

HEC Montréal

**Le transfert de connaissances entre l'académie et l'industrie dans le secteur de
l'hydrogène à bas carbone : une étude qualitative et comparative entre la France et le
Québec**

par

Emma Tambou Marianna

**Sciences de la gestion
Affaires Internationales**

*Mémoire présenté en vue de l'obtention
du grade de maîtrise ès sciences
(M. Sc.)*

Anthony Frigon et Ekaterina Turkina

HEC Montréal

Directeur·ice·s de recherche

Avril 2025

© Emma Tambou Marianna, 2025

Avis de conformité

Ce mémoire a été réalisé dans le respect des normes éthiques en vigueur pour les recherches impliquant des êtres humains. Conformément à la Politique relative à l'éthique de la recherche avec des êtres humains de HEC Montréal, le projet de recherche associé à ce mémoire a fait l'objet d'une évaluation par le Comité d'éthique de la recherche (CER) de HEC Montréal.

Un certificat d'approbation éthique a été délivré en date du 14 septembre 2023, autorisant la réalisation de ce projet dans le cadre précisé et approuvé. Cette approbation est valide jusqu'au 1er septembre 2024.

Par ailleurs, je déclare avoir pris entente avec mes co-superviseur·euse·s quant aux types d'utilisation faite de l'intelligence artificielle générative dans la réalisation des livrables relatifs à ce mémoire. L'utilisation de ces outils a été encadrée de manière responsable et conforme aux attentes académiques et éthiques de HEC Montréal.

Ainsi, l'ensemble des données recueillies, des démarches de terrain, des analyses et des livrables présentés dans ce mémoire ont été réalisés dans le respect des exigences éthiques et des engagements pris auprès de l'établissement.

Résumé

Ce mémoire porte sur le transfert de connaissances entre l'académie et l'industrie dans le secteur de l'hydrogène à bas carbone. Sous la forme d'une étude comparative et qualitative, il prend la France et le Québec comme terrains d'analyse dans l'optique d'identifier les leviers et freins au transfert de connaissances entre l'université et l'industrie, ainsi que les modalités de collaboration, propres à des contextes de maturité à deux vitesses. En prenant appui sur 40 entrevues, cette étude établit les enjeux relatifs au développement de la filière de l'hydrogène à bas carbone promu par les stratégies énergétiques des gouvernements français et québécois. Également, les rôles de la géographie et du gouvernement sont évalués en tant que variables modératrices du transfert de connaissances. Cette étude soutient les intentions stratégiques des gouvernements français et québécois envers les énergies à faible émission de carbone et leur valorisation. Elle améliore l'innovation, la collaboration et la compétitivité des secteurs énergétiques indispensables à la transition énergétique par la production de recommandations à l'égard des particien·ne·s, gestionnaires et décideur·euse·s politiques.

Mots-clés : transfert de connaissances ; relations université-industrie ; collaboration université-industrie ; transition énergétique ; technologies vertes ; innovation ; recherche qualitative ; recherche comparative et hydrogène bas carbone

Summary

This thesis explores knowledge transfer between academia and industry in the low-carbon hydrogen sector. Through a comparative and qualitative study, it examines France and Quebec as case studies to identify the drivers and barriers to knowledge transfer between university and industry, including collaboration terms, in contexts with differing levels of maturity. Drawing on 40 interviews, this research outlines the key challenges associated with the development of the low-carbon hydrogen sector, as promoted by the energy strategies of the French and Quebec governments. Additionally, it assesses the roles of geography and government as moderating variables in knowledge transfer. This study supports the strategic intentions of the French and Quebec governments regarding low-carbon energy development and its valorization. By providing recommendations for practitioners, managers, and policymakers, it aims to enhance innovation, collaboration, and the competitiveness of energy sectors that are essential to the energy transition.

Keywords : knowledge transfer; university-industry relations; university-industry collaboration; energy transition; green technologies; innovation; qualitative research; comparative research; low-carbon hydrogen.

Table des Matières

Avis de conformité.....	2
Résumé.....	3
<i>Summary</i>	4
Liste des Figures et Tableaux.....	8
Liste des Abréviations.....	10
Avant-Propos	13
Remerciements.....	14
Chapitre 1 : Introduction	15
1.1 Le secteur de l'hydrogène à bas carbone	15
1.2 Méthodologie	16
1.3 Résultats principaux	17
1.4 Contributions.....	18
1.5 Organisation du Mémoire	19
Chapitre 2 : Revue de Littérature	20
2.1 L'Économie Apprenante	21
2.1.1 La connaissance, le dénominateur commun de l'innovation	21
2.1.2 Une approche systémique	27
2.2.1 Les collaborations université-industrie (CUI) : un mariage forcé?.....	37
2.2.2 Les enjeux et processus des CUI.....	42
2.2.3 La CUI en pratique.....	53
Chapitre 3 : Méthodologie	61
3.1 Étude de cas comparative.....	61
3.1.1 Une description générale de la filière de l'hydrogène à bas carbone.....	61
3.1.2 Une description des cas étudiés : France et Québec	62

3.1.2 Les enjeux des filières françaises et québécoises.....	64
3.2 Définition contextualisée du problème	64
3.3 Formulation du problème.....	65
3.3.1 Les paramètres et variables du problème	65
3.3.2 Les méthodes d'échantillonnage	72
3.4 Évaluation des paramètres	79
3.4.1 Les méthodes de collecte de données	79
3.5 Analyse des données	81
3.5.1 Classification des données	81
3.5.2 Techniques d'analyse.....	82
3.5.3 Outil d'analyse	83
3.5.4 Les difficultés rencontrées lors de la collecte et le traitement des données.....	83
Chapitre 4 : Résultats	84
4.1. Le transfert de connaissances.....	84
4.1.1 Académie	84
4.1.2 Industrie	100
4.2. Le rôle de la géographie.....	114
4.2.1 France	114
4.2.2 Québec	118
4.3. Le rôle du gouvernement	119
4.3.1 Académie	119
4.4.2 Industrie	123
Chapitre 5 : Discussion et Recommandations.....	127
5.1. “Briser la tragédie des horizons”	127
5.1.1. Cycles politique et climatique.....	127
5.1.2. Cycles économique et scientifique.....	133

Chapitre 6 : Conclusion.....	137
Références.....	141
Annexes.....	158
Annexe 1 : Graphique sur la répartition des brevets sur l'hydrogène par Statista (2024)	158
Annexe 2 : Membres du Conseil en Hydrogène tel qu'en 2019	158
Annexe 3 : Membres de la Coalition Québec en Hydrogène tels qu'en 2020	159
Annexe 4 : Déroulement des entretiens académiques.....	160
Annexe 5 : Déroulement des entretiens industriels.....	161
Annexe 6 : Synthèse du guide d'entretien	163
Annexe 7 : Classification des sous-entités académiques	165
Annexe 8 : Classification des entités industrielles.....	165
Annexe 9 : Liste de codes préliminaire.....	166
Annexe 10 : Liste de codes finale	167

Liste des Figures et Tableaux

Figure 1 : Modèle de transfert de connaissances et de technologies par Fabiano et al. (2020)	47
Figure 2 : Cadre conceptuel finalisé	60
Tableau 1 : Les facteurs qui facilitent ou entravent les CUI par Ankrah & Al-Tabba (2015)	51
Tableau 2 : Compétences sondées chez les académiques	66
Tableau 3 : Compétences sondées chez les industriels	69
Tableau 4 : Points saillants de la population cible	72
Tableau 5 : Les organisations académiques incluses pour l'échantillonnage	73
Tableau 6 : Les organisations industrielles incluses pour l'échantillonnage	74
Tableau 7 : Les organisations industrielles exclue du cadre d'échantillonnage	75
Tableau 8 : Quotas attendus pour la géographie et les sphères d'appartenance	76
Tableau 9 : Quotas attendus pour la chaîne de valeur de l'hydrogène	76
Tableau 10 : Taille de l'échantillon potentiel	77
Tableau 11 : Taille de l'échantillon final.....	78
Tableau 13 : Synthèse - Les freins et leviers associés au transfert de connaissances (FRA)	90
Tableau 14 : Classement des canaux et processus de transfert (FRA)	91
Tableau 15 : Classement des critères (FRA)	91
Tableau 16 : Classement des motivations (FRA)	92
Tableau 18 : Synthèse - Les freins et leviers associés au transfert de connaissances (QCA)	97
Tableau 19 : Classement des canaux et processus de transfert (QCA).....	99
Tableau 20 : Classement des critères de collaboration (QCA).....	99
Tableau 21 : Classement des motivations à collaborer (QCA).....	100
Tableau 23 : Synthèse - Les freins et leviers associés au transfert de connaissances (FRI).....	106
Tableau 24 : Classement des canaux de transfert (FRI)	107
Tableau 25 : Classement des critères de collaboration (FRI)	108
Tableau 26 : Classement des motivations à collaborer (FRI)	108
Tableau 28 : Synthèse - Les leviers et freins associés au transfert de connaissances (QCI)	111
Tableau 29 : Classement des canaux de transfert (QCI).....	112
Tableau 30 : Classement des critères de collaboration (QCI)	113

Tableau 31 : Classement des motivations à collaborer (QCI)	113
Tableau 32 : Solutions ascendantes (FRA).....	120
Tableau 33 : Solutions ascendantes (QCA)	122
Tableau 34 : Solutions ascendantes (FRI)	124
Tableau 35 : Solutions ascendantes (QCI).....	126

Liste des Abréviations

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

AFHYPAC : Association française pour l'hydrogène et les piles à combustible

AIE : Agence internationale de l'énergie

AMI : Appel à manifestation d'intérêt

AMO : Assistance à maîtrise d'ouvrage

AND : Accord de non-divulgation

ANR : Agence nationale de la recherche

CCTT : Centre collégial de transfert de technologie

CEA : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

CIFRE : Convention industrielle de formation par la recherche

CMQ : Centre de métallurgie du Québec

CNETE : Centre national en électrochimie et en technologies environnementales

CNRS : Centre national de la recherche scientifique

CO2 : Dioxyde de carbone

CRITT : Centre régional d'innovation et de transfert de technologie

CRNE : Capital ressources naturelles et énergie

CTT : Centre technologique de transfert

CUI : Collaboration université-industrie

EMT : Énergie Matériaux Télécommunications

EPTS : Établissement public à caractère scientifique et technologique

EPIC : Établissement public à caractère commercial

ETE : Eau Terre Environnement

ETI : Entreprise de taille intermédiaire

FEDER : Fonds européen de développement régional

FRA : France-Académie

FRH2 : Fédération de recherche en hydrogène

FRI : France-Industriel

FRQNT : Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies

GE : Grande entreprise

GES : Gaz à effet de serre

GG : Grand groupe

H2 : Hydrogène

INPI : Institut national de la propriété industrielle

INRS : Institut national de recherche scientifique

IRH : Institut de recherche en hydrogène

IRT : Institut de recherche technologique

MEIE : Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie

MNP : Meyers Norris Penny

MTH : Modèle triple hélice

OBNL : Organisme à but non lucratif

PME : Petite/Moyenne entreprise

PMI : Petite ou moyenne entreprise industriel

QCA : Québec-Académie

QCI : Québec-Industrie

RIPEC : Régime indemnitaire des personnels enseignants et chercheurs

RSRI : Regroupements sectoriels de recherche industrielle

SEREX : Service de recherche et d'expertise en transformation des produits forestiers

SNI : Système national d'innovation

SRI : Système régional d'innovation

TC : Transfert de connaissances

TI : Technologie de l'information

TRL : *Technology Readiness Level*

UAR : Unité d'appui et de recherche

UMR : Unité mixte de recherche

UQ : Université du Québec

UQTR : Université de Québec à Trois-Rivières

VTE : Vallée de la transition énergétique

Avant-Propos

Ce mémoire répond d'une volonté personnelle à œuvrer en faveur du développement durable et, en particulier, de la transition énergétique. En espérant ne pas faire l'apologie d'un paradigme strictement technologique, je reste convaincue que la science et la technologie sont indispensables pour s'émanciper des énergies fossiles et réduire les émissions de gaz à effet de serre. Mes efforts académiques, professionnels et associatifs, je l'espère, s'articulent de sorte que ce projet ne soit qu'une première contribution à un monde en voie de durabilité. Dans l'attente d'une multitude, je crains, en particulier ces derniers temps, que la tâche soit moins linéaire qu'anticipée sur les bancs des petites et grandes écoles.

Néanmoins, ce mémoire m'a permis de constater que beaucoup de personnes, très talentueuses et inspirantes, y dévouent leur temps, leur intellect et leur énergie. Je précise qu'adhérer à ce système de valeurs n'écarte ni le cynisme ni la lassitude, bien au contraire. Sur le plan humain, ces discussions ont été souvent l'occasion de verbaliser les vertiges d'un ouvrage immense, je fais bien référence à la transition énergétique et non, à mon mémoire. Bien que je sais y projeter beaucoup de ma sensibilité propre, je pense que les entrevues ont ouvert un espace de discussion qui a su matérialiser l'importance du sujet et de la question de recherche. Beaucoup de ces entrevues ont dépassé le temps initialement prévu, ce qu'on peut blâmer en partie sur mon efficacité, toutefois, je préfère y voir une volonté conjointe de prendre temps et plaisir à améliorer les choses.

Par ailleurs, le souci de synthèse m'a contraint à un exercice de priorisation dans la présentation des résultats, j'encourage tout·e·s les participant·e·s à faire la requête d'accéder aux résultats extensifs si cela leur paraît pertinent. Effectivement, le parti-pris d'une présentation systématique des résultats, fidèlement à l'approche comparative, est de s'exposer à la redondance. Alors, il a fallu, non sans contrariété, se séparer de résultats secondaires du point de vue de la discussion. Au demeurant, ces éléments corollaires, j'en suis sûre, offrent une granulométrie affinée au bénéfice de meilleures pratiques collaboratives.

Remerciements

Sur cette page, je confie ma gratitude à toutes les personnes qui m'ont accompagnée dans la réalisation de ce mémoire.

Tout d'abord, je tiens à remercier les participant·e·s sans lesquel·le·s ce mémoire aurait été difficilement réalisable. La protection de l'anonymat prévient que je vous nomme individuellement. Toutefois, je souhaite réitérer combien votre participation a été précieuse. Je suis reconnaissante pour le temps et l'enthousiasme que vous avez consacrés à ma question de recherche.

Bien évidemment, mes remerciements vont également à mes directeur·ice·s de recherche, Anthony Frigon et Ekaterina Turkina, qui ont su me guider au travers des pages jusqu'entre les lignes de ce mémoire. Anthony, je te remercie sincèrement pour tes conseils, ta patience et ta diligence tout au long de ce processus qui, je dois l'admettre, ne m'a pas toujours semblé évident. Ekaterina, je te remercie sincèrement pour tes relectures avisées et la qualité de tes commentaires qui m'ont été d'une grande aide pour améliorer la clarté et la rigueur de mon travail.

Je remercie mes ami·e·s et proches pour leurs écoute, présence et curiosité pendant et en dehors des temps de rédaction. Autant que l'appétit vienne en mangeant, le goût d'écrire vient en parlant et je suis reconnaissante envers toutes parenthèses tendues sur nos conversations autant animées que fatiguées.

Enfin, j'aimerais manifester ma reconnaissance envers les institutions qui ont contribué, directement ou indirectement, à la production de ce mémoire. D'abord, je tiens à remercier HEC Montréal et ses services de bourse qui m'ont permis d'accéder à des ressources scientifiques et financières, favorisant la qualité autant que la réalisation de cette étude. À cet effet, je suis reconnaissante d'avoir été récipiendaire de la bourse de recherche émise par la Fondation Boucaro et de la bourse de HEC Montréal pour la participation à une retraite d'écriture organisée par l'organisme Thésez-vous. Par ailleurs, je ne peux occulter le rôle essentiel de la BANQ et de ses aires de travail, dont l'ergonomie a été un soutien insoupçonné autant pour la rédaction que pour mes lombaires.

1.1 Le secteur de l'hydrogène à bas carbone

La Révolution industrielle, largement alimentée par l'exploitation du charbon, a instauré un système énergétique dépendant des combustibles fossiles, entraînant une augmentation significative des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Depuis près d'un siècle, un nombre croissant de preuves scientifiques mettent en évidence une crise écologique mondiale causée par la présence excessive de ces gaz, conduisant au changement climatique. Ainsi, la transition vers une économie moins dépendante des combustibles fossiles est devenue une priorité environnementale pour de nombreux gouvernements, nécessitant d'importants efforts de recherche et de développement dans les solutions énergétiques bas carbone. De nombreux pays adoptent des objectifs ambitieux de carboneutralité et déploient des politiques de développement économique pour accélérer la transition vers les énergies alternatives.

Dans ce contexte, le développement de la filière de l'hydrogène bas carbone occupe une place stratégique. L'hydrogène, un élément chimique essentiel à diverses applications industrielles – notamment le raffinage du pétrole, la production d'ammoniac et d'acier (Naseem et al., 2025) – est aujourd’hui majoritairement produit à partir du gaz naturel, un procédé connu sous le nom d’hydrogène gris. Par ailleurs, 19 % de la production mondiale d’hydrogène en 2020 provenait encore du charbon, une source d’émissions encore plus polluante (AIE, 2021). Ainsi, la production d’hydrogène repose en grande partie sur des procédés fortement émetteurs de CO₂, ce qui justifie le besoin de développer une filière d’hydrogène bas carbone pour décarboner à la fois sa propre production et les industries qui l’utilisent. Parmi ces industries, la mobilité lourde se positionne comme un secteur clé, car l’hydrogène, en tant que vecteur énergétique, apparaît comme une alternative aux hydrocarbures et un moyen efficace de stockage d’énergie (Hossain Bhuiyan & Siddique, 2025).

Les promesses de l’hydrogène satisfont l’agenda énergétique de près 61 pays, dont 26 en Union européenne (AIE & Office européen des brevets, 2023). Les nations, les secteurs et les technologies se livrent concurrence pour redessiner le paysage énergétique et se positionner sur la chaîne de valeur de l’hydrogène et des secteurs utilisateurs (voir Annexe 1). Le transfert de connaissances (TC) entre l’université et l’industrie constituent un enjeu déterminant pour la maturation de la filière, car beaucoup

de technologies sont encore émergentes (Shu et al., 2025). La collaboration entre le milieu académique et l'industrie est confrontée à des barrières spécifiques aux partenariats université-industrie (Bruneel et al., 2010), mais également à des défis liés au secteur. Par exemple, le transfert technologique est plus complexe lorsque la technologie et/ou le secteur sont encore immatures (Gilsing et al., 2011 ; Bodas Freitas et al., 2013). Le TC entre l'académie et l'industrie est un point névralgique de l'innovation au niveau sectoriel, son évaluation concourt à l'amélioration des processus d'innovation (Baleiro et al., 2022). Ainsi, nous souhaitons répondre à la question suivante : **comment favoriser le transfert de connaissances et entre l'académie et l'industrie dans un contexte de transition énergétique ?**

Dans le but d'améliorer le TC entre l'académie et l'industrie, nous proposons de combiner une approche micro, méso et macro par l'évaluation des thématiques suivantes : le transfert de connaissances (cf. leviers/freins, canaux, motivations et critères de sélection d'un partenaire), le rôle de la géographie à l'égard du TC et le rôle du gouvernement à l'égard du TC. L'évaluation du rôle de la géographie et du gouvernement en tant que variables modératrices du TC occasionne deux questions subséquentes à notre problématique : (1) dans quelles mesures la géographie impacte le TC et quels sont les points à améliorer ? (2) Dans quelles mesures le gouvernement impacte-t-il le TC et quels sont les points à améliorer ? Cette approche est singulière, car elle examine la question du TC entre l'académie et l'industrie de manière exhaustive. L'adoption d'une approche globale et structurée permet d'identifier les enjeux à l'échelle organisationnelle et institutionnelle. Cette étude s'adresse alors autant aux gestionnaires qu'aux décideur·euse·s politiques.

1.2 Méthodologie

En 2020, la France lance un vaste plan de relance doté de 7,2 milliards d'euros jusqu'en 2030 afin de structurer et développer la filière (Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique, 2023). En 2022, le gouvernement provincial du Québec a approuvé sa stratégie sur l'hydrogène vert et les bioénergies, avec un engagement de 1,2 milliard de dollars en investissements publics d'ici 2026 et l'espoir d'attirer près de 10 milliards de dollars d'investissements privés sur la même période. (Gouvernement du Québec, 2025). Ces initiatives témoignent d'une volonté commune d'accélérer la transition énergétique en intégrant l'hydrogène bas carbone au futur mix énergétique. Ces contextes offrent la possibilité d'identifier et de comprendre les caractéristiques du transfert de connaissances et d'émettre des recommandations adaptées.

Cette étude comparative entre la France et le Québec est réalisée au moyen de méthodes qualitatives. Nous avons conduit 40 entretiens semi-dirigés en France et au Québec sur l'ensemble de la chaîne de valeur de l'hydrogène à bas carbone, de l'académie vers l'industrie. La représentativité est fonction de deux critères : (1) la diversité des profils et de l'organisation à laquelle ils appartiennent et (2) leur répartition homogène sur la chaîne de valeur. Conséquemment, la comparabilité est fonction de la symétrie de ces éléments entre la France et le Québec. Notre posture épistémologique est subjectiviste, nous construisons notre analyse sur la base des perceptions de nos interlocuteur·ice·s. La richesse et la pertinence de notre méthode gisent dans l'agrégation de points de vue multiples.

1.3 Résultats principaux

La section résultat met en avant le TC des organisations académiques et industrielles pour la France et le Québec. Dans les deux contextes, les milieux de la recherche dénoncent **un manque de ressources, notamment pour faire face aux charges administratives croissantes**. En France, cela se traduit par une dégradation des conditions de travail des chercheurs et par un environnement institutionnel de plus en plus complexe et normatif. Cette situation détourne les chercheur·euse·s de leur mission première, qui est la production et le transfert de connaissances, au profit de tâches de gestion, ce qui freine le développement de la recherche et, par conséquent, le transfert vers l'industrie et la structuration de la filière hydrogène bas carbone. Au Québec, ce constat est similaire, mais s'accompagne en plus d'une critique du manque d'autonomie des chercheurs vis-à-vis de l'industrie, limitant la recherche libre et orientant les projets en fonction des besoins industriels, dans un contexte où le marché reste à structurer. Du côté des entreprises, en France, bien que les réseaux de connaissances soient établis, la rigidité et l'instabilité du cadre réglementaire pèsent lourdement sur les initiatives entrepreneuriales et innovantes, en particulier pour les PME, ETI et investisseurs. Au Québec, où ces réseaux sont encore en formation, l'industrie exprime un besoin clair d'institutionnalisation et d'incitatifs économiques pour structurer le marché et favoriser le transfert de connaissances dans le domaine de l'hydrogène bas carbone.

Ces résultats sont contextualisés par l'appréciation des dimensions géographique et gouvernementale et leur impact sur le TC. **La dimension géographique joue un rôle stratégique dans les deux contextes.** En France, la région est reconnue comme un acteur structurant grâce à ses dotations, bien que l'investissement soit parfois jugé politisé, instable et à courte vue. Au Québec, la province assume un

rôle principalement subventionnaire, essentiel non seulement pour le développement de la filière hydrogène, mais aussi pour les technologies vertes en général. Enfin, **le rôle des gouvernements, bien que structurel, est marqué par l'absence d'une vision claire et fédératrice, ainsi que par la prévalence de stratégies à court terme**. En France, le milieu académique et industriel réclame un assouplissement du cadre réglementaire, l'instauration d'un climat de confiance et d'une vision plus fédératrice. Au Québec, le milieu universitaire demande une augmentation des subventions pour la recherche libre ainsi que la création de programmes dédiés aux énergies alternatives. Quant aux entreprises, elles appellent à la mise à jour et à l'assouplissement du cadre réglementaire, ainsi qu'à la mise en place d'incitatifs économiques et de mesures favorisant un meilleur équilibre entre les acteurs de la filière.

La composante temporelle, et particulièrement le conflit entre le court terme et le long terme, émerge au carrefour de nos résultats et explicite deux contradictions cycliques : le cycle politique et climatique et le cycle économique et scientifique. Devant ce conflit temporel, nous conjuguons les éléments théoriques apportés par Etzkowitz (2001) et Mark Carney (2015) notamment, afin de revisiter la tragédie des horizons, nous proposons que les secteurs émergents voués à la transition énergétique soient sujets à une résistance double. D'une part, **le gouvernement est dans l'incapacité d'offrir une vision claire et fédératrice au regard des énergies renouvelables, conduisant à des politiques stagneantes, inabouties, voire interrompues**. D'autre part, **la recherche ne présente pas, de façon globale, les ressources nécessaires à l'avènement de capacités entrepreneuriales et/ou à l'arrimage au cycle économique**. L'amélioration du transfert de connaissances entre l'académie et l'industrie dans un contexte de transition énergétique nécessite l'intégration de la dimension temporelle par les acteurs du secteur, en particulier les décideur·euse·s politiques.

1.4 Contributions

Dans le cadre de l'état de l'art, notre contribution enrichit deux corpus de littérature étroitement liés. L'un concerne l'économie apprenante, ancrée dans l'économie évolutionniste, tandis que l'autre porte sur le TC et les relations entre l'académie et l'industrie, qui s'inscrit dans le champ de la littérature sur l'innovation. À travers nos études de cas, nous analysons deux secteurs présentant des niveaux de maturité différents, comblant ainsi une lacune importante en matière de TC. De plus, les recherches sur

le TC et les relations académie-industrie dans les secteurs liés à la transition énergétique restent encore marginales.

En élargissant le cadre théorique des relations académie-industrie et en l'ancrant dans l'Économie Apprenante et les théories connexes, cette recherche permet de dépasser les limites des études existantes et d'introduire une nouvelle perspective sur l'impact de l'environnement externe. Plus spécifiquement, elle explore le rôle modérateur de la géographie et du gouvernement, souvent négligé, en étudiant deux secteurs à des niveaux de maturité différents. Cela permet de repousser les limites d'un modèle principalement optimisé pour l'innovation, en offrant une analyse plus complète des enjeux du secteur.

Sur le plan pratique, cette étude soutient les objectifs stratégiques des gouvernements français et québécois en matière d'énergies à faibles émissions de carbone, en contribuant à leur valorisation. Elle offre des recommandations à l'attention des décideur·euse·s politiques et des gestionnaires. Dans l'ensemble, elle favorise l'innovation, la collaboration et la compétitivité des secteurs énergétiques essentiels pour réussir la transition énergétique.

1.5 Organisation du Mémoire

Ce mémoire s'organise en cinq chapitres. Après une introduction (Chapitre 1) qui présente le secteur de l'hydrogène à bas carbone, les objectifs de la recherche et la méthodologie employée, une revue de littérature (Chapitre 2) explore les concepts clés liés à l'économie apprenante et au TC entre université et industrie. Ensuite, la méthodologie (Chapitre 3) détaille l'approche comparative entre la France et le Québec, les variables étudiées et les techniques de collecte et d'analyse des données. Les résultats (Chapitre 4) mettent en lumière les enjeux du TC et les modalités de collaboration entre l'académie et l'industrie, ainsi que l'influence de la géographie et du rôle gouvernemental. La discussion (Chapitre 5) offre une lecture globale des résultats en adoptant une posture temporelle. Sur la base du conflit d'horizons entre les cycles politique et climatique, de même que les cycles scientifique et économique, cette section propose des recommandations à l'attention de l'université, de l'industrie et du gouvernement. Enfin, la conclusion (Chapitre 6) synthétise l'ensemble de l'étude et ouvre sur de nouvelles perspectives.

Chapitre 2 : Revue de Littérature

Cette recherche porte sur le TC entre l'université et l'industrie, appliqué spécifiquement au secteur de l'hydrogène à faible teneur en carbone au Québec et en France. À travers cette étude, nous visons à mettre en lumière les enjeux et processus propres à chaque contexte (provincial et national), à identifier les tensions sous-jacentes, et à formuler des recommandations à destination des gestionnaires et praticien·ne·s du secteur. La revue de littérature se structure en deux volets. Le premier adopte une perspective macroéconomique permettant de contextualiser l'objet d'étude dans une dynamique plus large. Le second met en lumière les principaux cadres théoriques relatifs au transfert de connaissances entre l'université et l'industriel.

Dans le premier volet, nous ancrions le débat du TC dans le paysage conceptuel de la théorie de l'Économie Apprenante. Cette théorie, développée par Lundvall & Johnson (1994), conjugue une approche institutionnelle et économique afin de mettre en évidence les enjeux d'allocation propre à la connaissance, une ressource stratégique et centrale. Inhérente à la croissance économique, l'innovation, ou la recombinaison des connaissances, ordonne les collaborations entre les agents économiques, formant des systèmes d'innovation. Nous proposerons une lecture systémique de la production et la dissémination des connaissances en détaillant trois approches analogues à la théorie de Lundvall & Johnson : les Systèmes Nationaux d'Innovation (SNI), les Systèmes Régionaux d'Innovation (SRI) et le Modèle-Triple-Hélice (MTH).

Le second volet de la revue de littérature aborde les collaborations université-industrie (CUI) sous l'angle du paradoxe. Nous commençons par expliciter les principales assomptions qui sous-tendent l'analyse des CUI, afin d'en dégager les dynamiques fondamentales. La dissimilarité entre les logiques universitaire et industrielle constitue le point de départ de notre réflexion sur les enjeux de leur collaboration. Nous examinons ensuite les caractéristiques et processus propres à ces partenariats à travers plusieurs thématiques : les motivations des acteurs, les canaux de collaboration, les résultats produits, ainsi que les enjeux d'efficience (cf. barrières et facilitateurs). Enfin, nous discutons des contextes institutionnels et organisationnels généralement associés à l'étude des CUI.

2.1 L'Économie Apprenante

Ce premier chapitre expose les fondements théoriques relatifs au TC. Nous évaluons la notion de connaissance avant d'enquêter sur son transfert, car cette dernière occupe aujourd'hui une place cruciale dans le quotidien des organisations. Il a longtemps été difficile d'en débattre la nature compte tenu de ses états autant tangible qu'intangible. À cet effet, les économistes se sont prêtés à l'exercice de définir le rôle de la connaissance dans l'économie en tant que ressource stratégique. On assiste à l'émergence de deux concepts intimement liés : la vision basée sur les connaissances et l'économie des connaissances. À l'égard des entreprises, la connaissance est désormais perçue comme un argument productif et distinctif, ce qui redéfinit autant l'organisation interne de la firme que les conditions de croissance et de compétitivité de l'économie au sens global. Nous abordons ce virage théorique et macroéconomique dans la première sous-partie de ce chapitre avec pour fondement principal les travaux sur l'Économie Apprenante de Lundvall & Johnson (1994). Cette base conceptuelle ouvre la voie à une seconde sous-section consacrée aux principales déclinaisons théoriques caractérisées par une approche systémique. Nous y analysons trois modèles de référence : le Système National d'Innovation, le Système Régional d'Innovation et le modèle de la Triple Hélice.

2.1.1 La connaissance, le dénominateur commun de l'innovation

Qu'importe les ressources à disposition des firmes, sans la médiation de la connaissance pour utiliser et/ou recombiner ces dernières à des fins de survie, la firme ne sera pas en mesure de parvenir à un avantage compétitif durable (Grant, 1996 ; Lundvall & Johnson, 1994). Cet amendement qu'effectue Grant à l'égard de la théorie du management basée sur les ressources formulée par Barney opère, au milieu des années 90, un véritable tournant au sein de la littérature en management stratégique, car on reconnaît dès lors la firme comme une entité apprenante. Cette caractérisation met l'accent sur l'envers organisationnel de la firme dans un contexte de compétition (Chinying Lang, 2001 ; Coff, 2003). La théorie organisationnelle se mêle à la théorie basée sur les ressources afin d'enrichir notre compréhension des mécanismes de coordination à l'origine de l'intégration des connaissances spécialisées de la firme dans la gestation d'un avantage compétitif durable (DeCarolis & Deeds, 1999 ; Coff, 2003 ; Wang et al., 2013). Dans cette section, nous examinons tout d'abord le passage d'une conception fondée sur les ressources à une approche centrée sur les connaissances, ainsi que ses répercussions sur la compréhension de l'organisation. Nous abordons ensuite la connaissance en tant que ressource stratégique, essentielle et de nature privée, ce qui nous amène à en présenter certaines taxonomies. Dans cette même sous-section,

nous mettons en lumière le rôle structurant des institutions dans un contexte marqué par l'asymétrie d'information et une allocation sous-optimale des ressources. Enfin, nous clarifions les liens entre connaissance et innovation, en insistant sur le versant productif de cette dernière : comment les connaissances nouvelles sont-elles générées ?

i. D'une vision basée sur les ressources à une vision basée sur les connaissances

Cette sous-section met en évidence le tournant théorique marqué par la transition d'un paradigme centré sur les ressources vers une approche fondée sur les connaissances. Nous analysons les implications de ce changement de perspective sur la compréhension de l'organisation et de sa performance dans l'environnement industriel. Ce déplacement conceptuel a ouvert de nouveaux agendas de recherche, notamment en stratégie organisationnelle et en innovation, en suscitant l'émergence de problématiques, d'approches analytiques et de méthodologies renouvelées, tant théoriques qu'empiriques, visant à explorer les ressorts du succès des entreprises. Le concept de « capacités » organisationnelles s'impose alors comme une réponse à l'idiosyncrasie propre à chaque entreprise, considérée comme un facteur déterminant de sa performance (Richardson, 1972). Dès lors, l'entreprise n'est plus pensée en opposition à son environnement, mais en interaction constante avec lui. C'est sa capacité à développer des capacités dynamiques, cohérentes avec les exigences de son environnement, qui traduit son agilité et accroît ses chances de réussite.

