



ÉTUDE SUR LE POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE DU DÉVELOPPEMENT DE LA FILIÈRE DE L'HYDROGÈNE AU QUÉBEC ET SON POTENTIEL POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE



VOLET D : PERCEPTION DES ACTEURS ÉCONOMIQUES EN LIEN AVEC L'AVENIR DE L'HYDROGÈNE VERT AU QUÉBEC

**POLYTECHNIQUE
MONTREAL**

UNIVERSITÉ
D'INGÉNIERIE



AOÛT 2020

CIRAIG

Centre international de référence
sur le cycle de vie des produits,
procédés et services



La préparation de ce document a été rendue possible grâce à la contribution des personnes suivantes :

RÉALISATION

Jonathan Barbeau-Baril, M.Sc.
Analyste, CIRAIG

Marie-Luc Arpin, ing. Jr., PhD
Doctorante, ESG-UQÀM

Pierre-Olivier Roy, B.ing., PhD
Analyste et Responsable du Pôle énergie, CIRAIG

DIRECTION DE PROJET

Sophie Fallaha, B.Ing., M.Sc.A.
Directrice exécutive, CIRAIG

P^r Réjean Samson, ing., PhD
Directeur général, CIRAIG

P^r Louis Fradette, PhD
Directeur de département,
Département de génie chimique,
Polytechnique Montréal

GRAPHISME

AVION ROUGE

Jean-Christophe Charlier
Président et directeur artistique

Isabelle Robida
Designer graphique

COORDINATION

Richard Gagnon, ing. PhD
TEQ

© CIRAIG, Polytechnique Montréal et Transition énergétique Québec, 2020

Référence à citer

Centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG), 2020. *Étude sur le potentiel technico-économique du développement de la filière de l'hydrogène au Québec et son potentiel pour la transition énergétique – Volet D : Propositions pour le déploiement de l'hydrogène vert au Québec*. Rapport préparé pour Transition énergétique Québec. Polytechnique Montréal, 46 p.

[en ligne] : <https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/expertises/hydrogene>

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec
ISBN : 978-2-550-72525-1 (PDF)

ÉTUDE SUR LE POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE DU DÉVELOPPEMENT DE LA FILIÈRE DE L'HYDROGÈNE AU QUÉBEC ET SON POTENTIEL POUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

VOLET D : PERCEPTION DES ACTEURS ÉCONOMIQUES EN LIEN AVEC L'AVENIR DE L'HYDROGÈNE VERT AU QUÉBEC

Centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG)

**POLYTECHNIQUE
MONTREAL**

UNIVERSITÉ
D'INGÉNIERIE



Ce rapport a été préparé par le Centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG).

AVERTISSEMENT

Les auteurs sont responsables du choix et de la présentation des résultats. Les opinions exprimées dans ce document sont celles des membres de l'équipe de projet et n'engagent aucunement le CIRAIG, Polytechnique Montréal ou l'ESG-UQÀM.

À l'exception des documents du CIRAIG, comme le présent rapport, toute utilisation du nom du CIRAIG, de Polytechnique Montréal ou de l'ESG-UQÀM lors de communication destinée à une divulgation publique associée à ce rapport doit faire l'objet d'un consentement préalable écrit d'un représentant dûment mandaté du CIRAIG, de Polytechnique Montréal ou de l'ESG-UQÀM.

RÉALISATION DE L'ÉTUDE

Centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG)

Fondé en 2001, le CIRAIG a été mis sur pied afin d'offrir aux entreprises et aux gouvernements une expertise universitaire de pointe sur les outils du développement durable. Le CIRAIG est un des plus importants centres d'expertise en cycle de vie sur le plan international. Il collabore avec de nombreux centres de recherche à travers le monde et participe activement à l'Initiative sur le cycle de vie du Programme des Nations Unies sur l'Environnement (PNUE) et de la Société de Toxicologie et de Chimie de l'Environnement (SETAC).

Le CIRAIG a acquis une expertise reconnue en matière d'outils du cycle de vie incluant l'analyse environnementale du cycle de vie (ACV) et l'analyse sociale du cycle de vie (ASCV). Complétant cette expertise, ses travaux de recherche portent également sur l'analyse des coûts du cycle de vie (ACCV) et d'autres outils comme les empreintes carbone et eau. Ses activités comprennent des projets de recherche appliquée touchant plusieurs secteurs d'activités clés dont l'énergie, l'aéronautique, l'agroalimentaire, la gestion des matières résiduelles, les pâtes et papiers, les mines et métaux, les pro-

duits chimiques, les télécommunications, le secteur financier, la gestion des infrastructures urbaines, le transport ainsi que de la conception de produits « verts ».

Transition énergétique Québec (TEQ)

Transition énergétique Québec a pour mission de soutenir, de stimuler et de promouvoir la transition, l'innovation et l'efficacité énergétiques et d'en assurer une gouvernance intégrée. Cette société d'État coordonne la mise en œuvre de l'ensemble des programmes et des mesures nécessaires à l'atteinte des cibles en matière énergétique déterminées par le gouvernement. Ainsi, en appuyant fortement l'innovation en énergie et le développement économique, elle vise entre autres à reconnaître l'efficacité énergétique comme source prioritaire d'énergie et à réduire la dépendance du Québec envers les produits pétroliers.

Ministère des Ressources naturelles du Québec (MERN)

Le Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles du Gouvernement du Québec a pour mission d'assurer la gestion et soutenir la mise en valeur des ressources

énergétiques et minérales ainsi que du territoire du Québec, dans une perspective de développement durable.

Pour accomplir sa mission, le Ministère mise avant tout sur l'engagement quotidien de son personnel et sur son expertise de pointe. Dans l'histoire de l'organisation, l'acquisition et le développement du savoir scientifique sont non seulement un actif précieux, mais aussi une nécessité pour assurer un développement cohérent et responsable des ressources.

Comme c'est le cas pour un bon nombre de ministères, la nature de l'expertise déployée au sein de l'organisation est parfois méconnue auprès de certaines clientèles. Prenant appui sur cette expertise de pointe et sur sa volonté de contribuer au développement de la société québécoise, le Ministère se projette dans l'avenir en se donnant une vision organisationnelle fondée sur la reconnaissance de l'expertise de son personnel.

Polytechnique Montréal (POLY)

Polytechnique Montréal, université d'ingénierie, est plus qu'un établissement d'enseignement. C'est la référence en génie, avec un enseignement de haut niveau et des activités de recherche repoussant constamment les limites du savoir.

Respectueuse des principes de développement durable et à l'écoute des besoins de la société, Polytechnique Montréal, en accord avec ses valeurs :

- forme des ingénieures et des ingénieurs, ainsi que des scientifiques de très haut niveau pour relever les défis d'un monde en mutation et en faire des acteurs-clés du changement;
- réalise des recherches répondant aux grands enjeux sociétaux;
- influence son environnement sur le plan intellectuel, économique et social.

Fondée en 1873, Polytechnique Montréal, université d'ingénierie, est l'un des plus importants établissements d'enseignement et de recherche en génie au Canada et demeure le premier au Québec quant à l'ampleur de son activité de recherche.

Polytechnique dispense son enseignement dans plusieurs spécialités de l'ingénierie et réalise près du quart de la recherche universitaire dans ces domaines au Québec. Ses quelques 60 unités de recherche et son corps professoral formé d'experts reconnus dans le monde entier, lui permettent de poursuivre des activités de recherche parmi les plus intenses au Canada.

Polytechnique Montréal est un pôle scientifique et technologique de calibre international. Elle compte plus de 200 ententes avec des établissements à travers le monde et plus d'un quart de ses étudiants proviennent de l'international.

MANDAT ET BUT

La présente étude réalisée pour le compte de Transition Énergétique Québec et du Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles a comme mandat de décrire et d'analyser le portrait actuel et les enjeux de développement du secteur de l'hydrogène. Le principal objectif de cette démarche est d'établir une base de réflexion technico-économique pour permettre de guider le développement éventuel d'une action publique, d'identifier les créneaux les plus porteurs quant à la place de l'hydrogène vert dans le contexte de la transition énergétique du Québec et de dégager des pistes pour le développement de projets pilotes visant l'adoption de l'hydrogène dans la société québécoise.

Dans ce cadre, une étude bibliographique ciblée portant principalement sur les développements économiques, techniques et politiques du secteur de l'hydrogène dans le monde a été réalisée en se concentrant sur les trois dernières années. Par ailleurs, les principaux acteurs de l'écosystème de l'hydrogène au Québec ont été consultés, ce qui a permis de bonifier l'étude bibliographique et de faire apparaître des opportunités d'affaires potentielles ainsi que des stratégies de déploiement dans plusieurs secteurs économiques.

ÉTUDE EN 4 VOLETS

Les résultats de cette étude sont présentés dans quatre rapports distincts :

VOLET A

PORTRAIT RÉGIONAL, CANADIEN ET INTERNATIONAL ACTUEL DE L'ÉCONOMIE DE L'HYDROGÈNE

Synthèse de l'information relative à l'économie de l'hydrogène et des enseignements qui peuvent en être dérivés pour favoriser la réussite d'une transition énergétique réussie pour le Québec.

VOLET B

REVUE DE LITTÉRATURE TECHNICO-ÉCONOMIQUE DE L'HYDROGÈNE : DE LA PRODUCTION À L'UTILISATION

Revue de l'état de l'art relativement aux technologies pour la production, le transport et l'utilisation de l'hydrogène.

VOLET C

PROPOSITIONS POUR LE DÉPLOIEMENT DE L'HYDROGÈNE VERT AU QUÉBEC

Pistes à explorer pour le développement d'une économie de l'hydrogène au Québec. Il est impératif de développer une compréhension approfondie du développement économique de l'hydrogène en fonction des contraintes propres à sa fabrication. Il est souhaitable que le Québec se positionne comme un acteur dynamique et crédible dans ce domaine. Le Québec jouit d'une position unique grâce à une production électrique verte, fiable, massive et bon marché. L'approche partenariale et souvent internationale est une approche gagnante.

VOLET D

PERCEPTION DES ACTEURS ÉCONOMIQUES EN LIEN AVEC L'AVENIR DE L'HYDROGÈNE VERT AU QUÉBEC

Résultats du sondage sur les perceptions, intérêts et motivations des acteurs économiques à s'engager et à investir dans des projets de développement économique structurants, de fournir une meilleure connaissance des acteurs économiques les plus engagés envers l'hydrogène vert et d'identifier les forces, faiblesses, opportunités et menaces (perçues et réelles) de l'environnement d'affaires.

TABLE DES MATIÈRES

1	1. INTRODUCTION
3	2. APPROCHES MÉTHODOLOGIQUES PRÉCONISÉES
3	2.1 APPROCHES MÉTHODOLOGIQUES
3	2.1.1 Pré-terrain : les entretiens individuels semi-dirigés
4	2.1.2 Ateliers consultatifs de groupe
5	2.1.3 Volet d'enquête
5	2.2 ÉCHANTILLONNAGE
6	2.3 PRÉSENTATION DE LA FORMULE DES ATELIERS DE TRAVAIL
7	2.4 LIMITES DE L'ÉTUDE
8	3. ENTRETIENS AVEC LES PARTIES PRENANTES : SYNTHÈSE ET CONSTATS
8	3.1 MISE EN PERSPECTIVE GÉNÉRIQUE DES PRINCIPAUX CONSTATS
13	3.2 PERSPECTIVE SPÉCIFIQUE AUX ACTEURS ÉCONOMIQUES LIÉS AU SECTEUR DE LA PRODUCTION : SYNTHÈSE ET CONSTATS
13	3.2.1 Le rationnel économique, le facteur décisionnel dominant
14	3.2.2 Mieux comprendre la vision gouvernementale et les synergies industrielles
14	3.2.3 La production par biomasse
15	3.2.4 Les mécanismes d'aide et outils à mettre en place
15	3.2.5 Demandes et besoins liés au cadre réglementaire
16	3.3 PERSPECTIVE SPÉCIFIQUE AUX ACTEURS ÉCONOMIQUES LIÉS AU SECTEUR DE LA MOBILITÉ : SYNTHÈSE ET CONSTATS
16	3.3.1 Le rationnel économique, indissociable des applications d'usage
18	3.3.2 Les mécanismes d'aide et outils à mettre en place
18	3.3.3 Demandes et besoins liés au cadre réglementaire
19	3.3.4 Avenues pertinentes pour le développement de la connaissance

19	3.4 PERSPECTIVE SPÉCIFIQUE AUX ACTEURS ÉCONOMIQUES LIÉS À L'USAGE INDUSTRIEL : SYNTHÈSE ET CONSTATS
19	3.4.1 Le rationnel économique, le facteur décisionnel dominant
20	3.4.2 Demandes et besoins liés au cadre réglementaire
21	3.4.3 Avenues pertinentes pour le développement des connaissances et des partenariats
21	3.5 PERSPECTIVE PARTAGÉE PAR PLUSIEURS TYPES D'ACTEURS
21	3.5.1 Le rationnel économique, au-delà des coûts
23	3.5.2 Les mécanismes d'aide et outils à mettre en place
24	3.5.3 Demandes et besoins liés au cadre réglementaire
24	3.5.4 Avenues pertinentes pour le développement des connaissances et des partenariats
25	3.5.5 L'acceptabilité sociale, un facteur non négligeable
26	4. INTERPRÉTATION DES INFORMATIONS DE L'ENVIRONNEMENT D'AFFAIRES DU QUÉBEC
26	4.1 FORCES, FAIBLESSES, OPPORTUNITÉS ET MENACES (FFOM) DE L'ENVIRONNEMENT D'AFFAIRES DU QUÉBEC
28	5. MISE EN RELATION AVEC LA PROPOSITION D'UN PLAN D'ACTION POUR LE QUÉBEC
28	5.1 RETOUR SUR LES PROPOSITIONS INITIALES POUR LE DÉPLOIEMENT DE L'HYDROGÈNE DÉCARBONÉ AU QUÉBEC
30	5.2 ADÉQUATION ENTRE LES PROPOSITIONS INITIALES ET LES PROPOSITIONS DES PARTIES PRENANTES
30	5.2.1 Développement des compétences
30	5.2.2 Électrification des transports
31	5.2.3 Décarbonation de la sidérurgie et du raffinage
32	5.2.4 Développement d'une chimie verte
32	5.2.5 Autres
36	6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS
37	7. RÉFÉRENCES

.....

38 **ANNEXE A**
EXEMPLE DE QUESTIONNAIRE PROPOSÉ
EN AVAL DES ATELIERS CONSULTATIFS
(ATELIER INDUSTRIEL)

40 **ANNEXE B**
LISTE DES QUESTIONS ET PRIORISATIONS
PAR LES ACTEURS ÉCONOMIQUES

42 **ANNEXE C**
LISTES DES ORGANISATIONS AYANT
PRIS PART AUX ATELIERS ET DE LEUR
REPRÉSENTANT ET REPRÉSENTANTE

.....

LISTE DES TABLEAUX

6 **Tableau 2-1** : Sommaire du déroulement des ateliers

9 **Tableau 3-1** : Synthèse des principaux constats spécifiques des ateliers consultatifs

12 **Tableau 3-2** : Synthèse des principaux constats spécifiques des ateliers consultatifs

27 **Tableau 4-1** : FFOM de l’environnement d’affaires du Québec

29 **Tableau 5-1** : Synthèses des principales propositions issues du volet stratégique
de l’étude

34 **Tableau 5-2** : Niveau d’adéquation des propositions initiales avec la position
des parties prenantes de l’environnement économique

.....

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES

ACV	Analyse du cycle de vie
ASME	<i>American Society of Mechanical Engineers</i>
BNQ	Bureau de normalisation du Québec
CAPEX	<i>Capital expenditure</i> (dépenses d'investissement de capital)
CCTT	Centres collégiaux de transfert de technologie
CO₂	Dioxyde de carbone
GES	Gaz à effet de serre
H₂	Hydrogène
IRH	Institut de recherche sur l'hydrogène
kg	Kilogrammes
KWH	Kilowatt-heure
MEI	Ministère de l'Économie et de l'Innovation
MERN	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
MW	Mégawatt
O₂	Oxygène
OPEX	<i>Operating expense</i> (frais d'exploitation)
TEQ	Transition énergétique Québec
ULC	<i>Underwriters Laboratories of Canada</i>
UQTR	Université du Québec à Trois-Rivières
VÉPC	Véhicules électriques à pile à combustible

ÉTUDE MENÉE PAR POLYTECHNIQUE MONTRÉAL POUR LE COMPTE DE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE QUÉBEC (TEQ) ET DU MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES (MERN)

Le présent rapport s'inscrit plus largement dans une étude menée par Polytechnique Montréal pour le compte de Transition énergétique Québec (TEQ) et du Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) qui a pour but de produire un état de la situation ainsi qu'une analyse objective du paysage technico-économique et des enjeux de développement du secteur de l'hydrogène. Globalement, l'étude menée par Polytechnique Montréal avait pour principaux objectifs de permettre de guider le développement éventuel d'une action publique, d'identifier les créneaux les plus porteurs quant à la place de l'hydrogène vert dans le contexte de la transition énergétique du Québec et de dégager des pistes pour le développement de projets pilotes visant à accroître l'utilisation de l'hydrogène vert au Québec.

