos sables bitumineux exploitables de surface est inacceptable, sur le plan écologique. Des travaux sont nécessaires afin de découvrir les étapes afin de modifier progressivement cette technologie vieille de 40 ans qui est présentement utilisée.
12a	Extraction du pétrole lourd par vapeur de solvant	Cette technologie est au stade embryonnaire et un soutien financier est nécessaire pour mettre à l'épreuve, sur le terrain, les procédés qui semblent prometteurs sur le banc d'essai.
13	Autre forme d'approvisionnement en hydrogène pour l'aménagement des sables bitumineux	La technique consistant à continuer d'utiliser le gaz naturel pour produire l'hydrogène utilisé dans la valorisation des sables bitumineux constitue une utilisation discutable de nos ressources en gaz naturel et est inacceptable sur le plan écologique. Des recherches sont nécessaires pour découvrir d'autres technologies permettant d'utiliser la puissance canadienne actuelle en énergie nucléaire pour produire de l'hydrogène.
14	Produits à valeur ajoutée des sables bitumineux	Des recherches sont nécessaires afin de découvrir des technologies permettant d'utiliser, lors du traitement local, les matières premières extraites de nos sables bitumineux, de façon à faire le meilleur usage possible des produits en fonction de leur structure chimique. De nouvelles connaissances scientifiques sont nécessaires, dans ce domaine.
15	Énergie de fission nucléaire pour l'aménagement des sables bitumineux	Nous pourrions miser sur notre position de chef de file en matière de procédés SAGD, ainsi que sur notre technologie nucléaire éprouvée, pour réduire considérablement l'impact environnemental des procédés actuels. Des recherches sont nécessaires afin de trouver des méthodes efficaces d'intégrer la production centralisée de vapeur avec l'injection dispersée des puits (pour régler le problème du transport de la vapeur sur de longues distances), de produire de l'électricité et de répondre aux besoins de refroidissement de l'eau et de l'air.
16	Autre mode d'énergie pour les véhicules routiers	Comme la conception automobile s'effectue hors du Canada, nous ne sommes pas appelés à jouer un rôle dominant dans l'élaboration de cette technologie. Toutefois, des recherches sur les aspects rattachés au climat froid de ces technologies et sur la technologie des batteries pourraient être utiles et pourraient se révéler avantageuses pour l'industrie canadienne des pièces d'auto. L'adoption généralisée de ce mode d'énergie aurait des répercussions sur le réseau électrique en augmentant la consommation de nuit, détail qui mérite d'être évalué.
17	Amélioration de l'infrastructure électrique (n'a pas été étudiée sous forme de filière distincte, mais des sujets connexes ont été soulevés au cours de l'évaluation des autres filières)	Trois défis se posent, en ce qui concerne un réseau national d'électricité <ol style="list-style-type: none"> 1. Un réseau électrique national reliant la plupart ou la totalité des provinces au moyen de lignes de transmission à haut voltage capables de transmettre des quantités relativement considérables d'électricité 2. Une technologie permettant d'intégrer de façon plus efficace dans le réseau local de plus grandes quantités d'électricité produites par des méthodes renouvelables, sans compromettre le fonctionnement du réseau 3. Une technologie permettant l'entreposage plus économique de l'électricité produite par des sources intermittentes et en période hors pointe.
18	Production, transport et utilisation de l'hydrogène	La production d'hydrogène pour usage industriel est importante sur une base régionale. Nous avons besoin d'améliorer la technologie de production de l'hydrogène (voir la filière 13).
19a	Système de stockage d'énergie thermique en puits géothermiques (système BTES)	La technologie de base de tels systèmes est déjà en place et son utilisation peut réduire les pressions exercées sur le réseau électrique et entraîner d'importantes réductions des GES, compte tenu de la quantité de combustible qu'il remplacera. Des recherches afin de réduire les coûts des matériaux et de l'installation seraient avantageuses.

No	Filière	Message
19b	Puits géothermiques profonds et à profondeur moyenne	Cette technologie n'est pas tellement développée et nous ne disposons pas de sondage national sur la base de ressources. Nous pourrions toutefois effectuer des essais de technologie des échangeurs thermiques en utilisant les puits de pétrole existant présentement dans l'Ouest canadien.
20	Hydrates de gaz naturel	Bien que nous estimions posséder des quantités massives de cette ressource, il existe peu de renseignements détaillés et aucune technologie permettant la récupération pratique et à grande échelle de cette ressource naturelle. Le Canada devrait accroître ses efforts de recherche dans ce domaine, en commençant par la cartographie et la délimitation de la base de ressources et l'évaluation du potentiel et des risques d'une exploitation future. Comme les hydrates de gaz se retrouvent en plusieurs endroits au monde, il existe des possibilités d'exportation de technologie.
21	Aménagement de méthane de gisement houiller	On récupère présentement cette ressource dans nombre de puits en Alberta. Cette technologie s'améliorera progressivement en fonction du marché. Nous avons besoin de R&D pour atténuer les effets sur l'environnement, surtout l'utilisation de l'eau.
23	Énergie marémotrice et des vagues pour produire de l'électricité	Bien que l'idée ne soit pas nouvelle, la technologie moderne dans ce domaine est à un stade précoce de développement. Nos sites éventuels sont généralement situés dans des endroits où les autres sources d'énergie sont restreintes et où cette forme d'énergie pourrait être fortement avantageuse. Des projets de démonstration seraient nécessaires pour confirmer les possibilités.
24	Captage, transport, entreposage et utilisation du CO ₂	Le captage, la collecte et l'entreposage efficaces et économiques du CO ₂ constitueront un moyen facilitateur pour plusieurs autres filières. Malgré l'existence d'un important projet pilote à Weyburn, Saskatchewan, pour l'utilisation du CO ₂ afin d'améliorer la récupération, d'importants efforts sont immédiatement nécessaires à l'échelle nationale pour développer les technologies connexes aussi bien pour créer de nouveaux projets que pour moderniser certains grands émetteurs déjà en place. Nous recommandons de considérer les efforts en ce sens comme une priorité nationale.
25	Réacteurs à fission avancée pour produire de l'électricité	L'énergie nucléaire est un élément très important pour réduire la dépendance mondiale à l'égard du carbone. Un soutien continu pour l'élaboration de réacteurs de génération avancée est souhaitable et pourrait accroître notre leadership comme fournisseur de technologie nucléaire éprouvée. De plus, les travaux sur l'élaboration de la technologie de recyclage des déchets nucléaires pourraient faire de nous des chefs de file mondiaux.
26	Électricité produite au moyen de fusion par confinement magnétique	Le Canada devrait exercer un mandat de surveillance sur les efforts internationaux continus et y participer dans les secteurs où il possède une expertise appropriée, comme dans la production et la manipulation du tritium. Nous pourrions ainsi nous assurer « un siège au conseil ».
27	Électricité produite au moyen de fusion par confinement inertiel	En raison des récentes perspectives plus prometteuses de la fusion par confinement inertiel, nous recommandons que le milieu universitaire canadien appuie les efforts internationaux continus dans ce domaine.
28	Récupération du bitume des sédiments carbonatés	Les efforts de récupération antérieurs de cette énorme ressource naturelle n'ont pas été encourageants. Les connaissances concernant la géologie et les méthodes d'extraction efficaces et économiques sont limitées. Davantage de travail est nécessaire sur la caractérisation des réservoirs et l'amélioration des méthodes de récupération, avant que cette ressource naturelle ait des répercussions importantes.
29	Récupération accrue du pétrole conventionnel	L'accroissement de la récupération est un important objectif à court terme pour garantir l'utilisation efficace d'une ressource. L'élaboration de la technologie est appelée à être incrémentielle et généralement déterminée par le marché. Cette technologie constitue une application primaire pour le CO ₂ capté par les installations de production d'énergie (comme les usines de gazéification du charbon).
29b	Récupération améliorée du pétrole par injection d'air	Cette technologie est appelée à être appliquée dans certaines applications spécialisées et les améliorations seront probablement incrémentielles et généralement déterminées par le marché.
30	Récupération accrue du gaz naturel	Les améliorations technologiques seront incrémentielles et généralement déterminées par le marché.



COMMANDITAIRES



Ian Potter

Vice-President
Alberta Research
Council



Graham Campbell

Director General
Office of Energy
Research and
Development
NRCan



Mike MacSween

Vice-President
Suncor



Kathleen Sendall

Senior Vice-President
Petro-Canada



Judy Fairburn

Vice-President
Encana



Kenneth Petrunik

Senior Vice-President
AECL



Ron Nolan

Past-Chairman
Hatch



Eddy Isaacs

Executive Director
AERI





GROUPE DE TRAVAIL SUR LA TECHNOLOGIE ÉNERGÉTIQUE DE L'ACG

First Name	Last Name	Organization
Michael	Ball	Canadian Academy of Engineering
Len	Bolger	Alberta Energy Research Institute
Clem	Bowman	C.W. Bowman Consulting Inc.
Angus	Bruneau	Bruneau Resources Management Ltd.
Tom	Brzustowski	University of Ottawa
Graham	Campbell	NRCan
Philip	Cockshutt	Canadian Academy of Engineering
Bob	Evans	University of British Columbia
Judy	Fairburn	Encana
Bob	Griesbach	Hatch
Carolyn	Hansson	University of Waterloo
Eddy	Isaacs	Alberta Energy Research Institute
John	Kramers	Owl Ventures Inc.
Mike	MacSween	Suncor
Robert	Mansell	University of Calgary
Richard	Marceau	University of Ontario Institute of Technology
Ken	McCready	Energy Council of Canada
John	McLaughlin	University of New Brunswick
Ron	McCullough	Klastek
Ron	Nolan	Hatch
Ron	Oberth	AECL
Ken	Petrunik	AECL
Robert	Philp	NRCan
Joe	Ploeg	Canadian Academy of Engineering
Ian	Potter	Alberta Research Council

First Name	Last Name	Organization
Mike	Raymont	EnergyNet
Laurier	Schramm	Saskatchewan Research Council
Kathleen	Sendall	Petro-Canada
Surindar	Singh	Alberta Energy Research Institute
Mike	Singleton	Suncor
Gordon	Slemon	Canadian Academy of Engineering
Jack	Smith	Office of National Science Advisor
William	Smith	University of Ontario Institute of Technology
Bert	Wasmund	Hatch
Roger	Yates	Hatch



FILIÈRES ET PROMOTEURS

No.	Pathway	Proponent(s)
1	Coal Gasification with CO ₂ Capture	Duke Duplessis, Senior Advisor, Alberta Energy Research Institute and David Lewin (Senior Vice President Environment, EPCOR and Co-Chair of the Canadian Clean Power Coalition).
2	Clean Coal Combustion	Bob Stobbs, Saskatchewan Power
3	Energy Products from Agricultural & Forestry Feedstocks	Ron Crotofino and Tom Browne, Paprican
4	Power from Agricultural Feedstocks (Straw)	Amit Kumar and Peter Flynn, Department of Mechanical Engineering, University of Alberta
5	Power and Heat from Municipal Solid Waste	Rory Hynes, Hatch Energy
6	Wind Farms for Grid Supply	Michael Morgenroth, Hatch Energy
9	Solar Energy for Electricity	Steve Harrison, Queen's University
11	Low Impact Surface Mineable Oil Sands	Clem Bowman, former Chair of AOSTRA and Eddy Isaacs, Executive Director of Alberta Energy Research Institute
12a	Solvent Vapor Extraction Processes Heavy Oil	Bernard Tremblay, Saskatchewan Research Council
13	Alternative Hydrogen Supply for Oil Sands Development	William Smith, Dean of Science, University of Ontario Institute of Technology and Alistair Miller of AECL
14	Value-added Products from Oil Sands Development.	Catherine Laureshen, Hydrocarbon Upgrading Manager, Alberta Energy Research Institute
15	Nuclear Fission Energy for Oil Sands Development	Ron Oberth, AECL and Ted Heidrick, University of Alberta
16	Alternative Energy System for Road Vehicles	Robert L. Evans, Methanex Professor, Department of Mechanical Engineering, & Director, Clean Energy Research Centre, The University of British Columbia
18	Hydrogen Production, Transportation and Use	Ramseh Sadhankar and Ron Oberth of AECL and William Smith, Dean of Science, University of Ontario Institute of Technology
19a	Geothermal Borehole Thermal Energy Storage (BTES) System	William Smith, Dean of Science, University of Ontario Institute of Technology and Greg Naterer, Faculty Engineering and Applied Science, University of Ontario Institute of Technology
19b	Mid-depth and Deep Geothermal Energy	Doug James, EnergyINet

No.	Pathway	Proponent(s)
20	Natural Gas Hydrates	William Smith, Dean of Science, University of Ontario Institute of Technology Sandy Colvine, NRCan Bruce Peachey PTAC/EnergyINet Director, Increased Recovery
21	Development of Coal Bed Methane	Bruce Peachey, EnergyINet/PTAC Director, Increased Recovery
23	Tidal and Wave Energy for Electrical Power	Chris Campbell, Executive Director, Ocean Renewable Energy Group
24	Carbon Dioxide Capture, Transportation, Storage and Use	Surindar Singh, Senior Manager, CO2 Management Alberta Energy Research Institute
25	Advanced Fission Reactors for Electrical Power	AECL, Chalk River, and George Bereznoi, University of Ontario Institute of Technology
26	Magnetic Confinement Fusion for Electrical Power	Rick Sydora, Professor, Department of Physics, University of Alberta
27	Inertial Fusion Energy for Electricity	Allan Offenberger, University of Alberta
28	Recovery of Bitumen from Carbonate Deposits	Ted Heidrick, Poole Professor in Technology Management, Faculty of Engineering and School of Business, University of Alberta Dzung Nguyen, Senior Advisor/Manager, Emerging Technologies, Alberta Energy Research Institute Dr. Jose Alvarez, Senior Research Scientist, Heavy Oil & Oil Sands, Alberta Research Council
29	Increased Conventional Oil Recovery	Bruce Peachey, EnergyINet/PTAC Director, Increased Recovery
29b	Enhanced Oil Recovery by Air Injection Processes	Norman Freitag, Saskatchewan Research Council
30	Increased Natural Gas Recovery	Bruce Peachey, EnergyINet/PTAC Director, Increased Recovery



ÉVALUATEURS



First Name	Last Name	Organization
Bill	Adams	Defence Science Advisory Board
Eric	Alain	Eperformance Inc.
Morrel	Bachynski	MPB Technologies Inc.
Clem	Bowman	Clement W. Bowman Consulting Inc.
John	Bowman	University of Alberta
Elmer	Brooker	LRI Perforating Systems
Alfred	Brunger	Bodycote Testing Group
Tom	Brzustowski	University of Ottawa
Peter	Bulkowski	Petro-Canada
Michael	Charles	University of Toronto
Philip	Cockshutt	Canadian Academy of Engineering
William	Cook	University of New Brunswick
Ron	Crotogino	PAPRICAN
Jonathan	Davies	Instituto Superior Tecnico
Ross	Douglas	
Bob	Evans	University of British Columbia
Robert	Fedosejevs	University of Alberta
Martin	Fournier	Conexart Technologies Inc.
Michael	Gatens	Quicksilver Resources Canada
Leonida	Gizzi	Consiglio Nazionale Delle Ricerche IPCF
David	Grier	Saskatchewan Research Council
Robert	Griesbach	Hatch Energy
Subodh	Gupta	Encana
Carolyn	Hansson	University of Waterloo
Ted	Heidrick	University of Alberta
Sam	Huang	Saskatchewan Research Council

First Name	Last Name	Organization
Linda	Humphreys	Alberta Heritage Foundation for Medical Research
Eddy	Isaacs	Alberta Energy Research Institute
David	Jackson	McMaster University
Chris	Jones	Forum Associates
Ken	Kerwin	Petro-Canada
John	Kramers	Owl Ventures Inc.
Brent	Lakeman	Alberta Research Council
Samuel	Lam	BC Ministry of Transportation
Doug	Lightfoot	Consultant
Richard	Marceau	University of Ontario Institute of Technology
Richard	Marchand	University of Alberta
William	Martin	Rutherford Appleton Laboratory
Ron	McCullough	Klastek
Grant	McVicar	Saskatchewan Research Council
Tetsu	Nakashima	University of Alberta
Peter	Norreys	Rutherford Appleton Laboratory
Ron	Oberth	Hatch
Bruce	Peachey	New Paradigm Engineering Ltd
Duane	Pedergast	Computare

First Name	Last Name	Organization
Ian	Potter	Alberta Research Council
Patel	Pravesh	Lawrence Livermore National Laboratory
Wojciech	Rozmus	University of Alberta
Mohini	Sain	University of Toronto
Jim	Sarvinis	Hatch
Laurier	Schramm	Saskatchewan Research Council
Surindar	Singh	Alberta Energy Research Institute
Song P	Sit	Encana
Gordon	Slemon	University of Toronto
Bruce	Slevinsky	Petro-Canada
Antonio	Sousa	University of New Brunswick
Doug	Soveran	Saskatchewan Research Council
Bert	Wasmund	Hatch
Eric	Wasmund	Inco
Paul	Watkinson	University of British Columbia
Richard	West	Hatch Energy
Malcolm	Wilson	University of Regina
Anonymous 1		
Anonymous 2		
Anonymous 3		



A1. Scientific Principles

As part of the justification for your rating, please include a description of the major scientific issues involved in this pathway, and the state of knowledge on these at this time.

Please select which of the following statements best represents the Pathway.