Vers une vision hétérogène de la firme

La vision basée sur les ressources se veut un pilier du management stratégique en ce qu'elle définit les bases de la performance de la firme comme une entité singulière sur une scène industrielle et non, comme une entité commune sur une scène industrielle singulière. Barney (1991) préfère la firme comme point de référence pour établir les fondements de la performance. En ce sens, il rompt avec le principe d'homogénéité des firmes et se rallie à une approche évolutionniste de la firme que partageait déjà Penrose (1959) à la fin des années cinquante (Rajhi, 1997). Inspiré par ses travaux, il part du postulat que les ressources à disposition des firmes sont distribuées de façon hétérogène et qu'elles sont difficilement mobiles, chaque firme est donc pourvue de moyens hétéroclites pour façonnner et conserver leurs stratégies de positionnement (Hoopes & Madsen, 2008). Le concept d'avantage compétitif durable incarne précisément cette vision idiosyncratique de la firme, car ce dernier caractérise la supériorité de performance d'une firme liée à l'usage d'une stratégie que l'on ne peut nullement retrouver chez ses

compétiteurs (Coff, 2003). Pour s'assurer de la nature durable de l'avantage concurrentiel, il faut confirmer l'hypothèse selon laquelle les ressources de ladite firme sont effectivement hétérogènes, autrement dit, que la combinaison de ressources est unique (Aharoni, 1993 ; Coff, 2003 ; Hoopes & Madsen, 2008).

Prisme évolutionniste : ressources, capacités et compétition

La vision basée sur les ressources replace la firme au centre du débat sur la compétitivité et pave les fondations d'une théorie générale qui se détourne du paradigme de la rationalité néoclassique (Weinstein & Azoulay, 2000). Le prisme évolutionniste invite les scientifiques à passer au peigne fin l'environnement interne de la firme en adoptant une approche microscopique visant à comprendre comment celle-ci s'articule pour répondre aux pressions concurrentielles. Inspirée des théories behavioristes, elle cherche à expliquer la diversité des comportements et des performances organisationnelles (Wernerfelt, 1984). La firme adopte en effet des comportements qui dévient de la norme, creusant un fossé entre la théorie et la réalité, ce qui légitime une approche évolutionniste (Nelson & Winter, 1982, p. 7). La routine émerge alors comme l'une des composantes responsables de ces divergences. Paradoxalement, elle constitue également un facteur déterministe, puisqu'elle agrège un ensemble de choix de pratiques et d'apprentissages répliqués au fil du temps (Teece, 1986). Nelson & Winter (1982) identifient les routines comme des processus de mémorisation organisationnelle qui, à l'image des gènes, conditionnent en partie la réponse des organisations face aux impératifs externes. Le cas d'étude longitudinal de Geels (2002) exemplifie empiriquement ce processus d'adaptation par le biais du concept de transition technologique. Cet effort de théorisation ravive les constats de Richardson, selon lesquels les firmes sont dotées de capacités, soit de « savoir, d'expériences et de compétences » (Weinstein & Azoulay, 2000 ; 1972). Les démarches d'adaptation requièrent ainsi des capacités dynamiques : l'entreprise doit assimiler, établir et reconfigurer des compétences internes et externes à des fins de survie (Teece et al., 1997). La définition des ressources s'élargit donc pour intégrer des composantes et processus internes à la firme, et la compétitivité devient un débat d'adaptation.

Envers social et capacités

L'élaboration du concept de « capacités dynamiques » conduit la firme à revêtir une dimension sociale jusqu'alors ignorée par les économistes néoclassiques (Grant, 1996). Le concept de « communauté sociale » développé par Kogut & Zander (1992) incarne cette nouvelle vision dans la mesure où ils

reconnaissent que la connaissance est détenue par les individus. Or, la rotation des employés d'une entreprise n'est pas fonction d'une transformation absolue de cette dernière, les auteurs amènent alors l'idée que les capacités d'une entreprise ne se limitent pas au cumul des connaissances de chacun·e mais elles sont définies par la (re)combinaison des connaissances de toutes et tous. La croissance des firmes survient alors en s'appuyant sur les relations sociales qui existent déjà au sein de l'entreprise, alors la croissance d'une entreprise est déterminée par la communauté sociale qui l'habite. Au travers d'une démarche de dynamisation de la vision des connaissances, Håkanson (2010) approche les communautés sociales en termes de « communautés épistémologiques » et met en évidence par ce biais la nécessité de la proximité cognitive entre les différents membres de l'organisation. La vision basée sur les ressources cède le pas à une vision basée sur les connaissances et les individus qui la détienne. La firme se défait de sa vision inorganique et devient une organisation ; une organisation complexe qui regroupe et tâche de fédérer son réseau de membres dans l'atteinte d'objectifs marchands.

La connaissance : instrument de coordination, d'adaptation et d'innovation

Analyser la firme comme une organisation, plutôt qu'un simple organe de production, restitue l'agentivité des acteur·ice·s de la firme. De ce point de vue, la création de valeur stratégique est fonction des connaissances des membres (Kogut & Zander, 1992 ; Håkanson ; 2010). La capacité de l'entreprise à intégrer des connaissances individuelles spécialisées est un élément clé qui contribue directement à la valeur ajoutée de ses stratégies (Grant, 1996). Cette prémissse s'accompagne d'un décor organisationnel qui repose sur les mécanismes de coordination et combinaison prévalents au processus d'apprentissage de la firme. Ce changement de paradigme renforce la posture dynamique de la firme face à un environnement externe en constante évolution en ce que ses capacités organisationnelles doivent être articulées de sorte à rendre efficace l'intégration des connaissances spécialisées et individuelles (Teece, 1997 ; Grant, 1996). Alors, la firme a la capacité, non seulement, d'appliquer des connaissances, mais elle a également la possibilité de créer des connaissances relatives aux spécificités d'un contexte fugitif. En plus des implications à l'égard de la firme, la théorie basée sur les connaissances a largement nourri les théories en Affaires internationales (Stoian et al., 2024), telles que la théorie de l'internationalisation (Arte, 2017) ; des alliances et coentreprises (Dutta & Beamish, 2013) ou encore de l'externalisation (Verwaal, 2017). Ainsi, la capacité d'apprentissage des firmes détermine leur propension à survivre dans un contexte compétitif, imparfait et mondialisé.

ii. La privatisation et le rôle des institutions

Le comportement stratégique des entreprises face aux imperfections du marché nécessite une réponse institutionnelle, car il influence directement la manière dont les connaissances sont générées, diffusées et réparties au sein de l'économie. La connaissance actionne le principe de privatisation. Conséquemment, l'apprentissage des firmes, et en particulier des firmes innovantes, peut conduire à une distribution inégale des savoirs, occasionnant alors des échecs de marché qui ternissent les rapports transactionnels entre agents économiques (Lundvall & Johnson, 1994). Nous présentons dans une première sous-section les terminologies économiques de la connaissance. Dans une seconde sous-section, nous introduisons le fait que le cadre institutionnel a la capacité de réduire l'incertitude relative à la gestion et à la dissémination des connaissances dans l'économie.

Les terminologies économiques de la connaissance

Selon Grant (1996), le savoir relève de « ce qui est connu ». Alors, la définition économique du savoir serait : tout ce qui est pertinent parmi « ce qui est connu » dans une manœuvre de création de valeur. Selon Lundvall et Johnson, on trouve quatre catégories de savoirs : 1) « savoir quelque chose » ; 2) « savoir pourquoi » ; 3) « savoir qui » (où et quand) ; et 4) « savoir-faire ». Pour rester sommaire, nous nous intéressons au « savoir pourquoi » et au « savoir comment », aussi appelé « savoir-faire », en ce qu'ils introduisent l'enjeu particulier du transfert de connaissance entre l'université et l'industrie. Le « savoir pourquoi » est le dénominateur commun du développement technique, voire de l'innovation et qu'à ce titre, sa production a été institutionnalisée dans les universités et les firmes en raison des besoins de coordination engendrés par la nature tacite de ce dernier. En effet, la (re)production du « savoir pourquoi » ou la (re)production de savoirs hautement spécialisés nécessitent une forte division du travail dont la complexité se traduit par de hauts coûts de transaction. Quant au « savoir-faire », ce dernier est inhérent aux activités de production, il s'agit du savoir qui se rapporte aux compétences. Ces terminologies définissent les savoirs propres à la recherche fondamentale et la recherche appliquée, en ce sens, ils sont inhérents à la recherche et au développement technologique.

Répartition des connaissances et institutions

En plus d'être en proie aux forces du marché, la répartition des connaissances est également une affaire institutionnelle. Par exemple, le « savoir faire » est inhérent à l'industrialisation et donc sous-jacent à tout processus économique (Lundvall & Johnson, 1994). Cela dit, il est susceptible d'être appareillé à un

contexte humain et social. Les institutions circonscrivent formellement ou informellement les comportements humains et ordonnent les possibles échanges entre les individus, comme les situations d'apprentissage (North, 1990). Le savoir est le produit d'interactions sociales déterminées par les institutions en place. Alors, l'université motive de nombreux mécanismes de TC, tels que les collaborations avec le secteur privé, les instituts de recherche spécialisés au sein de l'université, la formation, etc. Par exemple, elle légifère les expériences d'apprentissage de l'élève et dès lors décide de la répartition des flux de connaissance et du développement des compétences (cf. savoir-faire) de ce dernier ou cette dernière. Les institutions s'avèrent être une précondition de l'apprentissage et de l'efficience du processus d'apprentissage, à ce titre, les auteurs plaident activement pour leur conscientisation en tant qu'instruments économiques et d'apprentissage. Par l'intermédiaire d'une économie dite « mixte », ils espèrent appuyer la nécessité d'une perspective institutionnelle pour manœuvrer une économie basée sur les connaissances.

iii. De la connaissance à l'innovation

La connaissance constitue donc des enjeux de croissance qui se révèlent sous le prisme d'une perspective économique, ce qui est particulièrement probant lorsque celle-ci est juxtaposée au principe de rareté. Une connaissance conçue comme « rare » par la firme, communément appelée « niche », nécessite un effort de production de connaissances à part entière. Ces activités de production de connaissances sont dites à forte intensité de connaissances et peuvent être regardées comme des cas typiques d'apprentissage organisationnel et doivent, à ce titre, être conceptualisées comme des *locus* d'innovation. Par ailleurs, nous reconnaissons adopter une perspective manifestement économique de l'innovation, néanmoins, il existe une pluralité de formes d'innovation toute autant valide.

L'innovation : le moteur de développement

Schumpeter & Opie (1934) conçoit l'innovation comme moteur du développement et des transformations économiques. En tant que grand contributeur de la perspective évolutionniste, il est utile d'emprunter sa vision de l'innovation pour comprendre l'affinité entre l'innovation et la connaissance. L'innovation est le fruit de la diffusion et de l'intégration d'une invention au sein du marché. Alors, Schumpeter fait la distinction entre l'invention qui se borne à l'idée et l'innovation qui est la réalisation matérielle de ladite idée. Cette matérialisation économique répond du processus de création de valeur et implique la construction de nouvelles usines, de nouveaux équipements, de nouvelles machineries, de nouvelles

infrastructures qui s'accompagnent de nouvelles entreprises et de nouveaux·elles gestionnaires. En outre, l'innovation peut survenir à chaque recoin de la chaîne de valeur. Polymorphe, elle peut être autant un produit qu'un service. Elle peut prendre la forme de procédés, de matières premières ou encore de nouvelles utilisations ou débouchés.

Innovation, destruction-créatrice et entrepreneuriat

Notre perspective de l'innovation s'inscrit donc dans une logique de développement, un processus disruptif qui redéfinit sans cesse le *statu quo* entre les agents économiques (1934, p.64). À cet effet, Schumpeter intronise le producteur comme le principal instigateur du changement économique par le biais des innovations pouvant éventuellement mener à la croissance (1934, p.65). Quoiqu'il ne nie pas que le changement puisse être occasionné par le consommateur, il investit le producteur de la mission d'éduquer le consommateur à éléver ses besoins et donc à changer ses habitudes (1934, p.65). On rappelle d'ailleurs qu'il s'agit de cette interaction – producteur-utilisateur – que Lundvall (2016) exploite au profit de sa théorie de l'Économie Apprenante en partant du postulat d'asymétrie d'informations entre les deux sphères. Sur la base des travaux de Schumpeter, il ajoute que la compréhension des dynamiques économiques exige une lucidité au regard des processus d'apprentissage interactif. Le parallèle entre la connaissance et l'innovation se dresse alors dans la genèse du développement, où le savoir se veut intrinsèque aux « nouvelles combinaisons des moyens de production » qui se démarquent des anciens usages, d'anciennes combinaisons. Ainsi, la connaissance est à l'innovation ce qu'elle est à la firme, une ressource permettant la recombinaison des éléments de production. Conséquemment, la création de savoirs est décisive dans le processus de développement qui, selon la pensée de Schumpeter, est initié par l'avènement de l'innovation et l'entrepreneuriat.

2.1.2 Une approche systémique

Au regard du caractère stratégique de l'innovation technologique à l'échelle nationale, la production de connaissances et les processus d'apprentissage liés au développement technologique ont fait l'objet d'un important effort de théorisation. Cela dit, il faut attendre les travaux de Freeman pour inaugurer une approche systémique des activités de recherche et développement (Godin, 2010). Cette conception est héritée d'un intérêt pour le développement technologique relatif à la sécurité d'état, l'innovation militaire (Etzkowitz, 2003). Par exemple, la Seconde Guerre mondiale a entraîné une course à l'armement nucléaire. Pendant et après le conflit, les nations, en particulier les États-Unis et l'URSS, ont investi

massivement dans la recherche pour garantir un *statu quo* politique grâce à la dissuasion nucléaire (Etzkowitz, 2003). Le système d'innovation mis en place par les nations était donc purement militaire jusqu'à ce que ces efforts portent leurs fruits et que l'équilibre de la terreur soit atteint. À l'orée des années 70, Freeman suggéra l'avènement d'un autre système d'innovation sur la base d'un changement de tendances dans les dépenses de R&D des pays industrialisés, soit un système d'innovation social (Godin, 2010). Les bénéfices technologiques ne seraient plus destinés strictement à la sphère militaire, mais aux consommateurs (Godin, 2010). Cependant, Freeman admet que cette évolution dépendrait d'un principe similaire au système d'innovation militaire. Il reviendrait au gouvernement de définir le programme d'innovation et les mesures incitatives associées, car il a été établi comme la plus grande source de savoir scientifique et technologique (Godin, 2010 ; Niosi & Faucher, 1992).

i. Les systèmes nationaux d'innovation (SNI)

Quoique ce nouveau prisme fut plus largement étudié par Lundvall, le concept de système d'innovation national est le produit de travaux antérieurs d'auteurs, tels que Freeman (1982), Von Hippel (1976), Gille (1986), Mowery & Rosenberg (1979), Rothwell & Zegfeld (1981), Nelson (1982) et Niosi & Faucher (1991), qui ont permis de mettre en évidence l'envers systémique de la production de connaissances considérant que des changements institutionnels, organisationnels, juridiques et sociaux aient lieu (Niosi et al., 1992 ; Godin, 2010). Inspiré par les travaux de F. Liszt et Von Hippel, Lundvall remarque que la concentration des interactions de l'amont à l'aval de la chaîne de valeur, soit entre producteurs et utilisateurs, est supérieure dans l'enceinte économique nationale (Niosi et al., 1992). Ce constat est essentiel en ce qui concerne la compréhension des processus d'innovation, puisqu'au travers de cette approche, la logique linéaire est abandonnée pour laisser place à une logique d'interaction et d'itération. De plus, ce constat répond d'une démonstration conceptuelle basée sur l'économie industrielle qui est animée par deux « faits stylisés » : 1) la division de la main-d'œuvre hautement développée ; 2) le caractère ubiquiste des activités d'innovation (Lundvall, 2016). Au travers de cette démonstration, Lundvall développe un cadre systémique pour les activités d'innovation inhérentes au système de production national. La démonstration de Lundvall est donc en deux temps, premièrement, elle expose les dynamiques du processus d'innovation au moyen d'interactions micro-économiques : producteurs-utilisateurs. Deuxièmement, elle identifie le cadre théorique économique dans lequel les activités d'innovation peuvent réellement avoir lieu, soit un marché organisé à défaut d'un marché pur.

Point de départ : Le système de production national

L'utilisation du système de production national comme unité d'analyse pour délimiter et caractériser l'évolution des activités d'innovation est particulièrement appropriée si l'on considère la définition « française » – selon Lundvall (2016) – de l'économie nationale, qui est « un système de dépendances mutuelles entre les différentes composantes de l'économie ». Cette vision ne fait pas l'apologie d'une économie fermée, elle caractérise la structure industrielle verticalisée par le besoin utilisateur et délimite l'action de production au regard de différents facteurs, tel que : la courte distance géographique, la langue commune, la proximité culturelle, le gouvernement national, la mobilité (plus ou moins) limitée de la main-d'œuvre et les capacités technologiques spécifiques relatives au pays. De la même manière, elle met en évidence l'idiosyncrasie des tendances spécialisées (par exemple, filières stratégiques) propres à chaque pays, qui sont le fruit de l'innovation et de l'histoire. Effectivement, les routines d'échange de produits et de services entre les différents sous-ensembles du système de production national sont conséquences du temps. En revanche, l'amélioration des produits et services, contingente de l'amélioration du processus de production, se range sous l'action de l'innovation. D'autres auteurs ajoutent davantage d'éléments qui corroborent que la circonscription territoriale des activités d'innovation : les ressources et marchés nationaux ; la fréquence des interactions nationales entre producteurs et consommateurs face aux interactions internationales ; les systèmes techniques (Gille, 1986) ; les déterminants politiques (Rothwell & Zelgveld, 1981 ; Nelson, 1982) ; les flux : financiers, légaux, politiques, scientifiques, sociaux et d'informations (Niosi et al ; 1992). Ainsi, Lundvall trouve l'usage du concept de système de production national comme un point de départ cohérent pour entamer une réflexion économique autour des dynamiques qui régissent l'innovation industrielle à l'échelle national.

Les contraintes théoriques du SNI

Dans une économie industrielle moderne, les activités d'innovation sont omniprésentes et dépendent d'une répartition verticale du travail. À l'échelle macroéconomique, cette structuration implique la nécessité d'une organisation du marché pour en assurer la cohérence et l'efficacité (Lundvall, 2016 ; Lundvall & Johson, 1994). Selon Lundvall (2016), le marché dit « organisé » se distingue par « les échanges entre des entités formellement autonomes et par un flux d'informations sur l'offre et la demande ». Cette configuration – contrairement au marché dit « pur » – permet de parvenir à une meilleure efficacité des activités d'innovation, la propension du marché réel à émettre des innovations-

produit démontrerait qu'il s'agirait théoriquement de marchés organisés en ce qu'ils conjuguent une composante économique, mais aussi organisationnelle. Griffiths & Zammuto (2005) établissement que parmi les quatre formes théoriques de gouvernance institutionnelle, la gouvernance jointe témoigne un taux d'innovation rapide et tournée vers les capacités futures de l'industrie, tandis que la gouvernance de marché présente un taux d'innovation lent et spécifique à la firme. Alors, les industries nationales reposent sur les capacités institutionnelles en place pour parvenir à innover de façon efficiente, c'est-à-dire à développer des capacités transformatrices. Par exemple, il appartient à l'État d'imposer des standards et régulations afin de créer une émulation domestique (Lundvall, 2016). Ce rôle structurel est loin d'être spécifique au SNI, Porter (1986), qui ne s'inscrit pas explicitement dans ce courant, pointe sa nécessité en vertu de la compétition. Les activités d'innovation reposent donc à l'échelle macroéconomique sur une architecture typique qui pave la voie d'une approche dite « systémique » et nationale.

Les processus d'interaction du SNI

L'interdépendance des secteurs industriels au regard de l'innovation occasionne un effet de subordination au travers de la perspective utilisateur-producteur qui scelle la science et la technologie. Lundvall (2016, p.78) établit que la science et la technologie jouissent de cadres institutionnels différents, c'est-à-dire qu'ils sont portés par des agents économiques différents. La science est mandat des universités et la technologie serait principalement le mandat des firmes. Quoique l'université tend vers la recherche fondamentale et que la firme tend vers la recherche appliquée, les mandats sont relativement similaires en ce que les deux visent à produire des connaissances. Pourtant, les institutions informelles rattachées à chacun de ces mandats sont radicalement différentes. L'université est régie par une recherche de l'excellence sans perspective lucrative et le comportement de la firme est quant à lui principalement motivé par la dimension pécuniaire. La situation telle que présentée ici se veut volontairement simpliste afin de mettre en avant la perspective de Lundvall, d'autres modèles systémiques de l'innovation nous permettront de nuancer le propos. Quoi qu'il en soit, Lundvall prête une valeur morale au mandat universitaire, celle de disséminer la connaissance produite. De même, il explore l'idée que la subordination des activités de recherche au profit de l'industrie, conséquence de la politisation des relations université-industrie, aboutisse à long terme à une perte de vitesse des activités d'innovation. Lundvall met en évidence l'interdépendance et la hiérarchisation des secteurs industriels en matière d'innovation, notamment à travers la relation entre la science et la technologie selon une approche

producteur-utilisateur. Toutefois, il privilégie une spécialisation des mandats pour mieux structurer ces interactions.

Le SNI et le TC

Partant du principe que l’innovation est la rencontre entre une opportunité technologique et un besoin utilisateur, ces deux évènements exigent d’être reliés par des flux d’informations et de connaissances tacites (Lundvall, 2016). Ces canaux d’informations/de connaissances sont encodés par les différentes unités qui séparent le producteur de l’utilisateur de sorte à engager un processus de mémorisation et d’apprentissage afin de réduire la distance cognitive et culturelle. La nécessité d’interactions répétées entre le producteur et l’utilisateur souligne que, par nature l’innovation est d’une part indissociable de son *locus* ou unité de développement, et d’autre part, elle est distante des utilisateurs finaux. C’est pourquoi la relation développée entre le producteur et l’utilisateur est cruciale au regard du processus d’innovation et peut prendre trois formes différentes : l’échange de produit, l’échange d’informations et la collaboration. Qu’importe le canal utilisé, la relation producteur-utilisateur doit rester stable, et ce, particulièrement au stade préliminaire de développement et de diffusion, car les informations à même de définir la (future) compétence des utilisateurs et d’attiser l’intérêt des producteurs sont très difficiles à rassembler et s’accompagnent de beaucoup d’incertitude. Ainsi, le processus d’innovation est dicté par la relation producteur-utilisateur où le savoir relatif aux besoins des utilisateurs est aussi important que le développement du savoir technique indispensable à la réalisation de l’innovation.

ii. Les systèmes régionaux d’innovation (SRI)

Toutefois, le concept de SNI est sujet à critiques au regard des limites méthodologiques qu’implique la complexité d’une telle unité d’analyse (Cooke, 1997). Nous nous sommes penchés exclusivement sur le SNI tel que conçu par Lundvall, néanmoins, il existe d’autres modèles qui explorent les SNI. Par exemple, le modèle d’Edquist s’intéresse à la composante opérationnelle du SNI (Cooke, 1997). Nelson et Rosenberg (1994), quant à eux, échafaudent la notion de technonationalisme et se penchent sur les politiques mises en œuvre pour stimuler la recherche publique et privée en science et technologie à l’échelle nationale. Le concept de SNI a donc été largement exploré par la littérature, ce qui a légitimement occasionné la naissance d’un « sous-concept », le système régional d’innovation (SRI). Comme le rappelle Buckley et al. (2017), la recherche en Affaires internationales est légitimement portée à explorer les différences transnationales qui elles-mêmes s’expliquent par des idiosyncrasies régionales.

De plus, le SIN est critiqué pour la complexité de son modèle. En réponse, au début des années 1990, des géographes-économistes, sociologues et autres chercheurs intéressés par les dynamiques d'innovation élaborent un nouveau cadre théorique centré sur la notion de proximité. Ce cadre vise à mieux comprendre les trajectoires spécifiques de certaines régions et à renforcer leur compétitivité. Néanmoins, les problèmes de délimitations persistent, ce qui nécessite des appels à la rigueur méthodologique et au consensus terminologique (Amable & Petit, 2001 ; Doloreux & Bitard, 2005).

Entre régionalisation et régionalisme

À titre de précondition de tout système d'apprentissage et donc d'innovation, l'évolution de l'appareil institutionnel est au cœur de la singularité des RIS. Selon Cooke et al., l'appareil institutionnel d'une région peut se singulariser de deux manières, sa culture et son administration. À ce titre, ils nous offrent deux idiosyncrasies de trajectoire régionale : la région culturelle et la région administrative. La région culturelle est le fruit d'une expression identitaire cimentée par une langue et une culture commune qui se veulent donc différentes de celles de l'enceinte nationale quoiqu'elle en fasse administrativement partie (Cooke et al., 1997). L'exemple typique en France – aussi donné par Cooke et al. - est le Pays basque car non seulement le Basque est reconnu parmi les langues officielles de la région et les tendances indépendantistes renforçant le caractère idiosyncratique de la région. Par exemple, la mise en place de la monnaie locale basque – l'Eusko – atteste d'une évolution de gouvernance structurellement différente des autres régions. Le Pays basque est un cas d'école de régionalisme, étant donné l'effort entrepris par la région pour s'affranchir politiquement. Au Canada, le Québec est une région culturelle à l'égard des autres provinces. Alors, la région administrative, quant à elle, est le produit d'une conjonction « politique, culturelle et économique » - de la régionalisation - qui a su faire émerger une gouvernance supralocale dont la cohésion la sépare structurellement des autres régions (Cooke et al., 1997). La distinction majeure que l'on peut faire entre les régions culturelle et administrative relève de la charge culturelle associée à chaque région, la similarité du capital culturel partagé par les habitant·e·s de la région incite au sentiment d'appartenance et à la différenciation.

Référent institutionnel

L'appareil institutionnel - qu'il soit produit de la régionalisation ou du régionalisme - instigue des « normes, routines et habitudes » dont émerge une structure de gouvernance distincte et propre à chaque région (Cooke et al., 1997). À titre de référent institutionnel, la région circonscrit donc spatialement et

institutionnellement un capital social vivant qui a su développer au fil du temps un climat associatif de confiance. La région se veut donc un « espace dynamique » (Doloreux & Bitard, 2005) pouvant générer des contextes institutionnels où prévalent « des formes distinctes d'ordre social collectif conduisant à la création ou au renforcement de différents types d'organisations et, dans une certaine mesure, à des règles du jeu ou à une réglementation micro-constitutionnelle » (Cooke et al., 1997). En conséquence, le capital social est le moteur de développement de la base de capacités régionales et, en ce sens, il est à l'origine des trajectoires d'évolution de la région. Le capital social régional détermine ce qu'il est possible de faire ou non dans un espace circonscrit, ce qui s'avère crucial au regard des activités d'innovation. L'aspect systémique du modèle régional gît de la synergie entre l'ordre collectif social et le référent institutionnel dont le produit se veut singulier sous l'effet des processus de régionalisation et/ou de régionalisme. La base culturelle et de compétences de la région en font un concept à part entière qui sont le résultat d'une culture de production accrue par la proximité géographique.

Géographie et opportunités de développement technologique

Le potentiel systémique de la région conduit inévitablement à en faire un lieu d'innovation singulier. Au sein du système régional, les « unités » sont hétérogènes, c'est-à-dire que chaque agent économique joue un rôle social singulier, conséquemment, ces unités sont amenées sous le joug du contexte institutionnel à adopter un comportement associatif qui entérine leur interdépendance (Doloreux & Bitard, 2005). Les agents économiques sont systématiquement reliés par des flux d'informations latéraux et/ou verticaux qui provoquent la gestation de nouvelles connaissances inhérente aux activités d'innovation. À l'échelle régionale, les activités d'innovation ont donc une connotation sociale et une connotation spatiale qui fait appel à un sous-ensemble des processus d'apprentissage et d'innovation, le savoir tacite. D'une part, le potentiel d'innovation des agents économiques dépend de leur capacité à échanger des connaissances tacites, à l'interne comme à l'externe. Cela relève de leurs capacités organisationnelles (c'est-à-dire leurs routines) et de leur capacité à collaborer avec l'extérieur (Morgan, 2004). D'autre part, le caractère endogène du savoir tacite détermine le potentiel d'innovation des agents économiques, car ils sont tributaires du contexte socio-institutionnel dans lequel s'inscrit le détenteur. Cette conjugaison entre l'aspect social et l'aspect spatial relative aux activités d'innovation intrarégionales amène à la conclusion théorique que l'innovation est un processus territorialisé (Doloreux & Bitard, 2005). De fait, la base de connaissances et le degré d'opportunité technologique d'une région sont intimement liés à la concentration d'acteurs innovants dans ladite région. Ainsi, le concept de RIS se montre être un modèle

théorique pour la mise en place de politiques visant à accélérer la compétitivité et le potentiel d'innovation des régions.

iii. Modèle Triple Hélice

Les théories des systèmes mises en évidence jusqu'alors soulignent le rôle critique de trois acteurs/institutions à la base du développement économique national et régional : l'État, l'Université et l'Industrie. Etzkowitz & Leydesdorff (1995) détaillent l'évolution des interactions de ce triumvirat : le Modèle Triple Hélice (MTH). Ils concluent que chaque institution sous l'action de la porosité des sphères adopte des caractéristiques de l'autre, ce qu'ils soulignent par la naissance d'institutions hybrides. Sous la lentille de l'interaction, le MTH explicite comment les missions du gouvernement, de l'industrie et de l'université ont muté pour « améliorer les conditions d'innovation d'une société basée sur la connaissance » et révèle que le principe « d'application » ou « d'utilisation » intervient comme variable modératrice de l'innovation en ce qu'il oriente les recherches épistémologiques vers l'usage (Etzkowitz, 2003). Le MTH a la qualité d'agréger les interactions afin d'offrir une vision synthétique, mais systémique à l'échelle macro-économique des préconditions institutionnelles qui facilitent les activités d'innovation.

La première révolution académique

Alors, le MTH réserve un rôle crucial à l'université au sein de l'hélice en ce qu'elle incarne le « principe génératif » d'une économie basée sur la connaissance. Il présume que la mission académique a connu des changements historiques de fonctions afin d'endosser ce nouveau rôle (Göransson & Brundenius, 2011 ; Etzkowitz, 2003). Contrairement aux idées reçues, l'université n'a pas toujours intégré la recherche parmi ses missions, la réforme de l'Université de Berlin par Guillaume de Humboldt en 1810 constitue le premier témoignage d'un changement idéologique institutionnalisé au regard de l'enseignement (Limoges, 1996). Alors, les étudiant·e·s ne sont plus récipiendaires de la vérité au sens de ce qui est connu, mais d'une vérité à trouver (Limoges, 1996 ; Chiang, 2009). En France, la IIIe République initie l'adoption de la recherche parmi les missions académiques, les républicains considèrent que la défaite de la France face à la Prusse (1870) est la conséquence de « la faiblesse de l'instruction publique et à l'insuffisance de la formation des élites » et s'attellent donc à une profonde réforme de l'enseignement supérieur sous l'intendance de Louis Liard (Charru, 2021). Quant au Québec, il est estimé que la recherche s'immisce dans les missions académiques à partir des années 60, à l'exception de

McGill. Les professeurs-physiciens formés en Grande-Bretagne, ont cherché à transmettre à leurs élèves *l'habitus* de recherche à l'aide de la création de laboratoires, ce qui se corrèle par ailleurs avec l'apparition de la Société Royale du Canada (Gingras, 1991).

La seconde révolution académique

Le MTH soulève une seconde révolution académique qui vient orienter le « principe génératif » occasionné par la conjugaison de l'enseignement et de la recherche, la mission de développement économique et social. Cette troisième mission imputée à l'université est la concrétisation du paradigme de société basée sur la connaissance, puisqu'elle révèle le potentiel stratégique que revêt l'université à l'égard du développement. Désormais, la recherche menée en université doit avoir une dimension d'application en adoptant une posture entrepreneuriale (Etzkowitz, 2003), c'est-à-dire qu'elle doit s'affilier à des enjeux de croissance. En France, l'institutionnalisation de la troisième mission de l'université est ratifiée par la loi Faure en novembre 1968, qui avait pour projet de réformer l'administration des universités françaises afin de leur accorder davantage d'autonomie (Jalabert, 2016). Dans le cadre du MTH, l'autonomisation dont a bénéficié l'université peut être entendue comme une hybridation des rôles, sans toutefois s'affranchir de l'État et du ministère de l'Éducation (voir Loi n°68-978 du 12 novembre 1968 d'orientation de l'enseignement supérieur). La décentralisation du pouvoir de gestion universitaire s'est accompagnée d'un transfert de responsabilités qui appartenait à l'origine à l'État et qui, sous de Gaulle, se résumait de la façon suivante : « C'est l'État qui fixe les objectifs, en fonction de l'intérêt général : aux familles et aux individus de s'y adapter en conséquence » (Verneuil, 2016). Au Québec, l'institution de la troisième mission semble naître en concomitance avec la deuxième, et ce, dès la création du réseau de l'UQ décrétée par la loi 88 en 1968 (Bussières, 2018, p.100). La création de ce réseau universitaire a rendu possible un meilleur accès à l'enseignement supérieur et, entre autres, la réalisation de cette nouvelle mission de développement territorial et régional (Bussières, 2018, p.103). Ainsi, en France comme au Québec, le rôle de l'université a connu des mutations historiques et transformations qui ont fait de l'université un organe stratégique dans la production, la dissémination et la rétention des connaissances.