L'usage de l'hydrogène comme vecteur énergétique est exploré depuis de nombreuses décennies. L'évidence du besoin de substitution et de décarbonation des énergies fossiles (p. ex. charbon, pétrole, gaz naturel, etc.) afin de répondre aux besoins des activités humaines — que ce soit pour les usages industriels ou domestiques — s'est accrue avec la nécessité d'atteindre les cibles en matière de réduction des gaz à effets de serre (GES). Ce nouveau cycle d'intérêts pour l'hydrogène, mais plus spécifiquement envers l'hydrogène décarboné aussi appelé hydrogène « vert », c'est-à-dire produit à partir de sources d'énergie renouvelable et sans émission GES (électrolyse, gazéification de la biomasse) arrive à un moment où le Québec semble bien positionné pour s'établir comme un lieu où un ensemble de conditions sont rassemblées afin de consolider le déploiement potentiel d'une telle filière énergétique.

Pour contribuer à l'atteinte des objectifs précédemment mentionnés, le CIRAIG a mené un processus d'information et de consultation des acteurs économiques de la filière hydrogène au Québec ainsi qu'une série d'entretiens avec divers acteurs externes à l'environnement économique.

Ce dernier volet (volet D) d'une série de quatre avait quant à lui pour objectifs de sonder (à l'échelle du Québec) les perceptions, intérêts et motivations des acteurs à s'engager et à investir dans des projets de développement économique structurants, de fournir une meilleure connaissance des acteurs économiques les plus engagés envers l'hydrogène vert et d'identifier les forces, faiblesses, opportunités et menaces (perçues et réelles) de l'environnement d'affaires.

SECTIONS DU RAPPORT

La suite du présent rapport est composée de six sections qui exposent le contenu suivant :

- **SECTION 2 :**
l'approche méthodologique préconisée au fil de notre mandat;
- **SECTION 3 :**
les synthèses et constats des entretiens et ateliers de travail;
- **SECTION 4 :**
l'interprétation des informations de l'environnement d'affaires du Québec;
- **SECTION 5 :**
une mise en relation entre les propositions initialement formulées (Volet C) et les constats émergents de notre démarche de recherche; et
- **SECTION 6 :**
nos recommandations générales en guide de conclusion.

2. APPROCHES MÉTHODOLOGIQUES PRÉCONISÉES

PRÉSENTATION DES TROIS GRANDES APPROCHES MÉTHODOLOGIQUES RETENUES, DE LA STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE UTILISÉE DE MÊME QU'UN SURVOL DE LA FORMULE DES ATELIERS DE TRAVAIL

À ce stade, il nous apparaît essentiel de divulguer de manière claire et transparente les approches méthodologiques et autres éléments méthodologiques qui ont été préconisés afin de procéder à la collecte des données qualitatives ultérieurement présentées. Nous exposons donc ci-dessous, les trois grandes approches méthodologiques retenues, la stratégie d'échantillonnage utilisée de même qu'un survol de la formule des ateliers de travail tenus et des limitations générales du projet.

2.1 APPROCHES MÉTHODOLOGIQUES

Pour colliger les propositions et les perceptions des parties prenantes externes et internes à l'environnement économique de la filière hydrogène. L'équipe de recherche a mis en place une stratégie de collecte de données s'appuyant sur trois grandes approches méthodologiques :

1. une série d'entretiens individuels semi-dirigés;
2. une série d'ateliers consultatifs de groupe;
3. un volet d'enquête.

Les entretiens individuels semi-dirigés ont alimenté la démarche subséquente, et peuvent donc être considérés à ce titre comme ayant fait partie du pré-terrain. Leurs contenus dépassant largement la seule dimension technico-économique de l'H₂ vert en contexte québécois, leur analyse fine ne s'inscrit pas dans l'axe de questionnement central du présent rapport.

2.1.1 Pré-terrain : les entretiens individuels semi-dirigés

Entre le 14 janvier et le 18 février 2020, l'équipe de recherche s'est entretenue avec 19 parties prenantes liées de près ou de loin au déploiement potentiel de la filière hydrogène sur le territoire québécois. La formule privilégiée a été celle de l'entretien semi-dirigé où les chercheurs se sont entretenus avec les personnes interviewées en s'assurant de couvrir divers thèmes prédéfinis, mais en adaptant l'ordre du discours selon la réactivité de l'interviewé. Ces entretiens, d'une durée de 45 à 75 minutes ont été effectués en présentiel, par voie téléphonique ou par visioconférence selon la disponibilité des personnes interviewées. Lorsque les participants et participantes y consentaient, une captation audio des entretiens a été effectuée. L'anonymat des participants et participantes a été entièrement garanti par l'équipe du CIRAIG. Ainsi, il nous est impossible de divulguer la liste des organisations participantes et/ou de leurs représentants et représentantes.

Toutefois, une liste des types d'organisations représentées dans cette série d'entretiens individuels semi-dirigés est présentée ci-dessous :

- des représentants de réseaux liés à l'électrification et aux énergies renouvelables;
- des chercheurs dont l'expertise est connexe à l'hydrogène et/ou aux énergies renouvelables;
- des représentants de producteurs et distributeurs d'énergie;
- des représentants d'organisations pour lesquels l'usage industriel de l'hydrogène est d'intérêt;
- des représentants de groupes environnementaux;
- des représentants des ministères et organismes provinciaux;
- des élus et fonctionnaires municipaux;
- des spécialistes en sécurité publique;
- des spécialistes en réglementation et normalisation; et
- des citoyens et citoyennes du Québec.

Une partie des données recueillies auprès d'acteurs économiques externes à l'environnement économique n'ont pas été retenues dans le cadre de la présente analyse, qui cible exclusivement les parties prenantes internes à l'environnement économique.

2.1.2 Ateliers consultatifs de groupe

Entre le 9 avril et le 14 mai 2020, trois ateliers consultatifs ont été tenus avec les parties prenantes internes à l'environnement d'affaires de la filière hydrogène au Québec. Afin de rassembler des parties prenantes ayant des intérêts communs, les ateliers d'une durée de 210 minutes chacun ont été découpés en regroupant des acteurs sous trois orientations : le volet production, le volet mobilité et le volet usages industriels. Chacun des ateliers a été tenu en visioconférence à l'aide de la plateforme *Zoom*, le contexte de confinement lié au COVID-19 ayant empêché la tenue de ces ateliers en présentiel. Au total, une cinquantaine d'intervenants et d'intervenantes issues de divers types d'organisations ont été consultés. Avec le consentement des participants et participantes, une captation audio des propos des participants et participantes a été effectuée. L'anonymat des propos des participants et participantes a été garanti par l'équipe du CIRAIQ. Ainsi, il nous est impossible de lier les constats dégagés aux organisations participantes et/ou à leurs représentants et représentantes, mais certaines organisations, représentants et représentantes ont accepté d'apparaître à l'annexe C. Une liste des types d'organisations représentées dans cette série d'ateliers consultatifs est toutefois présentée ci-dessous :

- des producteurs ou producteurs potentiels d'hydrogène (par divers procédés techniques);
- des représentants de réseaux liés à l'électrification et aux énergies renouvelables;

- des distributeurs d'énergie;
- des chercheurs dont l'expertise est connexe à l'hydrogène et/ou aux énergies renouvelables;
- des fabricants de composantes liées à l'hydrogène (piles à combustible, électrolyseurs, etc.);
- des représentants d'associations ou de réseaux liés à l'électrification et à la mobilité;
- des manufacturiers automobiles ou de composantes de véhicules (lourds ou légers);
- des utilisateurs potentiels d'hydrogène dans le secteur de la mobilité;
- des industriels intéressés à intégrer l'hydrogène vert à leurs procédés industriels;
- des industriels intéressés à créer des synergies industrielles ou à valoriser leurs extrants (H₂, CO₂, etc.);
- des représentants d'associations industrielles et de développement économique régional;

À titre d'observateurs, des représentants de TEQ, du MERN, du Ministère de l'Économie et de l'Innovation (MEI), d'Investissement Québec et de Montréal International ont également participé aux ateliers.

La section 2.3 permet d'apprécier plus largement les thématiques abordées et la formule adoptée lors de cette série d'ateliers consultatifs.

2.1.3 Volet d'enquête

Le volet d'enquête de cette étude s'est décliné de deux manières. D'abord, un court sondage reprenant les principales thématiques et questions abordées durant les ateliers consultatifs a été mis en ligne à l'aide de la plateforme de sondage *LimeSurvey*. La diffusion de ce sondage a été limitée exclusivement aux responsables des organisations ayant été invitées aux ateliers consultatifs. Ce volet de notre approche méthodologique avait pour objectif de recueillir, de manière anonyme, des compléments d'information en aval des ateliers consultatifs. Il devait permettre aux parties prenantes ayant pris part aux ateliers de venir bonifier les réponses données lors des ateliers, de couvrir les questions n'ayant pas été abordées lors des ateliers consultatifs et de partager des données stratégiques que les organisations ont préféré garder confidentielles au cours de l'atelier de groupe. À l'annexe A, il est possible de consulter un exemple du type de questionnaire utilisé.

La deuxième stratégie quant à elle a consisté en une cueillette de commentaires sur le volet C (Proposition pour le déploiement de l'hydrogène vert au Québec). L'ensemble des organisations participantes aux ateliers ont reçu par courrier électronique une synthèse du volet C de l'étude au format d'un document *Microsoft Word* et ont bénéficié d'un délai de trois semaines afin de prendre connaissance des propositions y étant présentées, de fournir des recommandations et/ou commentaires à l'aide de la fonction commentaire du logiciel *Word*.

Les organisations participantes étaient ensuite invitées à transmettre leur document commenté à l'équipe de CIRAIG pour le traitement.

2.2 ÉCHANTILLONNAGE

Du point de vue de l'échantillonnage, une seule et même approche a été utilisée pour chacune des stratégies. En raison du caractère typique de la démarche et de la nécessité de constituer un échantillon de participants et participantes dotés de connaissances en matière d'hydrogène et/ou d'énergies renouvelables et dont l'organisation est ou sera potentiellement touchée par le développement de cette filière énergétique au Québec, nous avons utilisé une technique d'échantillonnage non probabiliste d'échantillonnage par choix raisonné⁴. Cette technique d'échantillonnage est basée sur le jugement d'expert des chercheurs. Pour les entretiens individuels de même que pour les ateliers consultatifs, l'équipe du CIRAIG a réalisé une cartographie des organisations et une priorisation des principales organisations en concertation avec les représentants de TEQ et du MERN. Sur cette base, 19 parties prenantes ont été retenues pour les entretiens individuels tandis que des échantillons de 15 à 20 personnes ont été constitués pour les ateliers consultatifs. Les candidats potentiels identifiés dans chacune des organisations ont été invités à collaborer à l'étude à l'aide d'une première

prise de contact par courrier électronique ou par voie téléphonique. Le taux de refus s'est avéré inférieur à 10 %. Les principaux motifs mentionnés pour le refus de participation sont les suivants :

- Charge de travail professionnelle trop importante en raison du contexte COVID-19;
- Absence d'intérêt de son organisation pour les thématiques abordées;
- Niveau d'expertise jugé insuffisant par le répondant lui-même; et
- Refus de divulguer le motif de l'abstention.

En ce qui concerne l'échantillon du volet d'enquête, il a été constitué à partir de l'ensemble des participants et participantes des ateliers consultatifs de groupe.

4 L'échantillonnage par choix raisonné consiste à former un échantillon de l'ensemble de la population sans recourir au hasard. Le prélèvement de l'échantillon est effectué suivant des critères fixés à l'avance.

2.3 PRÉSENTATION DE LA FORMULE DES ATELIERS DE TRAVAIL

Comme mentionné précédemment, trois ateliers consultatifs ont été tenus avec les parties prenantes internes à l'environnement d'affaires de la filière hydrogène au Québec.

Les trois grandes orientations données aux ateliers pour regrouper les parties prenantes étaient les suivantes :

1. **LE VOLET PRODUCTION**
2. **LE VOLET MOBILITÉ**
3. **LE VOLET USAGES INDUSTRIELS**

Le déroulement de ces ateliers consultatifs a été découpé selon la formule présentée dans le tableau ci-dessous.

TABLEAU 2-1 : SOMMAIRE DU DÉROULEMENT DES ATELIERS

BLOC	CONTENU
BLOC 1	<ul style="list-style-type: none"> • Mot de bienvenue • Présentation de l'approche méthodologique
BLOC 2	<ul style="list-style-type: none"> • Présentation synthèse du volet C de l'étude et période de questions • Travail de priorisation et de reformulation des thématiques et de questions d'intérêt pour les organisations participantes
BLOC 3A	<ul style="list-style-type: none"> • Présentation de cas d'études (deux cas) • Séance de discussions en sous-groupe de travail • Séance de restitution des échanges de sous-groupe et séance de discussion plénière
BLOC 3B	
CLÔTURE DE L'ATELIER	

En amont des ateliers consultatifs, les participants et participantes ont reçu un guide du participant contenant diverses consignes sur les outils et plateformes technologiques utilisés, une mise en contexte des travaux, la structure et le déroulement des ateliers, les thématiques et questions de l'atelier, ainsi qu'une synthèse des volets précédents de l'étude (A, B et C). Au cours de chacun des ateliers, trois grandes thématiques communes ont été abordées soit :

- la connaissance, les compétences et les partenariats;
- les freins et les facteurs de succès; et
- l'argumentaire économique et environnemental et l'acceptabilité sociale.

Des sous-questions — adaptées en fonction du contexte de chacun des ateliers — sous-jacentes à chacune des thématiques ont été proposées par l'équipe du CIRAIQ en concertation avec les représentants de TEQ et du MERN. Durant l'atelier — à l'aide de la plateforme virtuelle d'animation d'événement *Slido* —, les participants ont été invités à prioriser les questions sous-jacentes à chacun des thèmes afin qu'une plus grande importance soit accordée à celles-ci pendant les discussions. Les participants devaient sélectionner six sous-questions prioritaires parmi les sous-questions proposées. L'annexe B présente — de manière synthétique — la priorisation des questions qui ont été proposées puis discutées au cours de chacun des

trois ateliers de groupe. Certaines organisations participantes ont été invitées, sur une base volontaire, à présenter des cas d'étude concrets et spécifiques à leur organisation et à son rapport avec l'hydrogène décarboné et les technologies y étant liées. Sur la base des informations contenues dans les cas d'étude et des propositions préliminaires contenues dans la synthèse du volet C de l'étude, les participants et participantes ont été invités à échanger sur les sous-questions liées à chacune des thématiques mentionnées précédemment.

2.4 LIMITES DE L'ÉTUDE

Au terme de ce projet, il a été possible de constater certaines limitations à ce qui concerne les approches méthodologiques proposées. Les principales limitations de l'étude sont les suivantes :

- le format virtuel des ateliers consultatifs ne permet pas une dynamique d'échange aussi riche qu'un format présentiel;
- le caractère peu approfondi de certaines des idées exprimées en ateliers, vu l'impossibilité d'amener les participants à développer davantage en temps réel, dans le cadre d'un tel format de collecte des données;
- la disparité du niveau de connaissances parmi les intervenants altérant les dynamiques de groupe où les plus connaisseurs ont (davantage) monopolisé les interventions alors

que l'opinion ou les questionnements des autres intervenants n'ont possiblement pu être utilisés pour mousser les discussions ou mettre encore plus de l'avant les disparités potentielles d'opinions;

- les enjeux de confidentialités liés au caractère stratégique des thématiques abordées;
- la sous-représentation de certains secteurs ou de certaines perspectives technico-économiques par rapport à d'autres; et
- le faible taux de réponse au volet d'enquête (≅ 20 %).

Bien que ces limites méritent d'être soulignées par souci de transparence et de rigueur scientifique, nous sommes confiants que les données recueillies et les constats dégagés au cours de cette étude sont fiables et permettent de rencontrer les objectifs fixés.

3. ENTRETIENS AVEC LES PARTIES PRENANTES : SYNTHÈSE ET CONSTATS

COMPTE RENDU DES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS DES TROIS ATELIERS CONSULTATIFS

La présente section a pour objectif de rendre compte des principaux éléments ayant émergé des trois ateliers consultatifs tenus avec les acteurs économiques de l'écosystème hydrogène au Québec. Cette section comprend plusieurs sous-sections.

