

# Consultations sur l'hydrogène vert et les bioénergies

Vers une stratégie québécoise sur l'hydrogène vert et les bioénergies



Réseau québécois  
sur l'énergie intelligente

**Σ SCOUCADE  
NERGIE**  
Regroupement des CCTT en  
transition énergétique au  
Québec

**cirodd**   
Centre interdisciplinaire de recherche  
en opérationnalisation du développement durable

## Table des matières

Préambule	1
Portée du présent mémoire	3
Axe 1 Environnement d'affaires	4
Objectif 1 : Développer les infrastructures de production et de distribution	4
Objectif 2 : Augmenter l'utilisation de l'hydrogène vert et des bioénergies	4
Axe 2 Connaissances et innovation	6
Objectif 3 : Améliorer les connaissances et leur diffusion	6
Objectif 4 : Développer des solutions et des procédés innovants	6
Axe 3 Collaboration, information et promotion	7
Objectif 5 : Accroître l'engagement des secteurs publics et privés en faveur du développement des filières de l'hydrogène vert et des bioénergies	7
Objectif 6 : Favoriser l'adhésion des communautés locales et autochtones au développement des filières	7
Conclusion	8
Signatures	9
Remerciements	10

## Préambule

La remise de ce mémoire commun se fait de façon volontaire, non-engageante et a pour objectif de bonifier les échanges dans le cadre de l'élaboration de la *Stratégie québécoise sur l'hydrogène vert et les bioénergies*. Ce document fait valoir les points de vue communs du Réseau québécois sur l'énergie intelligente (RQEI), de l'Escouade énergie (EÉ) et du Centre interdisciplinaire de recherche en opérationnalisation du développement durable (CIRODD).

Le RQEI : créé en 2018, le Réseau québécois sur l'énergie intelligente [RQEI] regroupe des scientifiques de dix universités et six cégeps sur l'ensemble du territoire québécois. Il s'agit d'une force de frappe de quelque 75 chercheurs et chercheuses de calibre international et d'environ 700 étudiants et étudiantes aux cycles supérieurs en provenance de plusieurs disciplines du secteur de l'énergie. La mission du RQEI est de mutualiser les expertises et les infrastructures de recherche pour permettre le développement d'un ensemble cohérent de solutions techniques innovantes qui soutiennent et accélèrent la transition énergétique en cours. Le RQEI répond à un besoin de collaboration et de partage des ressources investies dans la recherche pour l'énergie au Québec. Le RQEI crée une grande synergie entre les acteurs et permet un renforcement mutuel des équipes et des investissements en recherche.

L'EÉ est un regroupement de 15 Centres collégiaux de Transfert technologique qui vise à catalyser les ressources et l'expertise multidisciplinaire de ses membres afin d'offrir des solutions intégrées et novatrices pour répondre aux besoins complexes des organisations et contribuer à la transition énergétique. Active depuis 2018, l'EÉ regroupe plus de 70 experts dans tous les domaines de la TÉ, environ 160 M\$ d'équipements de recherche et a réalisé plus de 1000 projets dans le domaine. Elle a été mise sur pied afin de :

- Jouer un rôle actif pour permettre au Québec d'atteindre ses cibles de diminution des émissions de GES et d'opérer la transition vers une économie plus sobre en carbone ;
- Outiller les entreprises du Québec afin d'améliorer leur bilan énergétique ;
- Mutualiser les équipements et les expertises de plusieurs centres d'expertise au bénéfice de l'industrie ;
- Augmenter la recherche appliquée en transition énergétique

L'ÉE a mis sur pied le CITEQ, un regroupement collègue – université (RIC) qui bénéficie d'un financement du programme Catalyseur d'innovation des Fonds de recherche du Québec – Nature et technologie dans le domaine de la recherche appliquée à la transition énergétique.

Le CIRODD est un centre de recherche, de développement et de référence en opérationnalisation du développement durable dont la mission est d'accélérer la transformation de la société afin de soutenir la transition socio-écologique par l'innovation durable et la transdisciplinarité. Il s'est doté d'objectifs trans- et inter-disciplinaires ambitieux qui provoquent des synergies inédites entre chercheurs de disciplines variées et acteurs de terrain. Issu du Fonds de recherche du Québec – Nature et technologie (FRQNT) et Société et culture (FRQSC), le CIRODD est le premier regroupement stratégique en développement durable au Québec.