- A. The scientific principles involved in the pathway are not yet fully understood.
- B. The scientific principles involved in the major steps in the pathway are well understood and all relevant information has been disseminated to the scientific community.
- C. The scientific principles involved in all steps in the pathway are well understood and have been validated by independent research teams...
- D. ...and no significant scientific questions remain to be answered in this pathway.

A2. Technology Validation

As part of the justification for your rating, please include an overview of each of the primary technologies involved in the pathway, the scale-up steps required and the degree of validation.

Please select which of the following statements best represents the Pathway.

- A. The technologies involved in this pathway have not been tested beyond the laboratory bench scale.
- B. The technologies involved in this pathway have been successfully tested at the first logical scale beyond the laboratory bench.
- C. The technologies involved in this pathway have been successfully tested on a demonstration scale under commercially relevant conditions...
- D. ...and external stakeholders have been involved in the demonstration and have accepted or validated the results.

A3. Commercial Readiness

"Integrated" in this Language Ladder means that all major technology components have been coupled together in a manner equivalent to that which would occur in a commercial operation.

Please select which of the following statements best represents the Pathway.

- A. The technologies involved in the pathway have not been tested as an integrated process.
- B. The major technologies involved in the pathway have been successfully tested as an integrated process but not yet under conditions relevant to a commercial operation.
- C. The major technologies involved in the pathway have been tested as an integrated process under conditions relevant to a commercial operation...
- D. ...and any remaining commercialization risks are expected to be acceptable to organizations operating in this sector.

A4. Societal Acceptability

Please select which of the following statements best represents the Pathway.

- A. Commercialization of this pathway would encounter significant societal resistance which will not be readily overcome.
- B. Commercialization of this pathway would encounter societal concerns and it will be a challenge to address these in a clear and convincing manner.
- C. Societal concerns arising from the commercialization of this pathway would be minimal and are expected to be relatively easy to address.
- D. Commercialization of this pathway would not encounter societal concerns.

A5. Fit to Canadian National Initiative

A Canadian National Initiative is one that has the potential to have an economic and/or social impact equivalent to past Canadian projects such as building the national railway. It may include a high level of participation in a major international project.

Please select which of the following statements best represents the Pathway.

- A. The pathway is not yet ready to be considered as a potential Canadian National Initiative.
- B. This pathway has high potential to be a Canadian National Initiative but there is minimum evidence of support by Canadian public and/or private stakeholders.
- C. This pathway is an important Canadian National Initiative which has been supported by Canadian public and/or private stakeholders.
- D. This pathway is a major Canadian National Initiative in which there is clearly demonstrated sustaining support by Canadian public and/or private stakeholders.

B1. Corporate Capacity

Please describe the corporate capacity required to fully commercialize this pathway in all its aspects. Provide names of companies where appropriate and indications of their experience and strengths relevant to the pathway.

Please select which of the following statements best represents the Pathway.

- A. There are no Canadian companies who have the capacity to be leaders in the development of this pathway within Canada.
- B. There are one or more capable Canadian companies who will be leaders in commercialization of this pathway within Canada but the supporting industrial infrastructure will require significant enhancement.
- C. There are many capable Canadian companies who will be leaders in the commercialization of this pathway. The supporting industrial infrastructure is more than adequate to achieve effective commercialization.

- D. This pathway is in an area of major Canadian industrial strength and the full commercialization of this pathway will ensure that many Canadian companies will be able to achieve and maintain a world leadership position.

B2. Canadian Competitive Advantage

Please provide a description of the specific competitive advantages (including examples) that commercialization of this pathway would provide for Canada, both in energy related markets and in the global economy as a whole.

Please select which of the following statements best represents the Pathway.

- A. Commercialization of this pathway would not contribute to any unique Canadian strength in international energy markets.
- B. Commercialization of this pathway would fit well with existing Canadian strengths in international energy markets.
- C. Commercialization of this pathway would add significantly to existing Canadian strengths in international energy markets...
- D. ...and would give Canada an important and sustainable competitive advantage in wider aspects of the global economy.

B3. Sustainability

Please describe how full commercial development of this pathway would extend the life of existing sources of energy and/or create new sources with the potential to substitute for non-renewable sources. Include specific examples and estimates of substitution potential where possible.

Please select which of the following statements best represents the Pathway.

- A. Development of this pathway would neither
 - i) extend the expected commercial life span of an existing energy source, nor
 - ii) introduce a new energy source with a life span over 30 years.
- B. Development of this pathway would measurably (by at least 30 years) extend the expected commercial life span of an existing

energy source, or would introduce a new energy source with an equivalent life span.

- C. Development of this pathway would extend the expected commercial life span of an existing energy source well beyond any current societal planning horizon (100 years plus), or would introduce a new source with the same long term potential.
- D. Development of this pathway would result in an essentially unlimited energy supply.

B4. Enabler for Another Pathway

As part of the justification for your rating, please describe the specific interactions and interdependencies of this pathway with other existing or potential energy pathways.

Please select which of the following statements best represents the Pathway.

- A. Commercialization of this pathway is dependent on the successful commercialization of another energy pathway but will not contribute in itself to the successful commercialization of that pathway.
- B. Commercialization of this pathway is not dependent on the successful commercialization of another pathway and will not contribute in a measurable way to the successful commercialization of another energy pathway.
- C. Commercialization of this pathway will contribute in a measurable way to the successful commercialization of another energy pathway.
- D. Commercialization of this pathway is essential to the effective commercialization of another energy pathway and will substantially enhance the effectiveness of both.

B5. Delivery/Infrastructure Issues

As part of the justification for your rating, please describe issues related to the delivery of the energy source in this pathway (such as, for instance, integration into an existing grid, storage, backup, etc.) and their means of resolution where appropriate.

Please select which of the following statements best represents the Pathway.

- A. Little or no infrastructure exists for delivery of this energy source and/or there are significant unresolved issues related to delivery which must be dealt with before commercial introduction.
- B. Some unresolved delivery/infrastructure issues exist but these can reasonably be expected to be dealt with before commercial introduction.
- C. This energy source is part of a commercial delivery system in at least one major market in Canada and the experience in that market is completely transferable across Canada.
- D. The delivery/infrastructure system for this energy source is well established in most regions across Canada.

C1. Economic Impact

Please select which of the following statements best represents the Pathway.

- A. Successful commercialization of this pathway would have a limited or short term economic impact on the Canadian economy.
- B. Successful commercialization of this pathway would contribute to the Canadian economy, and possibly would have major impact in a specific geographic region.
- C. Successful commercialization of this pathway would have a major positive and sustained impact across the Canadian economy ...
- D. ...and would be equivalent to other significant Canadian undertakings such as building the first gas pipeline across the country.

C2. Environmental (other than GHG emissions) Impact

Please identify the major environmental impacts (other than greenhouse gas emissions) affecting land, air and water that you have considered in arriving at your rating and provide explanatory comments.

Please select which of the following statements best represents the Pathway.

- A. Commercialization of this pathway would have significant negative overall environmental impacts that would be perceived as unacceptable by well-informed citizens.
- B. Commercialization of this pathway would have small negative overall impacts on the environment and well-informed citizens would seek evidence that those impacts would be acceptable.
- C. Commercialization of this pathway would have small positive overall environmental impacts in the view of well-informed citizens.
- D. Commercialization of this pathway would have significant positive overall environmental impacts in the view of well-informed citizens.

C3. Greenhouse Gas (GHG) Emissions Impact

Please select which of the following statements best represents the Pathway.

- A. Commercialization of this pathway would result in significant increases in Canada's total GHG emissions.
- B. Commercialization of this pathway would result in moderate increases in Canada's total GHG emissions.
- C. Commercialization of this pathway would result in moderate reductions in Canada's total GHG emissions.
- D. Commercialization of this pathway would result in significant reductions in Canada's total GHG emissions.

C4. Energy Efficiency Impact

Please select which of the following statements best represents the Pathway.

- A. Commercialization of this pathway would result in a reduction in the overall efficiency

with which energy is produced/converted/delivered/used in Canada.

- B. Commercialization of this pathway would not have a material impact on the level of efficiency with which energy is produced/converted/delivered/used in Canada.
- C. Commercialization of this pathway would increase the overall efficiency with which energy is produced/converted/delivered/used in Canada.
- D. Successful commercialization of this pathway would result in major improvements in the efficiency with which energy is produced/converted/delivered/used in Canada.

C5. Value-Added Impact

Canada has expressed concern for many years about the low level of recovery and upgrading of our natural resources. This has led to a strong national goal of adding value to our raw resources, either by increasing yield/recovery or product value.

Please select which of the following statements best represents how the Pathway would increase the yield/recovery or value of the involved energy stream above that achieved by current commercial practice.

- A. Commercialization of this pathway would not increase the yield or value of products derived from this energy pathway, in comparison to current commercial practice.
- B. Commercialization of this pathway would moderately increase the yield or value of products derived from this energy pathway, in comparison to current commercial practice.
- C. Commercialization of this pathway would significantly increase the yield or value of products derived from this energy pathway, in comparison to current commercial practice.
- D. Commercialization of this pathway would result in a major transformation in how Canada's resources are recovered and upgraded within our borders.



Opportunity No : 1

Proponent : Duke Duplessis, David Lewin

Page : 1

Opportunity Title : Coal Gasification with CO2 Capture

Opportunity Summary:

Canada has abundant coal resources; enough to meet the country's energy needs for hundreds of years. Gasification and the associated shift reaction convert coal in the presences of oxygen and steam into CO2 and hydrogen. The hydrogen can be used for generating "clean" power, for refining oil, upgrading bitumen and for producing petrochemicals ("poly-generation") while the carbon dioxide can be captured and used in enhanced oil recovery and coal bed methane applications or sequestered in saline aquifers. Gasification economics depend on the quality of the coal and little is known about gasifying low rank (quality) Canadian coals. Canada's pathway consists of evaluating, improving, demonstrating known and emerging gasification technologies.

The Opportunity was assessed by 9 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 4.5

Expected Impact = 6.7

R Value = 55%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

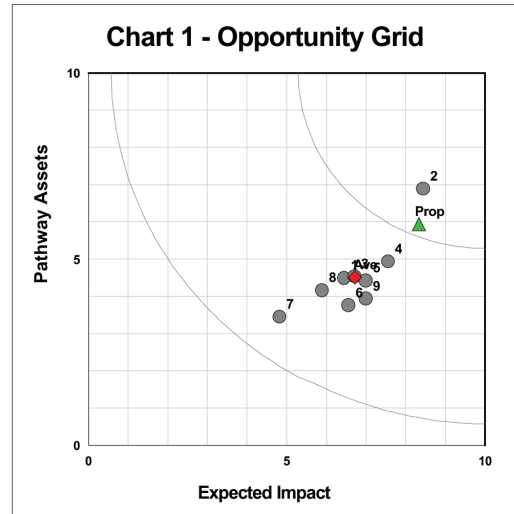
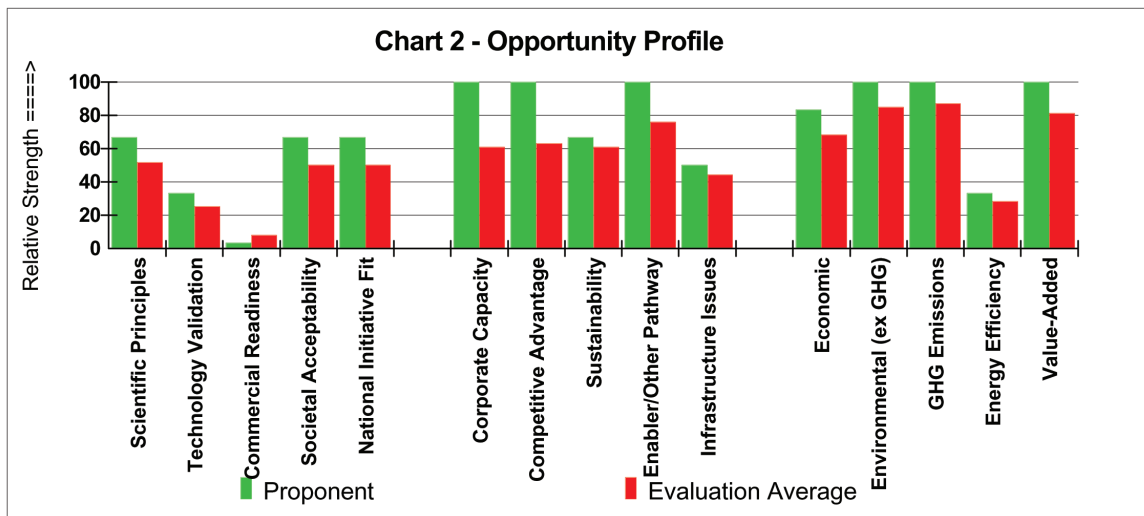


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Clean Coal Combustion

Opportunity Summary:

Canada has abundant coal resources. Clean coal combustion can make this resource a Canadian asset for future energy sources and remove the perception that coal is an environmental liability. Clean coal combustion will reduce emissions of NOx, SO2, particulates and mercury to very low levels as well as capture most of the CO2.

The Opportunity was assessed by 9 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 5.1

Expected Impact = 6.8

R Value = 59%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

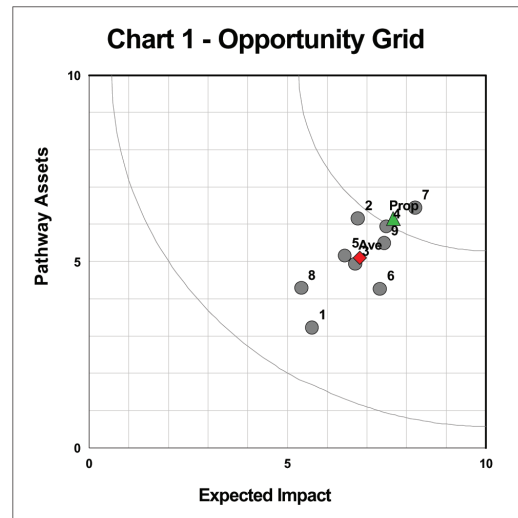
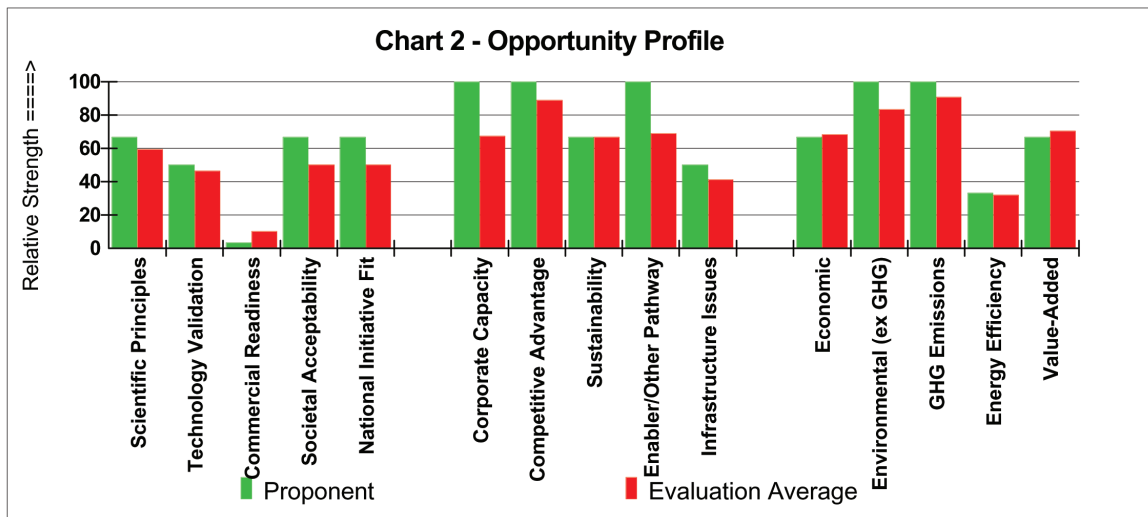


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Energy Products from Agriculture and Forestry Feedstocks

Opportunity Summary:

On an annual basis, the renewable resource residues available from forestry, agriculture and related manufacturing industries are equivalent to approximately 25 percent of the energy Canada derives from fossil fuels. The pine beetle infestation in the forests of British Columbia, will add a substantial amount of forest bio-mass that will need to be disposed off during the next 10-20 years. Marginal agricultural land can be used to produce bio-energy crops in harmony with farming and ranching to maintain a sustainable source of biological energy feed-stocks. Proven technologies exist for converting these feed-stocks into a broad range of fuels such as wood pellets, fuel oils, bio-diesel, and ethanol. Canada can become a world leader.