D'abord, un coup d'œil rapide et exempt de contexte situe les grandes tendances des ateliers. Sera ensuite exposée la synthèse des constats spécifiques aux acteurs conviés dans les ateliers du secteur de la production, du secteur de la mobilité et du secteur lié à l'usage industriel. Puis, seront exposés les constats communs partagés par plusieurs des types d'acteurs économiques rencontrés au fil de la démarche.

3.1 MISE EN PERSPECTIVE GÉNÉRIQUE DES PRINCIPAUX CONSTATS

Les discussions des ateliers ont permis de faire émerger les principaux constats spécifiques synthétisés dans le tableau suivant.

TABLEAU 3-1 :

SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX CONSTATS SPÉCIFIQUES DES ATELIERS CONSULTATIFS

ATELIER – ACTEURS DE LA PRODUCTION

- **L'électrolyse de l'eau se présente comme l'option technologique sur laquelle misent la majorité des acteurs de la production**
- **La production d'hydrogène décarboné par biomasse représente une avenue d'intérêt,** mais le caractère économiquement et techniquement soutenable de cette approche doit être approfondi
- **Les instances gouvernementales doivent clarifier les avenues qui seront priorisées** – et potentiellement appuyées par des mécanismes fiscaux – en termes de débouchés pour l'hydrogène décarboné
- **Les producteurs doivent se concerter sur l'usage d'une méthode claire et transparente permettant de communiquer les coûts liés aux projets dans les dossiers d'affaires**
- **Le principal frein à l'adoption de l'hydrogène demeure lié aux coûts de déploiement élevé des projets** (à court terme, favoriser la consommation près du lieu de production)
- **Identification de mécanismes d'aide non réglementaire potentiels :**
 - Publier une liste publique des consommateurs d'hydrogène gris
 - Reconnaître les efforts de réduction et d'accès au marché du carbone⁵ dans les initiatives liées à l'hydrogène
- **Identification de mécanismes réglementaires potentiels :**
 - Construire rapidement un cadre réglementaire favorable, clair et durable dans le temps pour permettre de développer des plans d'affaires viables
 - Imposer aux consommateurs industriels d'hydrogène gris un pourcentage progressif minimal d'utilisation d'hydrogène décarboné

5 Système québécois de plafonnement et d'échange de droits d'émission (SPEDE)

ATELIER – ACTEURS DE LA MOBILITÉ

- **L'état actuel des coûts** (carburants, véhicules et stations de recharge) **constitue un frein important à l'utilisation de l'hydrogène vert**
- Il faudrait accroître les communications pour **désamorcer l'opposition de certains à la mobilité hydrogène qui la met en opposition aux véhicules électriques à batteries** (ou conventionnels), **pour plutôt faire valoir leur complémentarité avec les VÉPC**
- **Privilégier les bons usages de l'hydrogène aux bons endroits, c'est-à-dire pour les applications suivantes :**
 - le transport lourd longue distance
 - les flottes captives
 - l'industrie ferroviaire
 - l'industrie maritime
 - l'industrie aéronautique (p. ex. syngaz et drones longue portée)
- **La structure actuelle de l'industrie du taxi au Québec n'est pas favorable à l'introduction de la mobilité hydrogène**, étant donné qu'il ne s'agit pas de flottes captives à proprement dit
- **Mise en place de mécanismes d'aides non réglementaires potentiels :**
 - Mise en place de cibles gouvernementales ambitieuses
 - Élargissement des subventions à l'ensemble des véhicules à technologies « zéro émission »
- **Mise en place de mécanismes d'aides réglementaires potentiels :**
 - Possibilité d'octroyer des dérogations des lois et règlements sur le poids des chargements aux transporteurs lourds qui font le choix de migrer vers des technologies à faibles émissions
 - Imposer l'acquisition de véhicules « zéro émission » aux autorités de transport collectif
- **Recherche et développement dans les secteurs suivants :**
 - développement de systèmes conçus pour être flexibles et modulaires suivant les besoins d'intégration spécifique à chaque projet
 - stockage de l'hydrogène à haute densité
 - performances en conditions hivernales (spécificité québécoise)

ATELIER – ACTEURS INDUSTRIELS

- **L'écart de coûts pour cette transition est trop important**, l'adoption du gaz naturel et/ou des biocarburants serait favorisée par certains dans le contexte actuel avant le passage vers l'hydrogène
- **En fonction des applications et du combustible déplacé, certains considèrent qu'il ne faudrait pas fermer la porte à l'hydrogène gris**, moins cher, afin d'aider à la transition des nouvelles infrastructures requises
- **Parmi les freins identifiés, certains avancent que le rationnel économique de l'hydrogène décarboné ne tiendra pas la route** tant que le prix de la tonne de carbone demeurera bas (c.-à-d. sous la barre des 60 \$/tonne)
- **Absence de mécanismes pour valoriser le premium qui serait associé aux produits à faible empreinte carbone** (production alimentée par de l'hydrogène décarboné)
- **Les gouvernements devraient aller au front afin d'exiger des lois internationales et l'application mondiale des règles de plafonnement et échange (*cap and trade*)**
- **Ouverture pour des mécanismes réglementaires de type :**
 - Imposition progressive sur la substitution de combustibles fossiles et d'hydrogène gris par des combustibles décarbonés
 - Imposition progressive de captation et de valorisation des émissions de CO₂
- **Recherche, développement et partenariats :**
 - Favoriser les consortiums entre le milieu industriel et le milieu de la recherche
 - Cartographie des besoins en termes d'intrants et d'extrants des grandes zones industrielles du Québec (synergies potentielles)
 - Études sur le cycle de vie des différents types d'hydrogène (ACV environnementale et coûts du cycle de vie)

Le tableau ci-dessous synthétise quant à lui les principaux constats communs à l'ensemble des types d'acteurs.

TABLEAU 3-2 :

SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX CONSTATS SPÉCIFIQUES DES ATELIERS CONSULTATIFS

PRINCIPAUX CONSTATS COMMUNS

- **À plus long terme, le rationnel économique devrait être au rendez-vous, et d'ici là, une intervention publique pourrait venir soutenir financièrement le déploiement de cette filière prometteuse** (autant du côté de la production que des usages)
- **À court terme, il faut favoriser l'usage près des lieux de production, l'injection dans le réseau gazier, la production de produits à valeur ajoutés et la valorisation des extrants de l'électrolyse** (p. ex. l'oxygène)
- **Assurer la disponibilité suffisante pour l'usage local avant de considérer l'exportation**
- **Réserver l'exportation pour des produits à valeur ajoutée qui procurent des retombées locales suffisantes**
- **Mise en place de mécanismes d'aides non réglementaires potentiels :**
 - Subventionner les coûts d'OPEX (sous conditions⁶) et de CAPEX
 - Rendre disponibles des prêts à faible taux d'intérêt pour les producteurs (plutôt que subventions CAPEX)
 - Mise en place d'ambitieux bancs d'essai
- **Mise en place de mécanismes d'aides réglementaires potentiels :**
 - Cadre réglementaire stable et prévisible dans le temps
 - Quotas progressifs d'usages d'hydrogène décarboné
 - Ajustement des règles afin de permettre l'injection de l'hydrogène dans le réseau gazier
- **Recherche, développement et partenariats :**
 - Stockage
 - Transport
 - Stimuler la formation de consortium entre les industriels, les universités et les gouvernements d'ici et d'ailleurs
- **Ne pas négliger l'importance de la construction de l'acceptabilité sociale⁷**
- **Éduquer et informer les parties prenantes externes à l'environnement d'affaires** (p. ex. enjeux sécurité, retombées économiques, etc.)

⁶ Pour le détail des conditions, consultez la section 3.5.2 du rapport.

⁷ Notre conception du concept d'acceptabilité sociale est alignée sur la définition de Gendron (2014) soit l'« assentiment de la population à un projet ou à une décision résultant du jugement collectif que ce projet ou cette décision est supérieur aux alternatives connues, y compris le statu quo. »

3.2

PERSPECTIVE SPÉCIFIQUE AUX ACTEURS ÉCONOMIQUES LIÉS AU SECTEUR DE LA PRODUCTION : SYNTHÈSE ET CONSTATS

L'atelier de travail regroupant les acteurs économiques liés au secteur de la production a été tenu le 9 avril 2020. Il a permis de regrouper diverses parties prenantes de l'environnement d'affaires soit :

- des producteurs ou producteurs potentiels d'hydrogène (par divers procédés techniques);
- des représentants de réseaux liés à l'électrification et aux énergies renouvelables;
- des distributeurs d'énergie;
- des chercheurs dont c'est le domaine d'expertise; et
- des représentants de TEQ, du MERN, du MEI, d'Investissement Québec et de Montréal International⁸.

Au cours de cet atelier de travail, les animateurs ont abordé les principales thématiques guidant le déroulement comme explicité à la sous-section 2.3 du présent document. Outre les constats communs émergents des trois ateliers — présentés ultérieurement à la sous-section 3.5 de ce rapport — les acteurs liés au secteur de la production choisi de mettre l'accent sur les grandes thématiques suivantes :

- les éléments spécifiques liés au rationnel économique;
- les besoins spécifiques des producteurs en termes d'informations critiques;
- la production d'hydrogène à partir de la biomasse;
- les besoins spécifiques des producteurs en termes de mécanismes d'aides; et
- les besoins spécifiques des producteurs en lien avec le cadre réglementaire et sa définition.

3.2.1

Le rationnel économique, le facteur décisionnel dominant

Certains éléments liés au rationnel économique n'ont été exprimés que par les acteurs de la production bien que la plupart des mentions liées à cette thématique soit communes à plusieurs types d'acteurs. Pour les producteurs, le principal frein à l'adoption de ce vecteur énergétique demeure lié aux coûts de déploiement élevés de l'hydrogène décarboné. À l'heure actuelle, on observe des coûts de déploiement d'environ 10 \$/kg et ces coûts peuvent même être supérieurs lorsque l'hydrogène est produit dans des régions où les conditions de l'environnement d'affaires sont moins favorables comme le Nord du Québec où lorsque l'on considère les coûts d'entreposage et de transport de l'hydrogène, les coûts peuvent presque doubler. Ces coûts de déploiement demeurent

largement supérieurs aux autres types de combustibles, l'hydrogène gris inclus. Pour commencer à être compétitif avec les produits pétroliers, l'hydrogène décarboné se doit de passer sous la barre de 5 \$/kg en termes de coûts de déploiement. Pour les producteurs, il est primordial d'abaisser les coûts et cette réduction passe potentiellement par une valorisation des sous-produits de la production par électrolyse (p. ex. l'O₂) et une diminution des coûts d'opération notamment en travaillant avec les surplus électriques d'Hydro-Québec. Une autre stratégie est de favoriser la consommation locale (près des lieux de production) dans l'attente d'une diminution des coûts de transport et d'entreposage qui viendra avec des investissements et efforts de recherche et développement (R&D) puisque le transport sur des distances aussi courtes que 100 à 200 kilomètres peut impliquer une multiplication par un facteur deux à trois fois du coût de l'hydrogène déployé. Malgré les enjeux actuels considérables liés au rationnel économique, les acteurs de la production sont pour la plupart d'accord sur le besoin de maintenir le cap. **À plus long terme, la balance commerciale du Québec en dépend puisqu'il est préférable de privilégier la formation d'une base commerciale industrielle dans les technologies liées à l'hydrogène afin d'éviter de dépendre d'entreprises étrangères.**

8 Les intervenants de ces organisations ont uniquement agi à titre d'observateurs.

Les propos cités ci-dessous et émis par l'un des participants reflètent les idées avancées précédemment :

« À l'intérieur de cette réflexion [sur les coûts liés au passage vers l'hydrogène décarboné] il y a un corollaire à combien cela va nous coûter si l'on ne le fait pas. La conclusion ou la réponse à cette question est en partie que si l'on ne le fait pas, les autres endroits sur la planète vont le développer et que ce soit dans le fossile ou dans le renouvelable qui va venir, le Québec dans les deux cas va devenir un *technology taker* au prix que cela va être et ont va importer des produits finis plutôt que d'être dans le développement de technologie et la vente de produits à valeur ajoutée. **Du point de vue macroéconomique et sociétal, combien cela nous coûte de laisser passer ce train-là ?** »

3.2.2 Mieux comprendre la vision gouvernementale et les synergies industrielles

Du point de vue des besoins spécifiques des producteurs en termes d'informations critiques, nous pouvons rapporter que les acteurs de la production souhaiteraient être mieux informés sur les orientations gouvernementales du point de vue du cadre macroéconomique sur lequel s'appuieront les décisions relatives à l'action publique

nationale. En d'autres mots, les producteurs manifestent le désir que les instances gouvernementales clarifient les avenues qui seront priorisées — qui pourraient par exemple être soutenues par des mécanismes fiscaux — en termes de débouchés pour l'hydrogène décarboné (p. ex. la consommation locale dans les processus industriels, l'exportation, la production de produits à valeur ajoutée, etc.). L'un des éléments qui ressortent également comme critique — particulièrement pour les organisations qui génèrent de l'hydrogène décarboné uniquement comme un sous-produit de leurs activités principales — est celui d'une cartographie des consommateurs potentiels afin de stimuler les potentiels de maillage et de synergie industrielle.

Les acteurs économiques s'entendent également pour dire qu'ils doivent être guidés sur la marche à suivre souhaitée par le gouvernement en matière de communication des coûts dans les dossiers d'affaires. Il serait donc souhaitable qu'une méthode concertée, claire et transparente de communication des coûts liés aux projets soit définie. À l'heure actuelle, certains communiquent uniquement les coûts de production de l'hydrogène décarboné tandis que d'autres communiquent les coûts de déploiement. Les dossiers d'affaires présentés contiennent parfois des hypothèses non divulguées (ou discutables, ou encore un niveau de risque très différent de celui que certains intervenants pouvaient tolérer) ce

qui rend les comparaisons ardues pour les preneurs de décision des gouvernements.

3.2.3 La production par biomasse

Tout au long de cet atelier, des éléments distinctifs ont émergé sous ce que l'on pourrait catégoriser comme l'axe de la production d'hydrogène décarboné à partir de la biomasse. Certains initiateurs de projets⁹ au Québec font état de la possibilité de générer annuellement 50 000 tonnes d'hydrogène décarboné à partir d'aussi peu que 59 mégawatts (MW) de puissance électrique soit 5,0 à 5,5 fois moins que la consommation électrique liée à la production du même volume à partir d'électrolyse, l'énergie étant fournie par la gazéification de la biomasse. Selon les initiateurs du projet H2V Énergies, le plan de l'organisation, au *tarif L*¹⁰ d'Hydro-Québec, l'entreprise serait en mesure de produire un hydrogène décarboné à un coût déployé¹¹ variant entre 3,52 \$ et 4,94 \$ du kilogramme (kg). Toutefois, il est important de souligner les craintes et mises en garde de certains intervenants qui indiquent que l'accès à la ressource (intrants de production) pourrait constituer un enjeu au Québec. Par ailleurs, il semble également que la stabilité du prix des intrants de production sur le marché soit un critère non négligeable et que l'avenue de la biomasse mérite que l'on s'y attarde davantage étant donné l'incidence potentielle qu'elle pourrait avoir sur l'indus-

9 Représentants d'H2V Énergies

10 Avec les options d'électricité interruptible pour la clientèle du *tarif L*, Hydro Québec vous accorde des crédits lorsque vous réduisez votre consommation d'électricité sur demande. Cette option a été créée pour assurer un équilibre entre l'offre et la demande d'électricité au Québec. En limitant la consommation d'énergie aux moments indiqués par Hydro-Québec, l'entreprise permet de mieux gérer la demande. En contrepartie, Hydro Québec verse l'équivalent de ce qu'elle paie lorsqu'elle s'approvisionne sur le marché. Diverses options de crédits sont disponibles et modalités fait varier le crédit entre 0.27\$/kWh et 1.5\$/kWh. <http://www.hydroquebec.com/affaires/espace-clients/tarifs/option-electricite-interruptible-clientele-grande-puissance.html>

11 Les coûts de production ne considèrent que la production d'hydrogène tandis que les coûts de déploiement intègrent, dans une certaine mesure, son entreposage et son transport éventuel.

trie des pâtes et papiers qui lutte elle aussi pour l'accès aux mêmes intrants de production¹². Certes, la production d'hydrogène décarboné par biomasse constitue une avenue d'intérêt, mais le caractère soutenable de cette approche demeure à documenter davantage. L'un des participants souligne qu'il faudra limiter cette production en termes de volume si l'on souhaite que cette pratique demeure soutenable. Selon ses propos, dans une perspective durabilité le Québec ne pourrait substituer qu'environ 20 % des combustibles fossiles consommés sur son territoire par de l'hydrogène issu de la biomasse. En somme, la production d'hydrogène décarboné à partir de biomasse devrait être explorée plus largement dans un projet de recherche distinct où pourrait également être intégrée, au-delà de la biomasse forestière, la biomasse produite à partir des algues afin d'en évaluer les potentiels technico-économiques et l'efficacité des diverses technologies à disposition. Des données technico-économiques pourraient toutefois être déjà accessibles aux responsables ministériels et les porteurs de projets liés à la production d'hydrogène décarboné à partir de biomasse se montrent ouverts à partager ces données sous le couvert d'ententes de confidentialité.