L'université entrepreneuriale

À cet effet, Etzkowitz (2001) observe que les universités sont parvenues à développer des capacités de rétention qui permettent à ces dernières de mieux tirer parti des connaissances produites. Il défend que

l'université ne se satisfasse plus d'être une émettrice de connaissances et, de ce fait, elle tâche de valoriser la connaissance produite aux moyens de brevets, de licences et d'autres techniques de « capitalisation des connaissances ». Or, on a défini que l'université trouvait sa pertinence dans son rôle de formation, soit en facilitant la dissémination du savoir. À cet effet, la propriété intellectuelle incarne au sein des relations université-industrie un enjeu éthique dans la mesure où l'aspect lucratif de la production et de la licence de propriété intellectuelle pourrait dénaturer les mandats antérieurs attenants à l'université par la perte de son indépendance (Etzkowitz, 2001). Néanmoins, l'auteur suggère que les pratiques académiques autour de la propriété intellectuelle se sont répandues et popularisées chez la plupart des universités en dépit des débats qu'elles ont suscités. Alors, l'université tend à adopter une posture entrepreneuriale en conséquence de la conscientisation de son rôle économique, ce tournant structurant a débuté pendant la Seconde Guerre mondiale (Etzkowitz, 2003), s'est développé aux États-Unis à partir des années 70 (Malissard, 2011) et correspond au phénomène de transformation à la base du MTH (Etzkowitz, 2003).

L'hybridation des organisations

L'un des corollaires de la transformation universitaire mise en valeur par le MTH est la réglementation industrielle des échanges de connaissances entre l'université et l'industrie par l'État. Effectivement, le MTH postule que l'État doit faire office de garant des règles sociétales afin de créer un environnement propice à l'innovation (Etzkowitz, 2003). Etzkowitz présente à cet effet une figuration dynamique, presque élémentaire, des conditions d'innovation. Par l'image de la spirale, il décrit un phénomène récursif qui symbolise une cohésion répétée entre les hélices. Cette cohésion se concrétise par le tissage d'un réseau entre les différents acteurs du MTH qui amènerait à un changement dans la nature de leurs relations. En réponse à l'entrepreneurialisation de l'université, l'État est dans l'obligation de légiférer les interactions entre l'académie et l'industrie pour redéfinir les rôles de chaque sphère, idéalement au bénéfice de la société. La loi Bayh-Dole, adoptée en 1980, illustre ce changement de dynamiques entre les sphères dans l'optique de stimuler l'innovation. Elle amende la précédente loi sur les brevets et les marques en autorisant les universités à breveter les inventions développées à l'aide de fonds publics contre un droit de licence. L'invention n'a donc plus l'obligation d'être assignée à l'État, elle peut directement être commercialisée par l'université (en réalité, d'abord, toute organisation à but non lucratif et PME, puis les grandes firmes se sont elles aussi qualifiées pour bénéficier de cette loi) de sorte à faciliter le transfert technologique (Malissard, 2011). Etzkowitz (2003) qualifie cette loi de « politique industrielle indirecte », grâce à celle-ci, l'État consent d'une part à l'autonomisation de l'université dans

sa production de propriété intellectuelle et d'autre part, il encourage les collaborations entre l'université et l'industrie par l'intermédiaire du transfert technologique.

Les implications de l'hybridation

Quitte à ne plus contrôler les inventions élaborées à l'aide des fonds publics, l'État facilite leur diffusion au sein de l'industrie en responsabilisant l'université dans l'accompagnement du développement technologique des entreprises. Bien sûr, ces nouvelles circonstances imputent aux universités des charges administratives additionnelles, par exemple, elles doivent faire état de l'usage du brevet au gouvernement (Malissard, 2011). Cette loi s'est aussi accompagnée de nouvelles structures, comme les *Technology Transfer Offices* (TTO), ces entités intermédiaires sont attachées à l'université et ont pour objectif de valoriser la recherche, soient de trouver des opportunités d'affaires. En outre, Malissard (2011) souligne que la loi n'a pas été exsangue de contentieux dans le milieu académique, certains ont interprété les nouveaux termes de ce mariage comme du « capitalisme académique ». Au regard des spécificités des contextes de transfert de propriété intellectuelle français et québécois, nous aborderons la question dans la seconde partie. Pour conclure vis-à-vis du MTH, l'effet récursif occasionné par la promulgation de la loi Bayh-Dole a sans l'ombre d'un doute entériné la naissance d'un nouveau contrat social entre l'université et la société en plaçant l'université sur une temporalité d'extrants de recherche qui doit être théoriquement coordonnée avec la temporalité de production de l'industrie (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995).

2.2.1 Les collaborations université-industrie (CUI) : un mariage forcé?

La littérature en matière de CUI est très riche compte tenu de sa filiation avec la littérature en innovation. On réfère particulièrement à l'innovation technique qui a fait de l'université l'organe de production de connaissances par excellence. Nombreuses sont les études qui se sont penchées d'abord sur l'importance stratégique que revêtent les collaborations entre l'université et l'industrie au regard d'un contexte d'une nouvelle intensité scientifique, voire technologique (Freeman, 1982 ; Lundvall, 1985 ; Baber et al., 1994). La focale académique s'attarde sur les enjeux spécifiques qui entouraient les CUI à titre de *locus* d'innovation. Quoiqu'il y a consensus autour de la valeur ajoutée du partenariat pour endiguer les échecs de marché afférents à la recherche et l'innovation, leur dichotomie génère un paradoxe que nombre de chercheur·euse·s se sont appliqué·e·s à souligner. Le paradoxe des CUI constitue la première partie de ce second chapitre. On aborde en seconde partie le fond de cette dualité théorique en présentant

l'ensemble des assumptions qui ont guidé la recherche empirique jusqu'à présent. Finalement, on présente les approches typiques de la recherche en CUI.

i. Le paradoxe de la CUI

Afin de comprendre la friction naturelle entre l'université et l'industrie, nous revisitons théoriquement les dissensions entre la recherche publique et privée qui motivent un rapport différent au transfert de connaissances. L'institution de recherche publique est considérée dans son altérité culturelle, institutionnelle et économique face à l'institution privée.

Différences culturelles

Les différences culturelles entre la recherche publique et privée génèrent un rapport opposé au transfert de connaissances. La norme de *divulgation*, inhérente à la recherche publique, s'oppose au *secret*, réservé à la recherche privée. Cette norme de divulgation découle plus largement de l'éthos de la Science, Partha & David (1994) y réfèrent comme normes « mertonniennes ». En effet, Robert King Merton est le fondateur de la sociologie des Sciences, il est à l'origine d'un ensemble de normes propres à la discipline scientifique, dont la norme de divulgation. En termes sociologiques, cette dernière se nomme communisme et qui – sans être chargé politiquement – réfère à la nature publique de la connaissance universitaire. Sur la prémissse de l'éthique scientifique, le chercheur ou la chercheuse ne peut revendiquer des droits de propriété intellectuelle, il ou elle doit se satisfaire de son statut d'auteur avec sobriété et désintérêt pour le gain (Merton, 1973). L'estime et la reconnaissance dérivées des travaux de recherche constituent donc la principale source de motivation des chercheurs. Cette culture oblige à la libre circulation de la connaissance comme produit scientifique, ce qui se révèle antinomique avec le système de marché.

Différences institutionnelles

Les différences institutionnelles de la recherche universitaire et industrielle sont caractéristiques de leurs systèmes incitatifs respectifs. Le système incitatif de la recherche universitaire publique est régi par un principe de réputation, la progression de la carrière des chercheur·euse·s est déterminée par leurs capacités à produire de la connaissance et à la divulguer (Partha & David, 1994). *A contrario*, les chercheur·euse·s privé·e·s sont motivé·e·s par la rétention de la connaissance produite pour garantir la

perception de gains futurs. En ces termes, une production conjointe de connaissances n'est pas mutuellement intéressante et nécessite, par ailleurs, que la coopération soit négociée. Cela dit, Partha et David rappellent également que ces deux systèmes incitatifs ont un point commun, le principe de *priorité*. Il y a une course à la production de connaissances, et ce, autant pour la recherche publique que privée. À ce titre, l'approche collaborative se révèle davantage intéressante pour les deux parties. Dans ce cas de figure, la recherche publique négocie pour publier ce qui relève de la connaissance fondamentale et la recherche privée s'approprie la connaissance applicative (Lundvall, 2016). Les différences institutionnelles, propres au privé et au public, provoquent un effet distributif sur la production de la connaissance et leur transfert dans le cas d'une collaboration publique-privée.

Différences économiques

Alors, la différence culturelle et institutionnelle de l'université engage également une dichotomie économique à l'égard de l'industrie. Bien que, dans certains cas, le marché peut bénéficier de la production de biens publics, dans d'autres, il peut en décourager la production compte tenu de la difficulté des partis producteurs à s'approprier intégralement la valeur produite (Partha & David, 1994). Du point de vue de l'industrie, il n'est pas avantageux que tous les compétiteurs aient accès à la même connaissance, puisque cela élimine la perspective de rentes. Pour résoudre ce problème dyadique, il existe plusieurs mécanismes similaires qui contrarient les défaillances du marché, indépendamment de l'existence même de la recherche publique, ou qui favorisent le développement industriel. Dans un contexte de développement de système complexe, le gouvernement subventionne activement les collaborations en R&D au moyen de subventions et d'outils de maillage institutionnel (Martin & Scott, 2000). Au profit de l'industrie, on reconnaît les mécanismes de brevets, droits d'auteurs ou tout mécanisme qui promet au mieux la protection de la propriété intellectuelle (Carlaw et al., 2006). Ces mécanismes ne sont pas mutuellement exclusifs, l'université peut adopter une posture plus entrepreneuriale et donc davantage s'axer sur une démarche de marché, plutôt que strictement s'adonner à la recherche publique (Etzkowitz, 2003). Au niveau économique, les différences entre le public et le privé impactent également la répartition des connaissances.

ii. Les assomptions et faits stylisés

Le paradoxe de la collaboration université-industrie fait consensus dans la littérature. Nombre d'études relatent les obstacles à l'efficience des CUI (Meyer-Krahmer & Schmoch, 1998 ; Bruneel et al., 2010 ;

Perkman et al., 2013 ; Ankrah et Al-Tabba, 2015, etc.) mais aussi les mécanismes et préconditions qui favorisent leur succès (Rajalo & Vadi, 2017 ; Sjöö & Hellström, 2019 ; Nsanzumuhire & Groot, 2020). Nous présentons différentes assomptions qui sous-tendent à la recherche en CUI. L'assumption charnière est celle qui se trouve au cœur du paradoxe des CUI, soit celle d'un système social différent et de relations non substitutives entre l'université et l'industrie. La seconde assumption relève de la connaissance et, plus précisément, de son transfert. Enfin, la dernière assumption se penche sur l'envers contextuel des CUI, notamment le rôle de la géographie et du gouvernement.

Systèmes sociaux différents

La différence des systèmes sociaux polarise l'identité des organisations, leurs objectifs et comportements respectifs. Cette aversion naturelle admet des différences individuelles, organisationnelles et institutionnelles, comme une frontière à l'échange et toutes fonctions permettant de franchir cette barrière comme un levier (Vick & Roberston, 2017 ; Sjöö et Hellström, 2019 ; Alexander et al., 2020 ; Awasthy et al., 2020 ; Nsanzumuhire & Groot, 2020). L'efficience des CUI s'affilie alors à un problème d'alignement (Abramo et al., 2011 ; Rajalo & Vadi, 2017 ; Li & Zhu, 2021). Paradoxalement, un pan substantiel de la littérature porte attention aux comportements hybrides (Etzkowitz, 2001 ; Beltramo, 2005 ; Marullo et al., 2021 ; Rossoni et al., 2023), les organisations qui développent des capacités, objectifs et intérêts appartenant traditionnellement à l'académie ou à l'industrie, selon le point de vue. En effet, la convergence des deux sphères favorisée par l'intérêt croissant des protagonistes et des décideur·euse·s politiques pour les CUI tend à réduire les différences institutionnelles qui séparent les deux entités et, de fait, notre assumption principale (Perkman et al., 2013). Aussi, l'assumption de systèmes sociaux binaires suppose que les organisations soient homogènes de part et d'autre. Or, Perkman (2013) avertit que ces deux assumptions peuvent conduire à “sous-estimer la diversité des organisations et des ordres institutionnels que l'on trouve dans les secteurs internationaux de l'enseignement supérieur et de la R&D publique” (p.433). Il faudrait donc contrôler le contexte des CUI de sorte à en saisir les spécificités en mesure de les impacter.

Relations non-substitutives

Les relations université-industrie sont assumées non substitutives, c'est-à-dire que les rôles et contributions de chaque partie sont complémentaires et non interchangeables. À l'instar de l'assumption de binarité des systèmes sociaux, l'assumption de non-substituabilité fait abstraction des comportements

hybrides. Par contre, cette assumption est logiquement supportée par la perspective des coûts de transaction dans un contexte compétitif et entend préciser le potentiel d'innovation des CUI (Duste et al., 2021). Si cette assumption produit des conclusions intéressantes sur l'utilité du partenariat, il est possible que son caractère normatif écarte la possibilité de sonder les technicités sectorielles. Effectivement, Beltramo (2005) avance que le secteur optoélectronique induit une telle complexité des procédés de production que l'industrie en fait systématiquement la thématique de ses activités internes de R&D. À cet effet, elle sollicite continuellement la recherche afin d'écartier la collaboration industrielle. Il contraste ses résultats en mentionnant que ses collègues qui étudient le secteur pharmaceutique sont nombreux à postuler, quant à eux, que " les résultats de la recherche, qu'ils proviennent des laboratoires universitaires ou des firmes de biotechnologie, réorientent en permanence les stratégies productives des multinationales " (p.166). Dans le dernier cas de figure, les relations seraient donc substitutives. Aussi, il est difficile de regarder la non-substitution des relations université-industrie comme un fait parfaitement stylisé dans la mesure où elle semble relative au contexte industriel.

Visions de la connaissance

La connaissance échangée dans le cadre des CUI est tacite et relative au contexte ou codifiée et mobile. Cette vision synthétise la problématique rencontrée lorsqu'il y a création de connaissances (Ankrah & Al-Tabba, 2015), voire même lorsqu'un partenaire ignore ce que l'autre sait (Rajalo & Vadi, 2017). Dans les deux cas, cela occasionne un effort d'apprentissage et la nécessaire formation de capacités d'absorption, si tant est que la structure cognitive de l'entreprise le permette (Li & Zhu, 2021). Powell et ses collègues (1996) articulent très tôt ce propos lors de son étude des réseaux d'apprentissage en biotechnologie. Ils démontrent que les domaines en rapide développement, où la connaissance est typiquement complexe et éparses, excèdent le calcul d'internalisation ou d'externalisation. Cette perspective se détourne des mécanismes de coordination économique mis en avant par la théorie des coûts de transaction. En d'autres termes, elle postule que les collaborations qui visent à la création de connaissances sont irrationnelles, informelles et déstructurées (Ankrah et Al-Tabba, 2015). Puisque les termes de la collaboration sont amenés à évoluer au fil du projet, le risque associé à la recherche est supérieur dans des conditions de création, à défaut de transfert. L'état de l'art serait donc fonction du caractère rationnel ou irrationnel des CUI (Nsanzumuhire & Groot, 2020). Il existe donc deux possibilités d'(in)opérationnalisation chez les CUI selon le caractère tacite ou codifiable des connaissances : rationnel ou irrationnel.

Écarts institutionnels à l'échelle nationale

Le manque d'études portant sur les CUI dans des contextes autres que ceux des pays développés à haut revenu a récemment été souligné dans la littérature. Cette perspective émergente insiste sur la nécessité d'intégrer le facteur institutionnel à l'échelle nationale dans l'analyse des CUI. Tout un pan de la littérature assumait donc que les CUI étaient le produit d'économies libérales à haut revenu. Or, les comportements dépeints propres à chaque sphère, comme peut l'être l'entrepreneuriat universitaire, sont en réalité circonscrits dans les pays qui incitent politiquement, économiquement et conséquemment, institutionnellement à cette démarche. Cela dit, les études sur les pays en voie de développement attestent d'une homogénéité entre les politiques publiques libérales des pays développés et des pays en voie de développement (Fiaz, 2013 ; Wang & Shan, 2021 ; Mendoza & Öcal, 2022 ; Zhang & Chen, 2023 ; Hojeij, 2024). Toutefois, il persiste des différences propres aux institutions qui justifient qu'on s'inquiète des contextes dans leur singularité et qu'on les compare (Nsanzumuhire & Groot, 2020). Au travers de leur étude comparative sur l'engagement du corps enseignant dans les liens entre l'université et l'industrie entre la Turquie et les États-Unis, Mendoza & Öcal (2022) stipulent que les enseignants américains ont tendance à être plus entreprenants que les enseignants turcs. Toujours est-il que les professeurs turcs sont en fait plus impliqués dans l'industrie par rapport à leurs comparses américains, ce qui est la conséquence de politiques gouvernementales agressives. Aussi, les caractéristiques des CUI varient définitivement en fonction des institutions et de la géographie.

2.2.2 Les enjeux et processus des CUI

Cette section examine les diverses variables liées aux CUI et joue un rôle clé dans la compréhension des failles structurelles entre l'université et l'industrie. Cette lacune est en réalité un mille-feuille d'enjeux d'efficacité propres, d'une part, aux collaborations et d'autre part, aux CUI en tant que telles et se veut donc le cœur fonctionnel du paradoxe entre l'université et l'industrie (Cyert & Goodman, 1997). La première sous-section se bâtit autour les travaux d'Ankrah et Al-Tabba (2015) qui proposent un cadre conceptuel présentant une vision intégrée de la CUI. En outre, la première partie présente également des éléments opérationnels clés de la CUI, soient les canaux, les processus et, enfin, les résultats (De Fuentes & Dutrénit, 2012 ; Fabiano et al., 2020). La seconde sous-section s'empare de la problématique d'efficience, nous nous attardons sur les enjeux d'efficacité et les mécanismes propres aux CUI de façon thématique, toujours en nous basant sur les travaux d'Ankrah et Al-Tabba (2015). Finalement, la dernière

sous-section fait état des différentes formes organisationnelles que l'on peut trouver chez les CUI et des comportements des agents.

i. Motivations, canaux et résultats (gains/pertes)

Cette sous-section explore des notions clés relatives au fonctionnement des CUI et les présente dans la logique du dénouement de la collaboration : motivations, canaux d'interaction/processus et résultats de la collaboration.

Les motivations

La motivation est une précondition à la phase initiale de lancement des CUI. On identifie trois types de motivations prévalentes aux CUI : les motivations individuelles (Perkman et al., 2013 ; Vick & Roberston, 2017 ; Nsanzumire & Groot, 2020), les motivations organisationnelles (Perkman et al., 2013 ; Rajalo & Vadi, 2017 ; Nsanzumire & Groot, 2020) et les motivations institutionnelles (Rajalo & Vadi, 2017). De plus, ces motivations peuvent se lire selon le point de l'université ou selon le point de l'industrie (Ankrah et Al-Tabbaa, 2015). Nous énumérons les différentes motivations de notre revue de littérature qui conduisent les universités et les firmes à poursuivre une collaboration en prenant en compte le degré de référence et la perspective.

À l'échelle individuelle

Rajalo & Vadi s'intéressent à la motivation comme l'une des mesures principales dans l'engagement des collaborations. Par ailleurs, ils relèvent dans leur revue systématique que les motivations universitaires reçoivent une attention particulière. En effet, Tartari et ses collègues (2014) établissent que la motivation intrinsèque, c'est-à-dire l'accomplissement professionnel, est primordiale à l'égard du TC, à défaut des incitations extrinsèques. Autrement dit, les incitatifs économiques ne présentent pas d'atours particuliers pour les académiques (Lam, 2011). Du côté industriel, la motivation des partenaires individuels est une fonction de la confiance établie au sein de la collaboration (Rajalo & Vadi, 2017). Le mécanisme de confiance, sur lequel nous reviendrons dans la seconde sous-section, est positivement lié à l'engagement dans la collaboration, et inversement. D'ailleurs, Nsanzumire & Groot (2020) associent spécifiquement le manque de confiance envers les systèmes éducatifs locaux à un contexte de pays en voie de développement.

À l'échelle organisationnelle

Les motivations organisationnelles sont depuis très longtemps examinées dans la littérature. Du côté académique, le financement intervient comme la motivation majeure derrière la collaboration avec les firmes (Meyer-Krahmer & Schmoch, 1998 ; Perkman et al., 2013). Également, la formation constitue une motivation à poursuivre une CUI (Jauhari, 2013). Bien que peu mis en avant dans la littérature, cet aspect est pourtant central dans de nombreuses collaborations université-industrie, en particulier pour les projets de R&D à moyen et long terme (Meyer-Krahmer & Schmoch, 1998). Ces collaborations reposent sur des accords contractuels entre les deux entités et sur la mobilité du doctorant ou de la doctorante impliquée dans le projet. À cet effet, la création de capacités internes s'inscrit aussi comme une motivation du côté académique par le biais que l'on vient d'évoquer (Perkman et al., 2013). L'amélioration des capacités internes peut également se manifester sous forme d'engagement universitaire, qui, bien qu'il s'apparente à la commercialisation par son caractère hybride, se distingue par son objectif principal d'accéder à des ressources soutenant les priorités académiques (Perkman et al., 2013). Du côté de l'industrie, la création de capacités internes constitue une des principales formes de motivations organisationnelles (Fiaz, 2013). Les CUI ont pour objectif d'augmenter les capacités d'absorption des firmes en accroissant les capacités internes de cette dernière. Pourtant, Beltramo (2005) note dans ses travaux que « l'investissement dans l'entretien d'une capacité d'absorption de la recherche n'apparaît plus comme stratégique, la priorité étant donnée à l'intégration de la recherche à la conception des produits et procédés ». Cela signifie qu'un contact maintenu avec l'université ne réclame pas d'entretenir continuellement la capacité d'absorption, mais d'entretenir la capacité à collaborer avec l'université. En outre, la nature de la relation entre l'université et l'industrie, c'est-à-dire court-terme ou moyen/long-terme, peut altérer les motivations organisationnelles. Bien sûr, la commercialisation se veut fondamentale au regard de la motivation des firmes, d'ailleurs, les firmes vont avoir tendance à engager les inventeur·ice·s pour favoriser le succès de la commercialisation (Agrawal, 2005). Perkman et ses collègues (2013) remarquent à cet égard que les scientifiques les plus performant·e·s sont celleux qui s'engagent le plus avec l'industrie. Cette observation raisonne avec la motivation d'accomplissement académique et de développement des capacités internes. En outre, Beltramo rappelle que les financements externes liés à la R&D à moyen et court terme constituent également une motivation pour les entreprises.

À l'échelle institutionnelle

Concernant les motivations institutionnelles, Rajalo et Vadi soulignent que les organisations agissent en fonction des intérêts des institutions. Parmi les six thématiques recensées par Ankrah et Al-Tabba (2015), les motivations liées à la nécessité découlent des incitatifs institutionnels, notamment des politiques publiques. Ainsi, l'agenda institutionnel influence largement leurs motivations. Ces dernières régulent les incitations des organisations de recherche et du secteur privé, orientant leurs choix stratégiques et leurs partenariats. En structurant l'environnement réglementaire et financier, elles favorisent particulièrement les CUI et orientent les priorités de recherche vers des objectifs alignés avec les secteurs admis comme stratégiques.

Les canaux

Les canaux, canaux d'interaction ou canaux de connaissances constituent un large pan de la littérature en CUI et leur variété fait largement consensus au sein de la communauté scientifique (De Fuentes & Dutrénit, 2012 ; Perkman et al., 2013 ; Zhang & Whang, 2017 ; Nsanzumuhire & Groot, 2020). Les canaux d'interaction regroupent les médias, plateformes, voire personnes qui véhiculent la connaissance d'une entité à une autre, par ces biais, la connaissance codifiée est transférée de manière unidirectionnelle. Au regard de la CUI, les scolaires s'intéressent à un ou plusieurs canaux typiques de leur industrie (Meyer-Khramer & Schmoch, 1998 ; Beltramo, 2005 ; Perkman et al., 2013), de façon transversale (Agrawal, 2006 ; Marullo et al., 2021) ou d'un contexte institutionnel à un autre (Nsanzumire & Groot, 2020) pour comprendre les motivations de l'interaction et la pérennité de leur usage. De plus, les canaux sont discutés plus précisément dans un contexte de transfert technologique afin d'établir lesquels sont les plus appropriés selon la modalité de transfert (Arenas & González, 2018 ; Fabiano et al., 2020).

À l'échelle collaborative

Il existe des canaux plus fructueux que d'autres aux bénéfices de chaque entité. Selon De Fuentes & Dutrénit (2012), les canaux responsables de l'augmentation des capacités de la firme à long terme en matière de R&D sont les canaux de projets de recherche et développement et de consultation, de droits de propriétés intellectuelles et de ressources humaines. Bruneel et al. (2010) font la même observation en suggérant que certains canaux réduisent les barrières propres aux CUI. Par exemple, les stratégies de licences qui tendent à engager directement l'inventeur projettent de meilleures chances de

commercialisation (Agrawal, 2006). Également, une interaction plus intense entre l'université et l'industrie conduit à un taux plus élevé de dépôts de demandes de brevets, de licences et de création de *spin-offs* (Marullo et al., 2021). À l'inverse, Nsanzumuhire et Groot (2020) observent que les pressions structurelles en faveur des canaux commerciaux ne suffisent pas à encourager l'usage concret par les chercheur·euse·s et les acteur·rice·s industriels. Ils notent aussi que les collaborations à visée éducative sont souvent écartées, même dans les interactions classiques. Notre revue de littérature va dans le même sens : seules deux études abordent explicitement les canaux dédiés à la formation (stages, mémoires, thèses, etc.). Plus largement, les travaux sur les canaux d'interaction livrent des résultats mitigés quant à leur utilité et leur importance.

À l'échelle sectorielle

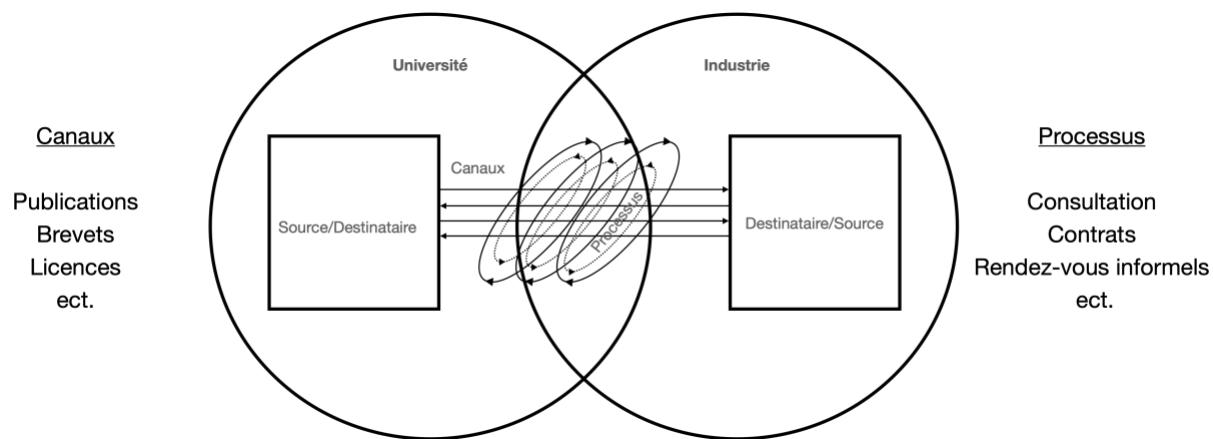
La discipline ou le secteur admettent un impact important sur la routine d'interaction. Dans son étude sur les disciplines technologiques en Allemagne (production technologique, microélectronique, logiciel, biotechnologie, chimie), Meyer-Krahmer & Schmoch (1998) affirment que les types d'interaction varient selon les domaines. La recherche collaborative et les contacts informels sont essentiels en microélectronique, logiciels et biotechnologies. Dans la technologie de production, la recherche sous contrat et collaborative prédomine tandis qu'en chimie fondamentale, la formation de personnel, les contacts informels et la recherche collaborative sont les plus importants. Également, Beltramo (2005) reconnaît que les projets de recherche et développement – court, moyen et long terme – sont prévalents quant au secteur de l'optoélectronique. En outre, établir un classement des canaux d'interaction privilégiés se veut judicieux, car tous ne sont pas mesurables. Effectivement, Rajalo & Vadi (2017) relèvent que les CUI prometteuses sont celles qui ont été initiées par des rencontres informelles préalablement à la collaboration.

En termes opérationnels

Le concept de canaux d'interaction n'est pas uniforme dans la littérature. Dans le cadre de notre étude, nous utilisons le cadre théorique de TC conçu par Fabiano et al. (2020) qui combine la notion de canaux et de processus (Figure 2). Ce modèle présente les deux entités comme d'éventuels récepteurs et sources et met donc en avant une approche interactive. Il convient alors autant dans les situations de création de connaissances que dans celles de transfert. En plus des canaux, des processus séparent les deux entités, il s'agit « de configurations sociales dans lesquelles les connaissances codées et encodées sont partagées

(multidirectionnel) avec un niveau croissant d'implication relationnelle ». En permettant l'itération, les processus admettent un aspect opérationnel et ancrent la CUI dans un contexte social crucial.

Figure 1 : Modèle de transfert de connaissances et de technologies par Fabiano et al. (2020)



Les résultats (gains/pertes)

Les résultats (gains/pertes) des CUI se définissent dans l'altérité du produit final, il s'agit des bénéfices ou pertes rencontrés en addition de l'objectif prédéfini ou redéfini par la collaboration. Pareillement aux motivations, les résultats sont relatifs à chaque entité, nous présentons dans cette partie la perspective de l'université et la perspective de l'industrie. Les études sur les résultats des CUI tâchent d'évaluer leur rôle dans la mesure de l'efficience des collaborations et de produire des classifications (De Fuentes & Dutrénit, 2012 ; Ankrah & Al-Tabba, 2015). À titre de corolaire du succès et de la performance, les scolaires s'attardent sur les résultats des CUI et leur relation avec les antécédents de la collaboration (De Fuentes & Dutrénit, 2012 ; Perkman et al., 2013 ; Fiaz, 2013), les parties prenantes (Zhang & Chen, 2023), les canaux (De Fuentes & Dutrénit, 2012) et les mécanismes (Frasquet, 2012 ; Zhang & Whang, 2017 ; Tian et al., 2022).

Une mesure de l'efficience

Les résultats des collaborations sont, par définition, des mesures de performance utiles pour comprendre et qualifier le succès des CUI. Afin d'identifier quels sont les canaux les plus efficaces dans la projection de bénéfices à long terme, De Fuentes & Dutrénit (2012) répertorient les différents types de bénéfices

perçus par l'université (PRO) et l'entreprise, dans leur nature collective ou individuelle. Certaines caractéristiques individuelles (cf. antécédents) chez les chercheur·euse·s confèrent plus de bénéfices au long terme chez la firme, tel que l'engagement académique. Perkman et al. (2013) appuient ces résultats et ajoutent que la qualité du département universitaire bonifie l'engagement académique. Pourtant, cela constitue une contradiction, car l'effet global de la qualité académique au niveau de l'organisation sur la participation aux activités de collaboration semble être négatif (Zhang & Whang, 2017). L'utilisation des résultats des CUI comme indicateur de performance est relative, car elle reflète des gains ou pertes perçus par l'université et l'entreprise, qui ont des attentes différentes quant à leur collaboration (Ankrah et Al-Tabba, 2015). Cependant, Vick et Robertson (2017) nuancent cette perspective en soulignant que de nombreuses études démontrent les résultats positifs pour les deux parties issus du TC, en tant qu'exemples de résultats. La mesure de la performance des CUI ne peut donc se calquer uniquement sur les résultats perçus et nécessite d'être complétée par d'autres mesures (Ankrah et Al-Tabba, 2015). En outre, la subjectivité de la perception des gains/pertes oblige à avoir recours à une taxonomie qui met en perspective les gains comme les pertes pour l'université et l'industrie.

Maximisation et préconditions

Au-delà des préconditions individuelles et organisationnelles, il existe également des préconditions institutionnelles propres au contexte. Fiaz se fie à l'intensité des R&D et aux résultats des alliances pour évaluer les gains et bénéfices des CUI, il trouve entre autres que les facteurs suivants sont favorables : la stabilité politique, le soutien de l'État et l'ouverture. En termes de préconditions institutionnelles à l'égard de la perspective académique, De Fuentes & Dutrénit (2012) trouvent assurément que le financement public de la recherche renforce les résultats de la recherche. Zhang & Chen (2023) s'intéressent aux perceptions des étudiants en licence professionnelle dans le but d'améliorer la qualité des formations. Ils trouvent que le mécontentement des étudiants résulte du manque d'alignement entre les pratiques en entreprise et l'apprentissage professionnel. Selon eux, les universités devraient donc privilégier des approches orientées vers la pratique, ce qui signifie que les auteurs anticipent les gains que les CUI pourraient avoir au profit de l'industrie. Dans la grande majorité des études, les académiques vont s'intéresser aux différents mécanismes des CUI pour optimiser les résultats. Par exemple, Frasquet et al. (2012) démontrent que la communication constitue un moteur des variables relationnelles de la CUI, nommément, la confiance, la satisfaction et le conflit fonctionnel. Zhang & Whang (2017) vont s'intéresser à l'aspect modérateur du capital social au regard de la performance des CUI et Tian et al.

(2021) vont, quant à eux, examiner l'influence des CUI sur l'innovation des firmes en considérant le réseau interfirme de l'alliance.

ii. Enjeux d'efficience : barrières et facilitateurs (freins/leviers)

L'efficience caractérise le débat sur les CUI et, plus spécifiquement, le TC (Vick & Roberston, 2017 ; Fabiano et al., 2020 ; Alexander et al., 2020) ou encore du transfert technologique (Arenas & Gonzalès, 2018). Communément, la littérature réfère aux obstacles de transfert en tant que barrières. Il existe des barrières typiques du TC comme il existe des barrières typiques des collaborations (Ankrah & Al-Tabbaa, 2015 ; Sjöö & Hellström, 2019 ; Nsanzumuhire & Groot, 2020 ; Baleero et al., 2022). Réciproquement, il existe des facilitateurs, aussi appelés mécanismes ou processus, recensés par la communauté scientifique dans le but de diminuer les frictions entre l'université et l'industrie. Ce survol permet de mettre en avant les barrières et facilitateurs naturels, individuels, organisationnels, sectoriels et institutionnels.