The Opportunity was assessed by 7 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 4.9

Expected Impact = 5.9

R Value = 54%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

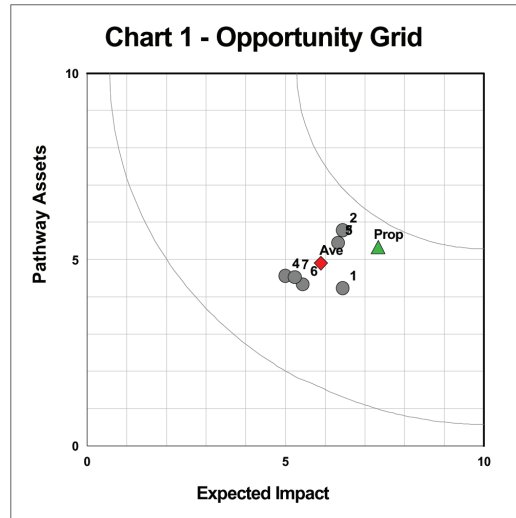
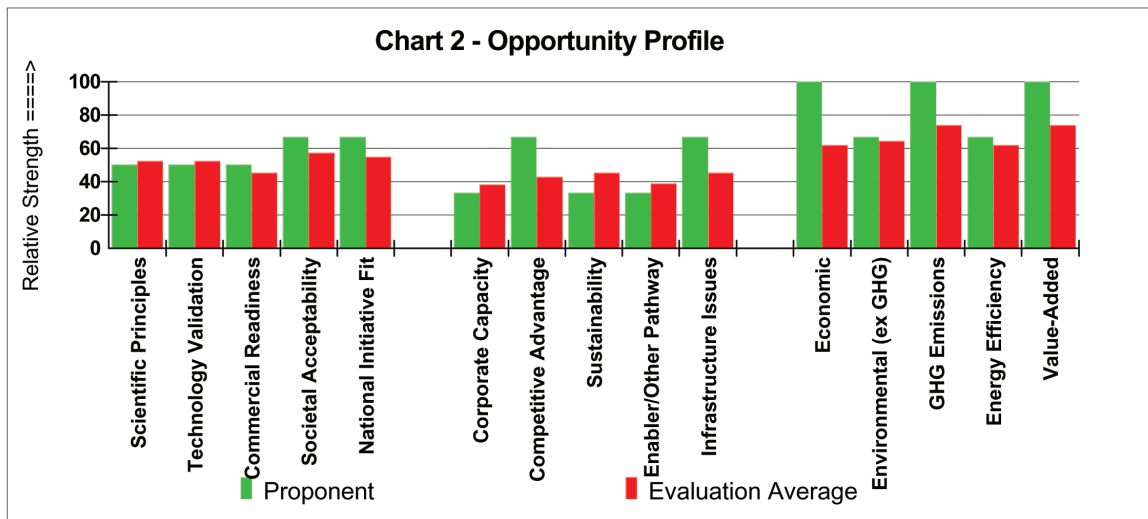


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Power from Agricultural Feedstocks (Straw)

Opportunity Summary:

Biomass is considered carbon neutral i.e. the amount of carbon released during its combustion is nearly the same as taken up by plant during its growth. Power from straw is not economic today in western Canada, where power is generated from a large base of hydroelectric, gas fired, and coal fired plants. Cost of power from a large-scale straw fired power plant (more than 300 MW) is in the range of C\$65- \$75 per MWh. Numerous studies, including a detailed study based on western Canada straw, confirm that the optimum size of a straw based power plant is 250 to 450 MW. Straw is being used to produce heat and power in several plants in Europe on a commercial scale, and is also being co-fired with coal. Technology is mature.

The Opportunity was assessed by 8 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 6.1

Expected Impact = 5.6

R Value = 59%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

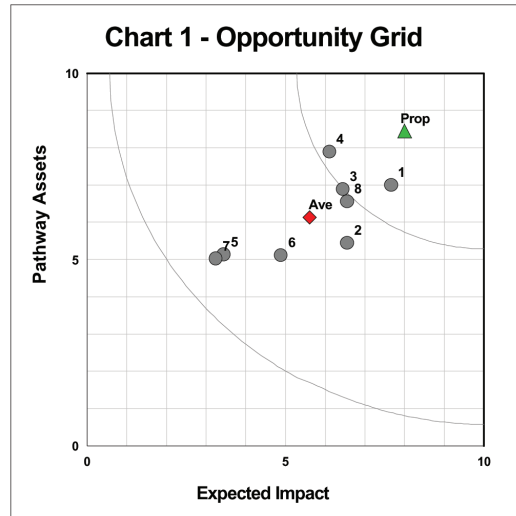
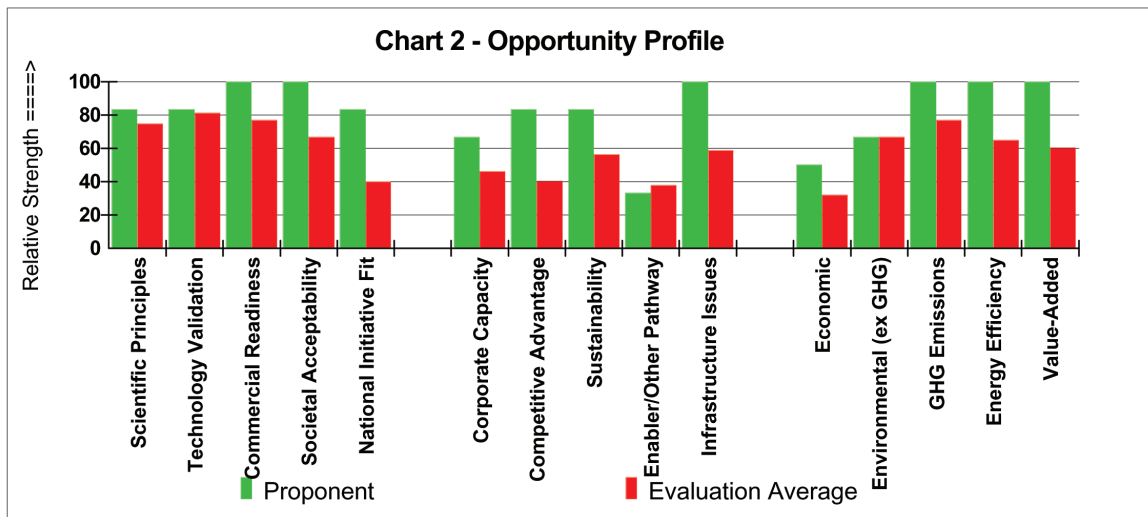


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Power and Heat from Municipal Solid Waste

Opportunity Summary:

Supply of electricity to the grid or directly to end users and supply of thermal energy to end users by combined heat and power (CHP) plants using Municipal Solid Waste (MSW) as the energy source.

The Opportunity was assessed by 4 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 5.9

Expected Impact = 5.4

R Value = 56%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

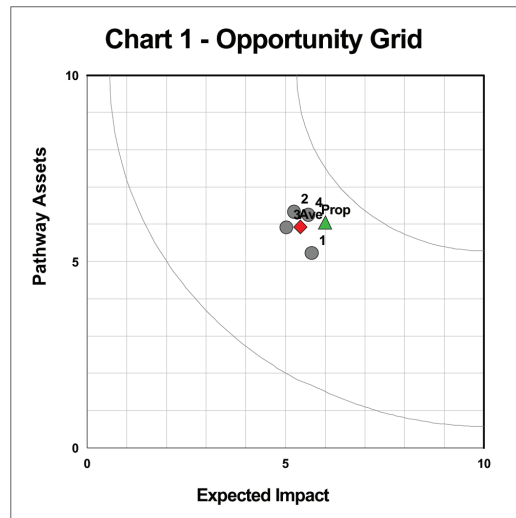
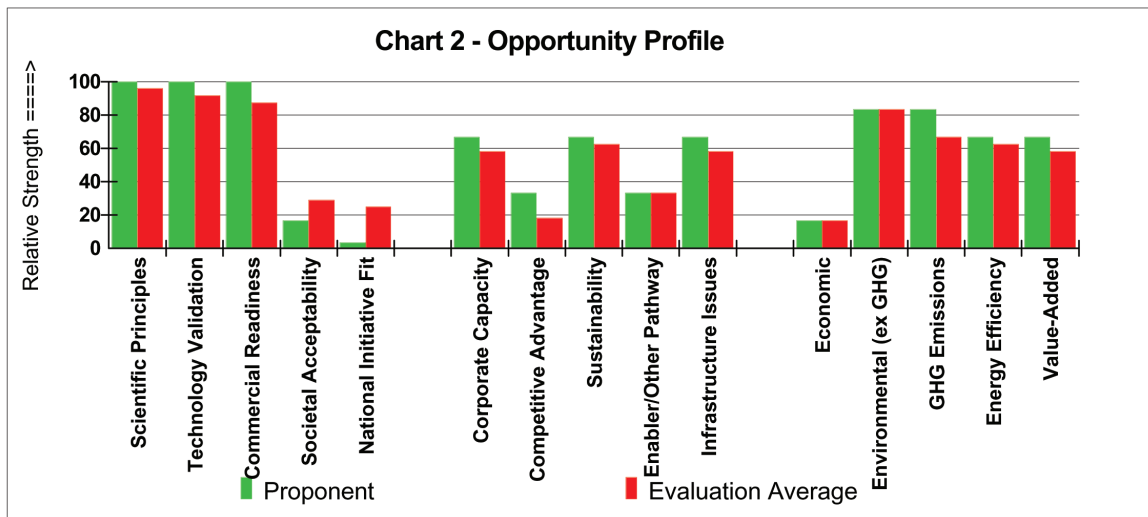


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Wind Farms for Grid Supply

Opportunity Summary:

Wind farms consist of an array of factory built wind turbines and the balance of plant infrastructure to collect the electricity and feed it into the electrical grid. Wind turbines are driven by zero-cost, non-polluting fuel, the wind. Technology development in the last 20 years for the rotor, drive train and electrical power conditioning equipment, have made wind power economically competitive and desirable as a replacement for other forms of generation that are environmentally less benign. Wide spread public support has created a regulatory environment where wind farm development is favoured through a relatively rapid permitting and environmental assessment process.

The Opportunity was assessed by 9 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 7.5

Expected Impact = 7.5

R Value = 75%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

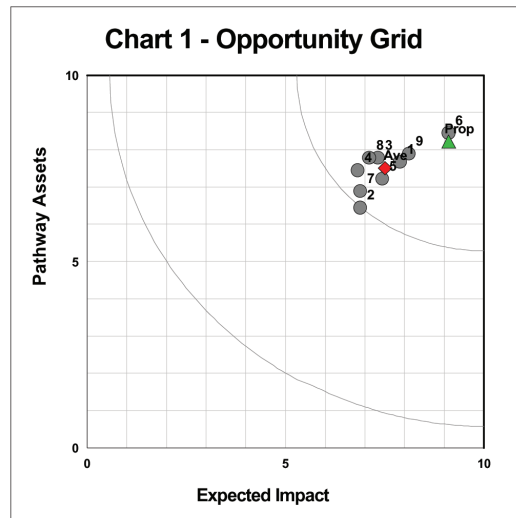
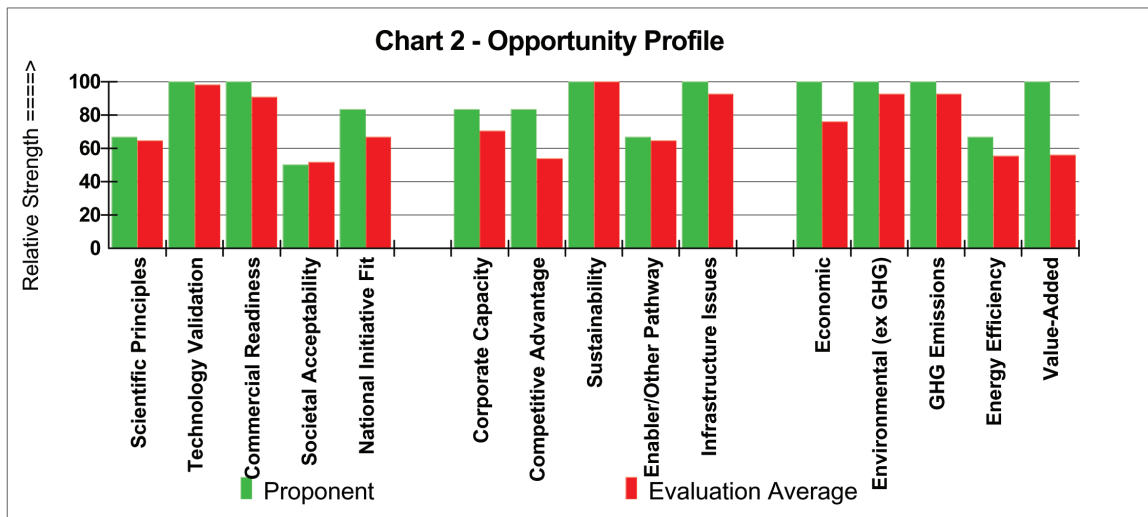


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Solar Energy for Electricity

Opportunity Summary:

The supply of power to homes, and the electrical grid, by generation of electricity from photovoltaic (PV) modules installed on the roofs or façades of buildings. There are two classifications: stand-alone systems that are independent of electrical supply grids but require an energy storage to ensure an uninterrupted supply; and grid-connected systems in which excess electricity from locally installed PV panels is fed through electrical interconnects to the electrical grid for distribution. In the latter case, when there is insufficient solar energy to meet the local load, power is drawn directly from the electrical grid rather than from a battery system.

The Opportunity was assessed by 7 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 6.4

Expected Impact = 7.5

R Value = 69%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

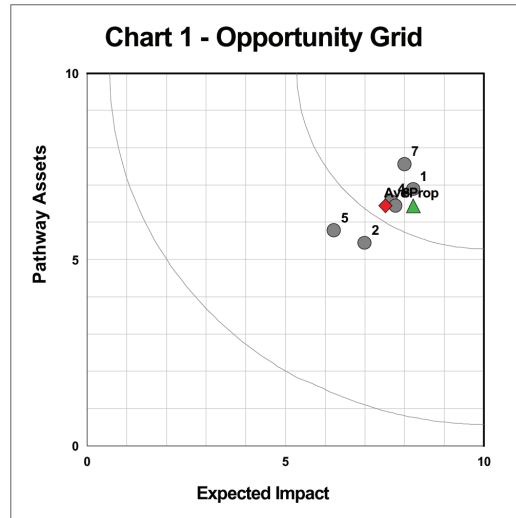
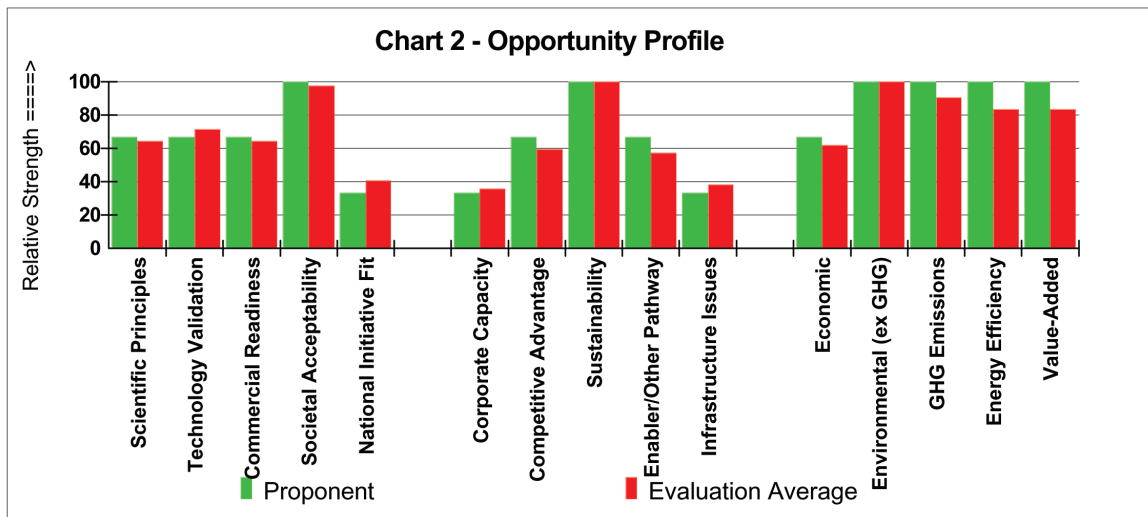


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Low Impact Surface Mineable Oil Sands

Opportunity Summary:

The Canadian Oil Sands have a total in place resource of over 2 trillion barrels, of which roughly 10% can be recovered by surface mining technology. Beginning with the pioneering work of the Alberta Research Council in the late 1920s and early 1930s, followed by the Alberta Government demonstration plant at Bitumount in the late 1940s, commercial production began with the Great Canadian Oil Sands Plant in the late 1960s and the Syncrude Canada plant in the 1970s. Many other companies are now involved and production of synthetic crude is expected to be about 2 million BPD of bitumen and synthetic crude in aggregate by 2012. The Oil Sands Technology Roadmap produced by the Alberta Chamber of Resources identified many of the challenges.