3.2.4 Les mécanismes d'aide et outils à mettre en place

Abordons maintenant les besoins spécifiques des producteurs en termes de mécanismes de soutien potentiels. Soulignons que cette thématique constitue l'une de celles où la vision des acteurs économiques de l'écosystème hydrogène est plutôt bien alignée. **Le principal élément de distinction concerne la lutte à « armes inégales » entre l'hydrogène décarboné et l'hydrogène gris, c'est-à-dire issu du reformage du méthane.** Certains producteurs avancent qu'il serait favorable d'imposer, peu à peu – à l'aide de mécanismes réglementaires – aux consommateurs industriels d'hydrogène gris un pourcentage minimum d'utilisation d'hydrogène décarboné dans les processus industriels. À cet effet, certains suggèrent de faire apparaître une liste publique des consommateurs d'hydrogène gris comme ce fut le cas pour les consommateurs d'huiles usées ou pour celle établie pour les grands émetteurs de GES. Certains suggèrent également une mise à jour de la fiche « Facteurs d'émission et de conversion » de TEQ afin d'y intégrer l'hydrogène gris et l'hydrogène décarboné et une reconnaissance des efforts de réduction et d'accès au marché du carbone¹³ auxquels consentent les porteurs d'initiatives liées à l'hydrogène décarboné.

3.2.5 Demandes et besoins liés au cadre réglementaire

Attardons-nous maintenant aux besoins spécifiques des producteurs en lien avec la définition du cadre réglementaire. Ceux-ci s'entendent à l'effet que le cadre réglementaire actuel contient des freins potentiels en ce qui a trait à l'accès à l'électricité. Diverses réglementations, par exemple au code du bâtiment, à l'aménagement du territoire ou encore au code de la prévention des incendies pourraient être réévaluées afin de faciliter le développement de la filière hydrogène à l'échelle des municipalités. Certains intervenants de l'atelier affirment que Québec se doit d'être plus progressiste en termes de réglementation. La citation suivante appuie ce propos :

« Il faut permettre une réglementation plus souple au cours des premières étapes, et surtout accélérer la vitesse avec laquelle la réglementation peut évoluer, en appui à une innovation structurante. Le Canada se classe au rang 31 des 35 pays de l'OCDE¹⁴ au niveau de la vitesse d'adoption et de modification de nouvelles normes et réglementations ce qui cause un désavantage chronique et systémique dans l'introduction de nouvelles technologies industrielles, par exemple celles reliées à l'hydrogène. »

12 « H2V Énergies compte utiliser trois types de biomasse comme intrant dans son processus : les résidus de bois, le papier mixte et le bois provenant des centres de tri, principalement des déchets de construction. » <https://www.lapresse.ca/affaires/entreprises/2020-01-21/de-l-hydrogene-vert-et-peu-dispendieux-a-becancour>

13 Système québécois de plafonnement et d'échange de droits d'émission (SPEDE)

14 Organisation de coopération et de développement économiques

Il semble également que la lourdeur liée à l'obtention des permis d'opération pour les producteurs et l'incompatibilité de certaines normes (p. ex. ULC, ASME) avec les équipements de fournisseurs étrangers puissent également ralentir le développement des projets. En somme, les acteurs de la production estiment que TEQ et le MERN doivent travailler de concert afin de reconnaître rapidement — puisque cela déterminera l'avenir du marché — l'hydrogène décarboné dans un cadre réglementaire favorable, prévisible et évolutif et dont l'horizon est fixé dans le temps pour permettre de faciliter la définition des marchés potentiels pour chacune des applications ciblées. Les acteurs de la production demandent « un cadre réglementaire favorable, clair et durable dans le temps pour permettre de développer des plans d'affaires viables. » Des exemples évoqués de bonnes pratiques au Québec sont ceux de la mobilité électrique et des contenus prescrits de gaz naturel renouvelable.

3.3

PERSPECTIVE SPÉCIFIQUE AUX ACTEURS ÉCONOMIQUES LIÉS AU SECTEUR DE LA MOBILITÉ : SYNTHÈSE ET CONSTATS

L'atelier de travail regroupant les acteurs économiques liés au secteur de la mobilité a été tenu le 23 avril 2020. Il a permis de regrouper diverses parties prenantes de l'environnement d'affaires soit :

- des fabricants de composantes liées à l'hydrogène (piles à combustibles, électrolyseurs, etc.);
- des représentants d'associations ou de réseaux liés à l'électrification et la mobilité;
- des distributeurs de carburants;
- des manufacturiers automobiles ou de composantes de véhicules (lourds ou légers);
- des utilisateurs potentiels d'hydrogène dans le secteur de la mobilité;
- des chercheurs dont l'hydrogène et la mobilité sont le domaine d'expertise; et
- des représentants de TEQ, du MERN, du MEI, d'Investissement Québec et de Montréal International¹⁵.

Au fil de cet atelier de travail, les animateurs ont abordé les principales thématiques guidant le déroulement comme explicité à la sous-section 2.3 du présent document. Outre les constats communs émergents des trois ateliers — présentés ultérieurement à la sous-section 3.5 de ce rapport — les acteurs liés au secteur de la mobilité ont surtout choisi de discuter (voire débattre) des grandes thématiques suivantes :

- les éléments spécifiques liés au rationnel économique, indissociable des applications d'usage;
- les besoins spécifiques pour la mobilité en termes de mécanismes d'aides;
- les besoins spécifiques pour la mobilité en lien avec le cadre réglementaire et sa définition; et
- les besoins spécifiques pour la mobilité en termes de recherche et compétences à développer.

3.3.1

Le rationnel économique, indissociable des applications d'usage

Tout d'abord, du point de vue du rationnel économique lié au secteur de la mobilité, le principal aspect énoncé par les organisations participantes est que l'hydrogène décarboné tire sa pertinence et son sens lorsqu'on concentre l'usage aux bons endroits. Il est donc important de promouvoir les usages par des politiques publiques qui tirent pleinement partie des principales forces de l'hydrogène comme carburant, soit la courte durée des ravitaillements et la grande densité énergétique. En entretien individuel, l'un des participants à l'atelier articule ainsi l'enjeu, et l'occasion corollaire qui s'en dégage :

« Pour que ça ait du sens, il faut tirer avantage des qualités du *fuel*, ou plutôt du vecteur énergétique [que constitue l'hydrogène], qui est un produit très niché : les deux bénéfiques de l'hydrogène [en transport], c'est la densité énergétique [...] et le temps

15 Les intervenants de ces organisations ont uniquement agi à titre d'observateurs.

de recharge rapide. Pour quelconque usage qui n'aurait pas besoin de cette grande densité énergétique ET de ce temps de recharge rapide, l'hydrogène n'est pas le bon *fuel*. [...] [En somme] Si l'hydrogène est produit à partir de sources d'énergie renouvelable, ça peut être intéressant, par contre l'efficacité énergétique du processus reste très mauvaise. On perd le trois quarts de l'électricité en chemin en passant par l'électrolyseur, par rapport au véhicule électrique à batteries. Ça n'est vraiment pas efficace énergétiquement, et [donc] ça revient à beaucoup plus cher que le carburant fossile [qu'on voudrait pouvoir substituer] ».

Plusieurs des participants s'entendent par ailleurs pour dire que l'hydrogène du point de vue de la mobilité pourrait éventuellement être mis à profit pour les applications suivantes :

- le transport lourd longue distance;
- les flottes captives à usage intensif;
- l'industrie ferroviaire;
- l'industrie maritime; et
- l'industrie aéronautique.

Puisque le coût des combustibles fossiles ne représente pas les coûts réels (prise en compte des externalités négatives), l'hydrogène décarboné comme substitut aura de la difficulté à percer dans des secteurs comme la mobilité légère, où le critère décisionnel est souvent limité au coût du carburant pour parcourir une distance de 100 kilomètres.

En outre, le désavantage évoqué au sujet de la qualité du tissu industriel québécois en matière de mobilité hydrogène pourrait être

exclu (ou n'aurait pas à tout le moins d'effet rédhitoire), selon la plupart des acteurs du secteur présents à l'atelier. Selon eux, il y aurait là pour le Québec — avec le déploiement de la filière hydrogène — un potentiel intéressant de construire ce tissu industriel qui pourrait réunir grand nombre des acteurs présents à l'atelier. Les composantes d'un véhicule électrique à branchement sont à quelques exceptions près les mêmes que pour le véhicule électrique pile à combustible; il serait donc facile pour les acteurs du tissu industriel québécois (manufacturiers de véhicule électrique, intégrateur de technologie, etc.) d'envisager le développement d'une offre hydrogène, par exemple en proposant des prolongateurs d'autonomie. Le développement de ce tissu industriel serait donc intrinsèquement lié à l'affirmation d'une volonté politique à développer une filière hydrogène forte au Québec.

À cet effet, un intervenant cite en exemple l'automobile électrique qui — il y a moins une dizaine d'années — en était au même stade que l'hydrogène et qui maintenant représente une force au Québec. Il apparaît donc faux d'affirmer que la mobilité hydrogène n'a aucun potentiel au Québec, dès lors que les usages en matière de mobilité hydrogène sont sélectionnées sur la base de critères technico-économiques défendables. Le participant cité plus tôt s'avère donc critique de l'approche préconisée jusqu'à présent par le gouvernement, eut égard au véhicule de promenade à hydrogène, et exprime ainsi son désaccord en remettant en question le déploiement d'infrastructure qui vise l'approvisionnement de véhicules légers où le besoin de puissance et de recharge rapide est absent. Selon lui, une méconnaissance à cet effet existe chez les décideurs publics.

En matière d'emplois, outre ceux hautement spécialisés liés au développement de composantes, la filière procurera également sur le reste de la chaîne de valeur, des emplois directs liés au déploiement des infrastructures de remplissage (p. ex. stations multicarburants) et indirects liés aux besoins d'entretiens et de service de ces mêmes infrastructures.

En ce qui a trait aux flottes captives, certains des participants et participantes émettent toutefois une mise en garde. Les exemples ayant été cités comme ayant un fort potentiel par la plupart des participants sont les véhicules lourds comme les camions de collecte des matières résiduelles et les autobus du transport collectif. L'industrie du taxi attire l'attention en raison de l'usage intensif et des enjeux de remplissages rapides (baisse du *downtime*), mais présente des défis particuliers au Québec en raison de sa structure très fragmentée, selon certains représentants. Les chauffeurs forment en quelque sorte un réseau de travailleurs autonomes possédant chacun leur propre véhicule, ce qui compliquerait un passage de cette industrie vers l'hydrogène.

L'application de l'hydrogène décarboné devrait prioritairement être favorisé dans les cas où des flottes de véhicules se ravitaillant toujours au même endroit en fin de journée plutôt que de favoriser la mise en place d'une infrastructure de ravitaillement répandue sur un plus grand territoire qui serait plus coûteuse et dont l'utilisation serait partielle et sporadique. Il faut donc privilégier les politiques et programmes publics qui facilitent l'introduction de parcs de véhicules enclavés.

Du côté du secteur aéronautique, le potentiel de production de gaz de synthèse et la création d'un marché niche pour des drones à longue portée sont évoquées comme des avenues d'intérêt.

Au final, une voix consensuelle se dégage des acteurs présents à l'atelier, selon laquelle il sera nécessaire d'informer adéquatement l'ensemble des parties prenantes externes, incluant les décideurs publics et officiers gouvernementaux : la mise en compétition de la mobilité électrique à branchement et par pile à combustible¹⁶ constituerait un faux débat ; il faudrait plutôt mettre en avant la complémentarité de leurs usages. Les acteurs internes nous disent donc de favoriser la sécurité énergétique en ayant un éventail de solutions alternatives qui créent un réseau robuste et résilient en matière de mobilité : c'est-à-dire en privilégiant les bons usages de l'hydrogène aux bons endroits. **Fermer la porte tous azimuts à la mobilité hydrogène serait une erreur, tout autant que de la concevoir comme un tout indissociable dont il faudrait promouvoir l'adoption dans son ensemble.**

3.3.2 Les mécanismes d'aide et outils à mettre en place

Ensuite, du point de vue des mécanismes d'aide que les acteurs économiques liés au secteur de la mobilité jugent pertinentes, on retrouve surtout des actions permettant de stimuler la demande en matière de mobilité hydrogène. Il serait d'abord indispensable que les instances gouvernementales établissent clairement leurs ambitions en matière de mobilité hydrogène notamment en fixant des cibles ambitieuses. La stimu-

lation de la demande pourrait passer par l'intégration de mesures ciblant les véhicules à combustion interne telle que des zones propres dans les villes ou une taxation plus importante sur les carburants fossiles. Le soutien à l'acquisition de véhicules à technologie « zéro émission » par des crédits ou subventions à l'achat pourrait également être favorable. Des intervenants proposent même de subventionner le delta entre la valeur des véhicules électriques conventionnels et ceux alimentés par des piles à combustible.

Il n'en demeure pas moins qu'il est proposé avant tout de soutenir le déploiement des infrastructures de remplissage à proximité de lieux de consommation intensive. Le mécanisme d'aide le plus fréquemment mentionné demeure donc le déploiement de projets pilotes audacieux dans les secteurs de transport intensifs, comme les secteurs ferroviaire, maritime ou le transport lourd par camion. Le développement de projets commerciaux à grande échelle dans les secteurs d'usage non intensif, soit celui du véhicule de promenade, aurait par ailleurs comme objectif de démontrer au grand public les avantages de ces technologies afin de compléter les technologies électriques conventionnelles.

Soulignons finalement à nouveau que le même enthousiasme n'est pas partagé par tous. Certains acteurs comme les sociétés de transports collectifs tendent à être d'avis qu'un déploiement plus progressif et un accompagnement par des experts sont encore nécessaires pour évaluer le potentiel technico-économique de l'hydrogène décarboné dans leur secteur d'activité.

3.3.3 Demandes et besoins liés au cadre réglementaire

En ce qui concerne les besoins spécifiques pour la mobilité en lien avec le cadre réglementaire, deux constats sont faits. Le premier est qu'il serait opportun de réglementer les autorités de transport collectif afin qu'à compter d'une période donnée, tous les véhicules acquis soient « zéro émission ». Selon certains, cela pourrait agir à titre de *market driver*. Le second concerne l'usage au niveau du transport de marchandises et a trait aux charges transportées. De nombreux participants s'entendent sur le fait qu'il est essentiel d'octroyer des dérogations aux transporteurs lourds qui font le choix de migrer vers des technologies à faibles émissions. Un participant a par ailleurs tenu les propos suivants :

« Nos camions sont pesants [...]. C'est une grosse perte et ça prend plus d'équipement pour livrer les mêmes voyages. [...] Là-dedans, on n'a pas de dérogation du côté du gouvernement qui nous aide pour le poids. On veut aller vert, mais ça prend une contribution du gouvernement autre que les subventions. »

En effet, pour les camions lourds à batterie lithium-ion, la charge transportée doit être réduite afin de respecter la réglementation liée au poids, ce qui entraîne une réduction de 20 à 30 % de la capacité de chargement. Ce problème demeure présent pour les véhicules lourds à pile à combustible bien que cette perte de chargement soit réduite à un peu moins de 10 %. Ces contraintes mènent donc à une augmentation des coûts d'opération puisque le transporteur a besoin de plus de camions et de plus de chauffeurs pour livrer un même volume.

16 Alimentée par l'hydrogène comme combustible

3.3.4 Avenues pertinentes pour le développement de la connaissance

Finalement, quelques constats uniques aux acteurs de la mobilité ont émergé en ce qui concerne les besoins spécifiques pour la mobilité en termes de recherche et de compétences à développer. Il semble qu'il soit porteur pour le Québec de travailler le volet recherche et développement puisque le Québec est en bonne position pour développer des innovations et des brevets commerciaux. Les principaux besoins sur lesquels cette recherche devrait se focaliser, selon les organisations participantes, sont les suivants :

- des systèmes hydrogène modulaires¹⁷;
- des technologies de stockage d'hydrogène à haute densité;
- la spécificité des composantes en condition hivernale; et
- des technologies d'intégration.