Par ce mémoire, les experts du milieu de la recherche des domaines de l'énergie, de la transition énergétique et du développement durable proposent un point de vue commun afin de propulser les filières de l'hydrogène vert et des bioénergies sur tout le territoire québécois. La mise en commun de différentes perspectives intersectorielles (sciences naturelles et génie, sciences humaines et sociales) et interordres (collèges et universités) assure la cohésion nécessaire pour à un arrimage sociétal. En somme, cette réflexion commune entre le RQEI, l'ÉE et le CIRODD met en lumière l'unicité et la complémentarité des trois réseaux. De fait, alors que la programmation scientifique du RQEI se concentre sur la science et la recherche en énergie incluant l'hydrogène vert et les bioénergies, le CIRODD s'intéresse spécifiquement à l'opérationnalisation du développement durable qui se base, entre autres, sur une transformation socioénergétique avec notamment, un axe de développement en sciences humaines et sociales. Pour sa part, l'ÉE soutient la recherche industrielle et l'innovation durable<sup>1</sup> sur tout le territoire du Québec. Bref, ce mémoire de portée intersectorielle et interordre offre à la fois la profondeur du milieu universitaire et un rapprochement vers le milieu utilisateur.

---

<sup>1</sup> Nouveau service, produit, processus ou pratique, issu de la collaboration entre différent.e.s act.rice.eur.s, qui contribue à opérer une transformation socio-écologique, interdisciplinaire, structurelle et systémique visant à rendre la société compatible avec les limites planétaires et à assurer le bien-être humain et la résilience sociétale. <https://cirodd.org/0xpy9dRy/wp-content/uploads/2021/03/Livre-blanc-de-linnovation-durable-version-finale-19-fevrier-1.pdf> (page 9)

## Portée du présent mémoire

La pertinence et la place de l'hydrogène vert et des bioénergies pour l'atténuation des changements climatiques étant déjà largement discutées dans différents documents<sup>2</sup>, la présente réflexion du RQEI, de l'ÉE et du CIRODD se concentre sur les trois axes et les six objectifs de la consultation, et non sur les questions à débattre telles que les incitatifs fiscaux ou autres considérations qui sortent de l'expertise de nos regroupements respectifs de scientifiques.

La portée de ce mémoire s'étend donc sur l'hydrogène vert selon trois domaines d'activités scientifiques, soient la production (électrolyse de l'eau à partir de sources d'énergie renouvelable et la gazéification de la biomasse), le stockage direct (hydrogène liquide ou sous pression) ou indirect (conversion et stockage sous forme d'ammoniac, LOHC et hydrures métalliques). Finalement, l'utilisation finale dans les transports, en industrie (particulièrement en sidérurgie), l'équilibrage des réseaux, alimentation de microréseaux, la chimie verte, les usages gaziers, etc. Le lien entre la filière de l'hydrogène vert et celle des bioénergies étant au niveau des matières de base pour les bioraffineries, les réflexions entre les deux se feront de façon simultanée. Le mémoire se concentre sur le support académique à la mise en place des filières. Le soutien du RQEI, de l'EE et du CIRODD aux mesures provinciales pour l'efficacité énergétique et l'électrification directe des procédés est alors implicite, mais bien réel. Par exemple, des mesures de réduction de la consommation d'énergie chez les utilisateurs existants sont indispensables afin de libérer les surplus énergétiques nécessaires à l'électrolyse de l'eau.

Finalement, notons ici que le document de consultation proposé par le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles ne parle pas de l'électricité verte tirée d'un processus de biométhanisation. Cependant, notre réflexion est plus large que les bioénergies liquides et solides. Par exemple, le biométhane (CH<sub>4</sub>) valorisé pour produire de l'électricité de source renouvelable, de la chaleur ou d'autres vecteurs énergétiques à faible intensité de carbone entre pleinement dans notre lecture d'une stratégie autour des bioénergies.

---

<sup>2</sup> Polytechnique Montréal (2020), Étude sur le potentiel technico-économique du développement de la filière de l'hydrogène au Québec et son potentiel pour la transition énergétique.  
<https://consultation.quebec.ca/uploads/decidim/attachment/file/136/Document-consultation-hydrogene-vert-bioenergies-12-2021.pdf>

## Axe 1 Environnement d'affaires

### Objectif 1 : Développer les infrastructures de production et de distribution

Impliquer les universités et les collèges pour mener des études objectives portant sur :

1. Évaluation du potentiel des sites et lieux stratégiques de production d'hydrogène à partir de l'éolien et solaire incluant le biogaz et les biocarburants, d'entreposage, de distribution, de la logistique, de l'approvisionnement en biomasse et de l'utilisation
2. Opérationnalisation de la recherche réalisée et contribution au choix de meilleures technologies
3. Financement de collectes de données opérationnelles plus fines et plus précises pour améliorer les modèles. Optimisation du potentiel grâce au financement de recherche opérationnelle
4. Technologies actuelles de production de biohydrogène (à partir de biomasse, eaux usées et matières résiduelles organiques) mais aussi les technologies innovantes du futur (photocatalyse par exemple).