The Opportunity was assessed by 5 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 6.1

Expected Impact = 5.7

R Value = 59%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

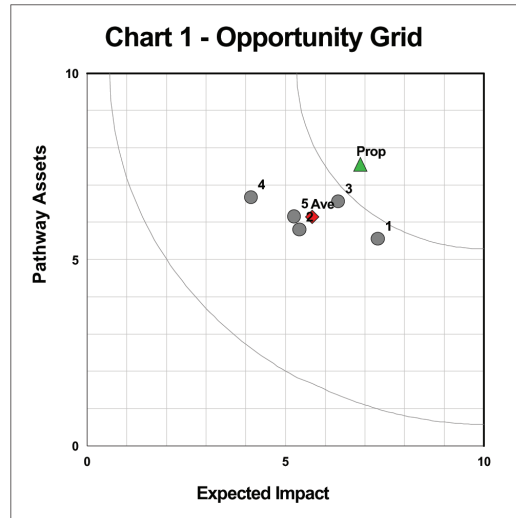
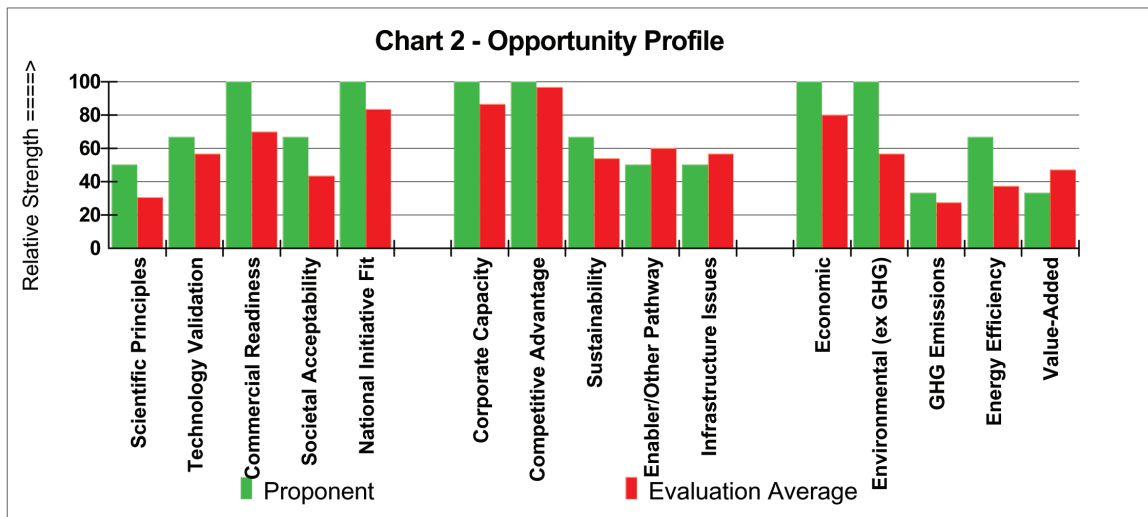


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Solvent Vapor Extraction Process Heavy Oil

Opportunity Summary:

Solvent vapour extraction processes are less energy intensive, use less water, and are more suitable for thinner, partially-depleted reservoirs than are thermal recovery processes. In addition, these processes should reduce CO2 emissions by 90% compared to steam injection. A major concerted effort between research organizations and industry will be required to make the solvent extraction process successful. A series of well defined laboratory studies, scaled and mechanistic physical modeling, and numerical simulations coordinated with ongoing field pilot operations will provide the technical and economical de-risking required for industry acceptance and wide-spread commercial application.

The Opportunity was assessed by 10 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 4.0

Expected Impact = 5.6

R Value = 47%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

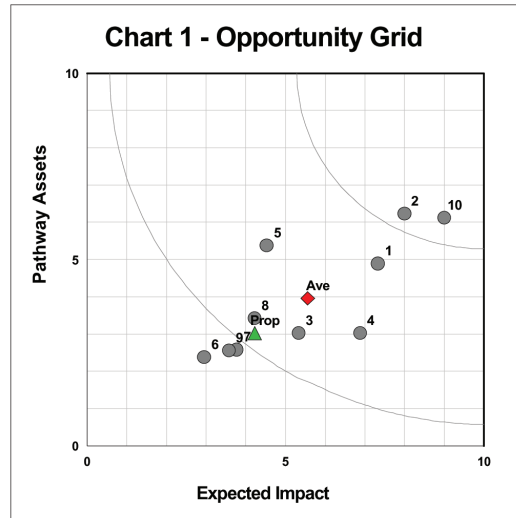
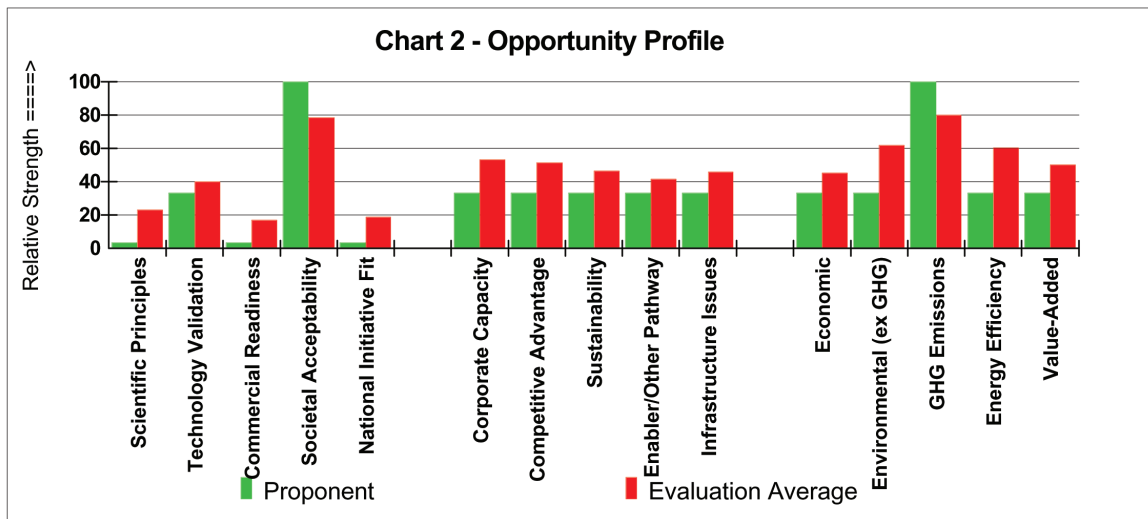


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Alternative Hydrogen Supply for Oil Sands Development

Opportunity Summary:

Hydrogen is a key additive in the transformation of oil sands bitumen into synthetic crude oil (SCO). The current method of producing it is Steam-Methane Reforming (SMR), which consumes an increasingly expensive and scarce resource (natural gas) and co-produces substantial CO₂. Although other hydrogen production methods are potentially feasible (see Pathway 13 - Hydrogen Production by New Technologies, Transportation and Use), production by electrolysis is a mature technology. Hydrogen by electrolysis with the electricity produced by a nuclear reactor is now an economically attractive alternative, especially if it can be produced intermittently using off-peak electricity. It has the added benefit of long-term price stability.

The Opportunity was assessed by 6 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 6.5

Expected Impact = 8.0

R Value = 72%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

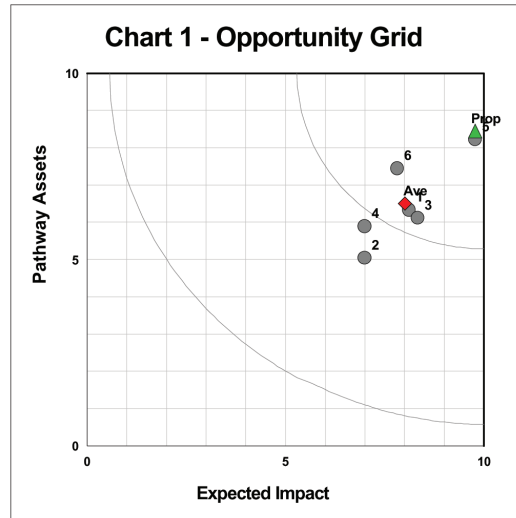
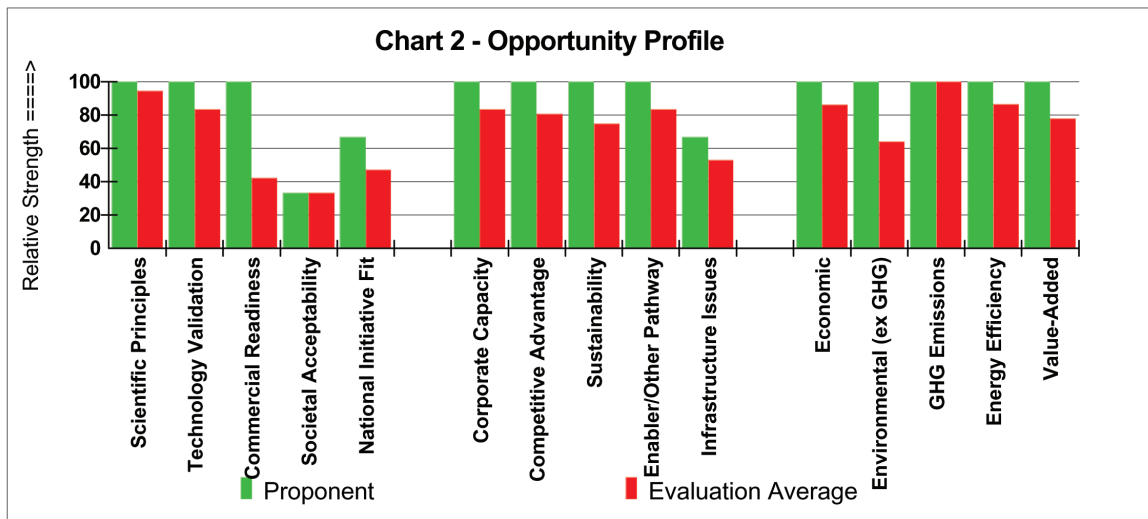


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Value-Added Products From Oil Sands

Opportunity Summary:

Alberta has very large recoverable reserves in the oil sands - more than those of Saudi Arabia. Current production levels of approximately 1 million barrels per day of bitumen and synthetic crude oil will more than triple by 2030, provided costs of recovery and upgrading can be continuously reduced through improved technology. An expanded mix of products and new markets must be developed, to avoid long term depressed netbacks on unprocessed bitumen. Canada's pathway to value-added products from oil sands bitumen will focus on improved bitumen characterization, new separation technologies, new catalysts, and integration of upgrading and refining processes, including gasification.

The Opportunity was assessed by 9 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 3.3

Expected Impact = 6.6

R Value = 47%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

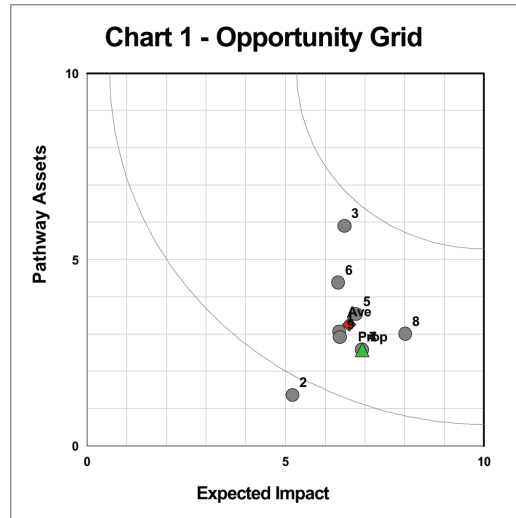
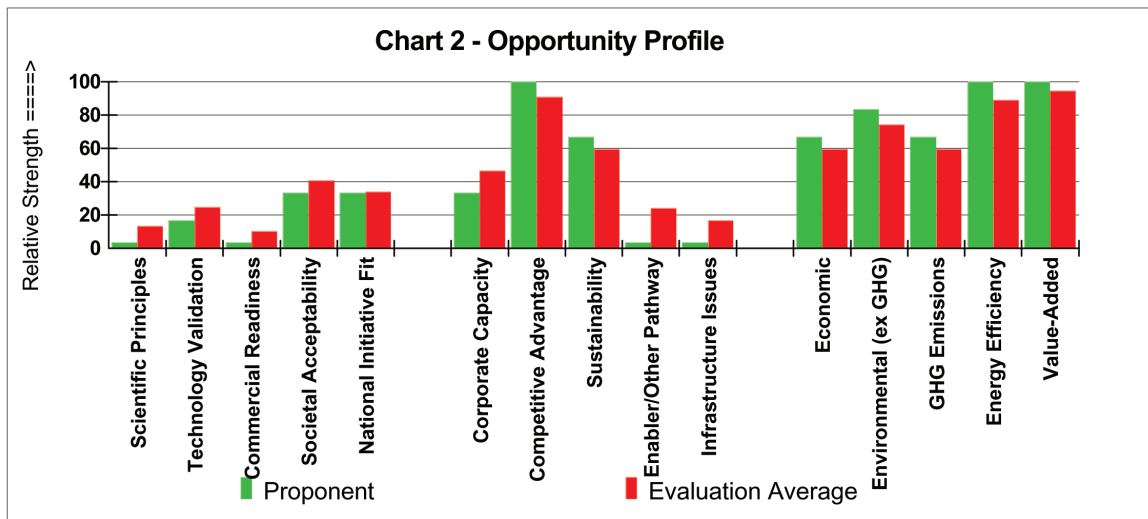


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Nuclear Fission Energy for Oil Sands Development

Opportunity Summary:

The SAGD process injects medium pressure steam into an oil sand reservoir to reduce the viscosity of the bitumen in order to enable its extraction. SAGD operations currently represents only about 10% of total oil sands production but is expected to become the dominant recovery process due to large underground reserves, improving technology / recovery performance and generally lower environmental impact than surface mining. Once through steam generators (OTSG), occasionally backed up by combined-cycle gas turbines, are the most commonly used energy source to generate steam for the SAGD process. This pathway outlines the use of nuclear energy to generate injection steam at a competitive and stable price while reducing CO2 emissions.

The Opportunity was assessed by 7 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 5.3

Expected Impact = 7.8

R Value = 63%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

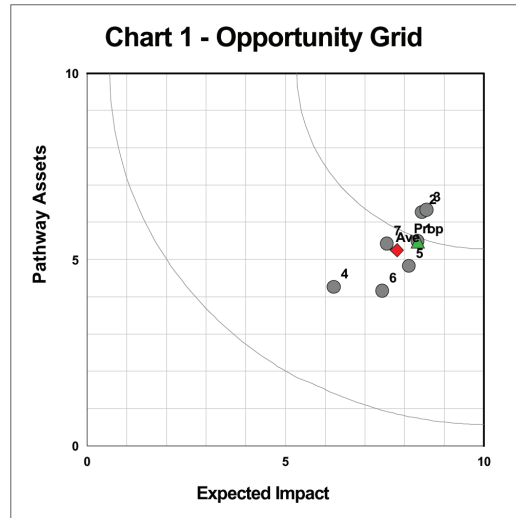
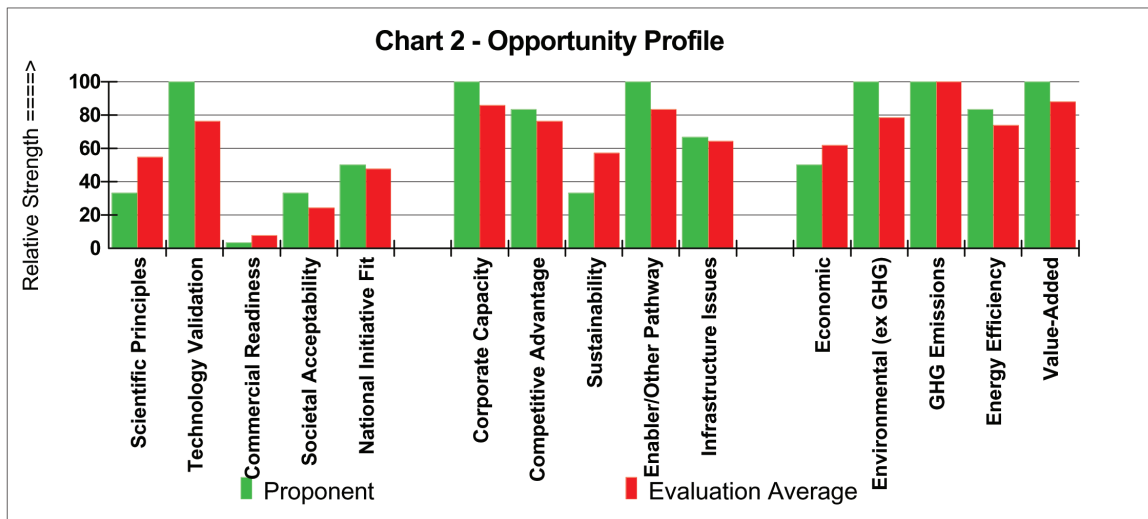


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Alternative Energy System for Road Vehicles

Opportunity Summary:

This pathway would use electricity as the main energy carrier for light and medium duty road vehicles, by using " plug-in hybrid", or "grid-connected" hybrid vehicles. A vehicle range of up to 100 km would be obtained using the energy stored in a battery which has been charged from the electricity grid. A small, efficient, engine would be used to extend the range when required, and to provide power "assist" on steep hills, for example. The primary energy could then be obtained from any zero greenhouse gas source, including renewable energy and nuclear power.