L'ensemble de ces avenues de recherche s'attachent au transport de marchandise lourde (par opposition au véhicule de promenade) : elles relèvent de l'avis largement partagé que la pleine exploitation du potentiel technico-économique de la mobilité hydrogène en contexte québécois sera tributaire de politiques publiques qui tireront partie des principales forces de l'hydrogène en tant que carburant — soit la courte durée de ravitaillement et la grande densité énergétique.

3.4 PERSPECTIVE SPÉCIFIQUE AUX ACTEURS ÉCONOMIQUES LIÉS À L'USAGE INDUSTRIEL : SYNTHÈSE ET CONSTATS

L'atelier de travail regroupant les acteurs économiques liés au secteur industriel a été tenu le 23 avril 2020. Il a permis de regrouper diverses parties prenantes de l'environnement d'affaires soit :

- des industriels intéressés à intégrer l'hydrogène décarboné à leurs procédés industriels;
- des industriels intéressés à créer des synergies industrielles ou à valoriser leurs extrants (H₂, CO₂, etc.);
- des représentants d'associations industrielles et de développement économique régional;
- des distributeurs d'énergie;
- des chercheurs dont les énergies renouvelables sont le domaine d'expertise; et
- des représentants de TEQ, du MERN, du MEI, d'Investissement Québec et de Montréal International¹⁸.

Au cours de cet atelier de travail, les animateurs ont abordé les principales thématiques guidant le déroulement comme explicité à la sous-section 2.3 du présent document. Outre les constats communs émergents des trois ateliers — présentés ultérieurement à la sous-section 3.5 de ce rapport — les acteurs liés au secteur de la

production ont choisi de mettre l'accent sur les grandes thématiques suivantes :

- les éléments spécifiques liés au rationnel économique, le facteur décisionnel dominant;
- les besoins spécifiques des usagers industriels en lien avec le cadre réglementaire; et
- les besoins spécifiques des usagers industriels en termes de recherche et de compétences à développer.

3.4.1 Le rationnel économique, le facteur décisionnel dominant

Pour les acteurs industriels ayant le potentiel de faire un usage massif de l'hydrogène décarboné dans leurs processus industriels, la variable des coûts demeure l'un des principaux enjeux. Dans une perspective de réduction de leurs émissions de (GES), l'hydrogène décarboné leur est souvent présenté comme une panacée. Or, la réalité s'avère très complexe. D'une part, de grands industriels issus de secteurs d'activité considérés comme de grands émetteurs de CO₂ soulignent que la logique de déplacement de combustibles par de l'hydrogène décarboné devrait prioriser :

1. la substitution du diesel;
2. la substitution du mazout;
3. la substitution du gaz naturel.

17 Ce type de système pourrait permettre l'ajout de module universels permettant de monter en puissance sans avoir à concevoir des systèmes personnalisés à chaque type de projets.

18 Les intervenants de ces organisations ont uniquement agi à titre d'observateurs.

Le rationnel derrière cette priorisation est soutenu par le delta entre les coûts associés à ces combustibles fossiles et les coûts associés à l'hydrogène décarboné combiné à la réduction potentielle en termes de GES. Toutefois, ces industriels signalent que des mécanismes d'aides financières sont nécessaires au caractère viable de la substitution du mazout par l'hydrogène décarboné. Certains affirment donc que l'utilisation de l'hydrogène risque d'être intégrée à leurs équipements mobilité (p. ex. camions lourds, locomotives, etc.) avant de l'être dans leurs processus industriels, car l'utilisation du gaz naturel ou encore de biocarburants sera priorisée pour cet usage en raison des importants volumes consommés, et du coût apparemment rédhibitoire de l'hydrogène décarboné. Les industriels qui utilisent déjà un hydrogène « gris » dans leurs processus indiquent quant à eux que l'écart de coûts pour cette transition est trop important. L'hydrogène gris peut être produit pour 1,10 \$/kg tandis que l'hydrogène par électrolyse coûtera quant à lui 5 à 6 \$ du kilogramme soit quatre à cinq fois le prix par rapport à l'alternative actuelle. De nombreux industriels s'entendent donc sur le fait que l'hydrogène par reformage du méthane présente tout de même des avantages environnementaux par rapport à l'état actuel des choses. On doit selon eux considérer l'hydrogène gris comme une étape intermédiaire qui pourrait aider à développer la filière industrielle de l'hydrogène. Plus il y aura d'utilisateurs industriels de grands volumes, plus la demande sera élevée et c'est ainsi que l'on pourra réduire les coûts de production de l'hydrogène vert.

Une autre variable non négligeable associée aux coûts est l'incertitude des coûts de déploiement de l'hydrogène décarboné. Bien que les coûts de production soient bien documentés, les coûts pour acheminer l'hydrogène vers l'utilisateur final varient d'un cas d'étude à l'autre en fonction des besoins spécifiques de l'utilisateur. Ce faisant, le point d'équilibre du point de vue de la rentabilité est extrêmement diversifié d'un projet à l'autre. Quel est donc le surcoût acceptable pour ces industriels afin de verdir leurs processus? Il semble que la réponse soit intrinsèquement liée au coût de la taxe carbone, mais aussi à celui du gaz naturel et de l'hydrogène décarboné. Pour de nombreux industriels, le rationnel économique de l'hydrogène décarboné ne tiendra pas la route tant et aussi longtemps que le prix de la tonne de carbone demeurera sous la barre des 60 \$/tonne. Pour refléter cette explication, un expert nous énonce les propos suivants :

« On a besoin d'une augmentation mondiale du prix du carbone à 100 \$/tonne pour commencer à faire une différence. À 50 \$/tonne le prix du gaz naturel augmente de 30 % environ et à 100 \$/tonne on parle de doubler le prix du gaz naturel ce qui commence à réduire les écarts et rendre des projets subventionnés viables puis crée la volonté de s'engager dans cette avenue. »

Pour les industriels, **ce dernier facteur lié aux coûts relève du fait que les « règles du jeu » ne seraient pas universelles pour tous les industriels dans une économie**

globalisée comme celle dans laquelle nous vivons aujourd'hui. Même s'ils se prêtaient au jeu et acceptaient de payer le surcoût associé à l'hydrogène décarboné, il n'y a à ce jour, pour la majorité d'entre eux, aucun moyen de valoriser la prime qui serait associée à ces produits à faible empreinte carbone.

3.4.2 Demandes et besoins liés au cadre réglementaire

Au regard des actions à poser du point de vue de la définition du cadre réglementaire, les parties prenantes liées aux usages industriels soulignent certains éléments. **D'abord, certains suggèrent que c'est la définition d'un cadre réglementaire international (p. ex. des lois sur les investissements verts) qui façonnera la demande sur les marchés. Ainsi, nos instances gouvernementales devraient par conséquent éviter autant que possible d'agir seules en privilégiant une approche internationale** et l'application mondiale des règles de plafonnement et échange (*cap and trade*). En ce sens, les travaux en cours au BNQ visant la certification d'origine pour l'hydrogène vert sont reçus favorablement par les industries représentées lors de l'atelier.

Certains industriels se disent également ouverts à une réglementation progressive sur la substitution de carburants fossiles et d'hydrogène gris par l'hydrogène décarboné et ouverts à l'obligation progressive de captation et de valorisation des émissions de CO₂ pour les grands émetteurs.

3.4.3 Avenues pertinentes pour le développement des connaissances et des partenariats

Au cours de cet atelier, la thématique de la connaissance, des compétences et des partenariats a semblé inspirer les participants et participantes. L'un des cas d'étude présentés durant l'atelier avait pour sujet la collaboration entre un industriel et Polytechnique Montréal en matière de captation et de valorisation des émissions de CO₂. Au regard de ce cas d'étude, l'un des participants a affirmé :

« Ce que je trouve extraordinaire, c'est qu'on voit un exemple de partenariat à tous les niveaux. Un grand industriel offre l'espace, l'infrastructure et même l'expertise pour incuber des technologies qui sont ne pas encore complètement mature et qui ne peuvent certainement pas volée d'elles-mêmes. C'est une voie du futur qu'il faut penser. [...] avoir du capital patient et tous les autres aspects d'incubation qui se fait dans le milieu industriel. [...] Je pense qu'on voit que la différence va se faire dans ces partenariats-là et dans ces intégrations multiniveaux. Je trouve que cela doit servir de modèle pour d'autres applications et d'autres domaines. »

Cela illustre le constat global des industriels qui sont d'avis qu'il est important que des industriels établis accompagnent des technologies novatrices dans un modèle de consortiums afin de faire la démonstration de technologies où les industriels y gagnent

également. **Les potentiels de synergies entre industriels ont également suscité de l'intérêt auprès des organisations participantes qui aimeraient que l'on développe une meilleure connaissance des besoins en termes d'intrants et d'ex-trants des grandes zones industrielles du Québec afin de cartographier l'existant et d'évaluer les synergies et les potentiels de valorisation possibles.** Certains soulignent toutefois que cela engendrera un besoin d'actualisation de leurs installations industrielles et proposent que des subventions soient débloquées afin de soutenir les industriels qui s'engagent dans des processus de recherche en collaboration avec les milieux universitaires. Au-delà de ces principaux constats, il semble que l'état de la connaissance ou la diffusion de celle-ci soit insuffisant par rapport :

- au cycle de vie de l'hydrogène gris, bleu¹⁹ et vert; et
- aux coûts du cycle de vie de l'hydrogène bleu et vert par rapport à l'hydrogène gris.

3.5 PERSPECTIVE PARTAGÉE PAR PLUSIEURS TYPES D'ACTEURS

Cette sous-section regroupe les principaux constats communs à l'ensemble ou à la majorité des parties prenantes avec lesquelles nous nous sommes entretenus au cours de notre mandat. Ces parties prenantes ont donc été consultées autant dans le cadre des ateliers consultatifs que des entretiens individuels semi-dirigés. Les grands

types d'intervenants ont été exposés au fil des sections 3.2, 3.3 et 3.4. Les divers constats communs peuvent essentiellement être groupés sous les grandes thématiques suivantes :

- les éléments communs liés au rationnel économique;
- les besoins communs en termes de mécanismes d'aides;
- les besoins communs en lien avec le cadre réglementaire et sa définition;
- les besoins communs en termes de recherche et compétences à développer; et
- les éléments communs liés à l'acceptabilité sociale de l'hydrogène.

3.5.1 Le rationnel économique, au-delà des coûts

Le rationnel économique étant l'un des facteurs les plus importants, il n'a pas été surprenant de voir émerger au fil des entretiens et des ateliers des points faisant largement consensus. Cette vision partagée regroupe à la fois des constats communs liés aux coûts, à la distribution et au potentiel d'exportation.

Dans une perspective très globale, les parties prenantes soulignent l'importance d'aller de l'avant en maintenant une vision de long terme. Le Québec doit se mettre en route, comme l'ont déjà fait plusieurs pays malgré le manque de données à disposition, en se dotant d'un plan d'investissement

19 Hydrogène produit à l'aide de reformage du méthane, mais dont les émissions de CO₂ liés à sa production sont captées pour être stockées ou valorisées.

20 La paralysie par l'analyse caractérise une absence de prise de décision ou de solution proposée en raison d'une analyse trop poussée ou d'une réflexion trop intense.

pour l'hydrogène décarboné. Ce constat commun est bien reflété par l'affirmation de l'un des participants :

« Le gouvernement doit adopter une approche "portefeuille". Il faut déjà avoir l'hydrogène dans notre portefeuille d'options. Quand en 2030-2050 l'option sera plus intéressante, alors nous y serons déjà préparés. Il ne faut pas souffrir de la paralysie par l'analyse²⁰. L'inexistence d'un plan d'investissement en hydrogène vert par le Québec rend l'évolution de cette filière plus difficile, voire improbable. La montée en puissance de l'hydrogène viendra en complémentarité avec la montée en puissance des énergies renouvelables intermittentes et ce sera une solution pour rendre le tout efficace. »

Il semble que la majorité des participants soit d'accord sur le fait qu'au prix par kilogramme d'aujourd'hui, l'hydrogène décarboné ne permet pas la substitution de combustibles fossiles tout en assurant la viabilité économique des projets industriels. Or, les données partagées dans le volet C de l'étude semblent réalistes à long terme et sont également très économiquement rentables selon plusieurs intervenants. À plus court terme, des options sont envisageables pour rendre des projets viables. L'injection d'une partie de l'hydrogène décarboné dans le réseau de distribution du gaz naturel du Québec est citée comme le débouché le plus accessible. Bien que cela ne constitue pas le meilleur usage de l'hydrogène vert, cela permettrait à court terme de décarboner le gaz naturel

et de générer des revenus qui pourraient être réinvestis dans le développement des technologies afin d'accélérer la réduction des coûts.

Les autres avenues potentielles afin d'assurer la viabilité des projets à plus court terme consistent à coupler la production d'hydrogène avec des projets d'envergure en matière de production d'énergie intermittente. À titre d'exemple, selon l'un des participants, un parc éolien d'une envergure de 100 MW permettrait de produire de l'électricité à 0,02 \$/kWh, soit un coût inférieur au *tarif L* d'Hydro-Québec. L'accès à de tels tarifs viendrait largement réduire les coûts d'opération des producteurs pour ainsi réduire les coûts de production de l'hydrogène décarboné. Finalement, il est également envisageable de construire des montages financiers viables en maximisant les revenus qui peuvent être tirés des sous-produits et produits à valeur ajoutée. À titre d'exemple, le projet Henergia Inc. porté par Greenfield Global inc. et HY2GEN Canada inc., a construit sa viabilité à l'aide d'une telle stratégie et prévoit produire — à partir de 90 MW d'énergie — les extrants suivants :

- 75 kilotonnes par an de biométhaneol réservé à l'exportation;
- 14 kilotonnes par an d'hydrogène décarboné réservé à la consommation locale;
- 600 tonnes par an de gaz naturel renouvelable; et
- 112 kilotonnes par an d'oxygène.

Il est donc convenu que le rationnel économique du point de vue des coûts fera sens à long terme, mais qu'à court terme, l'accélération de cette transition doit passer par des mécanismes d'aides gouvernementaux atténuateurs de risque et d'incertitude, et ciblant tant les producteurs que les secteurs d'usages à fort potentiel.

Au regard de la distribution de cet hydrogène décarboné, comme mentionné précédemment, la **majorité des acteurs s'entendent sur le fait qu'à court terme le réseau gazier doit faire partie des solutions de distribution, mais seulement à condition que la capacité technique du réseau à recevoir l'hydrogène soit démontrée.** Le scénario idéal d'utilisation demeure donc l'usage à proximité du lieu de production. Toutefois, les possibilités de transport via des produits à valeur ajoutée (p. ex. le méthanol ou l'ammoniac) ou le couplage des molécules d'hydrogène à d'autres molécules pour en faciliter le transport, sont des thèmes de recherche à explorer dans l'attente du développement de technologies de stockage et de distribution plus performantes et moins onéreuses.

Finalement, il semble que les avenues d'exportation font sens pour la plupart des types d'acteurs de l'écosystème hydrogène. Bien qu'il soit reconnu que le Québec doit avant tout améliorer la disponibilité de l'hydrogène décarboné et subvenir à ses propres besoins locaux, les participants conviennent qu'il ne faut pas limiter la portée potentielle au Québec. **On constate toutefois que la question de l'exportation divise.**

Alors que certains affirment que seuls devraient être promus les projets d'exportation qui valorisent l'hydrogène décarboné et qui sont rentables sans subventions du prix de l'électricité, d'autres soutiennent qu'il faut développer et financer des projets qui sont pertinents pour d'autres régions du monde, même s'ils ne le sont pas nécessairement pour le Québec, puisque le changement climatique est un problème global. Les principaux cas d'intérêt pour l'exportation par le Québec sont donc liés aux carburants décarbonés et à la chimie verte qui procureraient des marges de profit avantageuses et difficilement reproductibles ailleurs — notamment en raison d'un avantage concurrentiel s'appuyant sur l'avantage hydroélectrique du Québec.

3.5.2 Les mécanismes d'aide et outils à mettre en place

De nombreux constats sont partagés quant aux mécanismes et outils d'aides à mettre en place. Ces constats partagés ont trait notamment aux engagements et objectifs gouvernementaux, aux subventions et prêts et au banc d'essais et mise en vitrine.

Premièrement, en ce qui concerne la vision partagée quant aux engagements et objectifs gouvernementaux les parties prenantes souhaiteraient voir rapidement des engagements et des politiques publiques qui viendraient stimuler la demande pour l'hydrogène décarboné. Par exemple, on peut penser à des engagements ou à des objectifs gouvernementaux ambitieux afin d'éliminer les véhicules publics alimentés au diésel.