Barrières/Facilitateurs (freins et leviers)

Parmi les barrières typiques que l'on retrouve chez la CUI se trouvent celles relatives aux caractéristiques de la connaissance (cf. Section Assomption) qui génèrent des implications pour son transfert. Effectivement, le caractère tacite ou codifié de la connaissance joue un rôle crucial dans le choix des mécanismes de transfert : les connaissances codifiées, plus structurées, sont plus faciles à transmettre, que ce soit à travers des collaborations, des contrats de recherche ou la publication de résultats scientifiques (Arenas & Gonzalès, 2018 ; Fabiano et al., 2020). En revanche, les connaissances tacites, plus informelles et difficiles à expliciter, nécessitent des méthodes de transfert plus complexes, comme la communication orale ou la mobilité des travailleurs (Fabiano et al., 2020). Fabiano et al. considèrent ces mécanismes de codage ou d'encodage comme des processus, car ils sont ancrés dans un contexte social, ce qui nous invite à faire une distinction théorique entre les deux. Le contexte social occasionne donc des barrières, Alexander et al. (2020) identifie notamment des obstacles relatifs à la prise décision et d'application. Cela dit, les auteurs précisent que ces derniers sont inhérents à ces processus, et non liés à des carences stratégiques ou structurelles. Autant dire qu'il n'existe pas toujours des mécanismes ou processus capables de contrer les barrières relatives aux CUI, voir les mécanismes ou processus incarnent parfois l'enjeu en lui-même.

À l'échelle individuelle et organisationnelle

Perkmann et al. (2013) s'intéressent eux aussi à l'orientation de la recherche (fondamentale et appliquée), ils formulent des constats au niveau individuel/organisationnel. Selon eux, l'engagement académique – c'est-à-dire la propension des académiques à s'impliquer dans les activités commerciales – peut affecter la performance de la recherche. Par exemple, la publication pourrait avoir une relation en forme de U inversé avec l'engagement académique. Le mécanisme d'engagement académique pourrait tout aussi bien agir comme catalyseur ou frein à la CUI puisque l'université est plus tournée vers l'industrie et son caractère applicatif, ce qui signifie aussi que les activités traditionnellement académiques risquent d'être délaissées au profit des activités industrielles. Rajalo & Vadi (2017) s'intéressent aux préconditions et mécanismes « de franchissement de frontières », aussi appelées « recouvrement de limites » (Sjöö & Hellström, 2019). Elles le définissent de la façon suivante : 1) "anticiper les intérêts", 2) "reformuler les intérêts" et 3) "négocier les intérêts". Bien que ces mécanismes se prêtent particulièrement à la situation des CUI, ils existent en réalité dans toutes formes de collaboration. Ils donnent néanmoins les fondations du modèle d'alignement d'intérêts proposés par les autrices. En outre, l'un des principaux mécanismes repérés comme étant le ciment des collaborations réussies est la confiance, autant que le manque de confiance peut agir comme un frein à l'égard des collaborations plus modestes. Effectivement, on rappelle que la confiance était capitale dans l'amélioration des résultats (Frasquet et al., 2012), le mécanisme de confiance est perçu comme une absolue nécessité dans la littérature en CUI (Powell, 1996 ; Bruneel et al., 2010 ; Thune & Gulbrandsen, 2011 ; De Fuentes & Dutrénit, 2012 ; Fiaz, 2013 ; Jauhari, 2013 ; Ankrah & Al-Tabbaa, 2015 ; Vick & Roberston, 2017 ; Zhang & Whang, 2017 ; Sjöö & Hellström, 2019 ; Alexander et al., 2020 ; Awasthy et al., 2020 ; Nsanzumuhire & Groot, 2020 ; Wang & Shan, 2021 ; Baleeiro et al., 2022 ; Mendoza & Öcal, 2022 ; Rossoni et al., 2023 ; Hojeij, 2024).

À l'échelle sectorielle

Meyer-Krahmer & Schmoch (1998) se penchent sur les mécanismes de mise en relation dans les secteurs technologiques, ils relèvent que bien que l'échange de connaissances soit un dénominateur commun, les mécanismes de mise en relation varient d'un domaine à l'autre pour des raisons endogènes. Par exemple, le secteur de la chimie repose principalement sur la recherche fondamentale et bénéficie de forts liens avec l'université, alors les contacts informels et les projets de recherche collaborative sont des mécanismes très valorisés par le secteur. *A contrario*, l'ingénierie mécanique qui n'a jamais été une discipline principalement basée sur la science va davantage exploiter des mécanismes tel que le contrat

de recherche. Les mécanismes de mise en relation varient donc en fonction de l'orientation fondamentale ou appliquée du secteur (Bruneel et al., 2010).

À l'échelle institutionnelle

Arenas & Gonzalès repèrent, en plus des facteurs sociaux, qu'il existe des facteurs politiques à même de favoriser ou entraver le transfert technologique dans un contexte de CUI, ce qui est tout aussi valide pour le TC. Par exemple, Fiaz (2013) et Hojeij (2024) repèrent le caractère essentiel de la stabilité politique. Ainsi, le travail d'évaluation des barrières et de leur relation avec les mécanismes est extensif et constitue une grande partie de la littérature en CUI.

Taxonomie

Combinées aux mécanismes, les barrières peuvent être perçues de façon additive ou soustractive : les barrières peuvent être amplifiées ou diminuées. Pour notre usage, nous préférions donc utiliser la typologie d'Ankrah & Al-Tabbaa (2015) qui aborde les barrières en termes d'enjeux, ou de facteurs qui catalysent ou entravent la CUI du point de vue de l'université comme de l'industrie. Nous jugeons plus efficace, opérationnel et digeste de lister les enjeux ayant une incidence positive (levier) ou négative (frein) sur la CUI. Notre intérêt git donc plus dans le diagnostic plutôt que dans l'évaluation de l'efficacité de mécanisme x sur barrière y. Aussi, nous utilisons le cadre d'Ankrah & Al-Tabbaa pour notre analyse, seul un extrait paraît ci-dessous par principe de lisibilité (Tableau 1).

Tableau 1 : Les facteurs qui facilitent ou entravent les CUI par Ankrah & Al-Tabbaa (2015)

Catégories Principales	Exemples de Facteurs
Capacités et ressources	Ressources adéquates (financement, humain et installations)
Enjeux légaux, et mécanismes contractuels	Politiques universitaires flexibles, notamment en matière de droits de propriété intellectuelle (DPI), de brevets, de licences et de mécanismes contractuels
Enjeux de gestion d'organisation	Engagement et soutien de la direction et des cadres supérieurs

Enjeux relatifs à la technologie	Nature de la technologie/connaissance à transférer (tacite ou explicite ; générique ou spécialisée ; rigueur universitaire ou pertinence industrielle)
Enjeux politiques	Politique/législation/réglementation pour guider/soutenir/encourager l'UIC (soutien tel que les crédits d'impôt, les réseaux d'information et l'assistance consultative directe à l'industrie)
Enjeux sociaux	Amélioration de la réputation/du prestige
Autres enjeux	<ul style="list-style-type: none"> - Faible connaissance des capacités de recherche de l'université - Recours à un intermédiaire (tiers) - Risque lié à la recherche - Différences/similitudes intersectorielles - Proximité géographique

iii. Formes organisationnelles

Dans cette sous-section, nous survolons les grandes tendances des formes organisationnelles propres au CUI. Bien que ces notions ne fassent pas l'objet d'une standardisation marquée dans la littérature, elles semblent généralement abordées sous l'angle des dimensions formelles et informelles de la collaboration (Bruneel et al., 2010 ; Thune & Gulbrandson, 2011 ; Lundvall, 2016 ; Crespi et al., 2011, cités par Vick & Roberston, 2017). Cet exercice consiste à établir les avantages et les inconvénients des différents types de collaboration. C'est pourquoi certain·e·s scolaires vont enquêter sur les mécanismes comme attributs d'une forme organisationnelle.

Formel et Informel

Les aspects formel et informel sont le propre de l'organisation au sens large. Lundvall (2016) souligne l'importance de l'interaction entre les formes d'organisation formelles et informelles dans le processus d'apprentissage et d'innovation. Lundvall souligne que les deux types d'organisation se complètent mutuellement. Il met en avant le rôle des interactions informelles entre individus et organisations dans la création et la diffusion de nouvelles connaissances, tout en reconnaissant l'importance des structures formelles pour encadrer et réguler ces échanges. Ces constats sont dérivables au sujet des CUI. Bruneel et al. (2010) rappelle également que les firmes s'exposent à des interactions formelles et informelles, directes ou à distance, ainsi qu'à des collaborations à court terme et ciblées ou à long terme et ouvertes.

À l'échelle collaborative et institutionnelle

L'institutionnalisation des collaborations se manifeste par des changements dans les structures organisationnelles, rendant les collaborations plus formelles, standardisées et structurées. En effet, Thune & Gulbrandsen (2011) établissent sur la base des propos de Youtie et al. et Corley et al. (2006) que la teneur formelle de la collaboration varie selon le degré d'institutionnalisation. Pourtant, Thune & Gulbrandsen (2011) déterminent dans leur étude sur la formalisation croissante de la collaboration intersectorielle entre les universités et l'industriel que les collaborations les moins formelles affichent le plus haut niveau d'institutionnalisation, tandis que les collaborations qui affichent le plus haut niveau de formalisation sont quant à elles très peu institutionnalisées. À ce titre, les formes organisationnelles informelles ne doivent pas être occultées dans l'évaluation du TC. Effectivement, Vick et Robertson (2017) mobilisent les travaux de Crepsi et al. (2011), qui montrent que les chercheurs impliqués dans des activités de brevetage participent également à d'autres formes de relations informelles entre l'université et l'industrie. Toutefois, il semble que ceux qui se concentrent spécifiquement sur le brevetage semblent accorder moins d'importance aux autres formes de collaborations informelles.

Impact sur le TC

Marullo et al. déterminent que certaines formes organisationnelles sont plus propices à l'obtention de résultats distinctifs. Selon eux, la recherche collaborative avec l'industrie entraîne une hausse des activités de dépôt de demandes de brevets et de création de *spin-offs*, tandis que la recherche contractuelle et la consultation accroissent les opportunités de concession de licences. Ce travail de caractérisation est similaire à ce qu'ont entrepris dans leurs études, Meyer-Krahmer et Schmoch (1998) ainsi que Nsanzumuhire et Groot (2020), qui se référant à des "types d'interaction" ou "canaux d'interaction" plutôt qu'à des formes organisationnelles, ont vu leurs résultats présentés dans la section "canaux".

2.2.3 La CUI en pratique

Cette dernière sous-section clôture ce chapitre sur le TC entre l'université et l'industrie. Nous avons passé en revue plusieurs concepts indispensables à l'étude de la CUI : sa raison d'être, ses enjeux et son fonctionnement, au niveau individuel, organisationnel et institutionnel. Nous avons aussi soulevé que ces éléments étaient changeants par essence en fonction de la perspective empruntée, soit la perspective universitaire ou la perspective industrielle. En dehors de cet effet de positionnement, nous avons tout de même convenu des constantes essentielles de la CUI. Il nous appartient désormais de brosser un portrait

des tendances liées à l'usage des CUI. En tant que véhicule de connaissance, la CUI est conçue comme le berceau du transfert technologique et le moteur de la commercialisation. Afin de stimuler le développement des secteurs à prévalence scientifique, les politiques publiques motivent à la collaboration U-I par le biais d'incitatifs, tels que les appels d'offres, les subventions, etc. La CUI matérialise la mission de développement économique de l'université et s'inscrit dans l'arsenal d'outils de croissance en augmentant les interactions U-I, ce qui aboutit à l'intensification d'émissions de publications, de brevets, de prototypes, de licences, etc. Néanmoins, les secteurs affichent des spécificités en termes de maturité, de dépendance à la science et, plus globalement, de discipline qui affectent les dynamiques relationnelles entre l'université et l'industrie. En développant ces aspects, il nous est permis d'identifier les lacunes au sein de la littérature et d'offrir une première définition de problématique.

i. Les spécificités sectorielles

Cette sous-section étaye l'impact des spécificités sectorielles sur le TC et les CUI. Elle présente la maturité sectorielle et la dépendance à la science comme une variable modératrice de l'intensité des relations université-industrie. En comparaison, les secteurs technologiques, qui relèvent principalement d'un régime de transfert basé sur le développement, sont moindrement dépendant des relations U-I. Toutefois, ces relations sont nécessaires et demeurent une constante dans les industries technologiques qui, par ailleurs, peuvent démontrer une certaine co-dépendance pour des raisons historiques. Dans ce contexte, nous évaluons la prévalence des études portant sur les CUI ou le TC dans les secteurs énergétiques à bas carbone en tenant compte de l'urgence énergétique.

La maturité sectorielle

Une industrie émergente est, par définition, immature et peut admettre, parmi d'autres caractéristiques, une certaine dépendance vis-à-vis des initiatives gouvernementales. La genèse des industries est une discipline à part entière à laquelle il est difficile de rendre justice en quelques mots parce que nombreux sont les scénarii d'émergence. Parmi eux, on relève le cas de figure où l'effort institutionnel appuie et structure l'apparition sectorielle (Lee & Mallerba, 2017) parce qu'il se rallie aux standards des industries énergétiques (Matti et al., 2017). En outre, le stade de maturité industrielle définit la nature et l'intensité des relations université-industrie. Le développement des industries émergentes repose en grande partie sur la capacité du gouvernement à stimuler le marché, Zhang et al. (2025) assurent que les politiques stratégiques visant les industries émergentes promeuvent de façon significative "les avantages fiscaux,

les prêts aux entreprises, la concentration industrielle, la contribution à la R&D et la qualité de l'innovation". Paradoxalement, Bodas Freitas et al. (2013) amènent au sujet des industries émergentes que la recherche universitaire et les projets de recherche conjoints avec les firmes sont moins susceptibles d'être le produit d'initiatives académiques ou publiques. Ils constatent qu'une industrie émergente repose sur un financement public épars et affiche des réseaux de connaissances en développement. Bien que les industries émergentes soient en partie tributaires des capacités structurelles de l'état, les mécanismes de support restent sujets à l'institutionnalisation à mesure que l'industrie évolue (Gong et al., 2022). Le degré d'émergence peut donc affecter l'intensité des relations université-industrie, un certain niveau de dynamiques institutionnelles est requis pour créer un environnement incitant à ces formes de collaboration, auquel on peut référer sous le terme de stade de "co-évolution" (Gustafsson et al., 2016). L'étude comparative des relations université-industrie dans des contextes de maturité sectorielle à deux vitesses constitue une véritable carence dans la littérature. À notre connaissance, seule l'étude Bodas Freitas et al. entreprend directement de combler cette lacune.

La dépendance à la science

Les secteurs diffèrent dans leur mode opératoire, impactant les processus de diffusion des connaissances et l'intensité des relations U-I. Au regard des CUI, la connaissance tacite admet un certain degré de codification par le biais de canaux ou de processus avant d'être réceptionnée par l'industrie (Fabiano et al., 2020). Cela dit, la dimension sectorielle peut impacter la nature des connaissances et modifier le mode de transfert. Comme abordé à la sous-section "Barrière/Facilitateurs à l'échelle sectorielle", les mécanismes de mise en relation varient d'un domaine à l'autre pour des raisons endogènes. L'une des raisons principales relève de la nature de la connaissance, non pas en termes tacite ou explicite, mais en termes fondamentaux et appliqués. Sur cette base, Gilsing et al. (2011) établissent qu'il existe deux régimes de transfert différents, l'un basé sur la science et l'autre basé sur le développement. Ils ajoutent que le régime basé sur la science répond de savoir « autonomes » tandis que celui basé sur le développement relève de savoirs « systémiques ». Il existe différents degrés de dépendance aux savoirs scientifiques dans certains secteurs, ce qui détermine la nature des relations université-industrie au niveau sectoriel et établit les prérequis et les obstacles ou facilitateurs que nous avons présentés auparavant. L'étude de Kondo (2011) tend à corroborer que l'importance de la science dans chaque domaine ou secteur est un déterminant primordial pour les relations université-industrie. Parmi les quatre domaines étudiés – sciences de la vie, technologie de l'information et communication, science de l'environnement, nanotechnologie et sciences des matériaux – les sciences de la vie projettent le plus haut taux de

collaboration en termes de recherches conjointe, contrats de recherche et *spin-offs*. La dépendance à la science caractérise les interactions entre les acteurs de chaque secteur et, par ce fait même, les relations université-industrie.

Les secteurs technologiques

Si les secteurs “basés sur la science” démontrent un plus haut taux de CUI par rapport aux secteurs “basés sur le développement”, les secteurs technologiques engendrent tout de même la formation de CUI. D’ailleurs, Meyer-Krahmer & Schmoch (1998) indiquent qu’en Allemagne, le domaine de l’ingénierie mécanique présente de forts liens entre l’université et l’industrie qui répondent d’une culture de coopération historique entre les deux. Ils avertissent néanmoins que ce *modus operandi* n’est pas nécessairement synonyme d’innovation, il est le théâtre d’une dépendance de sentier qui peut laisser germer des effets de verrouillage (*lock-in*). Les régimes de transfert de Gilsing et al. prédisent donc des tendances d’interaction, mais ils peuvent être brouillés par d’autres éléments, tels que l’historicité industrielle. En outre, la littérature ne manque pas de prendre les secteurs technologiques comme terrains d’analyse, le transfert technologique étant un phénomène très étudié dans la littérature en CUI (Arenas & González, 2018). Par exemple, Beltramo (2005) s’intéresse aux secteurs des technologies optoélectroniques, tandis qu’Agrawal (2005) se penche sur les disciplines de l’ingénierie mécanique et l’ingénierie électrique et informatique. Les études en CUI reposant sur un ou plusieurs secteurs technologiques visent à comprendre les dynamiques sectorielles dans un cas et comprendre les relations université-industrie dans l’autre. À cet effet, les CUI, le TC et le transfert de technologie des secteurs stratégiques sont très souvent étudiés dans le but d’améliorer les conditions d’innovation propres au secteur.

Les secteurs énergétiques à bas carbone

Pourtant, qu’il s’agisse de CUI, de TC et de technologie, il existe encore très peu d’études qui s’inquiètent des secteurs des énergies à bas carbone, aussi appelées énergies alternatives. Considérant le potentiel d’innovation permis par les relations université-industrie et les impératifs de développement induits par le changement climatique et les volontés de souveraineté énergétique étatique, il serait attendu que les académiques s’inquiètent précisément des secteurs des énergies alternatives dans une optique de transition et d’autonomie énergétique. Récemment, les études en CUI intègrent, certes, davantage le secteur des énergies, cela dit, le contexte de ces études est transversal et agrège différentes industries ou

disciplines (Thune & Gulbrandsen, 2011 ; Li & Zhu, 2021 ; Wang & Shan, 2021 ; Hojeij, 2024). Néanmoins, l'intérêt pour la recherche collaborative au regard des innovations menant à la réduction des émissions de carbone, voire le TC dans le milieu de l'énergie (Karakosta et al., 2020 ; Miśkiewicz, 2018), est constaté par la communauté scientifique (Song et al., 2020 ; Wang et al., 2024). Par contre, Zhou et al. (2023) indiquent que ces relations université-industrie, bien qu'essentielles à l'innovation des technologies à bas carbone, doivent faire l'objet de politiques appuyant encore davantage ces formes organisationnelles. L'effort académique pour répondre à cette carence de la littérature s'amorce, mais reste encore largement insuffisant au regard de l'urgence énergétique, matérialisée par les objectifs de carboneutralité. Par ailleurs, il n'existe aucune étude à ce jour qui fait état du TC entre l'université et l'industrie dans le secteur de l'hydrogène à bas carbone, qui est une alternative énergétique aux énergies fossiles.

ii. Les lacunes et limites de la littérature

À la lumière de la sous-section précédente, mais également l'ensemble de la revue, plusieurs lacunes et limites se dessinent à l'égard des études en CUI. En termes de lacunes, il apparaît que les études en CUI ne prennent que rarement en compte la maturité sectorielle. De plus, les secteurs essentiels au développement durable et à la transition énergétique sont encore sous-évalués par la communauté scientifique. Or, ces secteurs sont bien souvent le fruit de politiques de développement stratégiques où l'enjeu du TC entre l'université et l'industrie est un prérequis du succès de ces secteurs, pour la plupart, émergents. En termes de limites, le recadrage des études en CUI au sein du cadre théorique, plus large, de l'Économie Apprenante et des théories connexes (voir : SNI, SRI et MTH) révèle quelques limites de l'ordre de l'environnement externe. D'une part, le rôle de la géographie n'est que très rarement pris en considération, bien qu'il soit une variable à part entière des interactions entre les acteurs de l'innovation. D'autre part, le rôle du gouvernement, partagé entre interventionnisme et laisser-aller, est limité par cette conception binaire. Qu'il s'agisse des lacunes ou des limites, toutes deux s'ancrent dans l'envers contextuel, une étude comparative, entre deux secteurs affichant des niveaux de maturité différents et portant sur un secteur relatif à la transition énergétique, est en mesure de remédier aux lacunes identifiées dans cette revue de littérature. Vérifier le caractère modérateur du rôle de la géographie et du gouvernement permet de repousser les limites d'un modèle principalement conçu sous l'angle de l'optimisation (voir : les collaborations université-industrie (CUI) : un mariage forcé?) pour apprécier de façon exhaustive les enjeux du secteur.

Les lacunes

Les carences de la littérature en CUI entre les « pays développés » et ceux en « voie de développement » mettent en évidence des carences d'ordre contextuel. Effectivement, les lignes de force des relations université-industrie ont été pleinement tracées par la littérature, comme le montre la partie 2.2.3. L'aspect pratique ou l'envers contextuel présente encore des zones d'ombre pour comprendre les CUI dans leur finalité. La maturité sectorielle, en tant que variable modératrice des relations université-industrie, est rarement directement contrôlée, bien que son impact soit crucial pour comprendre ces relations (Meyer-Krahmer & Schmoch, 1998 ; Bodas Freitas et al., 2013). Toutefois, les notions d'institutionnalisation et de normes épistémiques disciplinaires peuvent éventuellement renseigner sur la maturité sectorielle d'un secteur (Corley et al., 2006 ; Thune & Gulbrandsen, 2011). En outre, l'attention de la communauté scientifique est très souvent portée sur les secteurs technologiques, donc stratégiques. Il est étonnant de constater que la littérature en CUI néglige les secteurs des énergies à faible émission de carbone, qui relèvent à la fois de la technologie et de la stratégie. Le domaine de l'hydrogène à faible émission de carbone est actuellement sous-représenté, alors qu'il est crucial d'établir des liens étroits entre la recherche académique et l'industrie (Ayers et coll., 2017). Pour remédier à ces lacunes, nous proposons une étude comparative combinant la maturité sectorielle et celle du secteur de l'hydrogène à faible teneur en carbone.

Les limites

Au regard des limites, le repositionnement des études en CUI dans le cadre théorique plus large de l'Économie Apprenante et des approches connexes (SNI, SRI, MTH) met en lumière certaines limites liées à l'environnement externe. D'une part, la dimension géographique, bien qu'indissociable des interactions entre les acteurs de l'innovation, est rarement prise en compte. Bien qu'Huggins & Kitagawa (2012) considèrent – à juste titre – qu'il faille élargir le concept de proximité au-delà de la géographie afin d'améliorer les processus de TC des universités, le rôle de la géographie reste significatif à l'égard de la formation des partenariats et de l'entretien des grappes technologiques (D'Este et al., 2013 ; Sjöö & Hellström, 2019). Pourtant, l'évaluation du rôle de la géographie, et particulièrement de la proximité géographique, retient avant tout l'attention de la géographie économique, s'employant à spatialiser la connaissance et ses aboutissements commerciaux. Au sens qualitatif, la dimension géographique de la connaissance n'est que moindrement évaluée, ce qui constitue une limite des modèles de TC université-industrie. D'autre part, le rôle du gouvernement dans la structuration des dynamiques université-industrie

n'est pas évalué sous l'angle des manques à gagner. Le contexte politique est largement reconnu comme facilitateur et mécanisme à l'échelle institutionnelle et il reste d'ailleurs amplement étudié (Bruneel et al., 2010 ; Abramo et al., 2011 ; De Fuentes & Dutrénit, 2012 ; Jauhari, 2013 ; Perkman et al., 2013 ; Ankrah & Al-Tabbaa, 2015 ; Rajalo & Vadi, 2017 ; Sjöö & Hellström, 2019 ; Awasthy et al., 2020 ; Hojeij, 2024). À titre de constante, il semble désormais plus utile d'identifier les points d'amélioration à l'égard de son rôle structurel plutôt que de réitérer son caractère essentiel dans un contexte de laisser-aller. Sans nier l'utilité de l'approche prescriptive (non-normative), elle peut occulter les marges d'amélioration envisageables dans la mesure de la pertinence de l'interventionnisme gouvernementale. Cette appréciation gagne à être donnée par les principales concernées, l'académie et l'industrie. Afin de remédier à ces limites, nous proposons de combiner au sein d'une étude comparative autant le rôle de la géographie que celui du gouvernement, en empruntant les points de vue de l'académie et de l'industrie.

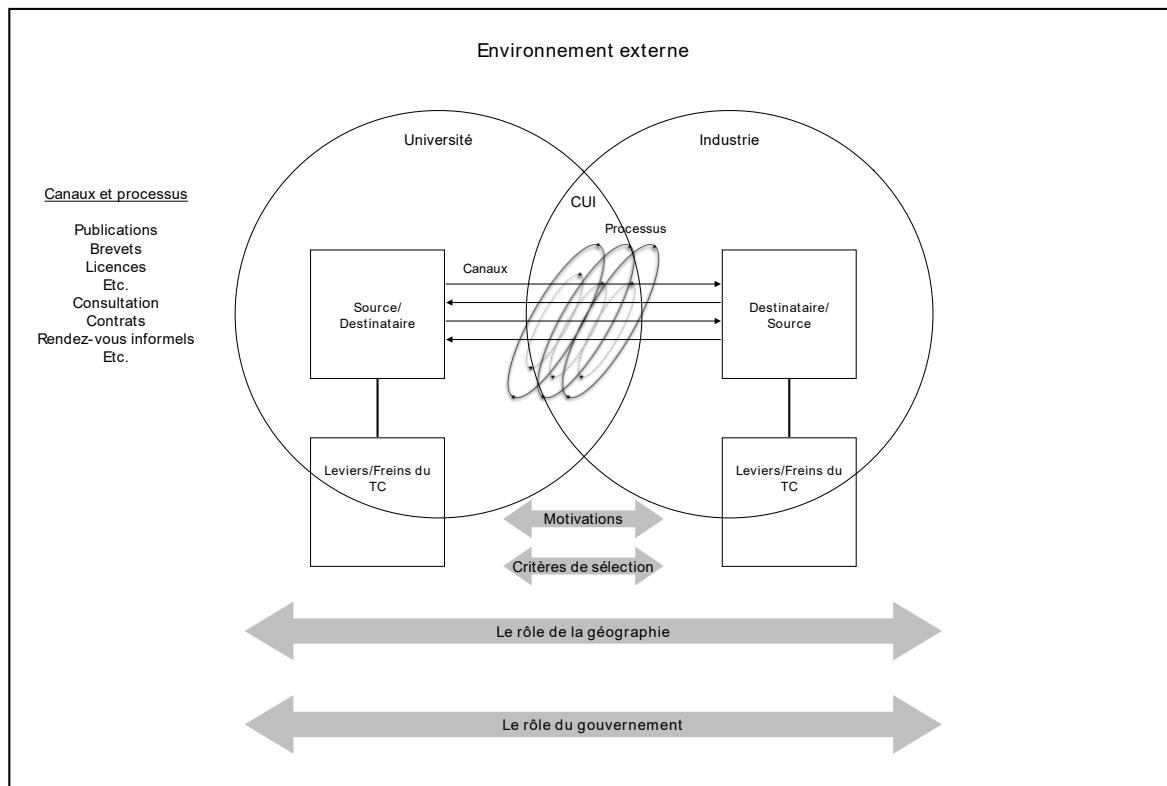
iii. Définition de la problématique

Sur la base des sections précédentes, le secteur de l'hydrogène à bas carbone apparaît comme un secteur prometteur (Abe et al., 2019) où l'enjeu du TC entre l'université et l'industrie est manifeste (Ayers, 2017). Nous relevons également qu'il est utile de prendre en considération des contextes de maturité différents afin d'étayer la littérature sur les enjeux du TC. Sur la base de politiques et d'investissement publics, la France et le Québec se distinguent comme des terrains propices dont nous faisons une plus ample description en méthodologie. Nous précisons dès lors que la France affiche un plus grand degré de maturité sectorielle que le Québec, la comparaison de ces deux terrains est en mesure de produire des résultats bénéfiques à l'un comme l'autre.

Au sujet de l'analyse, nous batissons notre cadre théorique autour du phénomène de TC tel que conceptualisé par Fabiano et al. (2020) (cf. Figure 2). Tel que présenté plus haut, ce dernier prévoit une combinaison d'échanges unilatéraux (flèches) et itératifs (boucles fléchées) entre l'université et l'industrie référant aux canaux (ex. publications, brevets, licences) et processus (ex. consultation, contrats, rendez-vous informels) qui lient les sources/destinataires de chaque sphère. Considérant que ce seul cadre n'évalue pas l'efficience du TC, nous ajoutons le principe de facteurs développés par Ankrah & Al-Tabbaa (2015) qui nous permet d'expliciter les barrières et facilitateurs (freins/leviers) du secteur. Ces freins et leviers sont partagés entre l'environnement interne et externe de chaque organisation ; ils dépassent le cadre organisationnel, tel qu'explicité par le schéma. De plus, nous évaluons les motivations

et les critères de sélection relatifs à la CUI afin de comprendre les modalités de collaboration (Perkman et al., 2013 ; Rajalo & Vadi, 2017 ; Nsanzumire & Groot, 2020). Enfin, nous venons qualifier le rôle de la géographie et du gouvernement selon la perspective de l'université et de l'industrie afin de remédier aux limites identifiées précédemment.

Figure 2 : Cadre conceptuel finalisé



Chapitre 3 : Méthodologie

Cette section présente les différentes étapes méthodologiques relatives à notre étude, nous détaillons chacune d'entre elles de la conception à la mise en œuvre. Notre ambition méthodologique est animée par le désir de répondre dans un délai raisonnable et compte tenu des ressources à notre disposition à notre question de recherche. Dans un premier temps, nous nous plongeons dans le contexte général de l'étude et introduisons nos deux cas à des fins comparatives. Sur cette base, nous identifions notre problématique et proposons notre question de recherche. Par la suite, nous présentons les différents paramètres et variables en relation avec l'étude, les méthodes et techniques d'échantillonnage, les méthodes de collecte de données et les techniques d'analyse. Enfin, nous exposons les difficultés vectrices de limites méthodologiques à même d'affecter l'interprétation des résultats.

3.1 Étude de cas comparative

3.1.1 Une description générale de la filière de l'hydrogène à bas carbone

L'hydrogène est l'élément chimique le plus abondant dans l'univers et est généralement reconnu pour son instabilité. Cependant, il joue un rôle essentiel dans de nombreuses applications industrielles. Il est notamment utilisé dans le raffinage du pétrole, la production d'acier, ainsi que la fabrication d'ammoniac, d'engrais et de verre. Sa production est donc une pratique courante et bien maîtrisée. Actuellement, la production mondiale d'hydrogène repose principalement sur des ressources non renouvelables, comme le gaz naturel et le charbon (Statista, 2022), qui restent les options les plus économiquement viables (Ajanovic et al., 2022). Cela dit, les objectifs de carboneutralité ont conduit à une réévaluation de ses modes de production et de ses applications (Capurso et al., 2022). La décarbonation de la filière de l'hydrogène démarre avec l'audit et la discrimination de différentes technologies usant de ressources renouvelables, comme la séparation de l'eau ou le processus de biomasse, afin de cibler les investissements sur leur maturation technologique et leur montée en échelle (Zainal et al., 2024). Cet hydrogène, produit à partir d'énergies renouvelables (appelé « hydrogène vert », « hydrogène bas carbone » ou « hydrogène décarboné »), est perçu comme un vecteur énergétique potentiel pouvant remplacer les hydrocarbures et servir de moyen de stockage d'énergie. Il pourrait aussi décarboner les secteurs qui n'ont pas d'alternatives vertes (Oliveira et al., 2021). Néanmoins, son coût reste élevé par rapport à d'autres sources, tel que le gaz, en raison de différents facteurs : la production dépend encore du prix des énergies renouvelables, bien qu'en baisse constante ; les infrastructures de transport et de

stockage sont coûteuses et peu développées, en raison notamment des contraintes techniques liées aux propriétés de l'hydrogène ; enfin, certaines technologies, comme la compression nécessitent une consommation énergétique importante (Ma et al., 2024). Cette transformation implique un bouleversement de l'ensemble de la chaîne de valeur de l'hydrogène qui nécessite un effort de collaboration conséquent entre la recherche et l'industrie, faisant du TC entre ces deux entités un enjeu crucial pour le développement de cette filière émergente.

3.1.2 Une description des cas étudiés : France et Québec

Dans une perspective de décarbonation et de souveraineté énergétique et industrielle, la France et le Québec ont mis en place des stratégies de développement de l'hydrogène à faible teneur en carbone. Pour en assurer la production, chacun s'appuie sur un système énergétique peu émetteur de CO₂ : l'énergie nucléaire en France et l'hydroélectricité au Québec. La technique de production d'hydrogène à bas carbone repose principalement sur l'électrolyse. À l'égard du secteur, la France présente un niveau de maturité plus avancé que celui de Québec, d'ailleurs, la stratégie énergétique québécoise dépasse l'hydrogène vert, en incluant les bioénergies. La France et le Québec prévoient tous deux la carboneutralité d'ici 2050.