The Opportunity was assessed by 10 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 4.3

Expected Impact = 5.7

R Value = 49%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

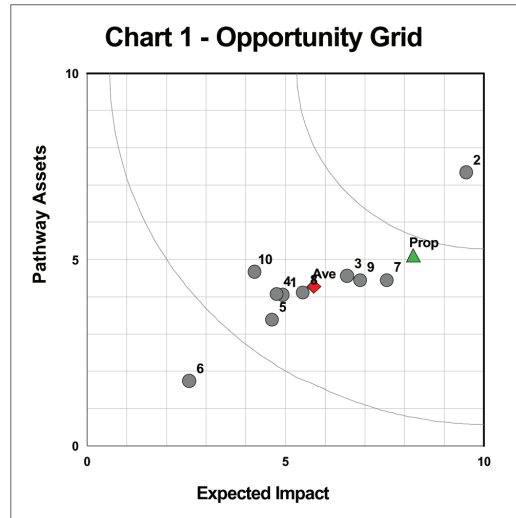
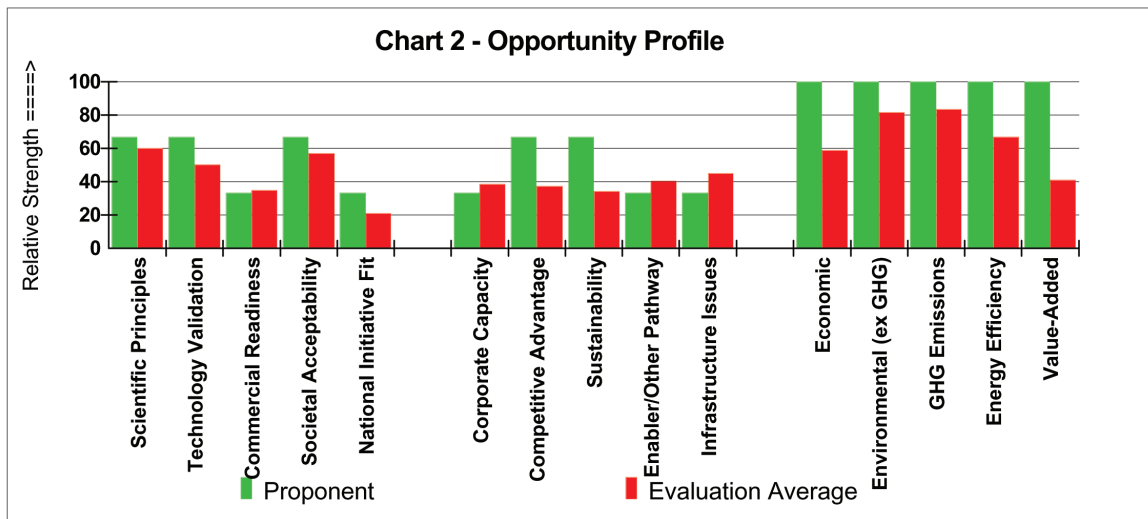


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Hydrogen Production Transportation and Use

Opportunity Summary:

The vision of the hydrogen economy is based on two expectations: (1) that hydrogen can be produced in a manner that is affordable and environmentally benign, and (2) that applications using hydrogen-fuel cell vehicles, for example-can gain market share in competition with the alternatives. To the extent that these expectations can be met, Canada, and indeed the world, would benefit from reduced vulnerability to energy disruptions and improved environmental quality, especially through lower carbon emissions. However, before this vision can become a reality, many technical, social, and policy challenges must be overcome. This pathway outlines the fundamental transformation that is required both on the supply side and the demand side.

The Opportunity was assessed by 7 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 4.2

Expected Impact = 5.5

R Value = 48%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

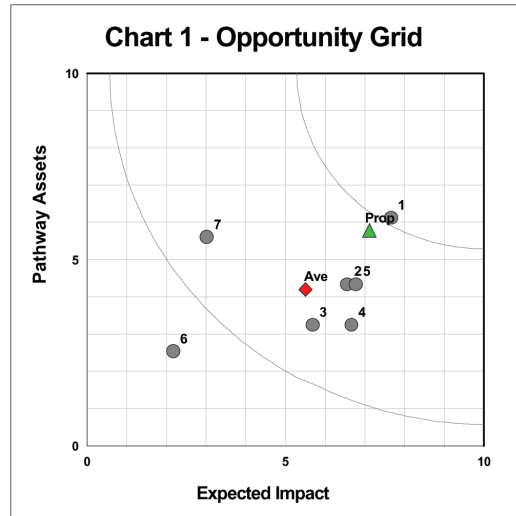
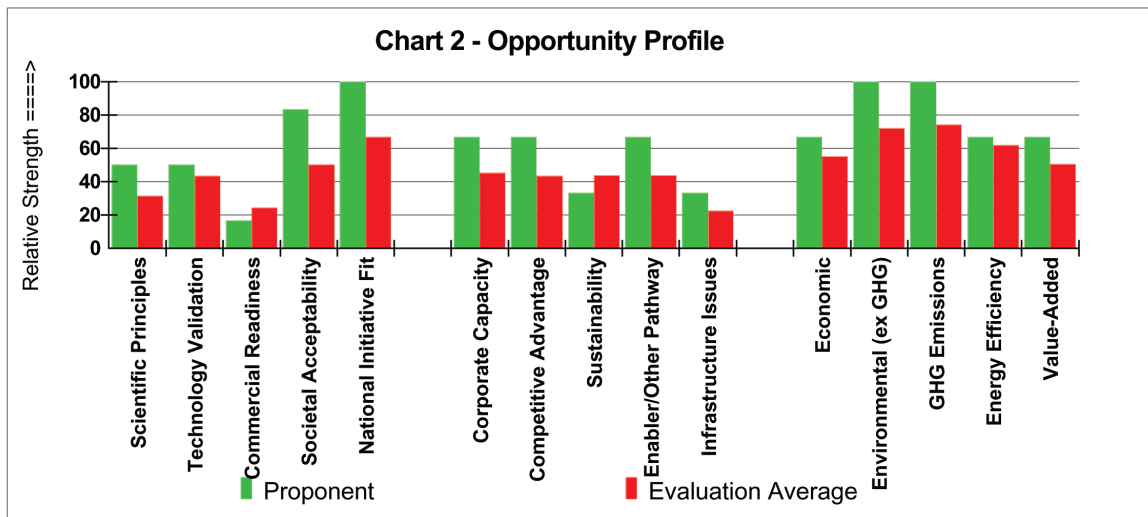


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Geothermal Borehole Thermal Energy Storage

Opportunity Summary:

A Geothermal Borehole Thermal Energy System (BTES) is an energy storage system that stores energy in an underground rock formation contiguous to targeted buildings. Waste heat energy produced from cooling in the summer is stored below ground and used in the winter for heating; in the winter, the waste cold energy produced for heating is stored for use in the following summer for cooling. A BTES is most economically attractive for larger scale installations (such as blocks of buildings), with installation in conjunction with original construction.

The Opportunity was assessed by 5 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 7.0

Expected Impact = 5.3

R Value = 60%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

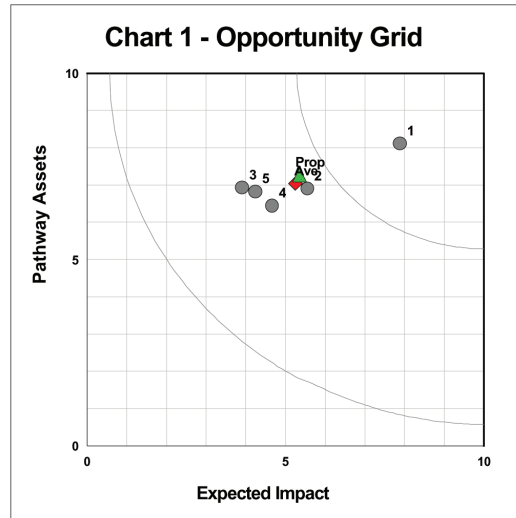
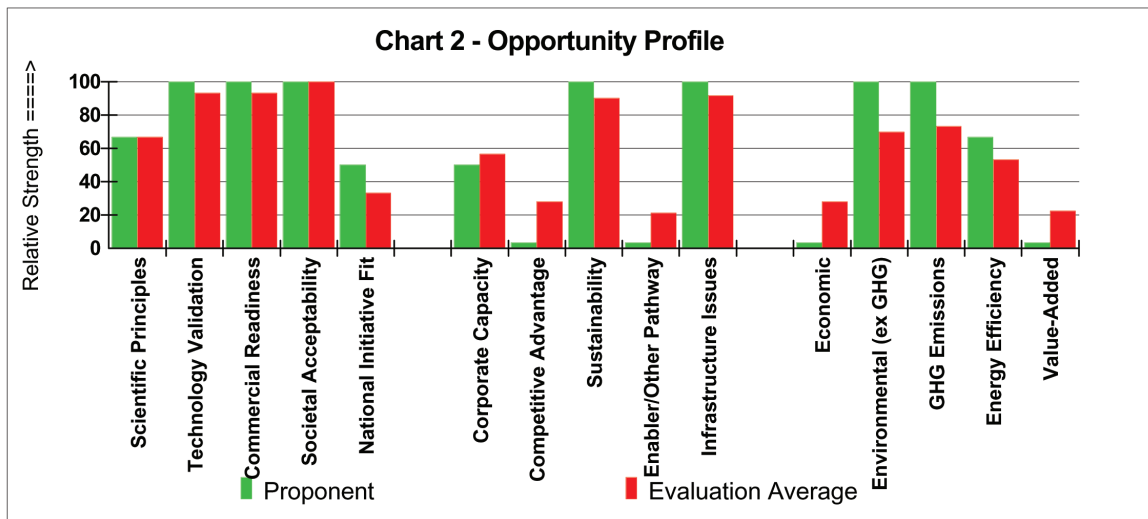


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Mid-depth and Deep Geothermal

Opportunity Summary:

Mid-depth (< 6000 M) and deep hot rock (> 6000 m) geothermal energy resources are potentially very significant sources of moderate temperature (40° C to 180° C) and higher temperature (>180° C) heat. This heat can be used directly for heating or commercial and industrial processing, including potentially oil sands processing and district heating, or for electrical power generation from facilities ranging in size from a few kilowatts to potentially hundreds of megawatts. New or existing reservoirs will be required for heating water (or potentially other carriers), transporting the hot fluid to the service, extracting the heat and recycling the spent fluid back to the reservoir.

The Opportunity was assessed by 6 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 4.8

Expected Impact = 5.7

R Value = 52%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

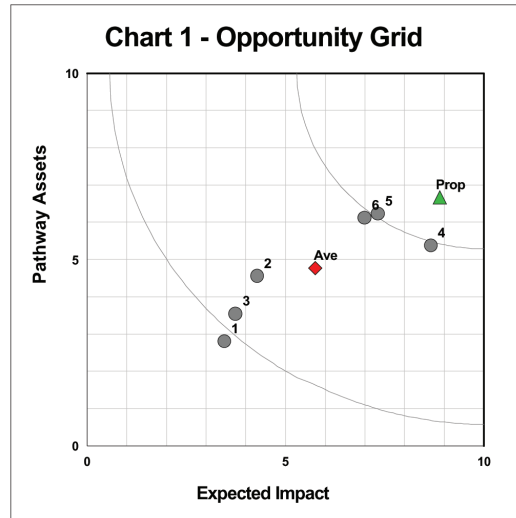
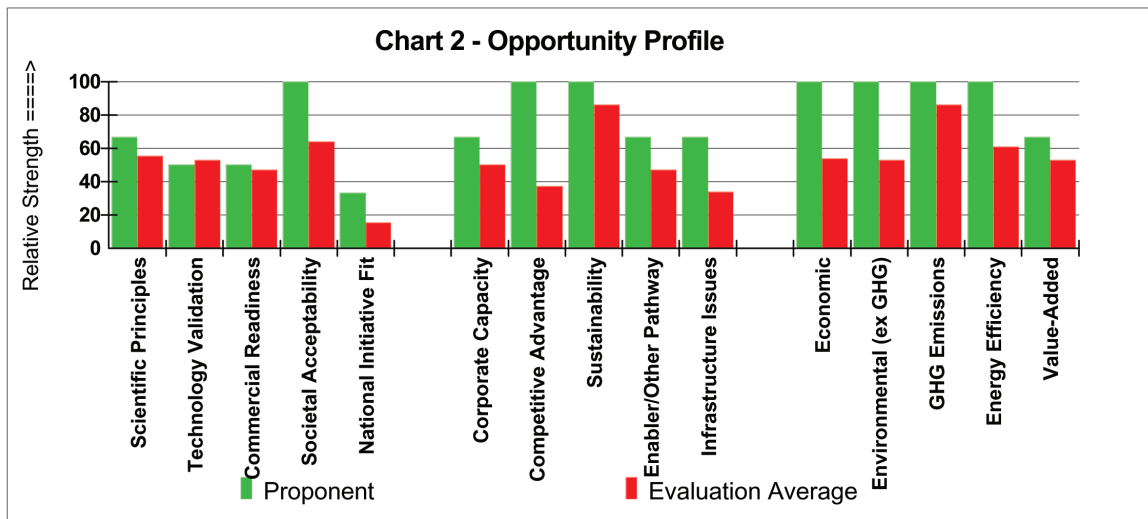


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity No : 20

Proponent : William Smith, Sandy Colvine, Bruce Peachey Page : 1

Opportunity Title : Natural Gas Hydrates

Opportunity Summary:

Methane hydrates exist in large quantities below permafrost and in sub-sea sediments. Estimates of Canadian natural gas volumes in hydrate form range from 1,540 to 28,500 trillion cubic feet (45 to over 800 trillion m3). If methane can be efficiently extracted from this resource, it provides a vast new source of natural gas. Hydrate deposits which are found in Arctic gas formations in conjunction with free gas are likely to be developed first and are already in production in Russia simply by producing the free gas and depressuring the reservoirs so that the hydrate will dissociate.

The Opportunity was assessed by 5 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 2.3

Expected Impact = 4.2

R Value = 32%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

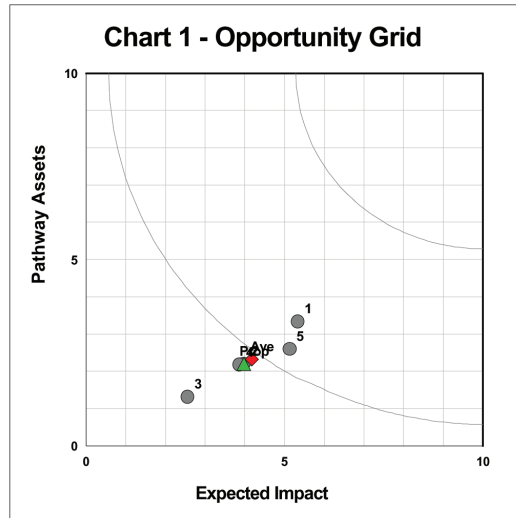
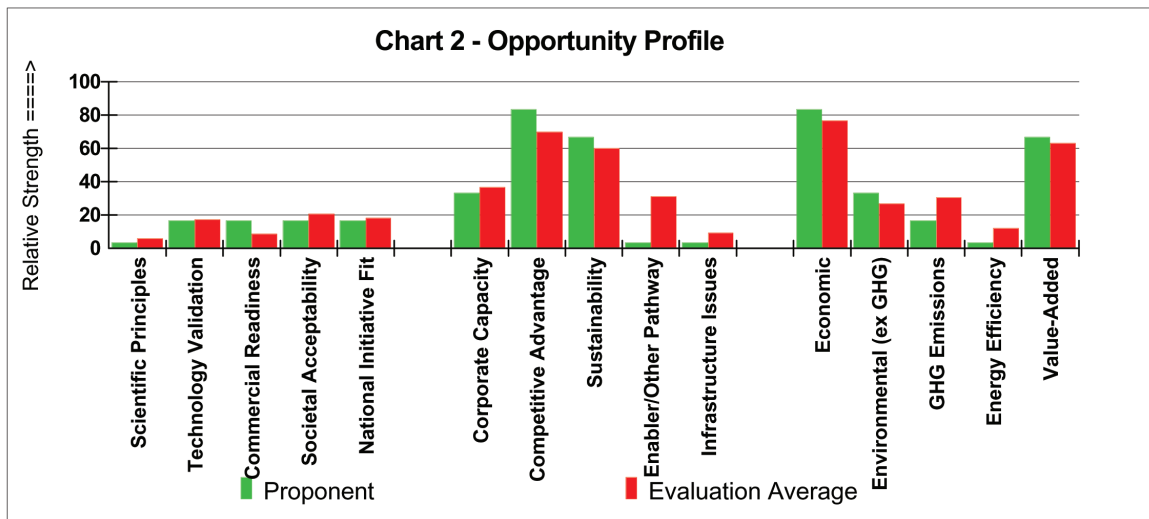


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Development of Coal Bed Methane

Opportunity Summary:

According to PTAC's Unconventional Gas Roadmap, Canada has over 1,500 trillion cubic feet (43 trillion m3) of coal bed methane in place, vs. about 370 Tcf (10.5 trillion m3) of remaining conventional natural gas potential. At a projected production rate of up to 7.5 Tcf/yr to meet on-going exports to the U.S., and increasing domestic demand for power generation and oilsands development, new sources such as CBM will be required to compensate for declining rates of conventional gas production. CBM production in the U.S. already provides almost 30% of the domestic gas production, is already underway in Alberta, and being considered in other provinces.