Deuxièmement, la plupart des échanges tenus sur les subventions convergent sur le besoin de débloquer des subventions du côté des producteurs, mais aussi du côté des acheteurs. Selon les organisations participantes, l'hydrogène décarboné se bat à armes inégales contre l'hydrogène gris et les autres combustibles fossiles. Du côté de l'usage, les exemples de cibles pour ces subventions sont notamment le coût des équipements intégrés aux véhicules (p.ex. prolongateurs d'autonomie à l'hydrogène), la conversion des équipements industriels, etc. En priorité, les subventions à l'usage devraient cibler la mobilité industrielle lourde, la mobilité maritime et ferroviaire, et les stations de remplissage et décarbonation des grands émetteurs comme la sidérurgie et le raffinage. L'admissibilité aux crédits carbone devrait également être envisagée pour les industriels utilisant un hydrogène décarboné. Du côté producteurs, on ne rejeterait pas des subventions liées aux coûts d'acquisition (CAPEX), mais le nerf de la guerre est lié aux coûts d'opération (OPEX). C'est donc ce type de postes de dépense qui devraient être subventionnés de manière prioritaire selon nos interlocuteurs. Il semble que pour le volet CAPEX, l'effet de volume influencera suffisamment le coût des équipements pour que les producteurs opèrent de manière viable avec des mécanismes comme des prêts à faibles taux d'intérêt faibles (inférieurs à ceux des banques). Il est toutefois important de souligner que certains participants évoquent l'importance de lier les subventions accordées au volet OPEX à des conditions strictes. Ce type de soutien devrait donc être ciblé à des applications spécifiques qui

permettent un développement ordonné et contrôlé de l'hydrogène décarboné qui respecte les objectifs économiques, sociétaux et environnementaux du Québec. Dans le cas contraire, cela mènerait sans contredits à un déploiement chaotique motivé strictement par des intérêts financiers. Il serait donc préférable qu'un soutien au volet OPEX par subvention se fasse de manière sectorielle ou en fonction de la nature des projets. Finalement, des subventions assurant la viabilité des projets de synergie industriels entre producteurs et utilisateurs d'hydrogène vert seraient également bienvenues.

Du côté des bancs d'essais et projets de mise en vitrine, nos travaux ont permis de constater que la mise en place de projets d'envergure qui permettraient de créer et de mettre à l'épreuve plusieurs éléments clés d'un écosystème basé sur l'hydrogène vert suscite de l'intérêt. À titre d'exemple des participants saluent les zones d'innovation mises en place par le Gouvernement du Québec indiquant que le concept pourrait contribuer à l'implantation de parc de production d'hydrogène. Un autre exemple d'intérêt et celui d'évaluer la transformation des Îles de la Madeleine en vaste banc d'essai de type « île zéro carbone » où de nombreuses opportunités de tests dans le secteur de la production, de la mobilité et du stockage sont présentes. À cet effet, le Québec pourrait s'appuyer sur le cas des Îles des Orcades (Écosse) qui exploitent déjà le potentiel de l'hydrogène décarboné.

3.5.3 Demandes et besoins liés au cadre réglementaire

Le cadre réglementaire est certes un appui non négligeable et complémentaire aux outils et mécanismes d'aide nommés à la section précédente. Son rôle est essentiel pour accélérer l'adoption de l'hydrogène décarboné au Québec, et d'un commun accord, les parties prenantes identifient certaines mesures ayant un potentiel de levier. Les acteurs rencontrés s'entendent sur le fait que le besoin de cadrer les choses sur le plan réglementaire est urgent. Les lois et règlements qui seront adoptés détermineront l'avenir de ce marché et l'incertitude actuelle constitue un frein. Selon les principaux joueurs, il faut mettre en place un cadre qui sera maintenu dans le temps sur un horizon d'au moins 5 à 10 ans afin de stabiliser l'environnement d'affaires. Trois grandes mesures sont nommées comme d'intérêt pour l'ensemble des acteurs.

La première mesure majoritairement soutenue a trait au cadre qui entoure les grands émetteurs de GES de la province. Selon plusieurs, il est grand temps de taxer davantage les énergies fossiles. Une taxe carbone plus forte viendrait dissuader l'ensemble des acteurs énergivores et grands producteurs de GES. Il faut toutefois rappeler que les efforts réglementaires du point de vue des GES doivent également être poussés à l'échelle mondiale, sans quoi le risque de réduire la compétitivité de nos industries demeure réel. Le Québec pourrait toutefois

initier des efforts concertés avec le Canada tout en soutenant le secteur industriel à l'aide d'incitatifs financiers stimulant la transition énergétique vers des combustibles décarbonés.

La seconde mesure consiste à instaurer l'imposition de quotas progressifs de production et d'usage d'hydrogène décarboné, mais aussi d'hydrogène gris ou bleu²¹ en première phase. À titre d'exemple, il pourrait être convenu de fixer dans le temps des pourcentages minimaux d'intégration de l'hydrogène décarboné dans les carburants de synthèse produits et importés au Québec. À cet effet, certaines des parties prenantes des ateliers ont été très critiques quant à la faible ouverture des instances gouvernementales face à de telles mesures. Ces mécanismes réglementaires auraient pour effet à plus long terme de remplacer des combustibles fossiles ou l'hydrogène gris produit par une portion d'hydrogène décarboné, afin d'atteindre un mix énergétique entièrement renouvelable dans un horizon moyen long terme.

La troisième et dernière mesure soulignée par la majorité des acteurs a trait au traitement accordé à l'hydrogène en prévision de son injection dans le réseau gazier. Les parties prenantes sont d'avis qu'il serait important que la Régie de l'énergie assouplisse les règles en place afin de permettre un certain pourcentage d'injection d'hydrogène dans le réseau en tenant bien sûr compte de la capacité technique du réseau à recevoir ce nouvel intrant.

3.5.4 Avenues pertinentes pour le développement des connaissances et des partenariats

La complexité des technologies — pour la plupart encore émergentes — liées à cette filière fait en sorte que les besoins en termes de recherche, d'approche de développement et de mise à l'essai exigent des approches innovantes et collaboratives. Au fil des échanges, les parties prenantes ont fait ressortir le besoin spécifique de recherche en termes de transport et de stockage. Ces éléments sont aujourd'hui des postes de dépense importants où il y a des gains significatifs à réaliser afin d'abaisser les coûts de l'hydrogène décarboné. En ce qui concerne la recherche déjà en cours et les modes de production de la connaissance, les acteurs s'entendent sur le fait que des approches de type consortium entre les industriels, les universités et les gouvernements d'ici et d'ailleurs sont une voie prometteuse. À ce titre, un participant nous dit :

« On se doit d'apprendre des expériences internationales comme le Japon et l'Allemagne. Il faut faire des consortiums entre les universités et les gouvernements avec l'étranger. Il faut construire un écosystème hydrogène accompagné de financement pour la recherche. »

21 Hydrogène produit par reformage du méthane, mais dont les émissions de CO₂ de l'étape de production sont captées afin d'être stockées ou valorisées.

3.5.5 L'acceptabilité sociale, un facteur non négligeable

Notre conception du concept d'acceptabilité sociale est alignée sur la définition de Gendron (2014, p. 124), soit l'« assentiment de la population à un projet ou à une décision résultant du jugement collectif que ce projet ou cette décision est supérieur aux alternatives connues, y compris le statu quo. » Bien que l'acceptabilité sociale n'ait pas constitué un axe central de préoccupation pour les acteurs internes à l'écosystème hydrogène, ni donc un axe central d'analyse dans le cadre du présent volet d'étude, le thème fut au cœur de tous les échanges tenus avec les parties prenantes externes à l'environnement économique (en mode préterrain).

Malgré le petit nombre des entretiens réalisés, il en ressort de cela d'ores et déjà que la thématique divise les acteurs sociaux les mieux informés — apparemment très peu nombreux —, en même temps qu'elle passe encore sous le « radar » d'une vigilance citoyenne plus large. Un important constat émerge donc de l'analyse des discours colligés jusqu'à présent, en lien avec ce que le volet C évoque comme la nécessité de « sensibiliser le public sur l'intérêt de l'hydrogène dans le cadre de la transition énergétique et la mise en place de mesures pour encourager son adoption » (p. 10) : dans la mesure où l'on vise effectivement l'acceptabilité sociale, notre hypothèse est qu'il ne s'agira pas tout

d'abord de « sensibiliser le public » ni de viser à l'adoption de l'hydrogène décarboné d'un seul bloc. Plutôt, il s'agira de communiquer clairement la trajectoire de transition énergétique dans laquelle s'inscrirait l'éventuelle filière québécoise de l'hydrogène — communiquer clairement implique ici vraisemblablement clarifier le positionnement du gouvernement face au développement de la filière hydrogène.

En somme, il en ressort déjà que l'éventuelle stratégie de communication devra être adaptée en fonction des créneaux les plus porteurs à l'usage de l'hydrogène, en même temps que la feuille de route québécoise de l'hydrogène gagnerait à s'insérer dans une trajectoire de transition plus large, qui est cohérente et défendable en soi, vis-à-vis du « grand public ». C'est-à-dire qu'on ne devrait pas d'emblée orienter l'effort de communication vers la sensibilisation des citoyen(ne)s et des acteurs sociaux, mais bien vers la cohérence et le caractère rigoureusement défendable des orientations choisies. Depuis une perspective d'acceptabilité sociale, l'essor d'une filière québécoise de l'hydrogène ne doit pas être envisagé comme une finalité en soi, mais bien comme un vecteur de la transition énergétique du Québec parmi d'autres possibles (et qui lui seraient complémentaires).

L'enjeu de la sécurité devra par ailleurs être abordé de front puisqu'il pourrait susciter un frein à lui seul. Cet enjeu suscite des inquiétudes parmi la population, mais aussi auprès de certains officiers et représentants

de services municipaux d'urgence (corps pompiers, experts en gestion des matières dangereuses, etc.), et ce malgré les formations reçues.

Un deuxième enjeu à aborder de front sera sans contredit lié au potentiel de ce type de projets à stimuler les économies locales, tout en étant en adéquation avec les objectifs économiques, environnementaux et sociétaux plus large du Québec.

4. INTERPRÉTATION DES INFORMATIONS DE L'ENVIRONNEMENT D'AFFAIRES DU QUÉBEC

FORCES, FAIBLESSES, OPPORTUNITÉS ET MENACES (FFOM)

En fonction des interprétations des informations fournies à la section 3, il nous a été possible de tirer divers constats sur les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces de l'environnement d'affaire de la filière hydrogène identifiée par les acteurs consultés.

Nous mettons donc ces éléments de l'avant afin de permettre une compréhension plus fine de la section 5, soit l'adéquation des propositions initiales avec la position des parties prenantes consultées.

4.1 FORCES, FAIBLESSES, OPPORTUNITÉS ET MENACES (FFOM) DE L'ENVIRONNEMENT D'AFFAIRE DU QUÉBEC

La mise en œuvre de chacune des propositions formulées au volet C doit être évaluée au regard des forces, faiblesses, opportunités et menaces (FFOM) de l'environnement d'affaires local dans lequel le déploiement potentiel de cette filière vient s'insérer. Le tableau Tableau 4-1 regroupe les principales forces, faiblesses, opportunités et menaces identifiées.

TABLEAU 4-1 : FFOM DE L'ENVIRONNEMENT D'AFFAIRES AU QUÉBEC

FORCES

- **Dynamisme** des acteurs de l'écosystème
- **Coûts d'électricité** relativement faibles
- **Engagement d'Hydro-Québec** : présence et disponibilité importantes d'électricité renouvelable
- **Accès direct** à la voie maritime et aux ports en eau profonde

FAIBLESSES

- **Coût élevé** de construction des infrastructures et des technologies de production, de stockage et de distribution
- **Immaturité** de certaines technologies de stockage et de distribution et absence de consensus sur les choix technologiques à privilégier
- **Faible vitesse** de transformation du cadre réglementaire
- **Processus d'obtention des permis** d'opération pour les producteurs
- **Important besoin d'investissement en ressources** pour permettre la mise en place des infrastructures requises
- **Absence de mécanisme de marché** permettant de valoriser le premium issu des produits à faible empreinte carbone
- **Absence d'une feuille de route** et d'un plan d'investissement et de soutien gouvernemental
- **Caractère immature** de la chaîne de valeur de l'hydrogène vert
- **Faible coût** de la tonne de carbone

OPPORTUNITÉS

- **Prévision de demande croissante** à l'échelle mondiale
- **Potentiel de diminution de la balance commerciale** via la diminution des importations d'hydrocarbures
- **Potentiel de développement** de brevets commerciaux
- **Amélioration du bilan environnemental** et contribution potentielle à l'atteinte des cibles de réduction des émissions de GES du Québec
- **Autonomie accrue** en matière d'accès de produits chimiques (réduction des importations)

MENACES

- **Incertitudes** perçues par les acteurs en lien avec l'environnement d'affaires
- **Faibles coûts** des combustibles fossiles
- **Absence** d'une bourse carbone globalisée
- **Rigidité** de certaines lois et règlements
- **Incompatibilité** des normes étrangères et locales
- **Acceptabilité sociale** : forte association de l'hydrogène au véhicule léger (uniquement) et caractère controversé de cet usage
- **Difficultés** associées à la mise à l'échelle nécessaire et à la réduction des coûts
- **Connaissances généralement faibles** des usages à fort potentiel technico-économique de l'hydrogène décarboné en contexte québécois

5. MISE EN RELATION AVEC LA PROPOSITION D'UN PLAN D'ACTION POUR LE QUÉBEC

RETOUR ET MISE EN PERSPECTIVE PAR RAPPORT AUX PROPOSITIONS INITIALES

Cette section vise à mettre en relation les propositions formulées dans le volet C de l'étude avec la position des parties prenantes consultées. Dans ce précédent volet, une série de propositions ont été énoncées pour quatre grands axes afin d'outiller le Gouvernement dans l'élaboration éventuelle de cibles et/ou de feuilles de route.

Cette section se présente en deux temps, soit un retour sur les propositions initiales puis une mise en perspective des convergences, divergences et éléments nouveaux en lien avec les propositions initiales au regard de nos activités de consultations avec les parties prenantes de l'écosystème hydrogène.

5.1 RETOUR SUR LES PROPOSITIONS INITIALES POUR LE DÉPLOIEMENT DE L'HYDROGÈNE DÉCARBONÉ AU QUÉBEC

Destinées à construire une expertise pratique en recherche technologique et innovation dans le domaine de l'hydrogène décarboné au Québec, les propositions établies au volet stratégique de l'étude ont été pensées à partir de deux idées maîtresses soit :

1. la décarbonation des secteurs économiques où l'électrification directe n'est pas bien adaptée; et
2. le développement d'une nouvelle industrie chimique verte basée sur des technologies propres.

Ces propositions ont été établies sur quatre grands axes prioritaires soit :

- le développement des compétences ;
- l'électrification du transport intensif ;
- la décarbonation de la sidérurgie et du raffinage ; et
- le développement d'une chimie verte.

D'autres propositions non exclusives à l'un des axes prioritaires et dignes de mention ont également été formulées.

En premier lieu, il est préférable — au bénéfice du lecteur — de rappeler les principales propositions émises pour chacun de ces axes prioritaires. Le Tableau 5-1 synthétise donc ces propositions principales.

**TABLEAU 5-1 :
SYNTHÈSES DES PRINCIPALES PROPOSITIONS ISSUES DU VOLET STRATÉGIQUE DE L'ÉTUDE**

AXES PRIORITAIRES	PROPOSITIONS
DÉVELOPPEMENT DES COMPÉTENCES	<ul style="list-style-type: none"> • Développement et renforcement d'une offre de formation technique (niveau collégial) et en ingénierie (niveau universitaire de 1^{er}, 2^e et 3^e cycle) • Financement d'une grappe industrielle québécoise
ÉLECTRIFICATION DU TRANSPORT	<ul style="list-style-type: none"> • Substitution de véhicules à essence ou diesel par des véhicules électriques à pile à combustible (VÉPC) pour : <ul style="list-style-type: none"> – le transport routier des marchandises sur de longues distances ; – le transport par autobus et/ou taxis ; – les véhicules d'urgence (police, ambulance, etc.) ; – la machinerie lourde (secteur minier et forestier) ; – les véhicules lourds municipaux ; et – les chariots élévateurs. • Recherche et développement pour l'application au secteur maritime et ferroviaire • Stratégie d'alimentation de flottes captives • Approche de <i>hub</i> basée sur la construction de stations de capacité importante réparties géographiquement
DÉCARBONATION DE LA SIDÉRURGIE ET DU RAFFINAGE	<ul style="list-style-type: none"> • Substituer les carburants fossiles utilisés dans les processus industriels par des gaz de synthèse • Substituer l'utilisation, dans le secteur du raffinage, de l'hydrogène issue du vaporeformage par de l'hydrogène vert • Réaliser la captation et la valorisation du CO₂ rejeté par les processus industriels
DÉVELOPPEMENT D'UNE CHIMIE VERTE	<ul style="list-style-type: none"> • Combinaison des molécules d'hydrogène décarboné à d'autres molécules (p. ex. CO₂ recyclé) afin de créer des produits à valeur ajoutée (p. ex. carburants et liquides de synthèse, ammoniac, etc.)
AUTRES	<ul style="list-style-type: none"> • Stocker et alimenter des réseaux autonomes basés sur des technologies de piles à combustibles stationnaires branchées à des énergies renouvelables intermittentes. • Coordonner des efforts concertés avec les autres provinces canadiennes afin de développer les marchés d'exportation • S'impliquer dans le développement des normes techniques et de la réglementation à l'échelle internationale • Favoriser les occasions de synergie et de maillage entre les acteurs de l'écosystème hydrogène au Québec

5.2

ADÉQUATION ENTRE LES PROPOSITIONS INITIALES ET LES PROPOSITIONS DES PARTIES PRENANTES

Cette section vise à mettre en perspective l'adéquation entre les constats des acteurs et les propositions initiales du volet C. Nous en profiterons également pour souligner des éléments nouveaux jugés d'intérêt. Nous couvrirons, un à un, chacun des axes prioritaires et bonifierons les propositions par des éléments émergents qui se situaient au-dehors de la portée du volet C.