Cela permettra, entre autres, de valoriser les collaborations académiques interétablissements, intersectorielles et interordres avec l'industrie et les villes. Cette forme de collaboration permet aussi de soutenir scientifiquement les décisions des acteurs du terrain augmentant ainsi l'objectivité des orientations et politiques publiques, et ce, à tous les paliers gouvernementaux.

### Objectif 2 : Augmenter l'utilisation de l'hydrogène vert et des bioénergies

Augmenter le financement de la recherche fondamentale et appliquée pour l'innovation durable

1. Investir dans les infrastructures de recherche sur tout le territoire
2. Investir dans la structuration de la recherche sur tout le territoire
3. Mobiliser et financer sur du long terme les structures organisationnelles existantes, RQEI, EÉ, CIRODD, entre autres, permettant ainsi de briser les silos et de promouvoir l'innovation durable et la transdisciplinarité
4. Financer les programmes de données opérationnelles ouvertes (partage) afin de combler les besoins de données opérationnelles

Impliquer les universités et les collèges pour assurer l'utilisation sécuritaire et responsable de l'hydrogène vert et des bioénergies :

1. Sensibilisation du public universitaire et du grand public
2. Préparation, élaboration et rédaction des normes (code québécois en hydrogène vert et bioénergies)
3. Cybersécurité à tous les niveaux (production, intégration dans le réseau, utilisation)

- a. Prévention contrôle accès (actifs physiques et données), détection d'intrusion précoce et mitigation
- b. Stockage de données et interaction entre logiciels et matériel

Développer le continuum science fondamentale  $\leftrightarrow$  recherche appliquée  $\leftrightarrow$  innovation durable (universités-collèges-industries-villes) afin d'accélérer l'adoption des technologies de l'hydrogène vert et des bioénergies. Il s'agit d'intégrer des recherches spécifiques de très haut niveau pour former un écosystème performant, inter- et trans-disciplinaire, voire intersectoriel, interordre et axé sur les besoins sociétaux.

Privilégier des voies de collaboration avec les CCTT, les villes et les industriels pour la réalisation d'études technico-économiques afin d'identifier le potentiel et la faisabilité réels, en fonction des expertises et des données opérationnelles. Cela permettrait de préciser les rapports de firmes de génie-conseil.

Valoriser l'excellence de la recherche québécoise et les collaborations afin de développer un avantage stratégique de calibre international.

Développer une feuille de route des formations des personnels hautement qualifiés et techniques nécessaires au développement des filières et des formations sur les enjeux de l'hydrogène vert et les bioénergies pour les différents publics cibles (gestionnaires d'entreprise, grand public, etc.).

S'assurer de former les étudiants et les étudiantes, les responsables des projets à l'importance des critères de l'équité, diversité et inclusion (ÉDI) et de renforcer la prise en compte de ces principes dans les différentes phases des projets.

À l'échelle de nos réseaux (RQEI, EÉ, CIRODD), collaborer avec les projets de zones d'innovation qui concentrent les activités dans certaines régions. Cela permettrait, entre autres, d'augmenter l'accès aux données opérationnelles pour tous les partenaires et d'avancer la recherche. Également, l'implication des acteurs académiques garantira aux industries déployées dans les zones d'innovation un accès à une main-d'œuvre hautement qualifiée.

## Axe 2 Connaissances et innovation

### Objectif 3 : Améliorer les connaissances et leur diffusion

Financer des travaux de veille technologique longitudinaux et pérennes. Mettre en place les mécanismes de centralisation de l'information afin de mettre en commun les ressources.

Continuer à fédérer les milieux de la science fondamentale et de la recherche appliquée, de l'industrie, les collèges, les villes, les agences gouvernementales, etc., en bâtissant sur les structures existantes. Au Québec, nous avons beaucoup de chercheurs étoiles qui sont très performants au niveau de leur expertise scientifique de pointe et qui sont largement reconnus à l'international, toutefois il y a encore beaucoup de travail en silo alors que les enjeux de la transition socioénergétique réclament une réponse commune dans un système énergétique cohérent.

Appuyer la formation de la main-d'œuvre à tous les niveaux que ce soit universitaire, collégial, professionnel.

Contribuer à la démocratisation de connaissances en lien avec la production et l'utilisation de l'hydrogène vert et des bioénergies.

### Objectif 4 : Développer des solutions et des procédés innovants

Accroître le financement de la recherche académique sans partenariat industriel et promouvoir divers projets recherche-action. Cela viendrait atténuer le problème du manque actuel de joueurs industriels et les coûts prohibitifs liés à la production d'hydrogène vert.

Accroître le financement de la recherche collaborative université-collège-industrie-ville en réduisant les contributions financières de l'industrie et des villes. Cela permettrait de commencer à engager les ressources académiques sur des projets importants pour les utilisateurs finaux.