The Opportunity was assessed by 5 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 6.1

Expected Impact = 4.6

R Value = 53%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

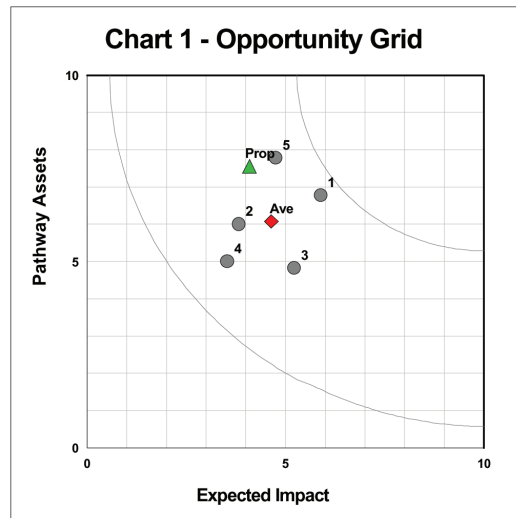
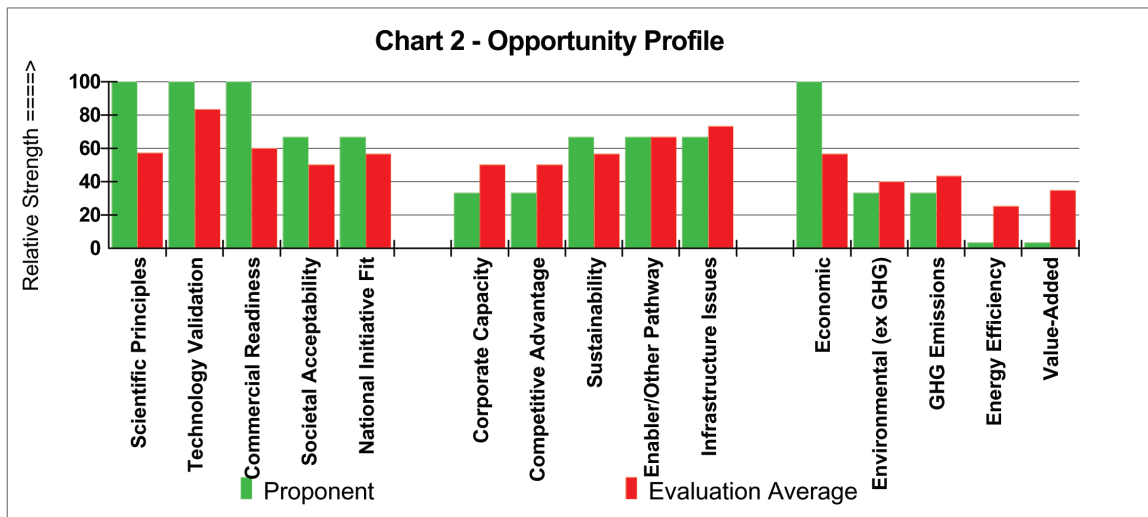


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Tidal and Wave Energy for Electrical Power

Opportunity Summary:

Canada has 40,000 MW of identified tidal stream energy, and countless irrigation channels, inflows, spillways (and instream river flow) opportunities for energy harvest. The east and west coast deepwater wave energy may exceed 200,000 MW with nearshore resources exceeding 30,000. A dozen Canadian technology companies are working with concept, prototype or pilot approaches. Ten leading international technology companies are actively looking to work in Canada because of resource availability. Canada has excellent research capacity and infrastructure to support the sector and its ocean technology, marine, and power industry capacity can readily deploy in this market. This is an emerging energy opportunity.

The Opportunity was assessed by 5 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 3.2

Expected Impact = 6.3

R Value = 45%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

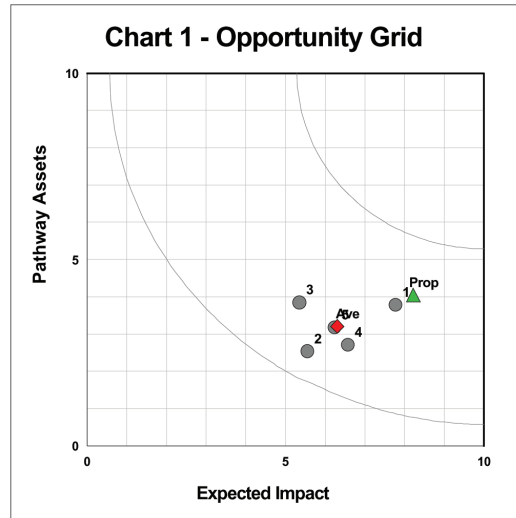
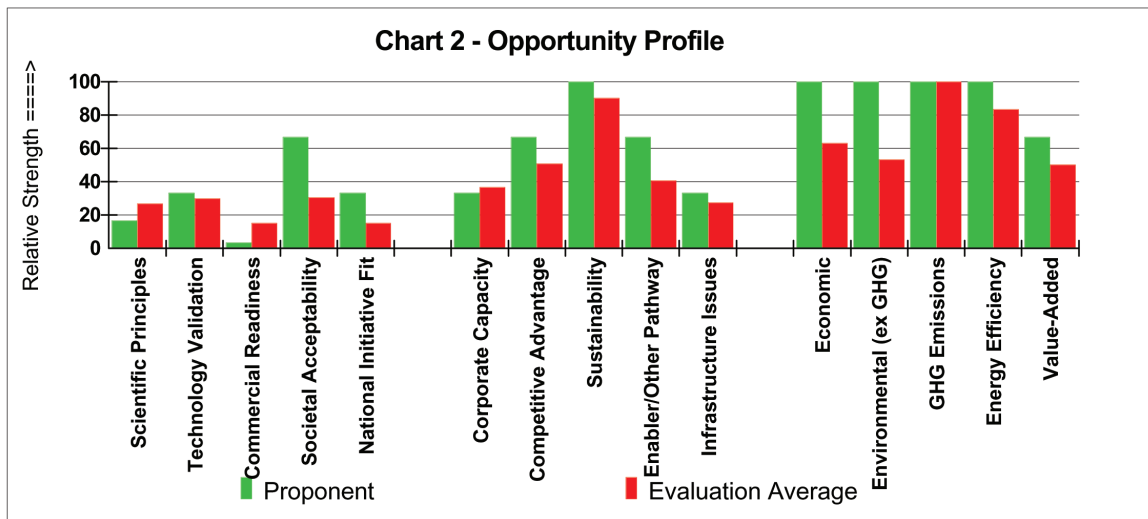


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : CO2 Capture, Transportation, Storage & Use

Opportunity Summary:

Canadian greenhouse gas (GHG) emissions to the atmosphere could be significantly reduced by extracting CO2 from gas streams in large industrial, oil sands and power plants, then compressing and transporting it to geological storage sites, such as depleted oil and gas reservoirs, deep coal seams and saline aquifers in the Western Canadian Sedimentary Basin. This is (perhaps the only) 'win-win' pathway that would minimize the impact on our economy and ensure the sustainability of our energy sector, while effectively addressing the climate change challenge.

The Opportunity was assessed by 10 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 5.3

Expected Impact = 6.7

R Value = 59%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

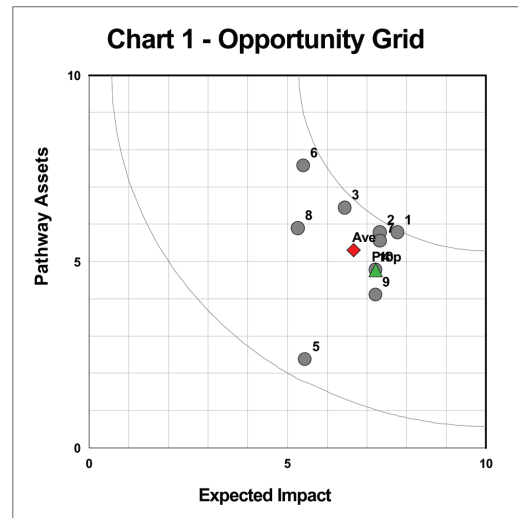
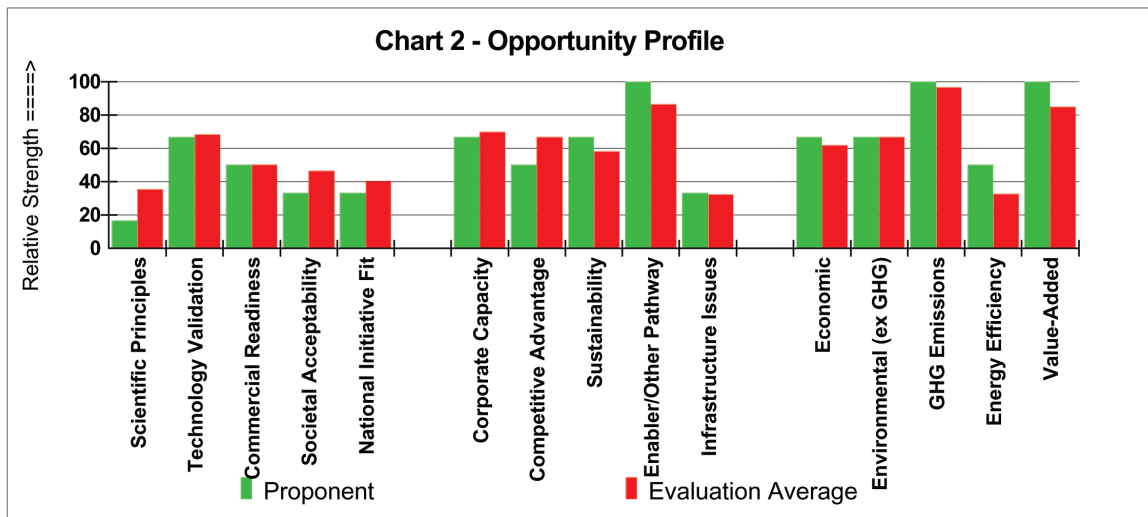


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Advanced Fission Reactors for Electrical Power

Opportunity Summary:

Generation IV reactor systems are being developed with the aim of advancing fission reactors in the following areas: 1) Sustainability, 2) Safety, 3) Economics, and 4) Proliferation Resistance and Physical Protection. Six reactor systems are currently being developed under the GenIV initiative. These reactor systems differ in the degree of enhancement in the above four metrics and range from reactors that are highly economic for nearer term application (i.e., supercritical water cooled reactors) to reactors that would extend the Uranium supplies almost indefinitely (e.g., fast breeder reactors).

The Opportunity was assessed by 6 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 6.0

Expected Impact = 8.2

R Value = 69%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

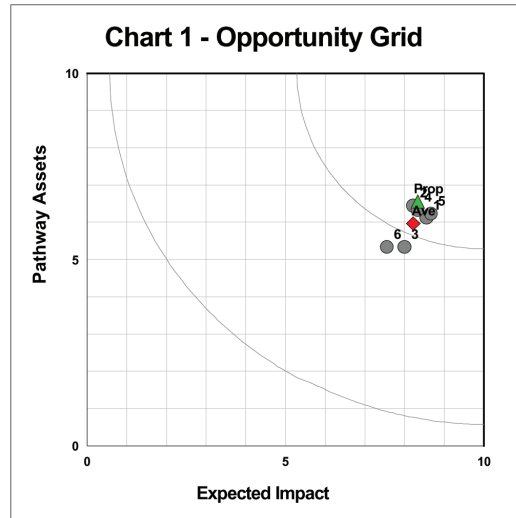
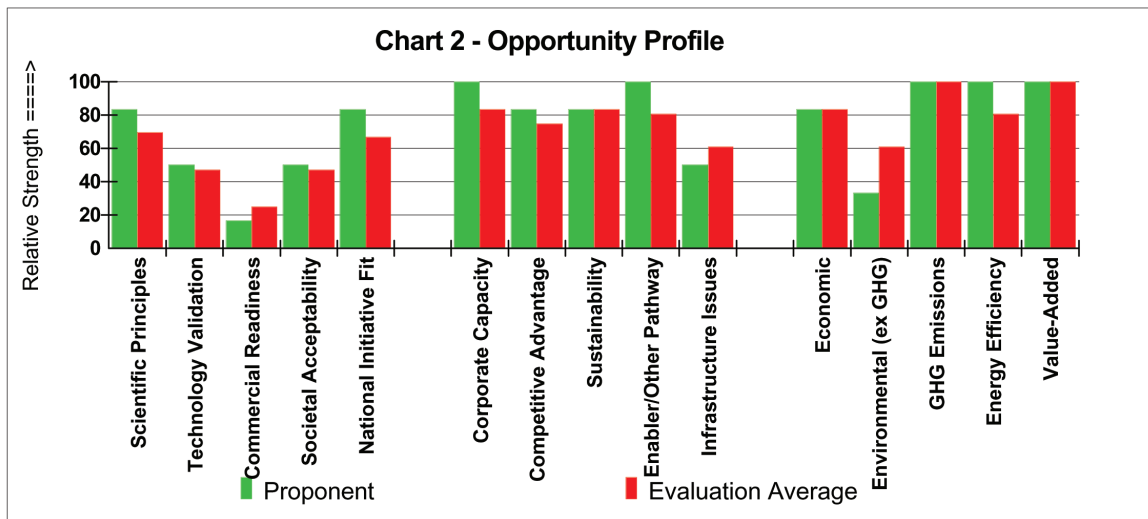


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Magnetic Confinement Fusion for Electrical Power

Opportunity Summary:

A thermonuclear fusion power plant is based on high temperature magnetic confinement of hydrogen isotopes of deuterium and tritium. Fusion of one deuterium and one tritium atom produces one alpha particle (ionized helium atom) that carries 20% of the energy produced and one neutron that carries the remaining 80%. One gram of deuterium and tritium in equal numbers will produce an energy equivalent to almost 100,000 kwh. The alpha particles give up their energy to the plasma thereby maintaining its temperature. The neutrons, carrying most of the energy, are captured in a lithium 'blanket' surrounding the reactor vessel where they provoke further reactions with lithium to produce tritium and give up their energy to the coolant.

The Opportunity was assessed by 5 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 3.3

Expected Impact = 6.5

R Value = 47%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

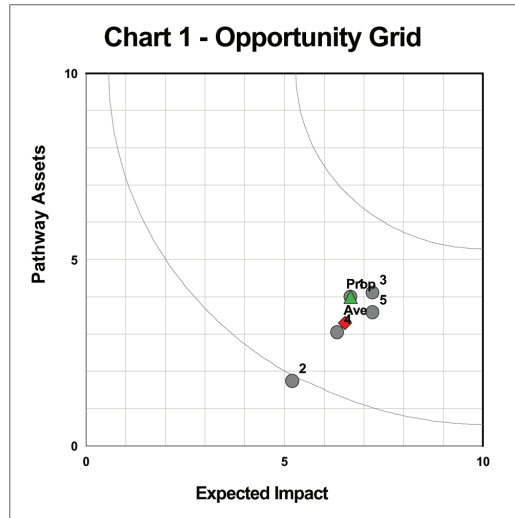
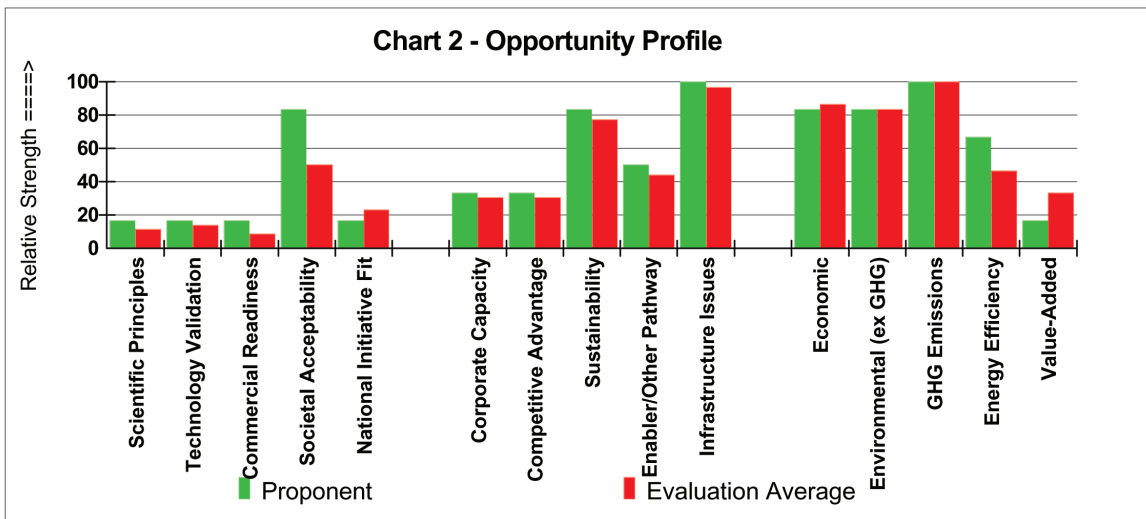


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Inertial Fusion Energy for Electricity

Opportunity Summary:

Fusion of isotopes of hydrogen (D, T) offers the potential of virtually unlimited, universally available, environmentally clean energy. Successful energy production, however, requires heating the fuel to 100 million degrees and confining it for sufficient time to provide net energy gain. The high density, short confinement time approach - inertial fusion energy (IFE) - is based on using laser (or ion) beams to compress and heat fuel pellets to ignition conditions. In a power reactor, the fusion reaction energy resulting from pellet burn (primarily in neutrons) would be captured in a circulating lithium blanket (used for both producing more tritium fuel and carrying heat to an external thermal-electric generation cycle).