La France lance, en 2020, un vaste plan de relance doté de 9 milliards d'euros à horizon 2030 afin de structurer et développer la filière (Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique, 2023). À travers cette stratégie, la France affirme trois priorités : décarboner son industrie en développant une filière nationale de l'électrolyse ; promouvoir la mobilité lourde ; et renforcer la recherche, l'innovation ainsi que le développement des compétences pour soutenir les usages futurs de cette énergie (Direction générale des Entreprises, 2023). Afin d'en garantir la réalisation, le gouvernement français construit des programmes opérationnels spécifiques sous forme d'appels à projets (AAP) (ex. AAP « briques et démonstrateurs »). Également, le système d'AAP s'adresse également aux territoires, il vise à soutenir le déploiement de grands écosystèmes territoriaux intégrant plusieurs usages, notamment industriels et liés à la mobilité. Ces projets sont portés par des consortiums associant collectivités et industriels fournisseurs de solutions (Ministère de la Transition écologique, 2020). En plus de l'action nationale, France 2030 bénéficie du soutien européen au travers du PIIEC (Projet Important d'Intérêt Européen Commun) « Hy2Tech ». Mené en collaboration par 15 États européens, le PIIEC soutient la recherche, le développement ainsi que le déploiement industriel initial de technologies

dédiées à l'hydrogène décarboné. En février 2024, le PIECC regroupe près de 110 projets (dont 12 projets entièrement français, ou en partie), cela dit, tous n'ont encore pas vu le jour faute de l'activation des financements (Schramm, 2024). Ainsi, la stratégie française pour accélérer la filière de l'hydrogène à faible teneur en carbone est très institutionnalisée, puisqu'elle s'étend sur trois niveaux de gouvernance.

En 2022, le Québec adopte sa stratégie sur l'hydrogène vert et les bioénergies, prévoyant une combinaison d'investissements publics et privés pouvant atteindre près de 10 milliards de dollars d'ici 2030 (Gouvernement du Québec, 2022, p.3). Certaines sources journalistiques suggèrent que cet effet de levier serait catalysé par un investissement public d'un montant d'1,2 milliard CAD (Les Affaires, 2022 ; Magazine MCI, 2022). Toutefois, seul un montant d'1 milliard CAD, détenu par le fonds Capital ressources naturelles et énergie (CRNE), est mentionné en soutien aux projets globalement à trait à la transition énergétique (p.47). En outre, cette stratégie repose sur plusieurs priorités pour évaluer les projets, notamment leur adéquation avec l'électrification directe, leur contribution à la transition énergétique et à la réduction des émissions de GES, les investissements et bénéfices économiques qu'ils apportent, leur impact structurant sur la chaîne de valeur, ainsi que leur faisabilité technique, leur potentiel de marché et leur capacité à se maintenir sans soutien public à long terme. Strictement à l'égard de l'hydrogène et des bioénergies, le gouvernement annonce le déploiement d'un montant cumulé de 145 millions entre les différents plans de mise en œuvre (2021-2026 ; 2022-2027) (Gouvernement Québec, 2020, p.19 ; 2022, p.11). Dans le plan de mise en œuvre 2023-2028, le tableau des actions et des dépenses annuelles prévues du PMO 2023-2028 présente un montant total de dépenses de 21,4 millions en vertu de la bonification du financement de la recherche à trait à la Stratégie hydrogène vert et bioénergies et du programme Technoclimat strictement relatif à l'hydrogène (Gouvernement Québec, 2023, p.54). Le plan de mise en œuvre 2024-2029 annonce un budget de 7,9 milliards pour décarboner le Québec (Gouvernement du Québec, 2024, p.2). 4 milliards de dollars sont prévus pour réduire les émissions de GES dans le secteur des transports, 1,7 milliard de dollars pour appuyer la décarbonation des industries et 1,5 milliard pour rendre les bâtiments plus durables. Le gouvernement fédéral propose une stratégie pour l'hydrogène complémentaire en apportant, notamment, 17,7 milliards \$ d'incitations fiscales au secteur d'ici 2035 sous forme de Crédit d'impôt à l'investissement pour l'hydrogène propre (CIIHP) (Ressources naturelles Canada, 2023). Le Canada compte 80 projets, annoncés, à l'étude ou en cours (dont environ 34 au Québec). Par conséquent, la stratégie québécoise pour le développement de la filière de l'hydrogène vert et des bioénergies est en cours d'institutionnalisation et s'articule particulièrement entre deux paliers gouvernementaux.

3.1.2 Les enjeux des filières françaises et québécoises

L'un des enjeux majeurs et points communs de ces deux filières réside dans la création, la diffusion et l'appropriation des connaissances, autrement dit, le TC. Ce processus est essentiel, car, comme mentionné précédemment, l'ensemble de la chaîne de valeur de l'hydrogène doit être repensée avant de pouvoir être déployée à grande échelle. Actuellement, l'étape clé du TC se situe entre les organismes de recherche, le milieu académique et l'industrie, marquant ainsi une phase déterminante pour le développement et l'adoption de l'hydrogène à bas carbone.

3.2 Définition contextualisée du problème

Cette étude comparative entre la France et le Québec se penche sur les enjeux de TC entre l'académie et l'industrie au regard du secteur de l'hydrogène à bas carbone au profit de leurs stratégies de transition énergétique respectives. Toutes deux intègrent le développement et la mise à l'échelle de la filière de l'hydrogène vert ou décarboné, soit la production d'hydrogène à partir d'énergies renouvelables. L'hydrogène vert est regardé comme potentiel vecteur énergétique à titre de substitut aux hydrocarbures et de moyen de stockage d'énergie, ce qui implique un bouleversement de l'intégralité de la chaîne de valeur actuelle de l'hydrogène. L'un des enjeu et dénominateur commun de ces deux stratégies gouvernementales est la création, la diffusion et l'appropriation des connaissances. Seulement, repenser l'articulation et la mise à l'échelle de l'intégralité de la chaîne de valeur de l'hydrogène fait du TC entre l'académie et l'industrie une étape charnière pour la réalisation de ces stratégies énergétiques, ce qui légitime la problématique suivante : **comment favoriser le transfert de connaissances et entre l'académie et l'industrie dans un contexte de transition énergétique ?**

C'est pourquoi l'étude se focalise sur la jonction académie-industrie naturellement sujette à des barrières propres aux collaborations université-industrie (CUI) (Bruneel et al., 2010) mais aussi à des barrières relatives à l'intensité scientifique du secteur. Il y a davantage de barrières au transfert technologique lorsque la technologie manque de maturité, c'est-à-dire lorsque le développement relève plus amplement de la recherche fondamentale (Gilsing et al., 2011) et/ou appartient à un secteur émergent (Bodas Freitas et al., 2013). Cette étude vise à réaliser une analyse qualitative et comparative des freins et des leviers du TC entre les acteurs universitaires et industriels, ainsi qu'à évaluer les caractéristiques de leur collaboration, afin de mieux cerner les enjeux liés au TC dans le contexte de la transition énergétique en France et au Québec. En second temps, nous évaluons le rôle de la géographie et du gouvernement en

tant que variables modératrices. Sur la base de ces trois axes, nous sommes en mesure de débattre sur l'envers productif, structurel, contextuel et perceptif du TC pour chacun des contextes.

3.3 Formulation du problème

Cette section retrace les étapes de constitution de l'échantillon final ($N=40$) en France et au Québec, à partir d'une estimation approximative de la population cible, en l'absence de registre exhaustif. Un cadre d'échantillonnage élargi a été établi, puis traité à l'aide de techniques d'échantillonnage non probabilistes pour constituer un registre initial ($Af=96$; $If=140$; $Aq=36$; $Iq=36$). D'autres techniques ont ensuite permis de sélectionner l'échantillon final ($Af=11$; $If=13$; $Aq=11$; $Iq=5$).

Légende

Af : Académique français·e

If : Industriel·le français·e

Aq : Académique québécois·e

Iq : Industriel·le québécois·e

3.3.1 Les paramètres et variables du problème

Pour analyser les enjeux et dynamiques du TC entre sphères académique et industrielle en France et au Québec, nous avons constitué une population regroupant des acteur·rice·s issu·e·s de ces deux milieux. Nous avons ciblé prioritairement les organisations dont l'activité porte sur l'hydrogène, tout en incluant, de manière stratégique, des acteurs aux mandats connexes afin de tenir compte des réseaux parallèles susceptibles de faciliter l'identification de profils pertinents.

Académie

Notre étude portant sur les enjeux et processus du transfert de connaissances (TC) entre institutions de recherche et entreprises, nous concentrons notre attention sur les chercheur·euse·s, acteur·rice·s clé·e·s de la production, diffusion et réception des connaissances. Dans un contexte partenarial, les capacités d'absorption — soit la capacité à reconnaître, assimiler et exploiter des connaissances externes —

dépendent du niveau de connaissances préalables (Cohen & Levinthal, 1990). Par ailleurs, la notion de “compétence architecturale” (Henderson & Cockburn, 1994) souligne l’importance de profils capables d’articuler et d’intégrer les compétences internes à l’organisation. Pour cette raison, nous incluons également des coordinateur·ice·s de programme et de projets, des directeur·ice·s de partenariat et d’institut, dont la vision stratégique et transversale favorise le développement de ces dynamiques de TC. Le détail de notre population cible dans le milieu académique est présenté au Tableau 2.

Tableau 2 : Compétences sondées chez les académiques

Compétences sondées	Profils
Compétences de production et d’absorption	chercheur·euse·s, professeur·e·s, maître de conférence, doctorant·e·s,
Compétences architecturales	coordinateur·ice·s de programme/projet, directeur·ice·s de partenariat/d’institut

France

Nous avons identifié notre population cible par le biais de la Fédération de Recherche en Hydrogène du CNRS (FRH2).

Le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) constitue le plus grand organisme public français de recherche scientifique. Le CNRS rentre en fonction au début de la Seconde Guerre mondiale à titre de coordinateur des efforts de recherche scientifique (CNRS, 2024). Il faut attendre la fin de la guerre pour que l’organisme soit réorganisé au profit d’une activité scientifique plus largement tournée vers la recherche fondamentale. Au cours de son développement, on note deux points en support à notre choix méthodologique. Depuis les années 60, le CNRS œuvre pour collaborer avec les autres acteurs de la recherche française, particulièrement avec les universités (CNRS, 2021). De plus, en 1982, le CNRS bénéficie du statut d’EPTS (CNRS, 2021). Il devient donc un Établissement Public à caractère Scientifique et Technologique, ce qui signifie administrativement que le CNRS ne peut être considéré comme un établissement public à caractère industriel et commercial. Le statut juridique du CNRS est

donc la preuve de son affiliation à l'académie. En outre, le CNRS a historiquement établi un point non seulement névralgique, mais aussi fédérateur de la recherche académique française, et ce, particulièrement en ce qui a trait à la recherche fondamentale.

La FRH2 en est par ailleurs un excellent exemple, puisqu'elle est le résultat d'une succession de groupements de recherche spécialisés dans l'hydrogène qui remonte au début des années 2000 (FRH2, 2020). Les groupements de recherche sont des outils instaurés par le CNRS qui ont « pour objectif commun de favoriser les échanges entre les scientifiques du CNRS, les partenaires académiques, les entreprises et autres parties prenantes » (CNRS, 2020). Alors, nous regardons la FRH2 comme une structure historique qui regroupe, d'une part, un réseau de chercheur·euse·s académiques spécialisé·e·s en hydrogène et qui d'autre part, promeut l'approche collaborative à l'étude. En choisissant le CNRS, nous maximisons nos chances de rencontrer des profils académiques qui collaborent avec l'industrie, et inversement.

À ce titre, notre population cible est composée du bassin de chercheur·euse·s de la FRH2 qui rassemble plus de 300 chercheur·euse·s permanent·e·s, tels que des chercheur·euse·s du CNRS, enseignant·e·s chercheur·euse·s universitaires et ingénieur·e·s en provenance de 30 laboratoires engagés dans le domaine de l'hydrogène.

Québec

En l'absence d'un réseau de recherche institutionnalisé, tel que ci-haut, nous nous sommes penchés individuellement sur des institutions affichant des activités de recherche, historiques ou non, en matière d'hydrogène.

Parmi elles, on distingue l'Institut de Recherche en Hydrogène (IRH) situé à Trois-Rivières et affilié à l'Université de Québec à Trois-Rivières (UQTR) et rattaché à son Département de Chimie, Biochimie et Physique. Cet institut a été fondé en 1994 avec pour mission « de promouvoir la science et la technologie pour la mise en place d'un système énergétique durable en utilisant l'hydrogène, particulièrement dans le domaine du stockage, de la sûreté et de l'utilisation » (UQTR, n.d.). L'équipe de l'IRH dispose d'environ 25 professeur·e·s et/ou chercheur·euse·s qui se qualifient pour l'étude.

Au Québec, la population-cible comprend les scientifiques des centres Énergie Matériaux Télécommunications (EMT) et Eau Terre Environnement (ETE) de l’Institut national de la recherche scientifique (INRS), reconnus pour leur expertise en matériaux avancés et technologies vertes (UQ, 2021). Fondé en 1969, l’INRS se distingue par sa forte intensité de recherche et son mandat de contribuer au développement de la société québécoise par la recherche et la formation (INRSa, s.d.; INRS, 2023). Bien que ses centres ne soient pas exclusivement dédiés à l’hydrogène, plusieurs thématiques, telles que « Énergie durable, sources et utilisation », permettent d’affiner notre sélection. L’INRS valorise par ailleurs la collaboration, comptant plus de soixante partenariats industriels pour le centre EMT (INRSb, s.d.) et une trentaine pour le centre ETE (INRSc, s.d.), incluant également des collaborations gouvernementales. Ensemble, ces deux centres rassemblent 75 membres du corps professoral, constituant une masse critique pertinente pour cette étude. Par ailleurs, l’UQTR et l’INRS ont entrepris de concert la mise en place d’une unité mixte de recherche (UMR) sur la thématique du développement de matériaux et de technologies avancés au service d’une économie décarbonée (UQ, 2021). Cette proposition a le mérite de générer une structure organisationnelle similaire aux unités mixtes CNRS-Université au profit de nos enjeux de comparabilité. Bien que la thématique de recherche de l’UMR n’inclue pas exclusivement des activités de recherche en matière d’hydrogène, l’unité admet plusieurs projets reliés à l’hydrogène décarboné. Le Comité paritaire de l’implantation de l’UMR, à la tête de l’unité mixte, regroupe 7 personnes.

Les institutions mentionnées précédemment constituent notre principal bassin de population, en raison de la proximité de leur mandat avec nos thématiques de recherche. Toutefois, nous élargissons ce bassin à d’autres établissements de l’UQ et aux universités québécoises disposant de départements en génie électrique, matériaux, physique, chimie ou énergie, notamment McGill (54), Concordia (19), Polytechnique (42) et l’ÉTS (44). Ces établissements possèdent souvent plusieurs de ces départements. Pour affiner notre sélection, une recherche par mots-clés (« hydrogène », « hydrogène vert », « pile à combustible », « électrolyseur ») sur les sites web institutionnels nous permet de repérer les départements impliqués en hydrogène. Si un ou plusieurs projets en cours ou champs d’intérêt sont identifiés, l’ensemble du département est intégré à notre bassin de population, qui totalise ainsi 159 personnes.

En complément des institutions universitaires, nous incluons les Centres Collégiaux de Transfert de Technologie (CCTT), qui, bien qu'affiliés au cégep, jouent un rôle clé dans le transfert de connaissances

et de technologies. Ces centres, dédiés à la recherche appliquée, l'aide technique, la formation et la diffusion d'informations (Gouvernement Québec, 2022), sont proches du secteur industriel, et la recherche y est menée par des académiciens. En raison de l'émergence du secteur de l'hydrogène bas carbone au Québec, nous adoptons une approche exploratoire en intégrant ces CCTT à notre échantillon. De plus, les CCTT québécois se sont regroupés sous l'« Escouade Énergie » en 2018, réunissant 14 centres dont les expertises soutiennent l'innovation en transition énergétique (Réseau des CCTT, 2023). Les CCTT sont sélectionnés à l'aide de mots-clés via leurs moteurs de recherche ou Google. Deux CCTT, le Centre National en Électrochimie et Technologies Environnementales (CNETE) et le SEREX, sont spécifiquement associés à l'hydrogène. Le Centre Métallurgique du Québec (CMQ), qui a récemment obtenu un financement pour développer des alliages avancés, y compris pour la génération et le stockage de l'hydrogène, est également inclus (Cégep-Trois Rivières, 2023).

Au total, on compte un bassin de 316 personnes qui peuvent répondre aux critères de l'étude.

Industrie

Au regard de l'industrie, nous tâchons d'évaluer de manière symétrique les compétences de production et d'absorption, de même que les compétences architecturales (Tableau 3). À ce titre, nous portons une attention particulière sur les divisions R&D en organisation.

Tableau 3 : Compétences sondées chez les industriels

Compétences sondées	Profils
Compétences de production et d'absorption	chercheur·euse·s en R&D, ingénieur·e·s en R&D
Compétences architecturales	coordinateur·ice·s de programme/projet R&D, directeur·ice·s de partenariat, directeur·ice·s

France

D'après l'organisme France Hydrogène, la filière hydrogène française représente en 2022 près de 5 800 emplois directs et 6400 en 2023. Ces emplois ne concernent pas uniquement les projets de recherche et/ou de développement, de conception ou d'intégration, mais présentent nécessairement un lien direct avec ces derniers. Fondée en 1998, France Hydrogène, l'ancienne AFHYPAC (Association Française pour l'Hydrogène et les Piles à Combustible), est une association d'affaires incontournable de la filière de l'hydrogène en France en ce qu'elle représente et mutualise les intérêts des entreprises qui appartiennent au secteur de l'hydrogène en France, en date du 18 juin 2024, elle regroupe près de 447 membres.

Plusieurs catégories de membres y sont répertoriées, telles que les associations/fédérations/groupements divers ; centres techniques ; collectivités territoriales ; entreprises de taille intermédiaire (ETI) ; grands groupes ; institutions financières ; laboratoires ; organismes de recherche ; petites et moyennes entreprises (PME-PMI) ; pôles de compétitivité et universités/écoles. France Hydrogène offre donc une base de données de première utilité quant à l'identification des joueurs de la filière de l'hydrogène français et à leur classification. Dans la plupart des cas, le contact de l'entreprise est inscrit sur les fiches-profs des membres qui sont listées sur l'annuaire des acteurs proposé par l'organisme connexe de France Hydrogène, VIG'HY ou l'observatoire de l'hydrogène. Également, les fiches-profs fournissent les activités, les produits de même que le positionnement des entreprises et autres organismes sur la chaîne de valeur de l'hydrogène, ce qui promet d'être une aide quant à l'acuité et la représentativité de la sélection des entreprises.

Sur la base des observations de VIG'HY, on considère une population qui oscille entre 5800 et 6400 au regard des ressortissant·e·s de l'industrie française.

Québec

Les données sur l'emploi dans l'industrie de l'hydrogène et des piles à combustible sont principalement basées sur des estimations, en raison de la couverture limitée à quelques grandes organisations du secteur. Selon le rapport Profil de l'industrie canadienne de l'hydrogène et des piles à combustible de MNP (2018), le Canada comptait 2 177 emplois en 2017, dont 77 % dans des entreprises, soit environ 1 676 emplois (p. 17). Au Québec, 4 % de cet effectif est recensé, soit environ 67 personnes (p. 17). Ces chiffres

de 2017 constituent un premier repère pour estimer la population cible des profils industriels travaillant dans le secteur de l'hydrogène au Québec.

Avec le lancement en mai 2023 de la Vallée de la Transition Énergétique (VTE), une nouvelle zone d'innovation dédiée à la transition énergétique, on suspecte que les chiffres de l'emploi de 2017 aient augmenté. En mars 2024, lors de la deuxième édition de la Journée Hydrogène Québec, près de 250 acteurs se sont réunis à Trois-Rivières pour discuter de l'avenir de l'industrie (Radio-Canada, mars 2024). Toutefois, l'origine géographique des participants étant inconnue, il est difficile d'affirmer qu'il existe une population de 250 personnes spécifiquement dans ce secteur. Néanmoins, il est évident que le Québec compte plus de 250 emplois liés à l'hydrogène, notamment avec Air Liquide à Boucherville, qui génère déjà environ 35 emplois (Développement économique de l'agglomération de Longueuil, s.d.). Bien que des documents comme *la Stratégie Québécoise sur l'Hydrogène Vert ou l'Étude sur le Potentiel Technico-Économique de l'Hydrogène* n'offrent pas de bilan détaillé sur l'emploi dans ce secteur, l'association Hygroden Council mentionne environ 60 acteurs de l'industrie en 2019. Cependant, Hygroden Council, regroupant près de 140 entreprises internationales, ne permet pas d'identifier une population spécifique de profils industriels québécois dans le domaine de l'hydrogène (voir [Annexe 2](#)).

Bien que certaines entreprises soient établies au Québec et signataires de la coalition Québec Hydrogène, le nombre d'employés ne constitue pas un indicateur fiable pour estimer la population cible des acteurs industriels québécois. Par exemple, bien que Hyundai Canada commercialise une voiture à hydrogène (le modèle NEXO), il n'est pas certain que ce modèle ait été développé au Québec. L'approche utilisée pour estimer la population cible des industriels français ne peut être transposée au Québec en raison de l'absence de données comparables fournies par France Hydrogène. En conséquence, en plus des membres de la Coalition Québec Hydrogène, nous avons établi une liste d'entreprises via une recherche booléenne sur Google ("entreprise" ET "hydrogène" ET/OU "hydrogène vert" ET "Québec"). Cette liste inclut les entreprises dont les activités sont liées directement ou indirectement à l'hydrogène au Québec, mais il est impossible de déterminer la proportion d'emplois directement liés à ce secteur (voir [Annexe 3](#)).

Dans ces conditions, nous choisissons de situer notre population-cible de ressortissants de l'industrie québécoise de l'hydrogène entre 67 et 250 personnes à défaut d'indications plus représentatives (Tableau 4).

Tableau 4 : Points saillants de la population cible

X	France	Québec
Académie	300	env. 300
Industrie	4200-5600	67-250

3.3.2 Les méthodes d'échantillonnage

Cette section présente les différentes techniques d'échantillonnage utilisées lors de la conception et la mise en œuvre de l'étude. Nous regardons en premier lieu les critères d'admissibilité (inclusion et exclusion) pour participer à l'étude. On observe deux étapes pour établir les critères d'inclusion et d'exclusion : d'abord, nous définissons les critères en fonction des profils attendus, ensuite en fonction des organisations attendues. Puis, nous discutons les techniques d'échantillonnage pour passer du cadre d'échantillonnage à l'échantillon potentiel et, enfin, les techniques d'échantillonnage pour obtenir l'échantillon final.

Critères d'inclusion

Profil

Le profil recherché pour cette étude doit répondre à deux critères principaux : les compétences et la participation à des partenariats, tant dans l'académie que dans l'industrie. Tout d'abord, le profil doit posséder des compétences en production ou en absorption de connaissances en hydrogène, ou des compétences architecturales. L'admissibilité des participants est ainsi définie par leur rôle dans le système d'innovation en hydrogène, notamment s'ils sont impliqués dans des projets de recherche, de conception ou d'intégration de l'hydrogène. Les activités des acteurs académiques doivent être directement liées à l'hydrogène, et il est aussi pertinent d'inclure ceux ayant déjà entrepris ou projetant d'entreprendre des activités dans ce domaine. Ensuite, le profil doit avoir une expérience dans la conduite de partenariats en hydrogène. L'étude porte un intérêt particulier pour les collaborations académie-industrie, mais d'autres formes de partenariats, comme industrie-industrie ou académie-académie, sont

également considérées. Le caractère national ou international de ces collaborations n'est pas un critère d'exclusion.

Organisation

Les critères d'inclusion pour les organisations visent à identifier celles qui regroupent nos profils d'intérêt, en tenant compte de leur lien avec l'académie et l'industrie. Ces critères incluent la nationalité, le positionnement géographique, l'implication dans la transition énergétique, ainsi que le rôle de l'organisation dans la chaîne de valeur de l'hydrogène. Tout d'abord, les organisations doivent être enregistrées en France ou au Québec, avec leur siège social situé dans l'un de ces deux pays. Cependant, leurs activités ne doivent pas nécessairement se dérouler exclusivement dans ces régions. Ensuite, les organisations doivent démontrer leur engagement envers la transition énergétique, ce qui peut être vérifié via leurs mandats publics ou lors de la prise de contact. De plus, elles doivent être directement impliquées - ou envisager s'impliquer - dans la chaîne de valeur de l'hydrogène. Nous avons utilisé la classification de France Hydrogène pour déterminer quelles organisations inclure ou exclure. Pour le Québec, ce même mode de classification a été appliqué, en prenant en compte des critères tels que le nombre d'employés et leur positionnement dans la chaîne de valeur. Une typologie de sélection pour les organisations académiques et industrielles est présentée dans les tableaux 5 et 6.

Tableau 5 : Les organisations académiques incluses pour l'échantillonnage

Organisations	Exemples de sous-entités visées	Activités visées
CCTT	Département de recherche et/ou d'innovation, service de partenariats et/ou de maillage industriel	Énergies renouvelables, Logistique (stockage, transport, distribution), Production, Recherche/développement,
Centre technique	Département de recherche et/ou d'innovation, service de partenariats et/ou de maillage industriel	Services supports, Usage, Usage mobilité, Usage stationnaire
IUT	Unité de recherche, unité de recherche mixte et service de	

	partenariats et/ou de maillage industriel
Organismes de recherche scientifique : fédération, institut de recherche, centre de recherche et laboratoire	Unité de recherche, unité de recherche mixte et service de partenariats et/ou de maillage industriel
Université	Centre de recherche, institut de recherche, laboratoire, unité de recherche et unité de recherche mixte, service de partenariats et/ou de maillage industriel

Tableau 6 : Les organisations industrielles incluses pour l'échantillonnage

Organisations	Activités visées
Fédération/Groupement*	Énergies renouvelables, Logistique (stockage, transport, distribution), Production, Recherche/développement, Services supports, Usage, Usage mobilité, Usage stationnaire
ETI	
Grands groupes	
PME-PMI	

Critères d'exclusion

Profil

Les critères d'exclusion liés au profil servent de filet de sécurité pour aligner l'échantillon avec les objectifs de l'étude, notamment en ce qui concerne les compétences. Par exemple, la méconnaissance des processus managériaux d'une organisation peut constituer un critère d'exclusion. En l'absence de

partenariats académiques ou industriels, nous considérons que sonder les motivations derrière cette absence peut apporter des informations pertinentes sur les enjeux du TC.

Organisation

Pour les organisations, les critères d'exclusion incluent les éléments de sélection de France Hydrogène qui ne sont pas retenus comme critères d'inclusion. Afin d'éviter la redondance, seuls les critères d'exclusion des organisations industrielles sont présentés, les organisations académiques étant exclues par défaut. La sélection de l'échantillon se base sur la base de données VIG'HY et nous procédons à une exclusion selon le positionnement sur la chaîne de valeur et le type d'organisation (Tableau 7).

Tableau 7 : Les organisations industrielles exclue du cadre d'échantillonnage

Organisations exclues	Activités exclues
Associations	BTP, data, finances, juridique, territoire acteur de l'H2,
Collectivités territoriales	
Institutions financières	
Pôles de compétitivité	

Les critères d'inclusion et d'exclusion ne peuvent être appliqués de manière stricte lors de l'échantillonnage, notamment en ce qui concerne les compétences en hydrogène ou en architecture. Les techniques d'échantillonnage détaillées dans la section suivante ne peuvent pas garantir le respect total de ces critères. Toutefois, nous faisons preuve de tolérance face à cette marge d'erreur, car l'étape de démarchage permet de vérifier que le profil contacté correspond aux compétences recherchées. Si le profil comprend la question de recherche et possède les compétences requises, l'entretien a lieu. Les techniques d'échantillonnage servent ainsi à capter les profils d'intérêt, mais nécessitent une validation des critères d'admissibilité pour compenser les limitations dues à l'asymétrie d'informations.

Techniques d'échantillonnage

Pour concilier homogénéité et diversité de l'échantillon tout en tenant compte des contraintes de ressources, nous avons utilisé quatre méthodes d'échantillonnage non probabilistes. Ces méthodes sont choisies en raison de la nécessité de travailler avec des sous-groupes spécifiques de la chaîne de valeur de l'hydrogène, où une représentativité statistique n'est pas recherchée. L'objectif est d'explorer en profondeur des phénomènes et perceptions, en veillant à la richesse des données et à la diversité des points de vue, en surveillant la saturation des données.

Le cadre d'échantillonnage repose sur la base de données VIG'HY de France Hydrogène et sur les laboratoires affiliés à la FRH2, bien que cela introduise un biais méthodologique en orientant l'échantillonnage vers leurs membres. Pour la France, les contacts ont été recueillis dans cette base et complétés par des recherches directes via courriels ou LinkedIn. En revanche, le Québec ne dispose pas d'une base équivalente, ce qui a conduit à la création d'une base de données propre, construite par recherches documentaires et requêtes en ligne, bien que non exhaustive. Ces deux bases permettent de structurer l'échantillon selon la répartition géographique, la sphère d'appartenance (Tableau 8) et le positionnement sur la chaîne de valeur (Tableau 9).

Tableau 8 : Quotas attendus pour la géographie et les sphères d'appartenance

	France	Québec
Académie	25%	25%
Industrie	25%	25%

Tableau 9 : Quotas attendus pour la chaîne de valeur de l'hydrogène

Production	Logistique	Usage
33,33%	33,33%	33,33%

Cela dit, nous ne pouvons écarter l'hypothèse que la maturité du secteur peut impacter la répartition des entreprises sur la chaîne de valeur de l'hydrogène. On ne peut donc appliquer un *échantillonnage par quota* que pour les axes de géographie et de sphère d'appartenance. On se sert de l'échantillonnage par quota pour garantir la comparabilité entre les secteurs français et québécois et le compromis entre l'homogénéité et l'hétérogénéité des données. Cela dit, cette mesure est appliquée comme une ligne directrice à l'égard de l'échantillon final et la collecte de données, et non comme un critère de comparaison absolu.

L'échantillonnage principal utilisé est l'échantillonnage raisonné, car certaines caractéristiques spécifiques et critères prédéterminés sont nécessaires pour répondre à notre question de recherche. Ces critères d'admissibilité guident la formulation de notre échantillon potentiel. Toutefois, étant dépendants de la volonté de participation, nous ne pouvons nous limiter à ces deux premières techniques. Pour maximiser les chances d'entrevue avec les profils d'intérêt, nous avons également recours à l'échantillonnage boule de neige, en demandant des références à la fin de chaque entretien ou dans nos prises de contact. Cette méthode influence l'échantillon final plutôt que l'échantillon potentiel, qui est déterminé à partir du cadre d'échantillonnage. Enfin, l'échantillon final est en grande partie constitué par l'échantillonnage de commodité, car il dépend des personnes volontaires et disponibles.

Échantillon potentiel

À l'issue de l'échantillonnage raisonné, nous obtenons deux bases de données, une pour la France et une pour le Québec, qui regroupent les personnes/organisations à contacter (Tableau 10).

Tableau 10 : Taille de l'échantillon potentiel

X	France	Québec
Académie	96	36
Industrie	140	36

Le delta entre les échantillons géographiques peut être attribué à l'absence d'une base de données similaire à celle de France Hydrogène au Québec, ou à la phase d'émergence du secteur québécois. Ces deux facteurs peuvent être corrélés. Bien que l'échantillonnage par quota ait été légèrement modifié, nous estimons que cela n'affecte pas la représentativité ni la comparabilité des échantillons, car la taille de l'échantillon français pourrait simplement refléter la maturité plus avancée du secteur en France. Ce constat est corroboré par nos recherches documentaires sur la population cible. Il est vrai que l'utilisation de la base de données de France Hydrogène, qui répertorie uniquement ses membres, pourrait introduire un biais. Cependant, comme expliqués dans la section sur la population cible, France Hydrogène étant un réseau associatif reconnu et un interlocuteur clé, nous considérons sa base de données comme un panel pertinent pour notre enquête.

Finalement, il est indéniable que l'échantillon comporte des erreurs et qu'il nous faut poursuivre les techniques d'échantillonnage au cours de la collecte données afin de s'assurer que l'échantillon final respecte nos critères d'admissibilité.

Échantillon final

Les techniques d'échantillonnage utilisées pour l'échantillon final sont donc l'échantillonnage boule de neige, l'échantillonnage de commodité et l'échantillonnage par quota. Ces dernières ont été employées à l'égard de l'échantillon potentiel et donc lors de la prise de contact (Tableau 11).

Tableau 11 : Taille de l'échantillon final

X	France	Québec
Académie	11	11
Industrie	13	5

Aux termes de la collecte de données, près de 40 entrevues ($N=40$) ont donc été menées. L'échantillonnage par quota est relativement respecté pour ce qui est de l'académie mais, pareillement à l'échantillon potentiel, la sous-population relative à l'industrie québécoise est plus petite que les deux autres et donc ne respecte pas les objectifs de quotas que l'on s'était fixés en amont. Nous avons déjà mentionné que cela pouvait résulter de causes structurelles.

3.4 Évaluation des paramètres

Dans cette section, nous détaillons les méthodes et processus de collecte de données. Nous présentons en premier lieu les méthodes de collecte, à savoir, l'entretien semi-dirigé et son guide d'entretien, de même que la recherche documentaire nécessaire à la triangulation. Ensuite, nous retraçons la procédure que nous avons suivie au regard de la collecte et qui mène à notre échantillon final.