5.2.1

Développement des compétences

Du point de vue du développement des connaissances et des compétences, **les participants ont souligné l'intérêt pour le développement d'une main-d'œuvre technique qualifiée.** À cet effet, on reconnaît que certains Centres collégiaux de transfert de technologie (CCTT) devraient être davantage mis à profit, possiblement par une révision de leurs mandats. Toutefois, en ce qui concerne le volet universitaire et la création de chaires d'enseignement et de recherche en hydrogène vert, on souligne que le réseau universitaire est déjà bien outillé et que l'Institut de recherche sur l'hydrogène (IRH) rattaché à l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) porte à bout de bras les recherches en matière d'hydrogène depuis la fin des années 1980. Les précisions sur les secteurs à prioriser ont également émergé des ateliers consultatifs et viennent mettre en lumière les programmes de recherche à soutenir de manière prioritaire.

Pour les producteurs et les industriels, il est prioritaire d'adresser les enjeux liés au stockage et au transport de l'hydrogène. Pour les applications liées à la mobilité, l'accent doit être mis sur les technologies et composantes de manière à créer des systèmes modulaires ce qui faciliterait l'intégration dans tous types de projets.

Le financement et la formation d'une grappe industrielle québécoise sont vus comme des avenues d'intérêt. Il faut d'ailleurs souligner l'existence d'organisation comme Propulsion Québec ou Écotech Québec qui pourrait servir de modèle afin de développer une telle grappe industrielle. Soulignons aussi la naissance de la Coalition Hydrogène Québec, constituée à ce jour uniquement d'industriels, qui pourrait s'avérer un point de départ intéressant.

5.2.2

Électrification des transports

Le cœur de la proposition du volet C consistait à substituer les véhicules à essence ou au diesel par des véhicules électriques à pile à combustible (VÉPC) pour certaines applications spécifiques. Cela apparaît généralement bien aligné avec les constats qui ont émergé des ateliers consultatifs.

Pour le transport routier des marchandises sur de longues distances et la machinerie lourde (p.ex. secteur minier et forestier), cet usage fait l'unanimité notamment en raison des avantages en termes d'autonomie et de vitesse de recharge qui sont des éléments clés pour le transport de marchandises et surtout

pour le potentiel à éliminer de manière significative les émissions de GES associées à ces activités. L'usage des piles à combustible dans le secteur des autobus voyageurs semble également être un projet pertinent pour les parties prenantes de l'environnement économique.

C'est plutôt du côté des autobus municipaux et des flottes de taxis que les constats divergent. À court terme, il semble que les sociétés de transport public aient faits le choix de privilégier d'autres avenues technologiques que le VÉPC. La porte n'est toutefois pas entièrement fermée pour cette application d'intérêt, advenant que les mécanismes d'aide et d'accompagnement soient au rendez-vous. Comme spécifié par certains intervenants, un tel complément viendrait potentiellement diversifier le réseau et ainsi améliorer sa résilience; d'autres insistent toutefois sur la supériorité d'une propulsion électrique à batteries conventionnelle pour ce type d'applications intra-urbaines.

En ce qui concerne le passage de l'industrie du taxi vers des VÉPC, certains des acteurs consultés se sont montrés réfractaires à cette proposition, alors que d'autres y voyaient un sens. Il semble que la structure actuellement très fragmentée de cette industrie rende cette application difficile à opérationnaliser pour les motifs cités à la section 3.2.1. Il n'en demeure pas moins que l'avantage procuré par les VÉPC en termes d'autonomie et de rapidité de recharge fait en sorte que la proposition ne puisse être totalement écartée si ces contraintes devaient être surmontées.

La proposition d'application aux véhicules lourds municipaux est quant à elle bien accueillie puisqu'ils constituent un cas d'application où il est possible de capitaliser sur les forces du VÉPC et constitue des flottes captives qui se prêtent bien à la construction d'infrastructure de production et de distribution réduite.

En ce qui concerne les chariots élévateurs, on nous souligne d'ailleurs l'existence de cas d'applications qui ont déjà fait leurs preuves à l'échelle canadienne, par exemple le centre de distribution du détaillant Canadian Tire situé à Brampton en Ontario. Ce type d'exemples devraient être davantage diffusés pour en favoriser l'adoption.

Le besoin de recherche pour l'application dans le secteur maritime et ferroviaire a suscité de l'intérêt parmi plusieurs acteurs. Des participants ont d'ailleurs signalé que de nombreuses opportunités en ce sens existent sur le territoire québécois. Le secteur maritime des Îles-de-la-Madeleine a été pointé comme un cas d'intérêt afin de mettre en place des bancs d'essai. Les nombreux ports en eau profonde dont dispose le Québec seraient des cas intéressants afin d'entreprendre le verdissement des activités portuaires, mais aussi pour évaluer le potentiel et les opportunités d'exportation. À titre d'exemple, la voie maritime du Saint-Laurent pourrait desservir le marché européen tandis que le futur passage du Nord-Ouest constituerait une avenue afin d'alimenter les marchés asiatiques.

Les propositions liées au développement des infrastructures de ravitaillement ont quant à elle également été bien accueillies. On souligne qu'il est effectivement important de concentrer les efforts afin d'éviter la mise en place d'une infrastructure de ravitaillement répandue sur un grand territoire ce qui serait trop coûteux par rapport à l'usage partiel et sporadique. Des participants ont également souligné l'importance du maillage du territoire par des corridors de service (p. ex. corridor Montréal-Toronto). Pour ce faire, il est toutefois essentiel que le Québec coordonne les efforts avec les autres provinces canadiennes et le gouvernement fédéral.

5.2.3 Décarbonation de la sidérurgie et du raffinage

Les propositions faites en rapport avec l'axe prioritaire de la décarbonation de la sidérurgie, du raffinage et d'autres secteurs classés comme de grands émetteurs de GES seront sans doute complexes à mettre en œuvre bien qu'essentielles. C'est le rationnel économique et les logiques imposées par un marché globalisé qui dictent les actions de ces grands industriels. L'idée de substituer les carburants fossiles utilisés dans les processus industriels par des gaz de synthèses paraît difficilement envisageable pour certains, dans le contexte actuel. Parallèlement, on s'étonne et reste admiratif devant les efforts de réduction des

GES consentis au cours des dernières années par l'un des industriels ayant partagé son cas d'étude, lesquels efforts qualifient maintenant l'entreprise pour un projet pilote de décarbonation de son procédé en substituant une partie du gaz naturel qu'il consomme par de l'hydrogène décarboné.

En raison des coûts associés à une telle transition, voire de substitution, le gaz naturel ou les biocarburants seront probablement les premières alternatives envisagées là où c'est encore possible. On nous dit qu'un passage vers l'usage d'hydrogène ou de gaz de synthèse engendre souvent le besoin d'adapter les équipements et/ou processus, ce qui rend cette transition plus complexe et coûteuse et ne procure aucun avantage concurrentiel. Puisque aucun levier (réglementaire, économique, etc.) n'existe, il sera difficile de répercuter le surcoût qui serait associé à l'usage de ces produits à faible empreinte carbone. Pour que cette transition se fasse, il sera impératif d'instaurer une approche « carotte et bâton » c'est-à-dire de créer des incitatifs comme des crédits carbone liés à l'usage de combustibles verts couplés à des subventions. Simultanément, il serait intéressant d'appliquer une taxe carbone agressive ou des taux progressifs d'usages des combustibles décarbonés dans le but de déplacer graduellement les combustibles fossiles.

La proposition relative à la captation et à la valorisation du CO₂ rejeté par les processus industriels est quant à elle mieux accueillie. De ce côté, le dynamisme des industriels est plus grand, car cette proposition est accompagnée d'un potentiel de rentabilité intéressant. Les industriels qui produisent déjà de l'hydrogène et du CO₂ — comme c'est le cas pour les raffineries — sont ouverts à une telle proposition. Pour eux, les bénéfices sont nombreux, car cette proposition leur permet à la fois de convertir leur production d'hydrogène gris en hydrogène bleu, de réduire leurs émissions de CO₂ et de diversifier leur offre de produits grâce à la production de produits à valeur ajoutée et qu'ils pourraient vraisemblablement écouler localement.

Il n'en demeure pas moins que certains grands émetteurs et leurs partenaires demeurent sceptiques quant à la capacité réelle de transformer et d'identifier des débouchés pour d'aussi importants volumes de CO₂. De plus, certains industriels précisent qu'ils devront vraisemblablement bénéficier de l'accompagnement de l'industrie chimique, car ils ne sont pas outillés pour gérer les enjeux de sécurité ainsi que les processus de transformation du CO₂ en produits à valeur ajoutée puisque cela ne fait partie ni de leur expertise ni de leur mission d'entreprise.

5.2.4 Développement d'une chimie verte

Au cours des ateliers consultatifs, certains intervenants nous ont affirmé que le Québec dispose de toutes les ressources nécessaires afin de devenir un hub international en matière de chimie verte. Les propositions liées à l'axe prioritaire de développement d'une filière dédiée à la chimie verte sont donc en adéquation avec les propos que nous avons pu recueillir. Bien qu'il apparaisse encore nécessaire de mener des travaux de recherche afin de faire la démonstration concrète qu'on arrive à coupler des molécules d'hydrogène décarboné à d'autres molécules (p. ex. CO₂ recyclé) afin de créer des produits à valeur ajoutée, l'appétit pour cette application est bien présent.

Plusieurs parties prenantes démontrent de l'intérêt à alimenter en énergie des réseaux autonomes en se basant sur des technologies de piles à combustibles stationnaires. Des électrolyseurs produisant de l'hydrogène couplé à des énergies renouvelables intermittentes, permettent de stocker les surplus d'énergies renouvelables et ainsi d'améliorer la rentabilité de ces dernières. Encore une fois, les Îles-de-la-Madeleine sont cités comme un terrain de jeu favorable à l'émergence et à la mise à l'essai de ces approches. Un avantage que possède ce territoire est la présence d'anciennes mines de sel qui offrent un potentiel de stockage quasi infini. Encore une fois, c'est l'absence d'un rationnel économique qui pourrait constituer le principal frein à de tels projets dans un horizon rapproché.

5.2.5 Autres

En ce qui concerne les autres grandes propositions discutées, la première, soit l'exportation, ne semble pas faire l'unanimité. Comme mentionné plus tôt dans le rapport, bien que l'exportation ait un sens pour de nombreux intervenants, il est reconnu que le Québec doit avant tout améliorer la disponibilité de l'hydrogène décarboné pour subvenir à ses propres besoins — sans toutefois que cela ne ferme la porte à cette avenue. Les principaux débouchés d'intérêt pour l'exportation seraient donc essentiellement liés aux carburants décarbonés et aux produits issus de la chimie verte qui eux procurent des marges de profit avantageuses et contribuent significativement à l'économie québécoise.

Ensuite, les participants reconnaissent qu'il est impératif que le Québec et le Canada s'impliquent dans le développement des normes techniques et de la réglementation à l'échelle internationale. C'est la définition d'un cadre réglementaire international et de normes internationales qui façonneront les marchés. La définition d'un cadre réglementaire strict a le potentiel de stimuler la demande, tandis que le Québec, grâce aux travaux et efforts déjà entamés par le Bureau de normalisation du Québec (BNQ), peut influencer les normes internationales afin d'assurer que seuls les plus hauts standards en matière de sécurité soient acceptés et que l'adéquation avec nos normes et standards nationaux soit considérée.

Quant à la proposition visant à favoriser les occasions de maillage et de synergies industrielles, elle reçoit un appui favorable de la part des organisations participantes. Il apparaît donc bien avisé de fournir le soutien et l'accompagnement nécessaires pour permettre de stimuler de telles synergies industrielles entre les acteurs de l'écosystème hydrogène au Québec.

Finalement, quelques autres propositions ont émergé des ateliers sans à proprement dit être apparues comme des propositions concrètes du volet C de l'étude. Certaines d'entre elles en raison de leur évidence à la lumière des trois volets précédents de l'étude, les autres en raison du besoin d'approfondir les recherches afin d'en établir la rigueur. Nous tenions toutefois à lister ces propositions ci-dessous :

- du point de vue du rationnel économique, il est impératif de travailler avec les surplus d'énergie hydroélectrique : d'une part, la construction de nouvelles infrastructures hydroélectriques ne peut en aucun cas être envisagée ; et d'autre part, les projets de production d'hydrogène par électrolyseur doivent être stratégiquement situés sur le réseau, afin d'éviter d'en déstabiliser la capacité de quelque façon que ce soit ;
- le potentiel technico-économique de la production d'hydrogène décarboné à l'aide de biomasse doit être exploré dans une étude à part entière.

Le Tableau 5-2 synthétise le niveau d'adéquation des propositions initiales par rapport à la position des parties prenantes de l'environnement économique rencontrées dans le cadre des ateliers consultatifs. La légende des niveaux d'adéquation est présentée à la suite du tableau. Les divers niveaux d'adéquation ont été déterminés en tenant compte de l'adhésion générale des participants et de la fréquence des mentions d'éléments d'opposition ou de bonification émergeant du discours des acteurs interpellés.

TABLEAU 5-2 : NIVEAU D'ADÉQUATION DES PROPOSITIONS INITIALES AVEC LA POSITION DES PARTIES PRENANTES DE L'ENVIRONNEMENT ÉCONOMIQUE

AXES PRIORITAIRES	PROPOSITIONS INITIALES	NIVEAU D'ADÉQUATION
DÉVELOPPEMENT DES COMPÉTENCES	Développement et renforcement d'une offre de formation technique (niveau collégial) et en ingénierie (niveau universitaire de 1 ^{er} , 2 ^e et 3 ^e cycle)	Adéquation forte, avec bonifications et/ou réserves
	Financement d'une grappe industrielle québécoise	Adéquation forte
ÉLECTRIFICATION DU TRANSPORT	Substitution de véhicules à essence ou diesel par des véhicules électriques à pile à combustible (VÉPC) pour le transport routier des marchandises sur de longues distances et la machinerie lourde (secteur minier et forestier)	Adéquation forte, avec bonifications et/ou réserves
	Substitution de véhicules à essence ou diesel par des véhicules électriques à pile à combustible (VÉPC) pour le transport par autobus et/ou taxis	Adéquation faible ou rejet de la proposition
	Substitution de véhicules à essence ou diesel par des véhicules électriques à pile à combustible (VÉPC) pour les véhicules d'urgence (police, ambulance, etc.), les véhicules lourds municipaux, les chariots élévateurs et le secteur maritime et ferroviaire	Adéquation forte, avec bonifications et/ou réserves
	Stratégie d'alimentation de flottes captives	Adéquation forte
	Approche de hub basée sur la construction de stations de capacité importante réparties géographiquement	Adéquation forte

■ Adéquation forte
 ■ Adéquation forte, avec bonifications et/ou réserves
 ■ Adéquation partielle, avec bonifications et/ou réserves
 ■ Adéquation faible ou rejet de la proposition

TABLEAU 5-2 : NIVEAU D'ADÉQUATION DES PROPOSITIONS INITIALES AVEC LA POSITION DES PARTIES PRENANTES DE L'ENVIRONNEMENT ÉCONOMIQUE

AXES PRIORITAIRES	PROPOSITIONS INITIALES	NIVEAU D'ADÉQUATION
DÉCARBONATION DE LA SIDÉRURGIE ET DU RAFFINAGE	Substituer les carburants fossiles utilisés dans les processus industriels par des gaz de synthèse	
	Substituer l'utilisation, dans le secteur du raffinage, de l'hydrogène issue du vaporeformage par de l'hydrogène vert	
	Réaliser la captation et la valorisation du CO₂ rejeté par les processus industriels	
DÉVELOPPEMENT D'UNE CHIMIE VERTE	Combinaison des molécules d'hydrogène décarboné à d'autres molécules (p. ex. CO₂ recyclé) afin de créer des produits à valeur ajoutée (p. ex. carburants de synthèse, ammoniac, etc.)	
AUTRES	Stocker et alimenter des réseaux autonomes basés sur des technologies de piles à combustible stationnaires branchées à des énergies renouvelables intermittentes	
	Coordonner des efforts concertés avec les autres provinces canadiennes afin de développer les marchés d'exportation	
	S'impliquer dans le développement des normes techniques et de la réglementation à l'échelle internationale	
	Favoriser les occasions de synergie et de maillage entre les acteurs de l'écosystème hydrogène au Québec	

■ Adéquation forte
 ■ Adéquation forte, avec bonifications et/ou réserves
 ■ Adéquation partielle, avec bonifications et/ou réserves
 ■ Adéquation faible ou rejet de la proposition

6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

UNE FEUILLE DE ROUTE QUÉBÉCOISE DE L'HYDROGÈNE INSCRITE DANS LE CADRE PLUS LARGE D'UNE TRAJECTOIRE DE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE COHÉRENTE AVEC LES OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIO-ÉCONOMIQUE DU QUÉBEC

À ce stade, les efforts déployés au cours du volet D de cette étude ont permis de définir les perceptions, intérêts et motivations des acteurs à s'engager et à investir dans des projets de développement économique structurants, de fournir une meilleure connaissance des acteurs économiques les plus engagés envers l'hydrogène vert et d'identifier les forces, faiblesses, opportunités et menaces (perçues et réelles) de l'environnement d'affaires. Ils ont également permis d'apprécier plus amplement les travaux du volet C afin de pointer vers des ajustements et/ou bonifications envisageables qui offrent à TEQ et au MERN un recul supplémentaire afin de guider la prise de décision stratégique.