The Opportunity was assessed by 10 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 5.1

Expected Impact = 8.4

R Value = 63%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

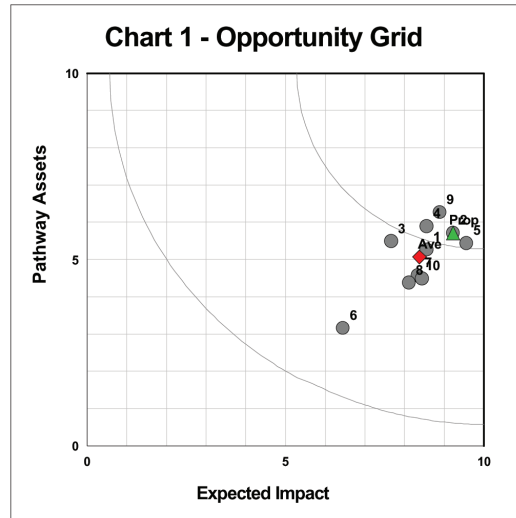
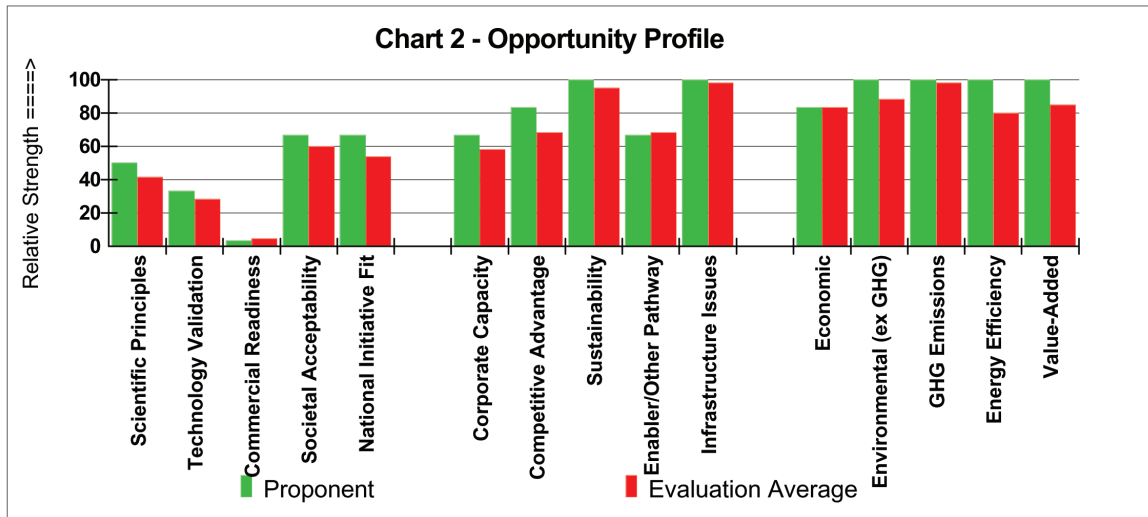


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Recovery of Bitumen from Carbonate Deposits

Opportunity Summary:

While bitumen is generally associated with oil sands, 71.1 billion m3 or 26% of Alberta's bitumen resources are contained in carbonates rather than sand formations. The "Carbonate Triangle" deposits have been identified as being the most technically challenging. This is not a new realization, as carbonates were originally targeted for technology development by AOSTRA in the 1970's and 1980's, and did see the development of production pilots but with mixed success. However, the problems encountered 20 years ago during the pilot trials could be solvable today. The industry now has mining and drilling technologies such as continuous miner, horizontal wells and well completion technologies that would increase the likelihood of success.

The Opportunity was assessed by 7 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 4.7

Expected Impact = 6.4

R Value = 55%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

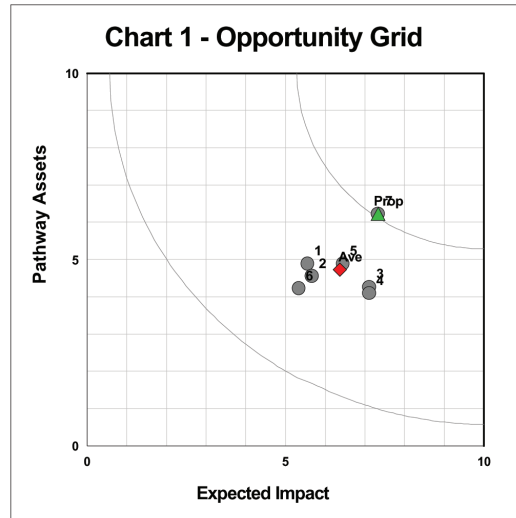
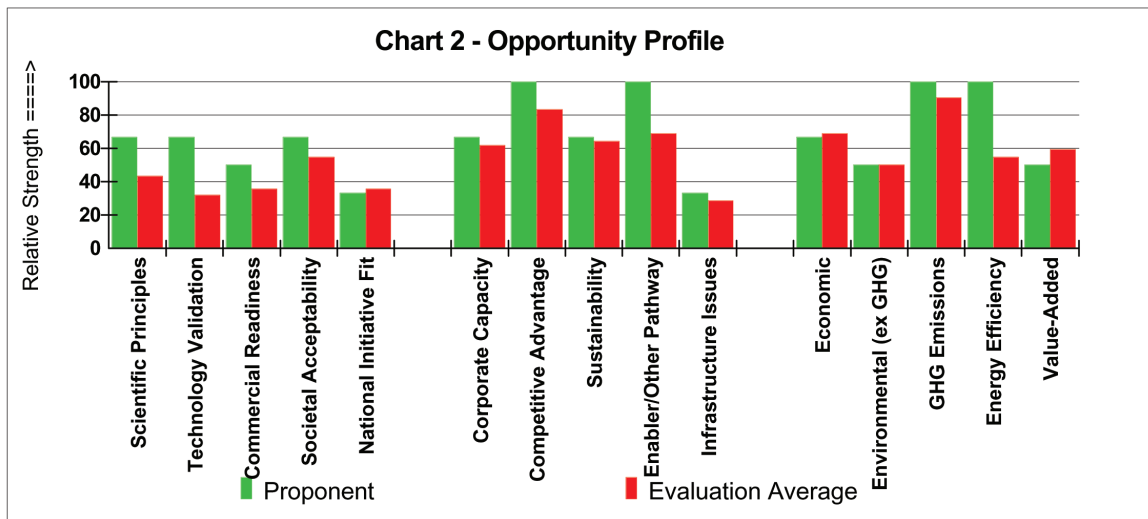


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Increased Conventional Oil Recovery

Opportunity Summary:

While Canadian conventional oil has been reported to be in decline, this is only from primary production from established and mature basins. Over 70% of the oil in those basins is known to be still in the reservoirs, and is awaiting enhanced oil recovery methods to be more extensively applied to increase recovery. A recent PTAC report "Ramping up Recovery" indicates that there is still over \$1 trillion of conventional oil that might be produced with proven methods. At the same time additional new deposits will eventually come on-stream from the Arctic and offshore which will require unique production technologies to match the unique environments.

The Opportunity was assessed by 7 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 6.2

Expected Impact = 5.6

R Value = 59%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

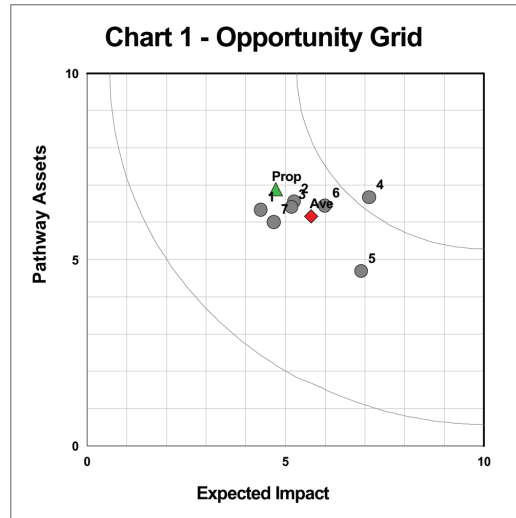
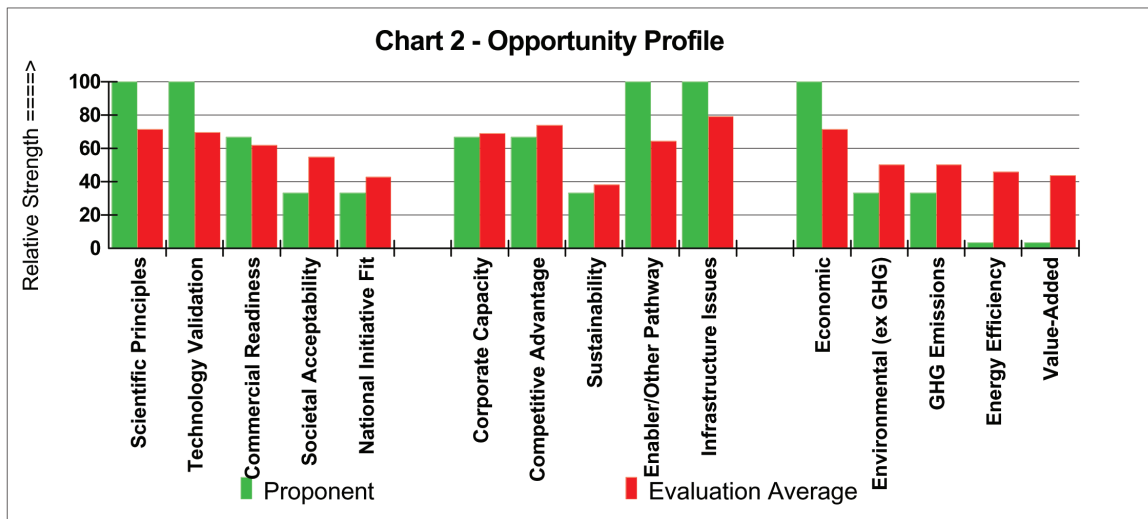


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Enhanced Oil Recovery by Air Injection

Opportunity Summary:

Air injection technology could potentially be applied to several types of petroleum reservoirs ranging from deep light oils to heavy oils, with an increase of perhaps a few percent (2 to 10%?) in the recovery of conventional oil in Canada. The incremental oil would be refined, some of it after upgrading, into liquid fuels for ultimate use in engines within the agriculture, industrial and transportation sectors. Transportation would be conducted primarily by pipeline or tanker truck, depending on the volumes being transported along specific routes.

The Opportunity was assessed by 7 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 3.6

Expected Impact = 4.4

R Value = 40%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

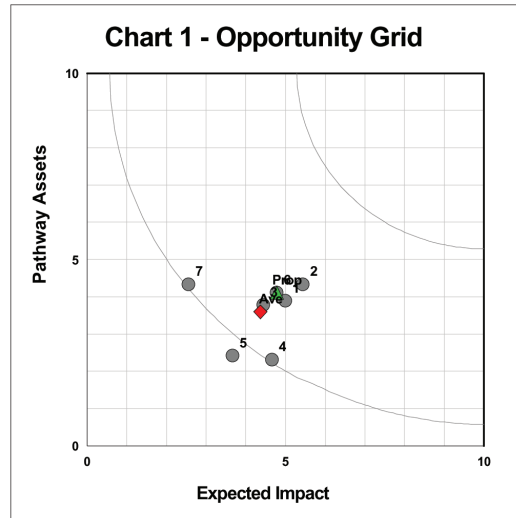
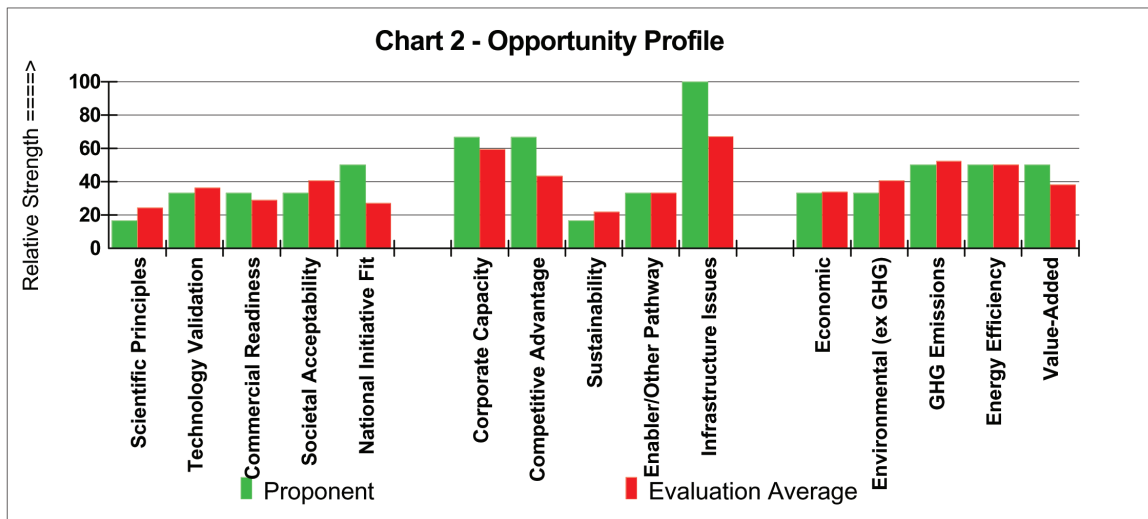


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.



Opportunity Title : Increased Natural Gas Recovery

Opportunity Summary:

Canadian natural gas from conventional mature basins is expected to begin a decline sometime in the next 5-10 years. Conventional gas recoveries are considered to be anywhere from 59-72% of the gas in place, depending on the pool, economics during production, etc. The recent PTAC report "Ramping up Recovery" estimated that besides the current reserves there is likely to be an additional 12-13 TCF of conventional gas, valued at over \$400 billion dollars that could be recovered with better application of existing technology in Alberta and B.C. Frontier gas resources are still relatively unknown and unexploited, but would also benefit from technology advancements.

The Opportunity was assessed by 4 Evaluators.

Chart 1 - Opportunity Grid.

Shows the current grid position as determined by the Proponent, each Evaluator, the Evaluation Average, with respect to the Overarching Objectives: Expected Impact and Pathway Assets.

The Opportunity ratings have the following characteristics:

Pathway Assets = 7.3

Expected Impact = 4.6

R Value = 57%

(the R Value is a measure of the distance of the grid position for the proposed opportunity from the point X=10 and Y=10, with the point 10,10 representing 100% and the point 0,0 representing 0%)

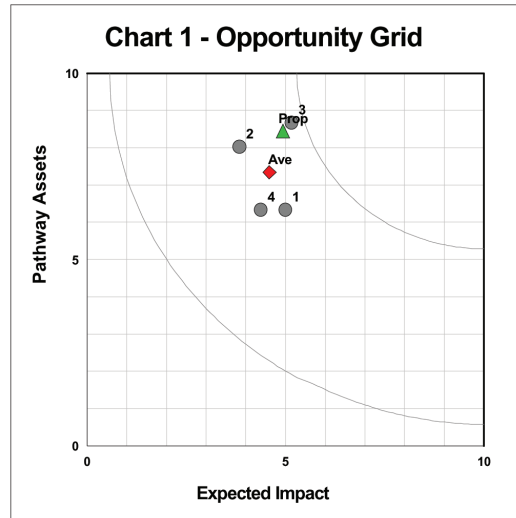
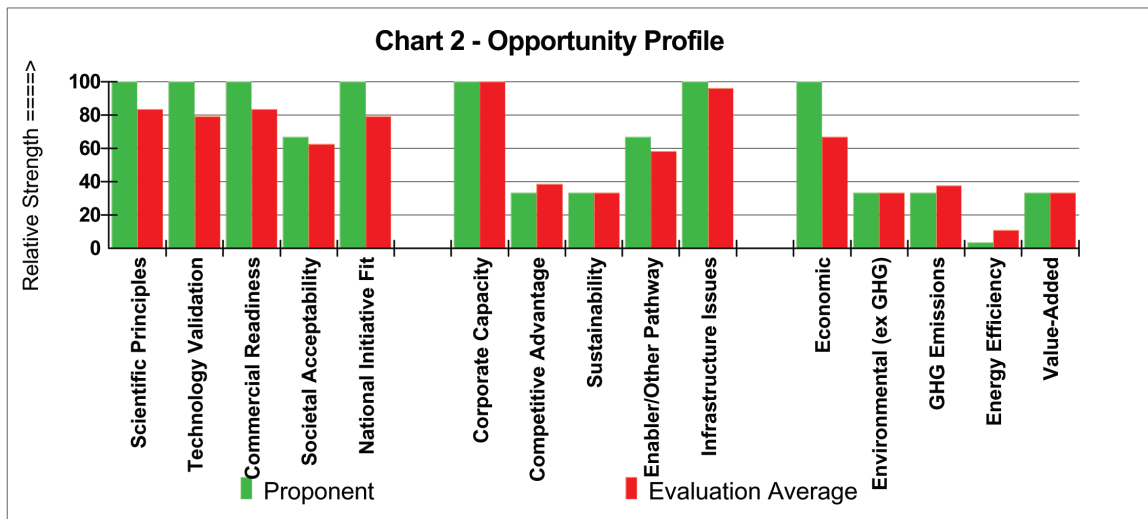
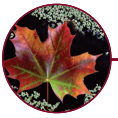


Chart 2 - Opportunity Profile.

Shows the ratings for each of the performance criteria, comparing the Proponent rating with the average rating of the Evaluators. This chart is useful in identifying strengths and weaknesses of the Opportunity and for tracking progress.