3.4.1 Les méthodes de collecte de données

Parmi les différentes méthodes qualitatives, nous avons choisi pour cette étude la méthode par entrevue semi-dirigée, nous traitons donc avec des données primaires à cet effet. Nous reconnaissions comme essentielle la flexibilité offerte par cette méthode au regard de notre volonté d'explorer en profondeur les différentes perceptions et expériences de nos interlocuteur·ice·s afin d'en cerner les spécificités. Quoique ces entrevues soient semi-dirigées, elles restent cadrées par un guide d'entretien (voir [Annexe 2](#)) dont nous allons détailler les grandes lignes ci-dessous. À titre d'étude comparative, notre étude s'apparente à une étude de cas multiple et en ce sens, elle exige des stratégies de recherche multiples. On ne peut se contenter de mener des entrevues pour cerner la subtilité des différents contextes. Outre l'indispensable revue de littérature, une recherche documentaire est nécessaire pour façonner et valider notre compréhension de ces derniers. On appelle cette méthode de collecte la triangulation (Yin, 2014), cette dernière exige que l'on traite avec des données généralement secondaires.

Entrevue semi-dirigée

Chaque entrevue était prévue pour durer environ une heure, avec une durée moyenne observée de 1h09. Une entrevue test a été réalisée avant la collecte de données pour valider la clarté des questions et la faisabilité du temps imparti. Si certains entretiens devaient être écourtés, ils pouvaient être reconduits ultérieurement ; dans certains cas, l'échange se poursuivait également par courriel afin de recueillir les réponses manquantes. Toutes les entrevues ont suivi le guide, sauf la dernière, qui s'est concentrée sur le développement de l'hydrogène vert au Québec, et qui a été conservée en raison de sa pertinence contextuelle. Les entretiens se sont déroulés en ligne, bien que le format en présentiel ait été envisagé. La visioconférence a facilité la participation, et bien qu'elle puisse entraîner une perte d'informations, elle a été considérée comme un soutien à la recherche. Les participants étaient informés de

l'enregistrement et pouvaient activer leur caméra à leur discrédition. Les entretiens ont été enregistrés et transcrits à l'aide du logiciel Trint, avec des recherches complémentaires pour vérifier les termes et noms. Des ajustements mineurs ont été apportés aux transcriptions, et certaines annotations ont été ajoutées pour clarifier des éléments non verbaux. Les transcriptions ont été regroupées à la fin de la collecte, sur une période d'un mois et demi (mars à avril), et un tableau récapitulatif des entretiens est présenté en Annexe 4 et Annexe 5.

Guide d'entretien

À l'instar des entrevues, le guide d'entretien est de type semi-dirigé et structuré autour de sept thématiques, chacune donnant lieu à deux à quatre questions de nature variée, pour un total de 17 questions. Ces thématiques sont définies à partir des concepts clés identifiés lors de la revue de littérature. Aucune question de relance n'est posée de manière systématique, à l'exception de la question 4-c. Toutefois, nous approfondissons toute réponse suscitant une dissonance cognitive ou nécessitant une clarification. Au fil des entrevues, les questions générant du doute ou de l'incompréhension sont repérées, et des définitions additionnelles sont fournies pour lever toute ambiguïté. Par ailleurs, nous n'hésitons pas à confronter les répondants à des perceptions exprimées lors d'entretiens précédents afin de favoriser la mise en perspective de leurs propos. La structure du guide d'entretien demeure inchangée afin de garantir la fiabilité des données et d'assurer l'atteinte du point de saturation. En Annexes (voir [Annexe 6](#)), nous rentrons dans le détail des différentes thématiques : 1) Capacités internes ; 2) Organisation interne ; 3) Politiques managériales ; 4) Transfert de connaissances ; 5) Collaboration, partenariat et degré d'ouverture ; 6) Le rôle de la géographie au regard du TC et 7) Le rôle du gouvernement au regard du TC. À des fins de synthèse, l'ensemble de ces thématiques n'ont pas été conservées au sein de nos résultats.

Triangulation

Avant, pendant et après les entretiens, nous avons mené une recherche documentaire ainsi que d'autres stratégies de triangulation. Cette démarche nous a permis d'approfondir notre compréhension du développement des filières de l'hydrogène à bas carbone en France et au Québec, de valider notre interprétation de la narrative et de vérifier la fiabilité des propos des interlocuteur·rice·s. L'identification de la pertinence de l'étude a d'abord nécessité une analyse documentaire des deux stratégies gouvernementales, qui ont posé le cadre de la recherche et légitimé la question étudiée. En effet, un enjeu

commun à ces stratégies est la création, la diffusion et l'appropriation des connaissances. Nous avons également consulté les ressources de France Hydrogène et d'autres organismes pertinents, dont l'Encyclopédie H2, divers rapports et actualités. Afin de suivre l'évolution du secteur, nous nous sommes abonnés aux newsletters de ces organisations ainsi qu'à celle d'Hydrogène Québec. En parallèle des entretiens, la recherche documentaire nous a permis de recouper certains propos avec d'autres sources, telles que des revues de presse, des documents gouvernementaux ou les sites web des organisations interrogées. Elle a également complété certaines informations manquantes en entrevue, par exemple en fournissant des données précises sur le nombre de brevets déposés par une organisation. Toutefois, l'accès aux informations reste conditionné par leur caractère public ou confidentiel. Au fil des entretiens, l'accumulation des données a facilité une triangulation entre les témoignages des participant·e·s. Après les entrevues, la veille documentaire a permis de suivre l'évolution du discours sur l'hydrogène, notamment à travers les publications et communiqués de France Hydrogène.

3.5 Analyse des données

Cette section fait état des différentes étapes méthodologiques relatives au traitement et à l'analyse des données d'entrevues. Nous détaillons les techniques et étapes d'analyse qualitative utilisées et les outils au service de l'analyse. Nous avons eu recours à une analyse qualitative autant inductive que déductive.

3.5.1 Classification des données

Au préalable du codage, il est impératif de classer les transcriptions en fonction de la nature des organisations afin de tirer des conclusions valides lors de l'analyse. Ici, nous nous sommes intéressés au caractère légal des organisations pour intituler nos transcriptions d'entrevues. À la différence des organisations telles qu'envisagées lors des techniques d'échantillonnage, on s'intéresse spécifiquement ici aux sous-entités académiques et aux entités industrielles. Cette étape tâche de prévenir d'éventuels problèmes de granulométrie.

Académie

Pour être en mesure de comprendre l'envers organisationnel des différentes entités académiques, nous nous intéressons aux sous-structures. Chaque structure présente des mandats spécifiques à l'entité à laquelle elles appartiennent et/ou révélatrice d'un besoin organisationnel endogène. C'est pourquoi nous

croyons important de les distinguer en amont de l’analyse. Certains interlocuteurs vont appartenir à des sous-entités plus ou moins grandes en fonction de leur poste, ce qui leur confère un prisme particulier à l’égard de l’organisation (voir [Annexe 7](#)).

Industrie

Nous appliquons également un système de classement au regard des entreprises, en revanche l’hétérogénéité des différentes sous-entités des firmes ne nous permet la même granulométrie que ci-dessus. C’est pourquoi nous proposons un classement en fonction du type de firme, à savoir : Petites et Moyennes Entreprises/Industries (PME/PMI), Entreprise de Taille Intermédiaire (ETI) et grand groupe (GG) (voir [Annexe 8](#)).

3.5.2 Techniques d’analyse

Cette section s’empare des différentes techniques d’analyse que l’on a employées dans le cadre de notre analyse qualitative. Toute analyse qualitative qui use de la méthode d’entrevues semi-dirigées suggère une codification des transcriptions d’entrevues. Néanmoins, le processus de codification engage de multiples étapes qu’il nous appartient d’éclaircir. Nous passerons en revue l’analyse verticale, le codage et, enfin, l’analyse horizontale.

Analyse verticale

Après relecture des entretiens, nous avons noté les thèmes récurrents. Par la suite, nous avons formulé une liste de codes préliminaire basée sur le guide d’entretien et établie de manière inductive. Nous présentons la liste de codes préliminaire en Annexes (voir [Annexe 9](#)).

Codage

Sur la base de la liste de codes préliminaires, nous avons procédé au codage. Nous avons ajouté ou modifié des codes au besoin. L’ajout d’un code conduisait systématiquement à une recherche textuelle pour identifier les paragraphes déjà encodés qui étaient susceptibles de correspondre au code ajouté. Nous présentons la liste de codes finale en Annexes (voir [Annexe 10](#)).

Analyse horizontale

À l'issue du codage, nous avons procédé à l'analyse horizontale. Nous avons comparé les réponses en fonction des groupes, sous-groupes et entités, si nécessaires.

3.5.3 Outil d'analyse

Le codage a été effectué à l'aide du logiciel Atlas.ti.

3.5.4 Les difficultés rencontrées lors de la collecte et le traitement des données

Au terme de la section méthodologie, nous faisons état des difficultés perçues comme limitantes dans le cadre de la collecte et l'analyse de données. À l'égard de la France, nous jugeons qu'avoir été dans l'incapacité de joindre avec succès le CEA constitue une limite pour se figurer le TC au sein de la recherche appliquée. Certes, nos entrevues comprennent des acteurs de la recherche appliquée, toutefois, il aurait été pertinent d'avoir le point de vue d'une institution qui évolue principalement sur la partie post validation en conditions réelles de l'échelle TRL (TRL 6 à 9). Cette participation aurait été en mesure de renforcer la diversité relative à nos acteurs académiques et d'étayer notre vision du TC. En ce qui concerne le Québec, nous n'avons pas été en mesure d'homogénéiser l'ensemble des entrevues sur la chaîne de valeur de l'hydrogène, usant en majorité de profils appartenant à la distribution. Bien sûr, le statut d'émergence de la filière est aussi à prendre en considération à cet effet. Néanmoins, certains acteurs incontournables, tels que Air Liquide, auraient été en mesure de nourrir davantage notre perspective sur les enjeux de TC relatifs au développement de la filière d'hydrogène bas carbone du Québec.

Chapitre 4 : Résultats

Ce chapitre présente les résultats issus d'entrevues semi-dirigées menées auprès de quatre sous-populations du secteur de l'hydrogène : des universitaires français, des industriels français, des universitaires québécois et des industriels québécois. Les résultats sont organisés en trois sections : (1) le transfert de connaissances ; (2) le rôle de la géographie ; et (3) le rôle du gouvernement. La première section vise à identifier les facteurs et conditions préalables spécifiques à l'échange de connaissances dans les filières hydrogène. Les deux sections suivantes examinent le rôle modérateur de la géographie et du gouvernement sur l'efficacité du transfert de connaissances, en particulier dans le cadre des CUI. À l'exception de la section consacrée à la géographie, qui distingue les résultats selon les contextes territoriaux, chacune des parties adopte une organisation matricielle : l'analyse débute par les résultats issus des milieux académiques, puis ceux issus des milieux industriels, pour la France et le Québec. Enfin, une sélection des résultats a été opérée afin de limiter les redondances, garantir la pertinence de l'analyse et favoriser la clarté et la concision du propos.

4.1. Le transfert de connaissances

Dans cette section, nous présentons de manière systématique les différents éléments liés TC, tels que perçus par les milieux académique et industriel. Les différentes analyses présentent les thématiques en fonction de leur fréquence d'occurrence, les plus fréquemment mentionnées figurant en tête de liste.

4.1.1 Académie

L'analyse des freins et leviers établit que les ressources à la disposition de **la recherche sont insuffisantes pour faire face aux charges administratives, attestant d'une dégradation des conditions de recherche**. En France, l'environnement externe est complexe en raison de la régulation et de l'échelonnement institutionnel. Au Québec, le manque d'autonomie vis-à-vis de l'industrie est mis en cause en ce qu'il réduit les possibilités de recherche libre et aligne la recherche sur les besoins de l'industrie. L'analyse des modalités de collaboration **indique une faible intensité entrepreneuriale** en France comme au Québec

France

Freins

Les **charges administratives** sont unanimement perçues comme le frein le plus présent en matière de TC, il incombe au personnel chercheur d'adopter ou de développer des compétences en gestion. La première conséquence de ce fardeau administratif est la diminution du temps de recherche et de la production et de la diffusion des connaissances. Ces lourdeurs administratives se trouvent au niveau de l'embauche, des demandes de financement (ex. réponse aux appels à projets et montages de financement), des demandes d'équipement, des notifications de frais, des demandes d'attestation, etc.

“ Il y a un élément qui est très très lourd administrativement, que ce soit pour la recherche de financements et ensuite pour la gestion administrative, financière des contrats. C'est très, très chronophage.” (FRAP9)

L'alourdissement de ces procédures administratives est dû à l'informatisation, le manque de ressources internes (humaines et financières), l'échelonnement institutionnel et à la complexification des montages de financement et des appels à projets. Le personnel en support à la recherche a graduellement diminué et été substitué par un système de gestion informatique. Beaucoup de tâches administratives initialement attribuées au personnel administratif reviennent directement au personnel chercheur.

“ On a une gestionnaire pour plus de 20 chercheurs et je ne sais pas combien de projets. Et en fait, chaque chercheur est impliqué sur un, deux ou trois projets. Quand on dit « projet », il y a des projets de toute taille en termes de montants financiers et de durée. On est clairement sous-doté. Enfin, on a une organisation qui n'est pas adaptée avec la manière avec laquelle on finance la recherche.”

(FRAP3)

L'échelonnement institutionnel et la complexification des montages de financement et des appels à projets conduisent tous deux à l'aggravation du processus de demandes de financement. Dans le cadre de projet européen, les directives européennes relatives au projet se couplent aux directives françaises qui, elles-mêmes, s'ajoutent aux politiques de l'université. Dans le cadre de commande publique, impliquant la mobilisation de fonds publics, il y a obligation à la mise en concurrence. Cette

réglementation maintient la loyauté de la concurrence sur les marchés publics ; mais se révèle handicapante dans des situations propres à la recherche, notamment la commande d'équipement spécifique.

“Parce qu'on a une sorte de millefeuille à chaque niveau (...) on a les règles européennes sur lesquelles viennent s'ajouter les règles nationales. Et puis alors, en général, les règles nationales sont plus dures que l'Europe. À ça viennent s'ajouter les règles qui sont votées au niveau de l'université par le conseil d'administration qui sont, en général, encore plus restrictives (...). On va rajouter des contraintes supplémentaires qui peuvent arriver à un point où l'argent devient inutilisable.” (FRAP5)

À l'échelle du secteur, la complexification du financement de la recherche se manifeste par des montages partiels, obligeant les acteurs à multiplier les démarches, et par des appels à projets très exigeants, nécessitant la rédaction de dossiers volumineux pour un taux de réussite avoisinant 20 %.

*“Quand je parlais de coût de ce cofinancement, la région *** qui finançait des thèses, maintenant, demande de plus en plus à cofinancer des bourses de thèse. Alors c'est l'enfer, pour payer la personne entre un financement qui vient de la région, plus un cofinanceur qui va être souvent un autre organisme étatique à l'ADEME (...). Il faut faire des conventions à tire-larigot pour réussir à avoir l'argent pour payer la personne qui va être sous tel statut.” (FRAP3)*

Le **manque d'attractivité** de la recherche publique freine le **recrutement** au troisième cycle, l'embauche de personnel de soutien et l'entrepreneurialisation. Malgré une diffusion internationale des offres, les obstacles liés à la compétitivité salariale du privé et aux lois sur l'immigration compliquent l'employabilité. Dans ce contexte, la motivation personnelle des candidats prime souvent sur leur dossier académique. Par ailleurs, les lourdeurs administratives, notamment autour de la rémunération des doctorant·e·s, constituent un frein récurrent à l'efficacité du travail de recherche.

« (...) Le recrutement peut mettre 24 mois, c'est difficilement supportable. Et là on se pénalise, c'est-à-dire que le bon ingénieur, le brillant ingénieur qui sort de son école, il ne va pas attendre quatre mois un recrutement (...) et donc on l'aura pas. » (FRAP4)

Les postes administratifs et techniques, souvent en contrats à durée déterminé (CDD), sont perçus comme de moins en moins pérennes, entraînant un fort taux de roulement. Or, leur rôle est crucial dans la gestion et la conduite des activités de recherche. La difficulté à retenir ce personnel nuit à la continuité des savoirs et révèle un manque de ressources internes dans la recherche publique.

« Des personnes qui travaillent en tant qu'opérateur ont besoin de savoir : Est-ce qu'ils peuvent compter sur cet emploi ou est-ce qu'ils vont devoir chercher autre chose dans un an ? Parce que souvent nos contrats sont des contrats de durée d'un an ou mieux de trois ans. On a une vraie crise de recrutement du personnel de recherche, mais pas qu'au niveau BAC+3, c'est également niveau doctorat et postdoctorat (...) » (FRAP11)

De façon moindre, il est également reconnu que le **manque d'incitatifs** et les restrictions, à l'entrepreneuriat sont des obstacles à l'accélération de l'innovation au sens du transfert entre l'université et l'industrie.

“ Alors là, c'est le grand flou. Les gens peuvent demander une prime de recherche. Ce qui s'appelle maintenant Ripec, je ne sais même pas ce que ça veut dire. Et après, si on remplit un dossier sur un site web qui est géré par le ministère de l'Éducation et de la Recherche. La présidence de l'université au travers de son comité d'administration - le conseil a aussi son mot à dire - ça passe à la moulinette. Puis après, il y a des gens qui disent: “Super, j'ai les primes”. D'autres qui disent: “Je ne comprends pas, je ne sais pas”. Mais on ne sait pas pourquoi.” (FRAP7)

La valorisation industrielle de la recherche reste limitée : les chercheur·euse·s sont peu incité·e·s à s'engager dans des démarches entrepreneuriales, malgré l'existence d'outils de soutien encore peu mobilisés ou mal compris.

En troisième lieu, certains freins au transfert de connaissances vers l'industrie relèvent des caractéristiques propres aux **enjeux relatifs à la technologie**. D'une part, la recherche académique produit des briques technologiques fondamentales, mais leur assemblage et leur mise en œuvre relèvent des acteurs applicatifs, ce qui limite d'emblée le transfert direct. La forte spécialisation disciplinaire et

sectorielle induit une répartition des compétences qui freine les débouchés applicatifs. Ce décalage illustre le paradoxe université-industrie, renforcé par une temporalité différenciée entre cycles de recherche et cycles de développement. D'autre part, la présence de technologies substitutives exerce une pression concurrentielle qui réduit les perspectives de valorisation industrielle.

La gestion de la propriété intellectuelle constitue un frein au transfert vers l'industrie, en raison de la complexité juridique, des exigences de confidentialité et des arbitrages qu'elle impose. Bien que ce type de transfert soit de plus en plus intégré aux missions du personnel chercheur, il ne donne pas systématiquement lieu à une valorisation monétaire. Les négociations contractuelles sont prises en charge par les services juridiques universitaires, dont l'objectif est de protéger les intérêts institutionnels, ce qui allonge et alourdit le processus. Dans certains cas, ces contraintes peuvent compromettre le projet de recherche lui-même. Par ailleurs, la protection juridique est d'autant plus nécessaire que des entreprises concurrentes sollicitent les mêmes services de recherche. Enfin, un arbitrage difficile peut survenir entre publication scientifique et dépôt de brevet, ce dernier nécessitant des ressources financières importantes et empêchant, de fait, toute diffusion des résultats.

« À chaque fois que vous vous lancez dans une démarche de brevets, (...) il faut trois ou quatre ans pour arriver à un résultat avec débit, à minima, de 15 à 20 000 € d'investissement. Et pendant ces 3-4 ans, ça représente zéro publication. Donc, il faut vraiment avoir un éventail de travaux suffisants pour se permettre d'en isoler un et d'en faire un objet de brevetage. Pour l'instant, ça n'a pas été notre priorité.” (FRAP5)

Le **manque de ressources internes**, ou la perception qu'elles sont en constante diminution, qualifie la vue d'ensemble du personnel chercheur sur les entraves de la recherche publique et est une consécution des freins que l'on a identifiés jusqu'à présent. On y a fait particulièrement allusion en ce qui concerne les enjeux de gestion du personnel au niveau du recrutement et de la rétention, qu'il s'agisse des doctorant·e·s, des chercheur·euse·s ou du personnel-support (administratif et technique).

Leviers

La **liberté académique** est en première instance reconnue comme un levier au TC. Ce droit professionnel, spécifique au domaine de la recherche, est ancré dans la culture académique et nourrit les motivations individuelles des chercheur·euse·s. Cette spécificité est, en revanche, systématiquement inscrite en contradiction avec les réalités de la pratique, soient les exigences administratives, politiques et industrielles.

Les **personnes et structures dédiées au transfert** constituent des leviers organisationnels et institutionnels. À l'échelle organisationnelle, les services de valorisation, de transfert technologique et de relations industrielles jouent un rôle central en identifiant les opportunités de propriété intellectuelle et en soutenant les projets collaboratifs. Leur action de médiation entre recherche et industrie est cruciale, bien que leurs ressources humaines restent souvent insuffisantes. À l'échelle institutionnelle, les thèses CIFRE et codirigées orientent la recherche vers l'industrie, tandis que des structures comme les CRITT, l'UAR, le FCLAB, la FRH2, le CEA, France Hydrogène, FC Innov ou encore les acteurs régionaux agissent comme facilitateurs du transfert de connaissances.

Le **financement** est un levier reconnu et nommé du TC et ce, au niveau européen, national et régional. Le plan de relance France 2030 est pour beaucoup le réel instigateur des actuels efforts de recherche et de développement au regard de l'hydrogène.

Au regard des enjeux de diffusion des connaissances, le fait d'être **orientée vers l'industrie** est en majorité un acquis pour la recherche publique, principalement lorsque les ressources internes peuvent le permettre.

“ D'un point de vue organisationnel, l'équipe que je pilote, elle est très orientée [vers l'industrie]. Déjà dans sa façon de faire, d'être très à l'écoute du tissu industriel et du tissu économique, c'est vraiment une caractéristique très très importante pour nous. C'est-à-dire qu'on dialogue en permanence, on participe à des salons industriels, on dialogue en permanence avec les industriels du secteur pour être à l'affût, on va lire quelque part d'un de leurs besoins. Donc ça, c'est assez facile et aussi d'anticiper un peu leurs futurs besoins. ” (FRAP10)

Tableau 12 : Synthèse - Les freins et leviers associés au transfert de connaissances (FRA)

Catégories	Leviers	Freins
Capacités et ressources	Personnel/structure dédié/e au transfert (technologique, de connaissances, de compétences) Financement	Charges administratives Manque de ressources internes (financières et humaines)
Enjeux légaux et mécanismes		Contractualisation de la propriété intellectuelle et secret industriel Temporalité
Gestion et enjeux d'organisations	Liberté académique Communication (ex. bilinguisme) Culture organisationnelle orientée vers l'industrie	Attractivité (ex. problèmes de recrutement et manque d'incitatifs)
Enjeux relatifs à la technologie		État des connaissances (fondamentales et appliquées) Temporalité Technologies de substitution Attractivité
Enjeux politiques	Politiques de développement économique fonctionnelles	Politiques de gestion des fonds publics Échelonnage Institutionel

Canaux et processus

La mission universitaire demeure centrée sur la production et la diffusion de la connaissance scientifique (Tableau 14). Si le contrat de recherche arrive en second rang des canaux mobilisés, c'est en partie pour des raisons de financement et de conscience applicative. L'importance accordée aux brevets témoigne d'une certaine normalisation de l'entrepreneuriat académique, bien que seules les structures dotées de capacités internes hybrides s'orientent plus systématiquement vers l'industrie.

Tableau 13 : Classement des canaux et processus de transfert (FRA)

Canaux de transfert	Notation moyenne
Publications	4,73
Contrats de Recherche	4,27
Échanges Personnels	3,32
Consultations	3
Brevets	2,91
Rendez-vous Informels	2,60
Co-entreprises	1,64
Licences	1,09

Collaborations, partenariat et degré d'ouverture

Les collaborations académiques s'orientent prioritairement vers des partenaires partageant des motivations et enjeux similaires (Tableau 15). Si l'industrie est appelée à prendre en compte les attentes des chercheur·euse·s pour instaurer des partenariats durables, la temporalité reste un critère déterminant, révélant un décalage entre les cycles scientifique et industriel. Ce constat nuance l'idée d'une accélération du rythme académique liée à l'entrepreneurialisation des universités (Etzkowitz, 2001), et souligne la persistance des normes institutionnelles. Bien que les motivations des chercheur·euse·s soient tournées vers l'application (Tableau 16), la recherche reste guidée par la production de connaissances, et non par la seule logique de valorisation.

Tableau 14 : Classement des critères (FRA)

Critères	Rang	Synthèse
Motivations similaires	1	Avoir une proximité au niveau des enjeux, thématiques et terrains.
Temporalité	2	Permettre la mise en oeuvre de projets court et moyen terme (entre 1 et 3 ans).

Éthique de travail	3	Travailler fidèlement aux définitions contractuelles.
Complémentarité et Membre d'un même programme	4	Favoriser par l'apport distinct de chaque partie. Appuyer par la porosité institutionnelle.
Proximité géographique	5	Encourager par les programmes régionaux.

Tableau 15 : Classement des motivations (FRA)

Motivations	Rang	Synthèse
Accès à des actifs stratégiques (ex. compétences, équipement etc.)	1	Accéder à des équipements, compétences et autres éléments d'ordinaire inaccessibles.
Développement technologique, motivation intrinsèque et publication	2	Développer les technologies selon les objectifs de la <i>roadmap</i> interne. Faciliter par les intérêts personnels du chercheur/de la chercheuse. Seconder par le système incitatif académique.
Financement et brevets	3	Bénéficier des financements. Avoir l'opportunité d'accompagner la production de propriété intellectuelle.
Formation	4	Permettre la formation des étudiant·e·s.

Québec

Freins

De manière unanime, les **charges administratives** sont désignées comme un frein à la recherche et au transfert de connaissances, en lien avec le **manque de ressources internes** et la **gestion du personnel**. Le personnel enseignant-chercheur doit développer des compétences en gestion, dans un contexte où la charge administrative est jugée plus lourde qu'auparavant. Cette situation réduit le temps consacré à la recherche et nuit à la diffusion des savoirs. Notifications de frais, sécurité, encadrement, propriété

intellectuelle ou gestion des équipements en sont autant d'exemples. L'informatisation a remplacé le soutien administratif, transférant ces tâches aux professeur·e·s.

“On a la secrétaire administrative, ok. Mais, par exemple, les rapports de dépenses avant, je prenais toutes mes factures, je les donnais à la secrétaire et elle s'occupait du rapport de dépenses, mais maintenant c'est moi qui le fait parce qu'on a un logiciel et ça va quand même assez bien. Donc, les tâches qui auparavant étaient dédiées à quelqu'un, maintenant c'est nous qui le faisons.” (QCAP19)

La gestion de la propriété intellectuelle peut entraver la réalisation des projets et décourager les partenaires de collaborer.

*“Puis, justement, le fameux partage de la propriété intellectuelle, ça été un cauchemar. Moi, ça fait 20 ans que je suis là-dedans. Ça fait 20 ans que c'est difficile, on a perdu des contrats à cause de ça, parce que, finalement, le partenaire disait: “C'est tellement long, je vais aller voir ailleurs”. Mais, comme je dis, ce n'est pas exclusif à ***. Quand je deal avec d'autres universités, c'est un peu le même principe. Puis c'est ce que je trouve malheureux parce que les universités, leur mandat premier, c'est pas de retirer de l'argent d'éventuels brevets, c'est de supporter leur prof qui est important et ça ça se perd de vue. Ça c'est un des gros frein.” (QCAP21)*

L'encadrement étudiant s'avère un réel enjeu dans un contexte de manque de ressources. Plusieurs mentionnent que la gestion du laboratoire et de ses membres étudiants réclame du temps au niveau de l'administration de l'espace de travail, du TC techniques (expliquer le fonctionnement des équipements, par exemple).

« Si j'avais un postdoc, quelqu'un avec plus d'expérience qui avait eu un cheminement un petit peu plus diversifié, qui comprendrait peut-être les différentes capacités des étudiants, ça pourrait certainement aider. Mais là, je n'ai pas l'argent pour ça donc c'est moi qui fais tout. » (QCAP18)

En raison du manque de personnel de soutien, les étudiant·e·s sont généralement chargé·e·s de la gestion des équipements. Cette pratique entraîne un fort taux de roulement et limite la pérennisation des connaissances techniques liées aux appareils. Cela demeure le symptôme d'un manque de ressources internes, lui-même dicté par des structures de financement limitées au court et moyen terme.

“Oui, mais c'est sûr que c'est une question coûts. On en aurait des techniciens, mais on a pas les budgets pour ça. Et en tant que professeur, je n'ai pas les budgets pour payer un technicien à temps plein. Surtout que nos budgets c'est pour des périodes de trois ans, quatre, cinq ans. Alors, on ne peut pas engager un technicien sur un mode comme ça. Donc, l'université nous donne déjà quelques postes de techniciens, mais on en aurait besoin de plus.” (QCAP19)

En effet, les **financements** disponibles sont considérés comme insuffisants pour assurer la durabilité des équipements et trop restrictifs pour soutenir l'innovation en hydrogène vert ainsi que la recherche dans son ensemble. À l'égard de la recherche collégiale, les équipements et parcs technologiques ne bénéficient pas de structures de financement qui favorisent la maintenance et la réparation.

“Par exemple, on a un parc d'équipements de 10 millions de dollars, mais ils sont quatre à le faire tourner (...). [Avec un financement adéquat] on pourrait augmenter encore notre rentabilité, augmenter notre chiffre d'affaires. Mais on n'est pas capable, fait que c'est un peu dommage.”
(QCAP22)

Divers fonds existent pour financer l'acquisition et la mise à jour des équipements de recherche. Si cela permet d'éviter l'obsolescence technologique, cela peut aussi limiter l'exploitation optimale de la durée de vie des équipements et infrastructures.

“Donc, ce qui est difficile, c'est le financement de la pérennité des infrastructures. Je vous dirais qu'il n'y a pas beaucoup d'argent pour renouveler. Ils vont nous dire : « Oh, bien, jetez-le et puis appliquer à un nouveau concours pour acheter un nouvel équipement. » mais il fonctionne. (...) Les canaux de distribution sont faits pour des nouveaux équipements de recherche généralement, donc rarement pour l'entretien, la réparation ou la maintenance. C'est un gros enjeu présentement qu'on vit.” (QCAP14)

La structure des fonds de recherche entraîne également une limitation thématique. Aucun programme spécifique n'est dédié au développement de solutions à base d'hydrogène, tant en recherche fondamentale qu'en recherche appliquée.

“En ce moment, tout ce qui est transition énergétique va avoir de l'intérêt dans la sphère de recherche, mais on n'a pas nécessairement de programmes de recherche spécifiques qui sont financés, qui sont rattachés à ça. Disons, je veux faire de la recherche : l'hydrogène sans l'énergie géothermique. Je regarde aux conseils de recherche en sciences naturelles et génie, au Fonds de recherche sur les technologies du Québec. Il n'y a pas nécessairement des programmes spécifiques pour ces thématiques-là. Alors que le gouvernement a des cibles très élevées de réduction des gaz à effet de serre, il faudrait être carboneutre d'ici 2050. Mais à mon sens, on n'investit pas le 10^e de ce qu'on doit investir pour devenir une société carboneutre. Donc, la principale entrave, c'est le financement de la recherche et des projets de démonstration (...).” (QCAP16)

En l'absence de programmes dédiés, l'industrie n'a aucun incitatif à investir dans ce secteur, ce qui limite son **attractivité**. Les industriels manifestent peu d'intérêt pour la recherche, alors même que celle-ci dépend structurellement de leurs financements. Ce manque d'attractivité s'explique, entre autre, par une distance cognitive et des temporalités divergentes entre l'académie, l'industrie et la société québécoise. Ces écarts entravent la coordination, limitent les possibilités de financement et freinent l'engagement collectif sur la chaîne de valeur de l'hydrogène.

« En fait, je pense que c'est compliqué pour les industriels, essentiellement, qui, eux, ne savent pas se positionner. Et donc, après nous, ça nous retombe dessus dans le sens où avec nos partenaires industriels, on voit bien que ce n'est pas clair là où ils veulent aller. Et donc nous pour mettre en place des activités de recherche, ce n'est pas simple de se positionner non plus, mais j'ai l'impression que c'est beaucoup plus gênant au niveau de l'industrie qu'au niveau du monde de l'université. » (QCAP12)

La dimension **politique** peut s'avérer problématique au niveau de l'agenda. À l'issue du mandat de Justin Trudeau, les investisseurs québécois sont confrontés à des incertitudes face à la possibilité d'une prise de

pouvoir par les conservateurs. En raison de leur engagement à abroger la taxe carbone, les investissements sont suspendus dans un climat de spéulation.

Leviers

Les **personnes et structures dédiées au transfert** constituent des leviers organisationnels et institutionnels. À l'échelle organisationnelle, les bureaux de valorisation, de partenariat ou de relations industrielles jouent un rôle central. En université, le personnel de valorisation identifie les opportunités de propriété intellectuelle et soutient les demandes de subvention. Dans les CCTT, les conseiller·ère·s industriel·le·s accompagnent les entreprises dans leurs projets et assurent un travail de sensibilisation plus poussé auprès des acteur·rice·s industriels.

*”Pour ce qui est du transfert de connaissances, c'est quelque chose auquel on a pas le choix de s'attaquer de plus en plus. Puis c'est souvent aussi dans les demandes de subvention un élément qui doit sortir plus qu'avant. Fait qu'il faut trouver des stratégies. C'est sûr que les chercheurs on n'est pas toujours les meilleurs pour savoir comment diffuser cette connaissance. Mais on a quand même à l'*** un service de partenariat et de valorisation des résultats. Donc, eux peuvent nous aider avec ça. Et sinon, on essaie aussi d'organiser des ateliers de transfert de connaissances ou avec des utilisateurs ou des parties prenantes du projet. Ou c'est ça de faire des ateliers dans des conférences scientifiques, par exemple, où différentes personnes intéressées par le sujet peuvent venir participer.” (QC API17)*

Les services de valorisation jouent un rôle essentiel dans le rapprochement entre recherche et industrie, bien que leurs ressources humaines demeurent insuffisantes. Certaines initiatives sectorielles se distinguent, comme le livre blanc sur le transport lourd hydrogène publié avec InnovÉÉ et Propulsion Québec. Ces actions s'ajoutent aux efforts déployés par les établissements dans le cadre d'événements scientifiques et de collaborations industrielles, particulièrement efficaces lorsque les acteur·rice·s de l'industrie et les élu·e·s y sont intégré·e·s.