Soutenir les jeunes entrepreneurs et l'émergence de très petites entreprises et de petites et moyennes entreprises en lien avec les filières de l'hydrogène vert et bioénergies (minimiser les risques de démarrage par le travail avec les milieux universitaires et incubateurs)

Mettre en avant l'importance du soutien scientifique pour atténuer les risques de la R-D industrielle. Cela implique par le fait même la formation et l'augmentation du bassin de main-d'œuvre et la réalisation d'études préliminaires objectives (techno-économiques, localisation, approvisionnement).

Impliquer les académiques dans les projets de démonstration pour notamment pérenniser les connaissances et la formation de main-d'œuvre à un surcoût réduit. En ce sens, les universités et les collèges, en mettant des étudiants sur ces projets, réussissent à opérationnaliser la recherche et à



former une main-d'œuvre spécialisée pour ces domaines qui seront ainsi prêts à aller dans les entreprises du Québec.

Consulter les scientifiques pour identifier les meilleurs moyens de mettre en œuvre les grandes stratégies gouvernementales.

S'adapter aux besoins en évolution et répondre agilement aux changements rapides afin de se positionner comme leader mondial dans le domaine de l'hydrogène vert et des bioénergies. À titre d'exemple, réévaluation et priorisation des besoins en infrastructure de recherche sur une base annuelle sur une enveloppe globale à plus long terme voire cinq ou dix ans.

### Axe 3 Collaboration, information et promotion

#### **Objectif 5 : Accroître l'engagement des secteurs publics et privés en faveur du développement des filières de l'hydrogène vert et des bioénergies**

Renforcer le tissu collaboratif université-collège-industrie-ville.

Bâtir les relations internationales sur les liens existants pour aller chercher l'expertise manquante au Québec. Il s'agit de se servir des liens académiques pour monter des projets collaboratifs internationaux et par la bande recruter et garder au Québec les étudiants ainsi formés.

Influencer les stratégies internationales en ce qui a trait à l'hydrogène vert et aux bioénergies par des activités de maillage et des partenariats.

Assurer la participation des scientifiques aux événements et missions internationaux, notamment ceux organisés par la Direction des partenariats canadiens et internationaux en innovation du ministère de l'Économie et de l'Innovation.

Contribuer au développement et à l'adoption des indicateurs de mesure du progrès des projets et de leurs impacts environnementaux, économiques et sociaux.

#### **Objectif 6 : Favoriser l'adhésion des communautés locales et autochtones au développement des filières**

Produire du matériel pédagogique objectif basé sur des faits scientifiques.

Encourager l'intervention des académiques dans les médias scientifiques ou grand public.

Accélérer le processus de traitement (immigration) des étudiants et scientifiques qui feront partie des projets de recherche (étudiants internationaux) et de la main-d'œuvre internationale pour les centres de recherche et l'industrie.

Sensibiliser les jeunes, tout au long du cursus scolaire, à l'objectif 7 de développement durable de l'Organisation des Nations Unies : garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable.

Contribuer aux efforts d'acceptabilité sociale des technologies de l'hydrogène et des bioénergies par la co-construction de projets de recherche avec le milieu.

Assurer des partenariats durables avec les Premières Nations et les engager dans les différentes phases des projets énergétiques, dès l'idéation.

## Conclusion

Le Québec entreprendra bientôt le déploiement sa *Stratégie sur l'hydrogène vert et les bioénergies*. La place des technologies de l'hydrogène vert et des bioénergies dans un bouquet énergétique cohérent n'a pas été ici discutée. Ce mémoire a présenté des recommandations pour l'implication des milieux scientifiques dans le déploiement des filières de l'hydrogène vert et des bioénergies. Il s'agit de perspectives communes au Réseau québécois sur l'énergie intelligente (RQEI), à l'Escouade Énergie (EÉ) et au Centre interdisciplinaire de recherche en opérationnalisation du développement durable (CIRODD).

Les principales recommandations sont :

1. Impliquer la communauté scientifique afin de soutenir et d'objectiver les décisions gouvernementales
2. Financer la science fondamentale, la recherche appliquée, l'innovation durable et la formation
3. Décloisonner les expertises
4. Ouvrir le dialogue citoyen et assurer la sensibilisation du grand public
5. Augmenter les partenariats locaux et internationaux

Les perspectives pour les filières de l'hydrogène vert et des bioénergies sont très prometteuses, au Québec et ailleurs dans le monde. La mobilisation de la communauté scientifique est la pierre angulaire de leur déploiement et c'est avec enthousiasme que nous avons, par ce mémoire, mis à contribution notre intelligence collective.

## Remerciements

Hassana Elzein, Ph. D., chargée de projets au CIRODD

Yanick Paquet, Ph. D., analyste, recherche et innovation chez Nergica

Stéphanie Simard, Ph. D., coordonnatrice au RQEI