RÉSUMÉS DES FILIÈRES

No.	Pathway	Summary
1	Coal Gasification with CO ₂ Capture	Canada has abundant coal resources; enough to meet the country's energy needs for hundreds of years. Gasification and the associated shift reaction convert coal in the presences of oxygen and steam into CO ₂ and hydrogen. The hydrogen can be used for generating "clean" power, for refining oil, upgrading bitumen and for producing petrochemicals ("poly-generation") while the carbon dioxide can be captured and used in enhanced oil recovery and coal bed methane applications or sequestered in saline aquifers. Gasification economics depend on the quality of the coal and little is known about gasifying low rank (quality) Canadian coals. Canada's pathway consists of evaluating and improving known and emerging gasification technologies, and demonstrating commercial readiness for specific Canadian polygeneration applications.
2	Clean Coal Combustion	Canada has abundant coal resources. Clean coal combustion can make this resource a Canadian asset for future energy sources and remove the perception that coal is an environmental liability. Clean coal combustion will reduce emissions of NO _x , SO ₂ , particulates and mercury to very low levels as well as capture most of the CO ₂ .
3	Energy Products from Agricultural & Forestry Feedstocks	On an annual basis, the renewable resource residues available from forestry, agriculture and related manufacturing industries are equivalent to approximately 25 percent of the energy Canada derives from fossil fuels. The pine beetle infestation in the forests of British Columbia, will add a substantial amount of forest bio-mass that will need to be disposed off during the next 10-20 years. Marginal agricultural land can be used to produce bio-energy crops in harmony with farming and ranching to maintain a sustainable source of biological energy feed-stocks. Proven technologies exist for converting these feed-stocks into a broad range of fuels such as wood pellets, fuel oils, bio-diesel, and ethanol from a wide variety of biological feed-stocks. Canada is well positioned to become a world leader in the production of bio-fuels.
4	Power from Agricultural Feedstocks (Straw)	Biomass is considered carbon neutral i.e. the amount of carbon released during its combustion is nearly the same as taken up by plant during its growth. This characteristic of biomass contributes enormously to the greenhouse gas mitigation. Power from straw is not economic today in western Canada, where power is generated from a large base of hydroelectric, gas fired, and coal fired plants. However, it is the "least negative cost" of any baseload large scale green power source available at large scale in Alberta. Cost of power from a large-scale straw fired power plant (more than 300 MW) is in the range of C\$65- \$75 per MWh. Field sourced biomass plants have a competition in cost elements between the transportation of fuel to the plant, which increases with increasing plant size, and the capital and operating cost of the plant per unit output (e.g. investment and operating cost per MWh), which decrease with increasing plant size due to economy of scale. Numerous studies, including a detailed study based on western Canada straw, confirm that the optimum size of a straw based power plant is 250 to 450 MW. Small scale power plants, e.g. 25 or 50 MW units, suffer from low thermal efficiency, due to higher heat losses, and from poor economy of scale. Straw is being used to produce heat and power in several plants in Europe on a commercial scale, and is also being cofired with coal. Technology is mature and can be implemented immediately.

No.	Pathway	Summary
5	Power and Heat from Municipal Solid Waste	<p>In combination with an effective municipal waste recycling program, the remaining municipal solid waste (MSW) is largely a mixture of types of biomass that can be used as a fuel in combined heat and power plants to produce electricity and heat. In the past, incinerators were used in some locations to dispose of MSW. Such incinerators were often shown to operate with excessive emissions of pollutants (such as sulfur dioxide, nitrogen oxide, carbon dioxide, mercury and especially dioxins) and generally speaking have been closed. In contrast, modern waste-to-energy facilities are essentially power plants that use MSW as their source of energy. Current technology emissions control equipment allows waste-to-energy facilities to meet or exceed European and US emissions standards. There are over 400 waste-to-energy facilities operating in Europe and there are 89 operating in the US. More waste-to-energy facilities are under construction and planned in both locations. There are also a significant number of such facilities in Japan. Advances in technology that improve the economics are desirable but are likely to be incremental as opposed to being step changes. Waste-to-energy plants can provide an environmentally friendly and low foot print means of disposing of municipal solid waste relative to local or distant landfill options. This pathway can avoid the GHG emissions from methane gas escaping from landfills and reduce the GHG emissions from long distance transportation of wastes to available landfill sites while producing marketable energy products from an essentially renewable resource.</p>
6	Wind Farms for Grid Supply	<p>Wind farms consist of an array of factory built wind turbines and the balance of plant infrastructure to collect the electricity and feed it into the electrical grid. Wind turbines are driven by zero-cost, non-polluting fuel, the wind. Technology development in the last 20 years for the rotor, drive train and electrical power conditioning equipment, have made wind power economically competitive and desirable as a replacement for other forms of generation that are environmentally less benign. Wide spread public support has created a regulatory environment where wind farm development is favoured through a relatively rapid permitting and environmental assessment process.</p>
9	Solar Energy for Electricity	<p>The supply of power to homes, and the electrical grid, by generation of electricity from photovoltaic (PV) modules installed on the roofs or facades of buildings. There are two classifications: stand-alone systems that are independent of electrical supply grids but require an energy storage to ensure an uninterrupted supply; and grid-connected systems in which excess electricity from locally installed PV panels is fed through electrical interconnects to the electrical grid for distribution. In the latter case, when there is insufficient solar energy to meet the local load, power is drawn directly from the electrical grid rather than from a battery system.</p>
11	Low Impact Surface Mineable Oil Sands	<p>The Canadian Oil Sands have a total in place resource of over 2 trillion barrels, of which roughly 10% can be recovered by surface mining technology. Beginning with the pioneering work of the Alberta Research Council in the late 1920s and early 1930s, followed by the Alberta Government demonstration plant at Bitumount in the late 1940s, commercial production began with the Great Canadian Oil Sands Plant in the late 1960s and the Syncrude Canada plant in the 1970s. Many other companies</p>

No.	Pathway	Summary
		are now involved and production of synthetic crude is expected to be about 2 million BPD of bitumen and synthetic crude in aggregate by 2012. The Oil Sands Technology Roadmap produced by the Alberta Chamber of Resources identified many of the internal and external challenges that the industry must address to achieve its long term goals.
12a	Solvent Vapor Extraction Process Heavy Oil	Solvent vapour extraction processes are less energy intensive, use less water, and are more suitable for thinner, partially-depleted reservoirs than are thermal recovery processes. In addition, these processes should reduce CO ₂ emissions by 90% compared to steam injection. A major concerted effort between research organizations and industry will be required to make the solvent extraction process successful. A series of well defined laboratory studies, scaled and mechanistic physical modeling, and numerical simulations coordinated with ongoing field pilot operations will provide the technical and economical de-risking required for industry acceptance and wide-spread commercial application.
13	Alternative Hydrogen Supply for Oil Sands Development	Hydrogen is a key additive in the transformation of oil sands bitumen into synthetic crude oil (SCO). The current method of producing it is Steam-Methane Reforming (SMR), which consumes an increasingly expensive and scarce resource (natural gas) and co-produces substantial CO ₂ . Although other hydrogen production methods are potentially feasible (see Pathway 18 - Hydrogen Production by New Technologies, Transportation and Use), production by electrolysis is a mature technology. Hydrogen by electrolysis with the electricity produced by a nuclear reactor is now an economically attractive alternative, especially if it can be produced intermittently using off-peak electricity. It has the added benefit of long-term price stability.
14	Value-added Products from Oil Sands Development.	Alberta has very large recoverable reserves in the oil sands – more than those of Saudi Arabia. Current production levels of approximately 1 million barrels per day of bitumen and synthetic crude oil will more than triple by 2030, provided costs of recovery and upgrading can be continuously reduced through improved technology. An expanded mix of products and new markets must be developed, to avoid long term depressed netbacks on unprocessed bitumen. Canada’s pathway to value-added products from oil sands bitumen will focus on improved bitumen characterization, new separation technologies, new catalysts, and integration of upgrading and refining processes, including gasification.
15	Nuclear Fission Energy for Oil Sands Development	The Athabasca region in northern Alberta includes the world’s largest oil sands (crude bitumen) deposits and is the fastest growing source of crude oil in North America. Approximately 175 billion barrels of oil - comparable to the oil reserves in Saudi Arabia - are economically recoverable using surface mining and steam assisted gravity drainage (SAGD) technique for in-situ bitumen extraction. The Alberta oil sands region currently produces the equivalent of about 15% of Canadian primary energy usage and is expected to triple its output in the next ten years. The SAGD process injects medium pressure steam into an oil sand reservoir to reduce the viscosity of the bitumen in order to enable its extraction. SAGD operations currently represents only about 10% of total oil sands production but is expected to become the dominant recovery process due to large underground reserves, improving technology / recovery performance and generally lower environmental impact than surface mining. Once through steam generators (OTSG), occasionally backed up by combined-cycle gas turbines, are the most commonly used energy source to generate steam for the SAGD process. Increasing and volatile natural gas prices and

No.	Pathway	Summary
		supply uncertainties, coupled with concerns over CO ₂ emissions, will limit the future use of natural gas as a prime energy source. This pathway outlines the potential to use of nuclear energy to generate injection steam at a competitive and stable price while reducing CO ₂ emissions.
16	Alternative Energy Systems for Road Vehicles	This pathway would use electricity as the main energy carrier for light and medium duty road vehicles, by using “plug-in hybrid”, or “grid-connected” hybrid vehicles. A vehicle range of up to 100 km would be obtained using the energy stored in a battery which has been charged from the electricity grid. A small, efficient, engine would be used to extend the range when required, and to provide power “assist” on steep hills, for example. The primary energy could then be obtained from any zero greenhouse gas source, including renewable energy and nuclear power.
18	Hydrogen Production, Transportation and Use	The vision of the hydrogen economy is based on two expectations: (1) that hydrogen can be produced in a manner that is affordable and environmentally benign, and (2) that applications using hydrogen—fuel cell vehicles, for example—can gain market share in competition with the alternatives. To the extent that these expectations can be met, Canada, and indeed the world, would benefit from reduced vulnerability to energy disruptions and improved environmental quality, especially through lower carbon emissions. However, before this vision can become a reality, many technical, social, and policy challenges must be overcome. This pathway outlines the fundamental transformation that is required both on the supply side (technologies and resources for hydrogen production) and the demand side (technologies and devices to convert hydrogen to energy) of the hydrogen economy.
19a	Geothermal Borehole Thermal Energy Storage (BTES) System	A Geothermal Borehole Thermal Energy System (BTES) is an energy storage system that stores energy in an underground rock formation contiguous to targeted buildings. Waste heat energy produced from cooling in the summer is stored below ground and used in the winter for heating; in the winter, the waste cold energy produced for heating is stored for use in the following summer for cooling. A BTES is most economically attractive for larger scale installations (such as blocks of buildings), with installation in conjunction with original construction.
19b	Mid-depth and Deep Geothermal Energy	This pathway will not consider shallow geothermal, as this is a well developed technology and is available commercially. Mid-depth (< 6000 M) and deep hot rock (> 6000 m) geothermal energy resources are potentially very significant sources of moderate temperature (40°C to 180°C) and higher temperature (>180°C) heat. This heat can be used directly for heating or commercial and industrial processing, including potentially oil sands processing and district heating, or for electrical power generation from facilities ranging in size from a few kilowatts to potentially hundreds of megawatts. The key features on non-hydrothermal (i.e. geyser) type sources of geothermal heat is that they will require the creation of new or utilization of existing reservoirs for heating water (or potentially other carriers), transporting the hot fluid to the service, extracting the heat and recycling the spent fluid back to the reservoir. The surface technologies are typical of power generation currently in use.
20	Natural Gas Hydrates	Methane hydrates exist in large quantities below permafrost and in sub-sea sediments. Estimates of Canadian natural gas volumes in hydrate form range from 1,540 to 28,500 trillion cubic feet (45 to over 800 trillion m ³). If methane can be efficiently extracted from this resource, it provides a vast new source of natural gas. Hydrate deposits which are found in Arctic gas formations in conjunction with free

No.	Pathway	Summary
		gas are likely to be developed first and are already in production in Russia simply by producing the free gas and depressuring the reservoirs so that the hydrate will dissociate.
21	Development of Coal Bed Methane	According to PTAC's Unconventional Gas Roadmap, Canada has over 1,500 trillion cubic feet (43 trillion m ³) of coal bed methane in place, vs. about 370 Tcf (10.5 trillion m ³) of remaining conventional natural gas potential. At a projected production rate of up to 7.5 Tcf/yr to meet on-going exports to the U.S., and increasing domestic demand for power generation and oil sands development, new sources such as CBM will be required to compensate for declining rates of conventional gas production. CBM production in the U.S. already provides almost 30% of the domestic gas production, is already underway in Alberta, and being considered in other provinces.
23	Tidal and Wave Energy for Electrical Power	Canada has 40,000 MW of identified tidal stream energy, and countless irrigation channels, inflows, spillways (and instream river flow) opportunities for energy harvest. The east and west coast deepwater wave energy may exceed 200,000 MW with nearshore resources exceeding 30,000. A dozen Canadian technology companies are working with concept, prototype or pilot approaches. Ten leading international technology companies are actively looking to work in Canada because of resource availability. Canada has excellent research capacity and infrastructure to support the sector and its ocean technology, marine, and power industry capacity can readily deploy in this market. This is an emerging energy opportunity.
24	Carbon Dioxide Capture, Transportation, Storage and Use	Canadian greenhouse gas (GHG) emissions to the atmosphere could be significantly reduced by extracting CO ₂ from gas streams in large industrial, oil sands and power plants, then compressing and transporting it to geological storage sites, such as depleted oil and gas reservoirs, deep coal seams and saline aquifers in the Western Canadian Sedimentary Basin. This is (perhaps the only) 'win-win' pathway that would minimize the impact on our economy and ensure the sustainability of our energy sector, while effectively addressing the climate change challenge.
25	Advanced Fission Reactors for Electrical Power	Generation IV reactor systems are being developed with the aim of advancing fission reactors in the following areas: 1) Sustainability, 2) Safety, 3) Economics, and 4) Proliferation Resistance and Physical Protection. Six reactor systems are currently being developed under the GenIV initiative. These reactor systems differ in the degree of enhancement in the above four metrics and range from reactors that are highly economic for nearer term application (i.e., supercritical water cooled reactors) to reactors that would extend the Uranium supplies almost indefinitely (e.g., fast breeder reactors).
26	Magnetic Confinement Fusion for Electrical Power	A thermonuclear fusion power plant is based on high temperature magnetic confinement of hydrogen isotopes of deuterium and tritium. Fusion of one deuterium and one tritium atom produces one alpha particle (ionized helium atom) that carries 20% of the energy produced and one neutron that carries the remaining 80%. One gram of deuterium and tritium in equal numbers will produce an energy equivalent to almost 100,000 kwh. The alpha particles give up their energy to the plasma thereby maintaining its temperature. The neutrons, carrying most of the energy, are captured in a lithium 'blanket' surrounding the reactor vessel where they provoke further reactions with lithium to produce tritium and give up their energy to the coolant. The coolant in the closed coolant cycle in turn gives up its energy via a

No.	Pathway	Summary
		heat exchanger to the external coolant cycle, which drives conventional turbines and thus produces electricity.
27	Inertial Fusion Energy for Electricity	Fusion of isotopes of hydrogen (D, T) offers the potential of virtually unlimited, universally available, environmentally clean energy. Successful energy production, however, requires heating the fuel to 100 million degrees and confining it for sufficient time to provide net energy gain. The high density, short confinement time approach - inertial fusion energy (IFE) - is based on using laser (or ion) beams to compress and heat fuel pellets to ignition conditions. In a power reactor, the fusion reaction energy resulting from pellet burn (primarily in neutrons) would be captured in a circulating lithium blanket (used for both producing more tritium fuel and carrying heat to an external thermal-electric generation cycle). Attributes include: a) no greenhouse gas emissions, b) no long-term radioactive waste storage, c) no possibility of reactor runaway.
28	Recovery of Bitumen from Carbonate Deposits	While bitumen is generally associated with oil sands, 71.1 billion m ³ or 26% of Alberta's bitumen resources are contained in carbonates rather than sand formations. The "Carbonate Triangle" deposits have been identified as being the most technically challenging. This is not a new realization, as carbonates were originally targeted for technology development by AOSTRA in the 1970's and 1980's, and did see the development of production pilots but with mixed success. However, the problems encountered 20 years ago during the pilot trials could be solvable today. The industry now has mining and drilling technologies such as continuous miner, horizontal wells and well completion technologies that would increase the likelihood of successful recovery of bitumen from carbonates. (Peachy, B.; Heidrick, T.; et al., May 31, 2006)
29	Increased Conventional Oil Recovery	While Canadian conventional oil has been reported to be in decline, this is only from primary production from established and mature basins. Over 70% of the oil in those basins is known to be still in the reservoirs, and is awaiting enhanced oil recovery methods to be more extensively applied to increase recovery. A recent PTAC report "Ramping up Recovery" indicates that there is still over \$1 trillion of conventional oil that might be produced with proven methods. At the same time additional new deposits will eventually come on-stream from the Arctic and offshore which will require unique production technologies to match the unique environments.
29b	Enhanced Oil Recovery by Air Injection Processes	Air injection technology could potentially be applied to several types of petroleum reservoirs ranging from deep light oils to heavy oils, with an increase of perhaps a few percent (2 to 10%?) in the recovery of conventional oil in Canada. The incremental oil would be refined, some of it after upgrading, into liquid fuels for ultimate use in engines within the agriculture, industrial and transportation sectors. Transportation would be conducted primarily by pipeline or tanker truck, depending on the volumes being transported along specific routes.
30	Increased Natural Gas Recovery	Canadian natural gas from conventional mature basins is expected to begin a decline sometime in the next 5-10 years. Conventional gas recoveries are considered to be anywhere from 59-72% of the gas in place, depending on the pool, economics during production, etc. The recent PTAC report "Ramping up Recovery" estimated that besides the current reserves there is likely to be an additional 12-13 TCF of conventional gas, valued at over \$400 billion dollars that could be recovered with better application of existing technology in Alberta and B.C. Frontier gas resources are still relatively unknown and unexploited, but would also benefit from technology advancements.

L'ACADÉMIE CANADIENNE DU GÉNIE



180, rue Elgin, Bureau 1100
Ottawa (Ontario) K2P 2K3
Téléphone : **(613) 235-9056**
Courriel : acadeng@ccpe.ca



Ce document est imprimé sur papier contenant des matières recyclées post-consommation