Le **financement** est un levier incontournable du transfert de connaissances, qu'il soit fédéral, provincial ou industriel. Le CRSNG (Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada), Développement Économique Canada (DEC) et Mitacs soutiennent respectivement les projets de

recherche, l'équipement des entreprises et la mobilité académique. Au provincial, le FRQNT et le MEIE offrent également un appui, tout comme certains ministères qui initient directement des projets. Côté industriel, la contribution financière agit comme moteur, notamment en recherche collégiale où 40 % d'apport privé déclenche 60 % de financement public. Toutefois, ce levier limite la portée du transfert lorsque les résultats sont soumis au secret industriel.

Alors, **être orienté vers l'industrie** revêt une importance primordiale pour la recherche universitaire et collégiale. À cet effet, le principe de maillage entre l'université et l'industrie est clé dans le maintien de la recherche.

Disposer d'un **canal de communication avec les élus·e·s** est perçu comme un atout pour le transfert de connaissances. Cette porosité institutionnelle permet de présenter des projets aux instances gouvernementales et de collaborer avec des chercheur·euse·s fédéraux·ales. Sans influer sur l'agenda politique, ce canal constitue un outil de sensibilisation apprécié.

La liberté académique et l'accès à des équipements modernes et fonctionnels sont deux éléments corollaires et indispensables à la production de connaissances.

En termes de méthodes de travail, beaucoup valorisent le **travail collectif** et la **pluridisciplinarité**. La complexité des problèmes à résoudre, nécessitant une diversité de compétences, légitime ces méthodes. De manière générale, les pratiques de gestion visent à éviter un fonctionnement en silos. Toutefois, la structure de l'organisation peut constituer un levier pour renforcer la complémentarité des expertises.

Tableau 16 : Synthèse - Les freins et leviers associés au transfert de connaissances (QCA)

Catégories	Leviers	Freins
Capacités et ressources	Personnel/structure dédié/e au transfert (technologique, de connaissances, de compétences) Financement	Charges administratives Manque de ressources internes (financières et humaines)

Enjeux légaux et mécanismes	Contractualisation de la propriété intellectuelle et secret industriel Temporalité
Gestion et enjeux d'organisations	Liberté académique Communication Pluridisciplinarité Travail collectif Culture organisationnelle orientée vers l'industrie
Enjeux relatifs à la technologie	Accès à des équipements modernes et fonctionnels Attractivité État des connaissances (fondamentales et appliquées) Distance cognitive Temporalité
Enjeux politiques	Canal de communication avec les élu·e·s Politiques de développement économique fonctionnelles Cycle politique

Canaux et processus

La mission universitaire demeure centrée sur la production et la diffusion des connaissances (Tableau 19). Le contrat de recherche arrive en second plan, en raison des contraintes de financement et d'une conscience applicative limitée. Malgré l'attention portée aux brevets et licences, l'académie présente peu de tendances entrepreneuriales, un phénomène attribuable au statut émergent du secteur et aux clauses d'exclusivité liant plusieurs chercheur·euse·s. Ainsi, l'accompagnement de l'industrie se fait dans les limites fixées par les normes institutionnelles, avec un engagement limité dans l'entrepreneuriat scientifique.

Tableau 17 : Classement des canaux et processus de transfert (QCA)

Canaux de transfert	Notation moyenne
Publications	4,18
Contrats de Recherche	4,18
Échanges Personnels	4,36
Rendez-vous Informels	3,91
Consultations	3,68
Co-entreprises	2,45
Licences	2,55
Brevets	2,27

Collaborations, partenariat et degré d'ouverture

Les partenariats sont choisis selon des affinités thématiques et territoriales (Tableau 20), et les motivations académiques (Tableau 21) révèlent une préoccupation marquée pour le financement et la commercialisation. Bien que les chercheur·euse·s québécois·es ne présentent pas un profil entrepreneurial affirmé, leur dépendance à l'apport industriel, notamment dans les CCTT, oriente la recherche en fonction des besoins des partenaires. Si la mission de production de connaissances demeure, elle s'inscrit comme corollaire des attentes industrielles, dans un contexte marqué par le statut émergent du secteur.

Tableau 18 : Classement des critères de collaboration (QCA)

Critères	Rang	Synthèse
Motivations similaires	1	Avoir une proximité au niveau des enjeux, thématiques et terrains.
Éthique de travail	2	Travailler fidèlement aux définitions contractuelles.
Proximité géographique	3	Encourager par les programmes régionaux.

Complémentarité et Membre d'un même programme	4	Favoriser par l'apport distinct de chaque partie. Appuyer par la porosité institutionnelle.
Temporalité	5	Permettre la mise en oeuvre de projets court et moyen terme (entre 1 et 3 ans).

Tableau 19 : Classement des motivations à collaborer (QCA)

Motivations	Rang	Synthèse
Financement	1	Bénéficier des financements.
Accès à des actifs stratégiques (ex. compétences, équipement etc.)	2	Accéder à des équipements, compétences et autres éléments d'ordinaire inaccessibles.
Commercialisation et publication	3	Accompagner l'industriel dans les étapes vers la commercialisation. Seconder par le système incitatif académique.
Formation	4	Permettre la formation des étudiant·e·s.

4.1.2 Industrie

L'analyse des freins et leviers présentent des dynamiques distinctes selon les territoires. En France, malgré des réseaux de connaissances bien établis, **la lourdeur et l'instabilité du cadre réglementaire freinent les acteur·rice·s de l'innovation et de l'entrepreneuriat**, en particulier les PME, ETI et investisseur·euse·s. Au Québec, où ces réseaux restent en construction, l'industrie exprime un **besoin d'institutionnalisation et de conditionnement du marché**, notamment par la mise en place d'incitatifs économiques et de structures dédiées au TC. L'analyse des modalités de collaboration montre que **l'industrie française s'investit activement en recherche et développement, avec des partenariats orientés vers la commercialisation et encadrés par le secret industriel**, tandis qu'au Québec, **l'activité industrielle adopte une logique exploratoire centrée sur le développement d'affaires**, dans un secteur encore peu structuré et technologiquement immature, nécessitant une plus grande institutionnalisation.

France

Leviers

Les **personnes et structures impliquées dans le TC** agissent comme des leviers à la fois organisationnels et institutionnels. À l'échelle organisationnelle, la porosité interne, les réseaux d'expert·e·s, les formations en innovation et les brevets stimulent le TC. La proximité organisationnelle facilite l'articulation entre recherche et innovation, tandis que les réseaux internes favorisent la dissémination des savoirs. La protection de la propriété intellectuelle, via les brevets et les accords de non-divulgation, structure le transfert, en particulier dans les entreprises technologiques. À l'échelle institutionnelle, les événements, réseaux (FrenchTech, Green Innovation, France Hydrogène), accords (CUI, thèses CIFRE) et partenariats structurent le TC.

“La FrenchTech également, réseau d'entreprises mises à disposition avec des réseaux locaux très intéressants dont on fait partie d'ailleurs. Green Innovation également pour tout ce qui est la filière verte. Moi, je pense que niveau réseau, pour les start-ups, on est plutôt bien, en fait, tout ce qui est financement et réseautage. On est bien, ils font beaucoup de ça. Il y a beaucoup d'initiatives institutionnelles qui vont viser à la collaboration des recherches publiques avec des entreprises, des fois c'est des initiatives privées, mais d'autres fois c'est des initiatives publiques.” (FRIP9)

« On va aller chercher des informations externes, soit auprès de conférences, etc., soit auprès de partenaires (...). Et moi j'essaye aussi de développer les liens avec les écoles d'ingénieurs en France qui vont nous permettre de mettre à disposition des petites équipes d'étudiants chapeautés par un enseignant-chercheur. Donc voilà, on essaye vraiment de travailler en partenariat. On a une petite entreprise, donc on n'a pas trop le choix que de faire ça avec des labos, mais aussi avec des bureaux d'études qui vont avoir aussi être un peu à la limite entre l'innovation et le marché, disons. » (FRIP4)

Si les thèses CIFRE sont valorisées au stade de développement, les entreprises en phase de préindustrialisation privilégient les codéveloppements ou contrats de recherche privée. Les institutions de formation spécialisées en hydrogène complètent ces dynamiques.

Être orienté vers l'industrie est un facteur important du TC qui admet, d'une part, une compréhension des pratiques d'affaires et d'autre part une compréhension du secteur. Les entreprises attendent de leur partenaire une compréhension de leurs objectifs et stratégies dans l'optique de créer de la valeur sur le développement, l'industrialisation ou la commercialisation. À ce titre, connaître les besoins du secteur transparaît comme un net avantage à des fins de collaboration. Les capacités de prospection favorisent l'intelligence de la filière et la reconnaissance des besoins de l'industrie.

Les **capitaux propres** et les **financements** européens, gouvernementaux, régionaux et privés sont reconnus comme inhérents au développement du secteur de l'hydrogène bas carbone. Pour les GE, les ressources financières de l'entreprise stimulent les activités de R&D et appellent les partenariats. Il en va de même pour les PME en ce qui concerne les capitaux privés (ex. levées de fonds, capital-risque, etc.). À l'échelle européenne, les appels à projets constituent un levier majeur pour promouvoir la diffusion des connaissances.

« Dans les critères de base de projets financés par l'Union européenne, notamment Horizon Europe, qui est un gros programme de financements à plusieurs milliards chaque année. Le principe de base c'est le transfert et le partage de compétences et des connaissances au sein du consortium et au sens large, à la fin du projet. » (FRIP1)

Au niveau national, les entreprises reconnaissent la force des fonds publics quant aux partenariats académiques et à la structuration du marché, ce qui découle du Plan de relance France 2030.

“ Il y a des régimes qui sont très clairs, à la fois au niveau national, au niveau européen, des régimes de financement. Côté national, on appelle ça des régimes RDI - Régimes de Développement et d'Industrialisation - avec des critères, avec des pourcentages, des principes de subvention et tout ça qui sont très cadrés et quasiment systématiques.” (FRIP1)

Les régions sont également des parties prenantes importantes au regard du financement de la filière.

En termes de pratiques d'affaires, la **communication**, le **travail collaboratif** et la **pluridisciplinarité** sont vecteurs de TC, principalement chez les PME. Les PME disposent de solides compétences en communication, facilitant ainsi la création de réseaux de partenariat et l'identification d'opportunités de collaboration. Le travail collaboratif et la pluridisciplinarité sont reconnus comme des leviers pour le TC en interne.

“On est très peu nombreux, donc on est tous multicasquettes. Et donc, il faut que, à tout moment, l'un puisse prendre le rôle de l'autre. Donc il y a des collaborations, il y a des discussions sur les projets... On est vraiment dans l'innovation, donc ça veut dire qu'il y a des points durs qu'il faut passer les uns derrière les autres. Et donc, on est complètement dans la collaboration, ce n'est pas linéaire (...).”

(FRIP10)

Freins

Le **milieu**, jugé **peu attractif** ou encore **immature** pour les initiatives entrepreneuriales, présente des défis, notamment en raison des contraintes d'innovation (particulièrement, les réglementations) propres au secteur ou au secteur connexe, à la profession et aux asymétries d'information (cf. acceptabilité sociale). Le secteur énergétique et d'autres secteurs connexes impliqués dans le développement de la filière hydrogène se montrent réticents à l'innovation, celle-ci s'éloignant des pratiques établies, notamment en matière de sécurité.

“Par principe, on se méfie des nouveautés en aviation et en particulier en certification. Donc la première chose qu'on fait quand on certifie quelque chose, on commence par trier ce qui est, on va dire usuel, qui a déjà été vu, fait par d'autres, etc. Et de tout ce qui est nouveauté, et on serre les boulons sur tout ce qui est nouveauté. Alors ça soit matériaux, process, usages, façons de travailler, logiciels. Bref, il y a un terme, c'est unusual et l'autre c'est novelty. Et ça c'est les deux choses que n'aiment pas du tout les certificateurs. Mais bon, on est bien obligé d'en passer par là et ça peut leur prendre, ça peut prendre collectivement beaucoup, beaucoup plus d'énergie qu'un truc qui fait à peu près la même chose (...).” (FRIP12)

Les asymétries d'information compliquent l'acceptabilité sociale, politisent le développement du mix énergétique et freinent le développement de la filière.

« (...) vous avez beaucoup d'élus qui entravent tout ça et qui, parfois aussi, je dirais, envoient des mauvais signaux, envoient des mauvaises informations qui nous obligent à d'abord les contrer, mais à se rendre compte. Dans la population ou dans l'esprit collectif de la population, ces mauvaises informations sont déjà ancrées et qu'il est très difficile pour nous de les contrecarrer. (...) Quand on vient voir des élus aussi dans leur mairie, et bien on a la porte fermée, on ne veut pas nous voir, on nous renvoie dans nos cabanes. Quand on met en place des réunions publiques, parfois, on est obligé d'amener la gendarmerie parce que ça peut en venir aux mains. Les gens sont très agressifs, sont très violents. Tout simplement parce qu'ils ne comprennent pas (...) ils ne veulent rien devant leur maison. (...) parce que l'hydrogène c'est un gaz, parce que l'hydrogène, ça explose, parce que l'hydrogène ça pollue malgré tout. Enfin, vous entendez n'importe quoi et vous avez certains élus qui distillent ce genre d'information. Donc l'entrave à l'information et à la concertation, oui, elle existe et elle est extrêmement forte en France. » (FRIP11)

Le **manque de ressources internes** est un frein majeur pour les PME en ce qui concerne leur capacité à collaborer avec la recherche publique, voire les grandes entreprises, à bénéficier des mécanismes de soutien de façon générale. D'une part, les incitatifs à recourir à la recherche avantagent particulièrement les grandes entreprises.

« On va avoir des niveaux de subvention ou des niveaux de financements publics qui vont être beaucoup plus importants sur les grandes entreprises, alors que, finalement l'innovation se fait sur les petites et on va... Les grandes entreprises, elles, vont avoir un accès aux grands instruments ou aux équipements de caractérisation. Et les petites entreprises ne vont pas avoir cet accès-là. » (FRIP10)

D'autre part, les PME souhaitent établir des partenariats avec de grandes entreprises, mais leur faible visibilité et le manque de dispositifs incitatifs constituent des freins à ces collaborations. Par ailleurs, elles peinent à tirer parti des aides existantes considérant la teneur administrative qu'elles impliquent.

“Ce qui va nous manquer, c'est une lecture justement de ces mécanismes de soutien, un accompagnement pour y répondre, etc. Parce qu'en général, quand on est une ETI, on n'est pas équipé

pour pouvoir répondre à ces mécanismes de soutien qui souvent ont des exigences administratives qui sont telles que, en fait, on ne peut pas y répondre.” (FRIP4)

Des **obstacles relatifs à la technologie** subsistent, influençant la répartition des connaissances et limitant l'activation des mécanismes de transfert. Toute technologie en H2 ne nécessite pas d'avoir recours aux services de recherche.

“Nous on fait pas beaucoup de collaboration avec l'université, côté station. Électrolyseur, peut-être, mais nous, de mon côté. Parce que ce n'est pas dans sa nature. En soi, ce n'est pas très scientifique. Donc, on cherche plutôt des partenaires industriels. J'ai l'impression que c'est plutôt comme ça. Et parce qu'il n'y a pas beaucoup de chimie, il n'y a pas beaucoup de science vraiment fondamentale à creuser. C'est plutôt de l'utilisation des technologies, donc c'est pour ça que je sors des commentaires plutôt concernant des collaborations industrielles.” (FRIP3)

Le calendrier de développement peut constituer un facteur limitant dans l'utilisation des services de recherche.

“Mais, comme dit le numéro deux du labo, entre les piles à combustible qui entrent en service aujourd'hui dans l'automobile et le moment où elles ont été développées, il s'est passé quinze ans là, donc on a pas envie d'attendre quinze ans avant de faire des avions décarbonés. On va essayer de les faire à horizon cinq ans. (...) Dans notre cas – ce n'est sans doute pas valable pour tous – mais, dans notre cas y a pas beaucoup de transfert [avec la recherche] parce qu'en fait c'est nous qu'inventons les choses.” (FRIP12)

À cet effet, la **temporalité** est un aspect qui freine le TC entre l'université et la recherche.

Les **distances cognitives** et **culturelles** constituent également un défi, comme en témoigne l'acceptabilité sociale d'une part, et les partenariats internationaux d'autre part.

Enfin, la **gestion du personnel** représente un obstacle dans les domaines de la recherche et de l'innovation, en raison d'un taux de roulement élevé qui impacte la transférabilité des connaissances.

Tableau 20 : Synthèse - Les freins et leviers associés au transfert de connaissances (FRI)

Catégories	Leviers	Freins
Capacités et ressources	Personnel/structure dédié/e au transfert (technologique, de connaissances, de compétences) Capitaux propres Capitaux privés Financement	Manque de ressources internes (PME)
Enjeux légaux et mécanismes		Temporalité Contraintes d'innovation
Gestion et enjeux d'organisations	Culture organisationnelle orientée vers l'industrie Communication Pluridisciplinarité Travail collectif	Attractivité Gestion du personnel Distance culturelle
Enjeux relatifs à la technologie		État des connaissances (fondamentales et appliquées) Attractivité Distance cognitive Temporalité Acceptabilité sociale
Enjeux politiques	Politiques de développement économique fonctionnelles	

Canaux et processus

L'industrie déploie d'importants efforts en recherche et développement, portés par des échanges personnels soutenus (Tableau 24). Cette dynamique s'accompagne d'une externalisation vers l'académie, via des contrats de recherche, ou par la création de coentreprises. Ces canaux apparaissent comme des préalables à l'émission de brevets. L'activité d'innovation est bien établie, reflet d'un secteur français plus mature, où les réseaux de connaissances sont davantage développés (Bodas Freitas et al., 2013).

Tableau 21 : Classement des canaux de transfert (FRI)

Canaux de transfert	Notation moyenne
Échanges Personnels	3,38
Contrats de Recherche	2,77
Co-entreprises	2,54
Brevets	2,46
Rendez-vous Informels	2,35
Consultations	2,27
Licences	2,19
Publications	2,15

Collaborations, partenariat et degré d'ouverture

Les partenariats reposent sur la complémentarité et des enjeux partagés (Tableau 25), mais leur portée reste encadrée par le secret industriel. Cette contrainte limite les effets d'entraînement, malgré l'importance des échanges informels qui favorisent la circulation des savoirs (Tableau 24). La motivation première demeure la commercialisation (Tableau 26), dans un contexte de forte pression temporelle, particulièrement pour les PME, PMI et ETI. La capacité à suivre le rythme industriel devient alors un atout clé pour collaborer efficacement.

Tableau 22 : Classement des critères de collaboration (FRI)

Critères	Rang	Synthèse
Complémentarité et Motivations similaires	1	Favoriser par l'apport distinct de chaque partie Avoir une proximité au niveau des enjeux, thématiques et terrains.
Proximité géographique	2	Encourager par les programmes régionaux et les besoins du secteur énergétique.
Éthique de travail	3	Travailler fidèlement aux définitions contractuelles.
Temporalité	4	Travailler avec efficacité et célérité.

Tableau 23 : Classement des motivations à collaborer (FRI)

Motivations	Rang	Synthèse
Commercialisation	1	Collaborer avec des partenaires conscients des contraintes et délais inhérents aux démarches de commercialisation.
Accès à des actifs stratégiques (ex. compétences, équipement etc.)	2	Accéder à des équipements, compétences et autres éléments d'ordinaire inaccessibles.
Développement technologique	3	Collaborer avec des partenaires conscients des contraintes et délais inhérents aux démarches de développement technologique.
Crédibilité	4	Établir un réseau de partenaires témoignant du sérieux et de l'expertise de l'entreprise.
Brevet	5	Co-développer une technologie fidèlement à une stratégie de protection de la propriété intellectuelle.
Économie de coûts, efficience et financements	6	Réaliser des économies de coûts au niveau des procédés internes ou du produit final. Améliorer l'efficience de l'entreprise en matière de procédés, de gestion etc. Bénéficier de financements.

Québec

Leviers

Le **leadership et les qualités managériales** des gestionnaires jouent un rôle clé dans le lancement des projets pilotes en hydrogène, en renforçant l'agilité de l'entreprise par une gestion proactive et la mise à disposition de fonds.

*“Je te dirais, l'appui de la Haute Direction aide vraiment. Mais ce n'est pas d'hier qu'*** se diversifie, puis s'assure d'être encore pertinent pour le marché. Ce qui m'aide aussi, c'est l'agilité d'entreprise. *** est une entreprise hyper agile qui peut partir un projet. Après une discussion autour de la machine à café. Donc ça, c'est très porteur pour pouvoir faire de la recherche pour un nouveau carburant.”*

(QCI17)

Effectivement, les **financements et la gouvernance** sont la clé de voute de ces initiatives de prospection en ce qu'ils témoignent de l'intérêt de l'entreprise et crédibilisent auprès des autres potentiels collaborateurs.

“Bein pour produire la recherche, je dirais, je n'avais pas un chèque en blanc, mais pas loin. Avoir un support financier, des initiatives. Si j'arrivais avec un plan, un budget. Puis être capable d'expliquer pourquoi c'était critique, puis c'était une bonne solution. J'ai pas aucune difficulté d'avoir les budgets pour le faire. Fait qu'au niveau ressources financières, ça je n'ai rien à redire. Tout ce qui était important à faire, j'étais en mesure de le faire.” (QCI15)

De la même manière, les politiques de développement économique sont généralement perçues comme efficaces.

À l'égard des activités de développement, l'**acceptabilité sociale** est un levier du TC dans la mesure où elle exige le partage de connaissances avec le public et les futurs hôtes et utilisateurs pour susciter leur assentiment.

*“Donc, côté recherche et développement, si on parle d'hydrogène spécifiquement (...) on est plutôt une compagnie qui fait du développement pur. Donc c'est la recherche des terrains. C'est de travailler avec les communautés autochtones ou locales parce que ça, c'est un gros atout d'***. On a beaucoup l'envie de travailler avec les colonies et avec les communautés qui agissent comme hôtes de nos installations.*

Donc, ils deviennent des partenaires.” (QCI18)

Les **personnes et structures dédiées au transfert**, ou qui le favorise, font office de leviers au niveau organisationnel et institutionnel. À l'échelle organisationnelle, les vendeurs informent les clients sur les opportunités liées à l'utilisation de l'hydrogène, visant ainsi à développer un portefeuille client et concrétiser l'intégration de cette activité. Les conférences lancées par les organisations à l'attention de l'industrie, voire l'académie, font office de plateforme de légitimation. À l'échelle institutionnelle, les événements et organismes de maillage, les accords institutionnels, les partenariats et les organismes de formation spécialisés dans l'H2 sont nommés comme des structures et mécanismes qui facilitent le TC. Au niveau local, les structures institutionnelles qui se démarquent particulièrement sont la Chaire d'Hydrogène dirigée par Bruno Pollet et ce faisant, l'IRH et l'UQTR. La Vallée de la Transition Énergétique (VTE) émerge également parmi les institutions structurantes.

“Donc côté recherche développement, si on parle d'hydrogène spécifiquement. Avant que je rentre en fonction, la compagnie avait déjà pris la décision d'investir dans la Chaire d'hydrogène que Bruno chapeaute. Donc je pense que c'est le premier gros move qu'on a fait au niveau de recherche et développement. C'est vraiment le premier move.” (QCI18)

À cet effet, le **travail collaboratif** est incontournable pour éclaircir les avenues de l'hydrogène, obtenir les informations pertinentes et constituer les premiers réseaux d'intérêt.

Freins

Le secteur de l'H2 est perçu comme un **milieu** encore trop **peu attractif**, ou **immature**, pour des raisons de **politiques** et de **législation**. D'une part, les stratégies de développement économique se sont particulièrement concentrées sur la filière de la batterie électrique (cf. compétition entre les technologies

de substitution). D'autre part, les réglementations environnementales n'incitent pas à la décarbonation du transport lourd, en dépit des objectifs de carboneutralité.

“La législation du Québec dit qu'en 2035, on ne pourra plus avoir de voitures neuves à l'essence de vendu. Mais pour le camionnage lourd, il n'y a rien qui est fait au niveau de la législation. Pis ça, c'est un frein parce que s'il y avait une législation qui dit aux constructeurs de camions, vous êtes tenu de vendre 20 % de tous vos camions zéro émission. Bah peut-être que la phase 1, ça serait électrique. Toutefois, c'est clair que l'électrique en camionnage lourd réglera pas le sort de tout le monde, donc l'hydrogène arriverait assez rapidement pour les flottes qui font que du lourd.” (QCI17)

La **culture de l'organisation** constitue un frein au transfert de connaissances, notamment en matière de **gestion des risques**. Une culture organisationnelle réfractaire à la prise de risque peut contribuer au découragement des activités d'innovation.

“La grosse entrave, je te dirais, c'est vu que je faisais quelque chose de relativement nouveau dans l'entreprise et que c'était un contexte d'entreprise, donc très prudent. Le monde ne voulait pas s'impliquer par peur d'avoir la responsabilité de certains aspects. Donc le monde avait une certaine curiosité sur qu'est ce que je faisais, mais c'était une curiosité qui était relativement superficielle par rapport aux échanges d'information, pas grand monde qui était intéressé d'aller en détail par peur d'entrer dans la vague de nouvelles initiatives que je considère plus risquées.” (QCI15)

Tableau 24 : Synthèse - Les leviers et freins associés au transfert de connaissances (QCI)

Catégories	Leviers	Freins
Capacités et ressources	Personnel/structure dédié/e au transfert (technologique, de connaissances, de compétences) Financement	
Enjeux légaux et mécanismes		

Gestion et enjeux d'organisations	Leadership et qualités managériales Travail collectif Communication	Attractivité Culture Organisationnelle Gestion de risques
Enjeux relatifs à la technologie		Attractivité Compétition entre technologies de substitution
Enjeux politiques	Politiques de développement économiques fonctionnelles	Compétition entre technologies de substitution Réglementation environnementale et incitatifs économiques

Canaux et processus

L'industrie mobilise des efforts soutenus en prospection et en développement d'affaires, portés par des échanges personnels et des rendez-vous informels (Tableau 24). Cette dynamique s'accompagne d'une recherche d'information via les publications, les contrats de recherche et, dans certains cas, la création de coentreprises. Toutefois, les dispositifs de protection et de valorisation de la propriété intellectuelle demeurent peu mobilisés. L'activité industrielle se situe majoritairement à un stade de préfaisabilité, marquée par une logique exploratoire.

Tableau 25 : Classement des canaux de transfert (QCI)

Canaux de transfert	Notation moyenne
Échanges Personnels	4,25
Rendez-vous informels	3,5
Co-entreprises	3,5
Publications	3,25
Contrats de Recherche	2,75
Consultations	2,25

Licences	2,25
Brevets	2

Collaborations, partenariat et degré d'ouverture

Les collaborations reposent avant tout sur la complémentarité, chaque partenaire devant apporter une singularité utile au projet (Tableau 30). Contrairement à la France, la temporalité ne constitue pas un critère déterminant, ce qui reflète un degré de maturité sectorielle différent. Le besoin d'institutionnalisation apparaît à travers l'importance d'appartenir à un même programme. Les motivations à collaborer (Tableau 31) révèlent une volonté de démocratiser les connaissances, tandis que les logiques de compétition restent peu présentes. Si la commercialisation et l'accès à des actifs stratégiques sont des moteurs de collaboration, ils s'inscrivent davantage dans une logique de développement d'affaires que de développement technologique.

Tableau 26 : Classement des critères de collaboration (QCI)

Critères	Rang	Synthèse
Complémentarité	1	Favoriser par l'apport distinct de chaque partie
Motivations similaires	2	Avoir une proximité au niveau des enjeux, thématiques et terrains.
Membre d'un même programme	3	Appuyer par la porosité institutionnelle.

Tableau 27 : Classement des motivations à collaborer (QCI)

Motivations	Rang	Synthèse
Commercialisation	1	Collaborer avec des partenaires conscients des contraintes et délais inhérents aux démarches de collaboration.
Accès à des actifs stratégiques (ex:	2	Accéder à des équipements, compétences et autres éléments d'ordinaire inaccessibles.

compétences,
équipement etc.)

Démocratisation
des connaissances 3 Favoriser l'échange et le partage des connaissances entre différentes natures d'organisation.

4.2. Le rôle de la géographie

Dans cette section, nous présentons de manière systématique les différents éléments liés au rôle de la géographie en fonction de la France et du Québec. Nous commençons par un résumé des perceptions, puis nous nous penchons particulièrement sur le rôle de la région et les avantages/désavantages de la localisation pour chacun des contextes.

4.2.1 France

De manière générale, **l'académie et l'industrie considèrent la localisation comme un atout**, d'autant plus que l'échelle du territoire français ne représente pas un obstacle aux déplacements. Bien que les avantages de la localisation gravitent généralement autour de la région et de ses dotations, les constats restent nuancés. Les acteurs français reconnaissent le rôle structurant de la région, **mais regrettent l'investissement politisé, jugé parfois instable et axé sur le court terme**. Également, toutes les localisations ne bénéficient pas des attraits de la région jusqu'à, pour certaines, former un cas particulier.

La région, un acteur structurant

En tant qu'acteur du développement économique, la région cherche à renforcer son positionnement en mobilisant ressources humaines et financières pour valoriser les capacités industrielles locales. Elle agit notamment par le biais d'évènements de maillage, de la structuration des chambres de commerce, de la promotion de la symbiose industrielle, d'appels à manifestation d'intérêts et de subventions à la recherche et à l'industrie.

“c'est plutôt régional, c'est les régions, qui sont très prescripteurs au final. C'est-à-dire qu'ils lancent les AMI, appel la manifestation intérêt. C'est assez surprenant, mais c'est des régions qui les lancent”

parfois, accompagnées d'une AMO. Accompagné de supports de consultants pour créer des écosystèmes, créer des carrefours de rencontres. ” (FRIP7)

L'émergence de la filière de l'hydrogène offre des perspectives de développement, de diversification, de revitalisation, voire de spécialisation, industriels pour les régions. La région de l'Est est reconnue comme l'hôte de grands pôles de connaissances en matière d'hydrogène, tels que Grenoble et Belfort. La tradition industrielle et la base de connaissances des régions jouent un rôle dans la spécialisation et se couplent avec les ambitions stratégiques nationales :

Si je reprends le cas de l'hydrogène : en France, au niveau de la FRH2, on s'est dit... Mais on s'est dit sans qu'il y ait de Yalta qui ait été déposé. En gros, le laboratoire Laplace, qui fait partie de la FRH2 (...) à Toulouse, lui, est vraiment sur le secteur des applications hydrogène pour l'aéronautique. Les labos qui sont à Grenoble et Belfort sont sur le transport terrestre et routier, enfin ferroviaire pour Belfort, et pour Grenoble, plutôt sur la mobilité routière. À Nantes, on va être sur le transport maritime, par exemple, des applications maritimes de l'hydrogène. Dans chacun de ces endroits, il y a un industriel du secteur. (FRAP7)

Plusieurs locuteur·rice·s soulignent le dynamisme régional, porté par un tissu académique et industriel dense. La proximité géographique avec d'autres acteur·rice·s industriels, des fournisseurs, une main-d'œuvre qualifiée, des clientèles cibles, ainsi que des zones d'innovation ou centres de recherche, constitue un fort facteur d'attractivité. Cet ancrage local est particulièrement déterminant dans le secteur énergétique. Pour les chercheur·euse·s impliqué·e·s dans l'industrie, cette proximité renforce l'alignement des intérêts académiques et industriels.

Et puis, il y a aussi un élément important : ici, il y a beaucoup de sous-traitants, des entreprises qui, à première vue, n'ont pas de compétences spécifiques dans l'hydrogène. Pourtant, elles savent souder des tuyaux, fabriquer des pièces mécaniques, concevoir des presses... En fait, elles disposent d'outils de production qui peuvent être adaptés aux besoins de l'industrie de l'hydrogène. Ainsi, les entreprises bénéficiaient également d'un réseau de sous-traitants sur place, ce qui était un atout majeur. (FRAP5)

Pour celleux moins impliqué·e·s dans l'industrie, la proximité géographique est perçue comme pratique mais non essentielle, les collaborations s'organisant majoritairement à l'échelle nationale. Toutefois, la proximité avec les grands pôles de connaissances reste un atout. Certaines régions se distinguent par leurs investissements dans des infrastructures de test, la qualité de vie étudiante et le développement de formations en hydrogène. Cette dynamique de régionalisation s'appuie sur une proximité avec les élu·e·s et un rôle structurant des universités dans des territoires compacts et efficaces.

Alors, paradoxalement, on est dans une région qui est petite, en fait, pour qui l'université est vraiment un acteur important dans son écosystème. Donc, en tant qu'universitaire, on a finalement un accès assez facile aux décideurs ou à nos élus. Et ça, c'est un gros atout, car on peut assez facilement se faire entendre. Ils ne font pas forcément quelque chose pour nous, mais, en tout cas, on peut faire remonter nos messages. Alors qu'il y a des régions beaucoup plus puissantes, avec tellement de laboratoires et d'universités... En plus, nous, on est sur un territoire où il y a peu d'universités, d'établissements d'enseignement supérieur et de recherche, ce qui nous rend très visibles. Tandis que, dans des endroits comme Toulouse, Bordeaux, Lyon ou Paris — et je ne parle même pas de Paris —, où ils sont en plein dedans, ils sont complètement anonymisés. Cette proximité, elles ne l'ont pas du tout. (FRAP5)

Les régions puissantes répondent aux besoins académiques et industriels, mais la planification urbaine participative y reste complexe. Dans le secteur de l'hydrogène, des institutions comme la FRH2 et France Hydrogène cherchent à pallier ces difficultés en mutualisant les enjeux de la filière pour en renforcer la visibilité.