À la lumière des constats de notre analyse, il paraît crucial qu'une feuille de route québécoise de l'hydrogène soit préparée et qu'elle s'inscrive clairement dans le cadre plus large d'une trajectoire de transition énergétique cohérente avec les objectifs environnementaux et socio-économiques du Québec et les résultats des études éventuellement menées. Cette feuille de route devrait également

être co-construite avec les parties prenantes internes et externes, et ce dans une dynamique démocratique afin d'en assurer la légitimité vis-à-vis des acteurs économiques tout autant que de la population québécoise. En ce qui a trait plus spécifiquement aux conditions du succès d'une éventuelle filière québécoise de l'hydrogène décarboné, il sera par ailleurs crucial que la feuille de route puisse susciter (voire à créer) une adéquation forte et stable entre les quantités d'hydrogène produites, d'une part, et leurs usages aux « bons endroits », d'autre part. Les participants aux ateliers l'ont énoncé clairement : cela permettrait d'atténuer l'ampleur du risque financier qui prévaut en ce moment, lequel constitue vraisemblablement un frein à l'essor de la filière au Québec en dépit de l'occasion économique largement perçue, et de l'engouement des parties prenantes économiques à son endroit.

Enfin, en vue d'une phase d'analyse subséquente, nous recommandons aux ministères et organismes responsables de la préparation de la feuille de route québécoise de l'hydrogène de :

1.

LANCER DES TRAVAUX DE RECHERCHE QUI PERMETTRAIENT DE CONTEXTUALISER LES TECHNOLOGIES À DISPOSITIONS

et les usages envisagés sur la base de leurs impacts environnementaux, sociaux et de leurs coûts dans une perspective « cycle de vie » (ACV environnementale, analyse des coûts du cycle de vie).

2.

ÉVALUER ET CONSTRUIRE L'ACCEPTABILITÉ SOCIALE DES SCÉNARIOS D'USAGE ENVISAGÉS,

sans présumer de l'adéquation entre les enjeux (ou points de débat) d'un secteur d'usage de l'hydrogène à un autre.

7. RÉFÉRENCES

- [1] Gendron, C. (2014). *Penser l'acceptabilité sociale : au-delà de l'intérêt, les valeurs*. *Communiquer*, 11, 117-129. doi : 10.4000/communiquer.584

EXEMPLE DE QUESTIONNAIRE PROPOSÉ EN AVAL DES ATELIERS CONSULTATIFS (ATELIER INDUSTRIEL)

THÈME A	LA CONNAISSANCE, LES COMPÉTENCES ET LES PARTENARIATS
A1	De quelles informations critiques avez-vous besoin pour vous aider à prendre des décisions stratégiques et évaluer le potentiel de projets permettant de substituer du gaz naturel ou de l'hydrogène gris par de l'hydrogène vert, dans le cadre de vos activités industrielles ?
A2	Quelles sont les principales pistes de solutions envisageables pour lever les barrières à vos projets en matière de réduction d'émissions de gaz à effet de serre (GES) ?
A3	Quels domaines de recherche devraient être priorités afin de favoriser le développement de projets innovants aptes à substituer du gaz naturel ou de l'hydrogène gris par de l'hydrogène vert ?
A4	Dans le cadre de vos propres activités industrielles, escomptez-vous qu'il puisse éventuellement être avantageux de produire vous-même de l'hydrogène vert ? Comment cette décision change-t-elle ou bascule-t-elle en fonction des coûts/kg des différents combustibles à disposition ?
THÈME B	LES FREINS ET LES FACTEURS DE SUCCÈS
B1	Pour que votre organisation prenne part au déploiement d'une filière québécoise de l'hydrogène vert, quelles sont les conditions nécessaires à réunir en matière de plans/politiques/programmes publics ? Sous quelles conditions vos activités industrielles pourraient-elles faire partie d'une feuille de route québécoise de l'hydrogène vert ?
B2	En termes de réglementation, quelles seraient les améliorations à apporter afin de soutenir l'essor de vos projets innovants en matière de réduction d'émissions de gaz à effet de serre (GES) ? Par exemple, quels aménagements réglementaires aideraient à maintenir/engendrer la compétitivité de vos produits industriels sur le marché québécois, nord-américain et/ou global, advenant qu'ils soient produits à partir d'hydrogène vert ?

B3	Quels sont vos propres objectifs en matière de réduction de gaz à effet serre (GES)? Les différents paliers de gouvernement imposent-ils des cibles de réduction de GES pour votre secteur industriel? Comment comptiez-vous arriver à atteindre ces objectifs/cibles avant la crise sanitaire actuelle? En raison de la crise, vos objectifs/cibles de réduction de GES et la stratégie envisagée pour les réduire ont-ils changé? Dans quelle mesure l'hydrogène vert faisait déjà (ou fera désormais) partie de votre stratégie de réduction de GES? Quels bénéfices sont à tirer de l'utilisation accrue d'hydrogène vert dans vos procédés, autres que celui de la réduction des émissions de GES?
B4	Quels volumes annuels d'hydrogène vert seraient nécessaires pour combler vos besoins à court, moyen et long terme? Vos activités engendrent-elles en ce moment des volumes d'hydrogène non valorisés?
B5	Est-ce qu'une approche de soutien à la production d'hydrogène vert serait plus pertinente qu'une approche de soutien à la consommation? Expliquer votre point de vue.
B6	Considérez-vous que les municipalités sont adéquatement outillées pour soutenir le développement d'une filière québécoise de l'hydrogène vert? Sinon, où se situent les freins et inquiétudes? Qu'est-ce qui doit être mis en place ou bien considéré pour un développement régional réussi?
B7	Comment serait perçue la condition d'éligibilité suivante pour une subvention : l'octroi de la subvention est conditionnel à un maillage entre le producteur d'hydrogène vert et un partenaire consommateur, par exemple, dans un secteur industriel donné? Certains types de partenariats (synergies industrielles, coentreprises, etc.) seraient-ils nécessaires à l'usage accru d'hydrogène vert dans votre secteur d'activités?
THÈME C	L'ARGUMENTAIRE ET L'ACCEPTABILITÉ SOCIALE
C1	Quels arguments économiques et arguments d'autres natures (environnementaux, sociaux, etc.) permettraient de justifier le déploiement d'une filière québécoise de l'hydrogène vert?
C2	Quelles retombées économiques (et d'autres types) seraient envisageables par la voie de projets industriels de substitution de combustibles fossiles par de l'hydrogène vert?
C3	Selon vous, quels seraient les retombées économiques et les avantages à tirer pour le Québec de l'exportation d'hydrogène vert, advenant que celui-ci soit produit à un prix d'électricité subventionné?

ANNEXE B

LISTE DES QUESTIONS ET PRIORISATIONS PAR LES ACTEURS ÉCONOMIQUES

Cette annexe présente – de manière synthétique – la priorisation des questions qui ont été proposées puis discutées au cours de chacun des trois ateliers de groupe. Le nombre de répondants, soit la taille de l'échantillon, est désigné par la mention « n ». Les pourcentages dans les colonnes indiquent quant à eux – en valeur relative – le nombre de répondants qui ont souhaité aborder cette question.

		Secteur de la production (n = 10)	Secteur de la mobilité (n = 20)	Secteur de l'usage industriel (n = 11)
THÈME A	LA CONNAISSANCE, LES COMPÉTENCES ET LES PARTENARIATS			
A1	De quelles informations critiques avez-vous besoin pour vous aider à prendre des décisions stratégiques et évaluer le potentiel de projets permettant de substituer du gaz naturel ou de l'hydrogène gris par de l'hydrogène décarboné, dans le cadre de vos activités industrielles ?	50 %	35 %	45 %
A2	Quelles sont les principales pistes de solutions envisageables pour lever les barrières à vos projets ?	90 %	55 %	36 %
A3	Quels domaines de recherche devraient être priorités afin de favoriser le développement de projets innovants ?	50 %	65 %	18 %
A4	Dans le cadre de vos propres activités industrielles, escomptez-vous qu'il puisse éventuellement être avantageux de produire vous-même de l'hydrogène décarboné ? Comment cette décision change-t-elle ou bascule-t-elle en fonction des coûts/kg des différents combustibles à disposition ?	s.o.	s.o.	55 %

Secteur de la production (n = 10) Secteur de la mobilité (n = 20) Secteur de l'usage industriel (n = 11)

THÈME B		LES FREINS ET LES FACTEURS DE SUCCÈS		
B1	Pour que votre organisation prenne part au déploiement d'une filière québécoise de l'hydrogène décarboné, quelles sont les conditions nécessaires à réunir en matière de plans/politiques/programmes publics? Sous quelles conditions vos activités industrielles pourraient-elles faire partie d'une feuille de route québécoise de l'hydrogène décarboné?	s.o.	s.o.	45 %
B2	En termes de réglementation, quelles seraient les améliorations à apporter afin de soutenir l'essor de vos projets?	50 %	35 %	45 %
B3	Quels sont vos propres objectifs? Les différents paliers de gouvernement imposent-ils des cibles liées à ces objectifs? Comment comptiez-vous arriver à atteindre ces objectifs/cibles avant la crise sanitaire actuelle?	s.o.	s.o.	45 %
B4	Quels volumes annuels d'hydrogène décarboné seraient nécessaires pour combler vos besoins à court, moyen et long terme? Vos activités engendrent-elles en ce moment des volumes d'hydrogène non valorisés?	s.o.	s.o.	27 %
B5	Est-ce qu'une approche de soutien à la production d'hydrogène décarboné serait plus pertinente qu'une approche de soutien à la consommation? Expliquer votre point de vue.	40 %	25 %	27 %
B6	Considérez-vous que les municipalités sont adéquatement outillées pour soutenir le développement d'une filière québécoise de l'hydrogène décarboné? Sinon, où se situent les freins et inquiétudes? Qu'est-ce qui doit être mis en place ou bien considéré pour un développement régional réussi?	10 %	30 %	0 %
B7	Comment serait perçue la condition d'éligibilité suivante pour une subvention : l'octroi de la subvention est conditionnel à un maillage entre le producteur d'hydrogène décarboné et un partenaire consommateur?	50 %	30 %	27 %
THÈME C		L'ARGUMENTAIRE GÉNÉRAL ET L'ACCEPTABILITÉ SOCIALE		
C1	Quels arguments économiques et arguments d'autres natures (environnementaux, sociaux, etc.) permettraient de justifier le déploiement d'une filière québécoise de l'hydrogène décarboné?	80 %	65 %	55 %
C2	Selon vous, quels seraient les retombées économiques et les avantages à tirer pour le Québec de l'exportation d'hydrogène décarboné, advenant que celui-ci soit produit à un prix d'électricité subventionné?	90 %	45 %	55 %

ANNEXE C

LISTES DES ORGANISATIONS AYANT PRIS PART AUX ATELIERS ET DE LEUR REPRÉSENTANT ET REPRÉSENTANTE

Dans le cadre de volet D de l'étude, tous les participants et participantes ont signé une entente de confidentialité. Au total, une cinquantaine de personnes ont été consultées. Cette annexe liste exclusivement les participants, participantes et organisations ayant autorisé la divulgation des informations qui suivent en date du 23 juillet 2020.

ORGANISATIONS ET LEUR REPRÉSENTANT(E) LORS DE L'ATELIER PRODUCTION

ORGANISATION	REPRÉSENTANT(E)	FONCTION
s.o.	Benoît Roch	Directeur principal, Énergies alternatives et mandats spéciaux
H2 V Énergies	Normand Goyette	Président
Harnois Énergies	Jean-Philippe Wilkins	Directeur, exploitation et développement immobilier
HY2GEN Canada Inc.	Cyril Dufau-Sansot	Président
Institut d'innovations en éco matériaux, écoproduits, éco énergies	Patrice Mangin	Professeur

ORGANISATIONS ET LEUR REPRÉSENTANT(E) LORS DE L'ATELIER PRODUCTION

ORGANISATION	REPRÉSENTANT(E)	FONCTION
Association du Camionnage du Québec (ACQ)	Axel Rioux	Coordonnateur, Communications et Affaires politiques
Ballard Power Systems Inc.	Nicolas Pocard	Directeur, Marketing
Evolugen	Jean-Philippe Wilkins	Directeur, exploitation et développement immobilier
(Brookfield Renewable)	Nicolas Bossé	Vice-président principal, Stratégie et Initiatives de croissance
Centre de gestion de l'équipement roulant (CGER)	Marc-André Bois	Direction de l'expertise, de l'ingénierie et des acquisitions
Coalition hydrogène Québec	Michel Archambault (Hydrogenics)	Porte-parole
Consortium de recherche et d'innovation en transport urbain au Canada (CUTRIC/CRITUC)	Carla Guillaume	Adjointe à la direction et agente de liaison pour le Québec
Harnois Énergies	Jean-Philippe Wilkins	Directeur, exploitation et développement immobilier
Institut du véhicule innovant (IVI)	Frederick Prigge	Directeur recherche et développement
Institut de recherche sur l'hydrogène (IRH)	Souso Kelouwani	Professeur/Chercheur
Nordresa	Frédéric Delrieu	Directeur de projet
Taxelco	Jordan Charbonneau	Directeur - Transformation
Toyota Canada Inc.	Patrick Ryan	Gestionnaire national, Normes des concessionnaires et opérations de vente

ORGANISATIONS ET LEUR REPRÉSENTANT(E) LORS DE L'ATELIER INDUSTRIEL

ORGANISATION	REPRÉSENTANT(E)	FONCTION
Association industrielle de l'est de Montréal (AIEM)	André Brunelle (Chimie ParaChem)	Président
CEZinc (Zinc Électrolythique du Canada)	Charles Desroches	Métallurgiste d'usine
Chimie Parachem	Bruno Charest	Directeur ingénierie et support aux opérations
s.o.	Marc Désaulniers	Ingénieur Principal, Énergie
s.o.	Martin Laroche	Directeur, Affaires réglementaires en environnement
Innovation et Développement Manicouagan	Guy Simard	Directeur du développement industriel
Pôle des technologies propres de la Gaspésie	Guy Pardiac	Directeur général
Port de Montréal	Daniel Dagenais	VP, Opérations
Rio Tinto Fer et Titane	Marie-Pierre Paquin	Directrice, Recherche pyrométallurgie
SAF+ Consortium	Alex Jordan	Directeur technique et cofondateur
Université McGill	Sylvain Coulombe	Professeur

ORGANISATIONS AVEC UN STATUT D'OBSERVATEUR LORS DES TROIS ATELIERS CONSULTATIFS

ORGANISATIONS

Transition énergétique Québec (TEQ)

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Ministère de l'Économie et de l'Innovation (MEI)

Investissement Québec

Montréal International

CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES

Couverture : iStockphoto