La région, un acteur politique

Du côté académique comme du côté industriel, les acteurs s'inquiètent du caractère éphémère, instable et complexe des actions régionales. Ils pointent la dimension instrumentale de leur implication et peuvent décrire des démarches superficielles.

Mais des fois, on a l'impression que ce sont aussi des véhicules un peu électoraux, si je peux dire. (...) Ce sont des sujets qui deviennent aussi du marketing, d'une certaine façon. Donc, les régions se sont vraiment bien emparées du sujet, et c'est devenu aussi une course : je serai le premier à avoir ma

station, le premier à avoir un bus, le premier à avoir un taxi. Il y a une émulation qui est intéressante, mais peut-être malsaine. Beaucoup de régions ont voulu être les premières, coûte que coûte. Et ce côté aussi : je veux des acteurs régionaux et des acteurs français de préférence, voyez ? Donc, des fois, très régionales, c'est-à-dire, que si vous n'êtes pas du coin... Ouais. Donc, un peu ce côté électoraliste : vous ne m'intéressez pas, vous êtes trop loin. (FRIP7)

En tant qu'échelon du millefeuille administratif, la région complique l'accès au financement en complexifiant les montages financiers et en privilégiant les projets régionaux. Elle peut également maintenir des asymétries d'information et freiner l'acceptabilité sociale du développement de l'hydrogène.

En périphérie de l'innovation

Le développement de l'hydrogène reste centré sur les grandes villes, excluant souvent les zones rurales, insulaires et périphériques, pourtant porteuses d'un fort potentiel. Ces territoires présentent des conditions favorables à l'expérimentation et à l'autonomie énergétique, notamment en matière de mobilité. Cependant, leur éloignement aggrave les enjeux d'acceptabilité sociale et complique la recherche, en raison d'un tissu industriel limité ou d'un manque de visibilité institutionnelle. Il est donc essentiel d'adapter les politiques publiques pour inclure ces zones, en favorisant l'engagement citoyen, en soutenant l'industrie locale, et en repensant la relocalisation des institutions de recherche.

Mais bon, on va dire que dans les possibilités de Paris dans sa belle forêt avec de très anciens bâtiments très beaux, ils ont décidé de faire migrer tous ces gens-là - je n'étais pas là à l'époque - vers la banlieue où les locaux étaient moins chers. Je ne pense pas qu'il y avait une politique scientifique. Je pense que c'était une politique immobilière. Après, effectivement, s'il avait été installé à un autre endroit, pour certaines choses, ça aurait été plus facile parce qu'on est un peu excentré de certaines universités mieux reconnues, on va dire. Ou aussi, pour les enseignants chercheurs qui font l'enseignement, ce n'est pas facile d'accès, donc ça joue indirectement, ouais. (FRAP8)

4.2.2 Québec

De façon générale, **la proximité des grandes métropoles ou de la Vallée de la Transition Énergétique est perçue comme un avantage** par les milieux académique et industriel. **Le rôle de la province se concentre principalement sur le financement**, indispensable au développement de l'hydrogène et plus largement des technologies vertes.

La province, un acteur subventionnaire

En tant qu'organe subventionnaire dont la mission est le développement économique et industriel, la province finance les initiatives québécoises et, dans des cas spécifiques, les initiatives canadiennes. En revanche, la province ne finance pas spécifiquement les projets en hydrogène, mais les projets qui s'inscrivent dans le développement des technologies vertes.

Les pôles d'attractivité majeurs

Montréal et Québec sont des pôles d'attractivité majeurs pour la recherche et l'industrie, bénéficiant d'un bassin de talents dynamique. Leur popularité auprès des étudiants reste forte, bien que la hausse du coût de la vie tende à favoriser d'autres localisations, comme Trois-Rivières. La ville de Québec est un point d'accès très valorisé par les acteurs qui y résident vers les élus et élues.

La VTE, entre passé et futur industriel

Située à mi-chemin entre Montréal et Québec, la VTE regroupe les villes voisines de Trois-Rivières, Bécancour et Shawinigan. En favorisant l'implantation industrielle, elle façonne la répartition spatiale des entreprises, qui se trouvent naturellement à proximité des institutions de recherche. La VTE potentialise les opportunités de maillage entre la recherche et l'industrie.

Stratégique, oui. C'est-à-dire que demain, s'il y a besoin, effectivement, de faire des travaux particuliers, supporter l'usine au Québec... Comme elle est située au Québec, elle aura accès à la vallée de la transition énergétique et sa compétence. Non, non, je pense qu'elle ne l'utilise pas aujourd'hui, mais je pense qu'on est bien placés pour ça. (QCIP14)

De plus, l'héritage industriel de Trois-Rivières, le secteur des pâtes et papiers, représente une importante opportunité de revitalisation pour la filière de l'hydrogène et des technologies vertes.

Because it is in decline, right? So, the pulp and paper industry is shrinking, but there is a lot of infrastructure here that can be retrofitted to new processes. So, that's very interesting to the industry if they don't have to invest in new facilities. If we could take old facilities and change them to use them for a new purpose, well, the pulp and paper sector here has some attractive options. (QCAP13)

4.3. Le rôle du gouvernement

Cette section propose une analyse structurée du rôle du gouvernement tel que perçu par les milieux académique et industriel : un résumé des perceptions, une analyse du positionnement étatique face à la transition énergétique, puis une synthèse des solutions proposées par les acteurs, classées selon leur fréquence d'occurrence.

4.3.1 Académie

Les acteurs académiques, tant en France qu'au Québec, soulignent **l'absence d'une vision claire et fédératrice ainsi que la prévalence de stratégies à court terme qui freinent l'évolution de la filière hydrogène**, et formulent en ce sens des attentes précises envers l'action gouvernementale.

France

Les chercheur·e·s français·e·s reconnaissent le rôle structurant de l'État dans le développement de l'hydrogène bas carbone, notamment à travers les incitations à la collaboration, toutefois, les structures de financement sont jugées insuffisantes dans une moindre mesure. Ils déplorent l'absence de vision à long terme, de stabilité, et de coordination entre université et industrie. L'action gouvernementale est perçue comme court-termiste et électoraliste, malgré le rôle du plan de relance dans le lancement de la filière. La politisation du milieu scientifique suscite des inquiétudes, alimentées par des décisions perçues comme précipitées et inefficaces. Enfin, les stratégies actuelles, marquées par une logique de « pick the winner », nuisent à la confiance dans les politiques d'innovation, en particulier face à la concurrence mal encadrée entre hydrogène et batteries.

Regard sur la transition énergétique

La plupart des chercheur·euse·s estiment que la transition énergétique influence le TC en ouvrant des opportunités de financement au niveau européen et français. Néanmoins, ces investissements sont jugés comme tardifs, insuffisants, court-termistes et, dans une certaine mesure polarisants, au regard des objectifs de carboneutralité fixés.

“Pour moi, c'est dans le cadre du plan de relance, cet argent qui a été mis sur la table pour le développement. (...) Donc là, on voit tout de suite comment est-ce que cette urgence climatique et urgence énergétique elle a appuyé sur le développement de ce type de projet (...) même si je pense que ça a été fait trop tard. Mais bon, au moins, ça a été fait.” (FRAP7)

Solutions ascendantes

Les solutions proposées par le milieu académique soulignent la nécessité de stabiliser le développement de la filière de l'hydrogène bas carbone.

Tableau 28 : Solutions ascendantes (FRA)

Solutions	Rang	Extrait de citations
Offrir une vision fédératrice		<i>“changer les modalités de collaboration trop fréquemment, nous créer une nouvelle agence pour tel ou tel truc, ça fait des millefeuilles auxquels personne ne comprend rien” (FRAP5)</i>
Instaurer un climat de confiance	1	<i>“On a le sentiment qu'il y a de la défiance de la part des pouvoirs publics vis-à-vis de notre capacité à créer de la connaissance transférable” (FRAP5)</i>
Assouplir le cadre réglementaire		<i>“Qu'on nous laisse le temps de faire de la recherche et qu'on nous enlève ces contraintes administratives qui font que l'on perd un temps fou” (FRAP7)</i>
Faire preuve de transparence		<i>“Mais à l'heure actuelle, dans notre gouvernance, on ne rend pas compte. Et ça, c'est catastrophique. On ne rend pas compte de sa décision, on ne sait pas expliquer pourquoi on a pris telle décision” (FRAP4)</i>
Consulter davantage la recherche	2	<i>“Donc (...) l'agenda de recherche est créé indépendamment des universités? - Oui, un petit peu. Un peu trop.” (FRAP1)</i>
Conditionner le marché		<i>“Travailler sur la mise en place des normes et donner des règles également d'implantation. Quand une nouvelle technologie arrive, un</i>

	<i>des freins, c'est qu'on n'aura pas les textes législatifs. On est obligé d'aller recycler des trucs qui ne sont pas adaptés parce qu'en fait c'est une nouvelle technologie et qu'on ne trouve rien qui est disponible. Et puis d'avoir des incitations de taxation et légales de manière à ce que ces nouvelles technologies puisse émerger.” (FRAP5)</i>
Favoriser le développement d'intermédiaire U-I	<i>“Ce qui manque, c'est encore de combler le fossé entre la recherche en laboratoire et l'industrie: upscaling, développement. On le sait, c'est un fossé important qu'on essaye de combler depuis des années” (FRAP2)</i>
Développer les grappes industrielles	<i>“Je crois qu'il faudrait structurer au delà l'université, un écosystème comme on l'évoquait tout à l'heure, avec un tissu, si ce n'est industriel au moins de recherche et développement ancré dans la société.” (FRAP6)</i>
Se dissocier d'un fonctionnement de lobby	<i>“Que nous avons besoin d'avoir des organismes et des comités où on pourrait mettre toutes les approches qu'ils existent, toutes les technologies pour faire de la production, le stockage, l'utilisation d'hydrogène sur une table sans intérêt des lobbies.” (FRAP8)</i>

Québec

Les chercheur·e·s québécois·e·s reconnaissent le rôle structurant de l'État dans le développement de l'hydrogène bas carbone, notamment à travers des incitations à la collaboration et des structures de financement jugées globalement efficaces. Toutefois, ils soulignent les difficultés du gouvernement à définir des objectifs à long terme et à assurer la stabilité nécessaire à l'essor durable de la filière.

Regard sur la transition énergétique

La plupart des chercheur·euse·s estiment que la transition énergétique influence le TC en ouvrant des opportunités de financement et en favorisant la conscientisation. Ces investissements sont considérés comme insuffisants au regard des objectifs de carbонeutralité fixés.

“C'est sûr qu'il y a quand même un tournant. Si on veut réaliser la transition énergétique, ça prend des alternatives, que ce soit hydrogène ou autre. Il y a plusieurs alternatives énergétiques et il y a de plus en plus d'intérêt, de plus en plus de financement. Le MEIE, par exemple, il y a un bureau hydrogène maintenant, ce qui n'était pas le cas avant. Donc il y a de plus en plus d'opportunités, mais je crois qu'elles sont encore assez peu nombreuses. Je n'ai pas les chiffres exacts, mais, anciennement j'étais impliqué sur un organisme, le lien canadien pour l'énergie et le climat, qui, elle, avait réalisé une étude

pour évaluer quel était l'argent qu'on devait investir comme société à la fois gouvernement privé, organisme à but lucratif pour réaliser la transition énergétique et d'être carboneutre d'ici à 2050. Et bon, je n'ai pas les chiffres exacts... Pour chiffrer, un ordre d'un milliard, puis ensuite ils ont évalué quel était l'argent qui était actuellement investi. Et c'est à des fractions de ce qu'on a besoin pour devenir carbone neutre. Donc donc c'est clair que ce n'est pas assez." (QCAP16)

Solutions ascendantes

Les solutions proposées par le milieu académique québécois mettent en avant deux priorités : d'une part, le souhait de renforcer l'autonomie de la recherche par rapport à l'industrie, notamment à travers les appels à subvention, tout en reconnaissant l'intérêt des CUI ; d'autre part, la nécessité de créer des programmes dédiés pour clarifier la stratégie énergétique de la province.

Tableau 29 : Solutions ascendantes (QCA)

Solutions	Rang	Extrait de citations
Augmenter les subventions de la recherche	1	<i>"je pense que ce qu'on ne fait plus au Québec, c'est financer de la recherche libre. Et ça, on va finir par le payer. Alors pas par pas à très court terme. Mais aujourd'hui, finalement, toute la recherche est vraiment dirigée sur des besoins industriels. Donc première chose, ce serait refinancer de la recherche blanche. » (QCAP12)</i>
Créer des programmes et incitatifs spécifiques		<i>"Pousser pour créer des programmes de financement spécifiques à cette industrie-là, mais plus larges que l'hydrogène, je dirais plutôt dans tout ce qui est ressources énergétiques émergentes pour pas se limiter justement à une seule option, alors que c'est exactement ce qu'on ne veut pas faire." (QCAP17)</i>
Inciter sur la base des émissions de carbone	2	<i>"Par des mesures d'incitation à la réduction de la consommation, puis la première mesure de réduction à la consommation, c'est d'augmenter le prix de l'électricité." (QCAP21)</i>
Développer les projets de démonstration	3	<i>"C'est vraiment un aspect au projet de démonstration d'envergure qui là demande tout de suite, des moyens financiers importants et surtout lorsqu'on met en place des projets de démonstration, de lier des partenaires académiques à ces projets, ne serait-ce que pour en profiter pour former des gens, pour pérenniser un petit peu la connaissance des choses comme ça." (QCAP12)</i>
Favoriser le développement d'intermédiaire U-I		<i>"Donc c'est vraiment d'être certain qu'il y ait quelqu'un entre les deux, entre l'industrie mature et le monde académique. Donc c'est vraiment</i>

de favoriser les start up pour favoriser les intérêts professionnels où est ce qu'il n'y a pas une obligation de publier des papiers ou faire des choses administratives.” (QCAP18)

4.4.2 Industrie

Les acteurs industriels, en France comme au Québec, expriment des attentes convergentes à l'égard du rôle de l'État dans le développement de la filière de l'hydrogène à bas carbone, soulignant notamment les freins posés par un **cadre réglementaire inadapté**.

France

Les industriels reconnaissent le rôle structurant de l'État, notamment via des financements jugés globalement efficaces. Toutefois, la complexité des incitations à la collaboration et l'instabilité du cadre réglementaire freinent l'établissement d'objectifs à long terme et compromettent la stabilité de la filière.

Regard sur la transition énergétique

La majorité des industriels perçoit la transition énergétique comme une opportunité d'affaires, favorisant l'accélération des projets et une nouvelle approche de la gestion du changement. La sensibilisation des parties prenantes joue un rôle clé dans cette dynamique, renforcée par la guerre en Ukraine, qui a mis en lumière les enjeux de souveraineté énergétique et la volatilité des prix de l'énergie.

“Disons que l'urgence est toujours la même. Elle s'accélère, peut-être un petit peu, mais je n'ai pas vu vraiment de... En fait, j'ai vu un changement plutôt de prise de conscience par nos parties prenantes. Du coup, vont permettre d'accélérer un certain nombre de sujets, de peut être prendre un peu plus de risques sur le développement de certaines innovations, l'importance de certaines innovations. Je dirais également que le contexte associé à l'urgence climatique qui a induit... Mais ce n'est pas que la crise climatique, mais qui a induit une augmentation forte des prix de l'énergie a permis aussi d'accélérer un certain nombre d'innovations.” (FRIP4)

Solutions ascendantes

Les solutions avancées par le milieu industriel rejoignent celles du milieu académique, en insistant sur la nécessité de stabiliser le développement de la filière. Pour ce faire, les entreprises recommandent en priorité un assouplissement du cadre réglementaire et une clarification des orientations stratégiques, afin de restaurer un climat de confiance.

Tableau 30 : Solutions ascendantes (FRI)

Solutions	Rang	Extrait de citations
Assouplir le cadre réglementaire	1	<i>“Avoir des règles simples, efficaces et surtout, transparentes et des plannings si je peux me permettre qui soient connus d'avance. Un plan. Une roadmap. Pas fluctuante. Et un peu moins complexe.” (FRIP7)</i>
Mettre en oeuvre davantage d'incitatifs économiques	2	<i>“aujourd'hui, ce dont on manque, c'est un engagement plus franc. Parce que si on regarde aujourd'hui nos difficultés, c'est là, c'est tout un écosystème d'hydrogène qu'il faut arriver à amorcer. Donc en Europe, on a quand même des volontés politiques très fortes, mais derrière, en attendant ça s'amorce pas vraiment. Et du coup, côté privé, les investisseurs sont hyper frileux. Là, en plus, c'est horrible en ce moment et du coup ça ne suit pas. Donc, je pense que c'est aussi à l'Etat dans les politiques d'avoir des grands projets d'aménagement du territoire qui vont amorcer tout ça.” (FRIP2)</i>
Offrir une vision fédératrice	3	<i>“On a besoin d'un cadre clair et d'objectifs partagés. On le voit de plus en plus. Et c'est bien comme ça les sujets de R&D, surtout quand ça touche à des choses aussi importantes que la transition énergétique et la crise climatique.” (FRIP6)</i>
Entretenir l'environnement de marché des start-up, PME et ETI		<i>“il y a une première chose qui est d'aller discuter avec des gros acteurs, des multinationales ou en tout cas grandes entreprises françaises (...) Ce qui va nous manquer aussi, c'est une lecture justement de ces mécanismes de soutien, un accompagnement pour y répondre, etc. (...) Et qu'est ce qui va nous manquer d'autre? Voilà peut être des poches de financement qui soient dédiées aux ETI, ou PME, ou start-ups.” (FRIP4)</i>
Instaurer un climat de confiance		<i>“Là, c'est très curieux. En trois ans, on vient de changer de dogme. Tout à fait. Ils ont favorisé les startup à mort. Un peu trop, je dirais. Parce qu'il y avait un manque d'équilibre entre les deux, ce qui a donné naissance à beaucoup de start up. Et là, ils sont en train de faire un rétropédalage assez brutal, qui semblent pas très logique parce que</i>
Inciter sur la base des émissions carbone	4	

quand vous favorisez la taille de société qui est visée, généralement c'est les sociétés quand même qui ont de l'argent.” (FRIP7)

“On cherche à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Donc d'un point de vue du gouvernement, quand on a un objectif comme ça, pour moi, je trouve qu'il y aurait une approche beaucoup plus simple que de se dire, voilà, on a un seuil comme ils l'ont fait aux Etats-Unis, on met une barre 3,3 kilos de CO₂ par kilo hydrogène. Vous êtes au dessus, vous payez, vous êtes en dessous, on vous subventionne.” (FRIP5)

Québec

Les industriels perçoivent le rôle du gouvernement comme essentiel mais encore insuffisamment structuré dans le développement de la filière hydrogène. Ils expriment une attente forte à l'égard d'une intervention plus claire, cohérente et coordonnée, notamment à travers l'élaboration de normes techniques, la définition d'une stratégie énergétique explicite et la mise en place de mécanismes de soutien financier adaptés.

Regard sur la transition énergétique

Les industriels constatent que la transition énergétique est de plus en plus palpable au niveau de l'acceptabilité sociale. L'acceptabilité sociale encadre, dans une certaine mesure, les actions des entreprises et s'intègre ainsi à leurs obligations réglementaires et stratégiques. Bien que la transition énergétique implique des investissements, les montants requis pour développer les nouvelles technologies énergétiques sont d'une telle envergure qu'ils dépassent les capacités financières des gouvernements.

“Mais en même temps, les technologies énergétiques, c'est des investissements tellement colossaux que ça dépasse le Québec, le Canada et la France, même réunis... Il y a deux ou trois ans, le Québec a fait rigoler tout le monde parce qu'il a décidé d'investir 15 millions dans la R&D sur l'hydrogène, sur les piles à combustible. Il s'est investi des dizaines de milliards sur les 25 dernières années. Ce n'est pas ça qui va attirer l'industrie au Québec. Et ce n'est pas ça qui va changer la donne dans l'énergie mondiale. Parce que le Québec, je pense, que de toute façon, l'échelle des choses est tellement énorme que ce n'est pas... Je pense que le plus important, c'est d'avoir une stratégie de transition énergétique,

de dire qu'elle est la place de l'hydrogène dans ce portefeuille-là, d'avoir une réglementation sur les combustibles propres.” (QCIP14)

Solutions ascendantes

Les solutions avancées par le milieu industriel traduisent le caractère encore émergent de la filière hydrogène. Pour en stabiliser le développement, les entreprises demandent en priorité une clarification de la stratégie énergétique aux échelons provincial et fédéral, ainsi que l'instauration d'un cadre réglementaire clair et cohérent.

Tableau 31 : Solutions ascendantes (QCI)

Solutions	Rang	Extrait de citations
Conditionner le marché	1	<i>“Avoir des programmes de subventions gouvernementales avec des règles claires (...) l'autre chose qui manque, puis qui est en train de se travailler, c'est le code d'installation des trucs sur l'hydrogène, du bureau de Normalisation du Québec.” (QCIP17)</i>
Assouplir et mettre à jour le cadre réglementaire	2	<i>“le gouvernement doit tenter d'aider entre le prix 4x pour le vert et le prix x, pour le gris. Ben il y a un chemin d'entente entre les deux et on doit trouver ce chemin d'entente là. Sinon, tu sais, il faut aller voir le ministre de l'Économie du Québec pour 5 mégawatts d'électrolyse. On est rendu loin là.” (QCIP18)</i>
Offrir une vision fédératrice	3	<i>“le plus important, c'est d'avoir une stratégie de transition énergétique, de dire quelle est la place de l'hydrogène dans ce portefeuille-là, d'avoir une réglementation sur les combustibles propres (...) c'est d'avoir sa vision claire sur sa propre stratégie énergétique, de soutenir, de s'assurer que les gens qui jouent dans ce domaine-là vont pouvoir trouver les supports au besoin en cohérence avec la stratégie énergétique. Et si on veut faire plus de batteries d'hydrogène, il faut mettre plus de ressources dans les batteries qu'en hydrogène.” (QCIP14)</i>
Institutionnaliser les intérêts	4	<i>“un moyen de centraliser l'information créée à gauche et à droite dans certains organismes officiels endossés par le gouvernement (...) puis même peut-être même capable de la synthétiser un peu et aider à mettre en contact les différents acteurs pour apporter de la valeur dans ce champ de connaissances là.” (QCIP15)</i>

Chapitre 5 : Discussion et Recommandations

Ce chapitre appelle à discuter les résultats présentés au chapitre précédent afin d'en extraire des recommandations au bénéfice des praticien·ne·s, gestionnaires et décideur·euse·s politiques. Nous revenons sur les trois sections précédentes, nous contrastons nos résultats avec ceux de la littérature et comparons nos deux contextes afin de comprendre les tendances et spécificités des secteurs de l'hydrogène à bas carbone français et québécois. La composante temporelle, et particulièrement **le conflit entre le court terme et le long terme, émerge au carrefour de nos résultats et explicite deux contradictions cycliques : le cycle économique et scientifique et le cycle politique et climatique.** Devant ce conflit temporel, Nous mobilisons conjointement les apports théoriques d'Etzkowitz (2001) et de Mark Carney (2015) pour mettre en évidence **un désalignement temporel dans les transferts de connaissances entre l'université et l'industrie.** De la sorte, nous tâchons de contribuer de façon significative autant aux enjeux de la littérature en TC entre l'université et l'industrie qu'aux enjeux du développement des filières de l'hydrogène à bas carbone françaises et québécoises.

5.1. “Briser la tragédie des horizons”

En 2015, Mark Carney introduit la notion de Tragédie des Horizons pour souligner l'incapacité du système financier à intégrer les risques climatiques de long terme, tels que les risques physiques, de responsabilité et de transition. Inspirée de la Tragédie des Biens Communs de Hardin, cette idée repose non plus sur un espace partagé, mais sur un horizon temporel commun, où l'absence d'incitatifs à long terme favorise des comportements de passager clandestin. Dans un contexte où les effets du dérèglement climatique dépassent les cycles politiques et économiques, cette perspective éclaire nos résultats en soulignant les limites systémiques à la prévention des risques liés à la transition énergétique.

5.1.1. Cycles politique et climatique

Nos résultats confirment une prise de conscience de la nécessité de se détourner des énergies fossiles et d'oeuvrer pour la transition énergétique chez les acteurs de la filière de l'hydrogène bas carbone. Effectivement, la transition énergétique promet autant pour l'académie que pour l'industrie des perspectives d'évolution : elle ouvre des perspectives de financement d'un côté et crée de nouvelles opportunités d'affaires de l'autre. Ces perspectives sont catalysées par des politiques de développement

économiques mises en place par différents parliers gouvernementaux (ex: les administrations française, québécoise, européenne et canadienne) et dont la portée est véritablement structurelle. Pourtant, l'ensemble des interlocuteur·ice·s s'accorde à dire que les investissements actuels des entités gouvernementales restent insuffisants pour atteindre les objectifs de carboneutralité fixés, les gouvernements sont donc perçus comme partiellement investis. Néanmoins, l'échelle colossale de ces investissement appuie la nécessité d'avoir de fortes politiques ancrées dans la réalité de l'économie et du système financier (Energy Transition Commission, 2023, p.35), ce qui implique des politiques visant à réduire l'incertitude qui entoure la décarbonation et sa signification. Nos résultats, quant à eux, pointent vers l'incapacité des gouvernements à offrir une direction claire et fédératrice pour les acteurs de la filière de l'hydrogène à bas carbone, ses engagements restent limités à une vision de court et moyen terme qui plongent la filière dans l'incertitude. Or, une opinion publique pleinement favorable envers le développement des énergies renouvelables et la transition énergétique devrait inspirer la classe politique à prendre davantage de mesures pour satisfaire son électoralat. Par conséquent, l'incohérence que l'on saisit au sein de nos résultats exige que l'on se pose plusieurs questions. Premièrement, l'électoralat est-il réellement en faveur de la transition énergétique ? Notre méthode est-elle en cline à dépeindre une image représentative de l'électoralat ? Deuxièmement, quels autres facteurs peuvent provoquer l'ajournement de la transition énergétique ?

En premier lieu, notre méthode ne permet pas d'identifier justement l'opinion publique en matière de transition énergétique. En sondant les ressortissant·e·s de l'académie et de l'industrie, nous nous intéressons de toute évidence à des profils qui ont un intérêt et une appétence pour la mise à bien de la transition énergétique. Au demeurant, l'avènement des politiques gouvernementales françaises et québécoises pour le développement des énergies alternatives est un premier indicateur d'une opinion favorable et significative de la part du grand public. Nous utilisons cet aspect pour faire l'hypothèse que l'électoralat est significativement sensible à la transition énergétique et donc que le terrain est fertile pour le développement des filières de l'hydrogène à bas carbone. En France, toutefois, il est visible que certains freins propres au TC, tels que l'asymétrie d'information et la distance cognitive, peuvent toutefois entraver l'acceptabilité sociale. Le manque d'acceptation sociale peut démobiliser l'action politique au regard du développement de la filière de l'hydrogène à bas carbone, ce constat a été fait principalement à l'échelle locale. L'existence d'un plan national ne certifie donc pas l'entier enthousiasme de toutes les localités, on rappelle que l'éloignement peut être un facteur aggravant à cet égard. Certaines dynamiques locales liées à l'acceptabilité des énergies alternatives peuvent donc affecter

négativement le développement. Au Québec, les entreprises relatent prendre assidument en compte les enjeux relatifs à l'acceptabilité sociale, l'adaptation des stratégies des firmes et leur orientation indiquent une opinion favorable du grand public à la transition énergétique. À cet effet, nous croyons tendanciellement, en France comme au Québec, l'existence d'une base électorale en faveur de la transition énergétique. Nous faisons l'assumption qu'à l'égard du grand public toute technologie, y compris l'hydrogène à bas carbone, est bonne à explorer pour le bien de la transition énergétique.

Dans un contexte où l'opinion publique est favorable à la transition énergétique, l'action politique navigue entre priorisation et immobilisme pour des raisons autant endogènes et qu'exogènes. Nous distinguons une cause endogène parmi les facteurs favorisant la préservation du pouvoir par la classe politique, et considérons comme endogènes les éléments directement liés à l'exercice du mandat politique. Plusieurs facteurs émergent alors pour expliquer l'ajournement des initiatives en matière de transition énergétique dans un contexte pourtant favorable. D'abord, l'action politique est marquée par les besoins d'une priorisation exogène. En France, la guerre en Ukraine a su mettre en lumière l'importance immédiate de la souveraineté énergétique et la menace que constitue la dépendance énergétique à la Russie (de Tinguy, 2024 ; Timmermans, 2023). À court terme, cette situation délicate a conduit à la réintroduction des subventions aux énergies fossiles. Toutefois, à moyen terme, cela a permis la réaffirmation de la nécessité d'accélérer le déploiement des énergies renouvelables (Eyl-Mazzega, 2022). Les besoins immédiats exigent un ajustement rapide de la part du gouvernement qui peut conduire à freiner temporairement le développement des filières de l'hydrogène à bas carbone. Cela dit, ce motif exogène est marginal, voire peu significatif en terme de frein, en comparaison avec les facteurs endogènes liés à la priorisation ou conducteurs d'immobilisme. Également, nous n'en faisons pas le constat au Québec.

Les facteurs endogènes liés à la priorisation sont de l'ordre de l'intérêt des lobbys, de la dépendance de sentier technologique et opératoire et de l'agenda politique. En France, l'intérêt des lobbys est très visible, particulièrement, au niveau de la région et des technologies. Les dynamiques des dépenses des collectivités territoriales jouent un rôle redistributif qui territorialise l'innovation. D'un côté, cet effet de régionalisation permet, certes, de consolider la base de connaissances d'une région ou autre collectivité territoriale, ce qui peut potentialiser le *leadership* d'un territoire (Cooke et al., 1997). De l'autre, elle peut occasionner un problème d'allocation des ressources, ralentissant le développement de la filière. La

dépendance de sentier technologique se recoupe avec le lobby technologique, ce qui est perceptible autant en France qu'au Québec. Dans les deux cas, les investissements antécédents quant à la filière de la batterie (Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique, 2023 ; Gouvernement du Québec, 2020) ont modelé la trajectoire technologique du pays et de la province de sorte à endiguer la confiance des investisseurs au regard des filières de l'hydrogène à bas carbone. Concernant la dépendance de sentier opératoire, nous en faisons principalement le constat en France. Tant dans le milieu académique que dans l'industrie, nos résultats mettent en évidence une valorisation politique particulière des organisations disposant de ressources conséquentes. Cette perspective, empreinte de différentes théories (ex. capitalisme d'état, champions nationaux, dépendance de sentier, etc.), espère conjuguer l'influence étatique sur les secteurs stratégiques, stabilité, innovation et croissance. En revanche, elle est aussi susceptible d'occasionner des problèmes d'allocation, considérant que ce choix politique n'a pas été consistant dans le temps (France Hydrogène, juillet 2024), freiné par la remise en cause des avancées de la filière (Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique, 2022). De plus, cette posture favorise les effets de *lock in* et en ce sens, est nuisible à l'innovation de rupture (Lundvall, 2016, p.125). Dans un contexte de gestion du changement à grande échelle, il serait bénéfique d'avoir une approche équitable qui permette une meilleure allocation des ressources. Il s'agirait de valoriser le potentiel des grandes et petites organisations jusqu'à favoriser leur maillage. Finalement, cette dynamique fait bien évidemment aussi écho à l'aspect de lobby évoqué plus haut. En l'absence de données tangibles, nous ne développons pas ce point.

Le dernier facteur endogène lié au souci de priorisation relève des enjeux liés à l'agenda politique. Ce problème a été particulièrement mentionné au Québec. À l'issue du mandat combiné de Justin Trudeau et de Marc Carney, les investisseurs québécois sont confrontés à des incertitudes face à la possibilité d'une prise de pouvoir par les conservateurs. Les élections fédérales ont lieu en avril 2025, les projections restent en faveur du parti Libéral depuis la démission de Justin Trudeau et l'entrée en fonction temporaire de Marc Carney (QC125, 2025). À ce jour, les partis Libéral et Conservateur se bousculent en tête des sondages laissant place au questionnement. En raison de l'engagement conservateur à abroger la taxe carbone, les investissements sont suspendus dans un climat de spéulation. Bien que le problème d'alternance politique et de continuité de l'idéologie partisane en France ne soit distinct au sein de nos résultats, en dehors de l'horizon du Plan France 2030, le mandat présidentiel actuel arrive à échéance en avril 2027. Lors des élections législatives qui se sont déroulées en juin et juillet 2024, à la suite de la dissolution parlementaire prononcée le 9 juin 2024, les couleurs politiques de l'hémicycle ont averti

d'une probable discontinuité politique. Le Rassemblement National (RN), parti d'extrême droite, concentre désormais 120 membres dans l'Assemblée, contre 88 membres avant l'élection (Assemblée Nationale, 2025). Par le biais d'une coalition, le parti de droite actuellement au pouvoir, Ensemble pour la République ne regroupe plus que 83 membres. En réalité, cette conjoncture enraye déjà la marge de manœuvre du gouvernement actuel, favorable aux énergies renouvelables, puisqu'elle est majoritaire à l'Assemblée. Par ailleurs, en date du 31 mars 2025, le RN s'oppose à la feuille de route énergétique proposée par le gouvernement Bayrou et attente à cet effet au recours juridique, voire à la motion de censure (Libération, 25 mars 2025). D'une part, une victoire du RN aux présidentielles de 2027 présage d'un détournement des investissements à l'égard des énergies alternatives. D'autre part, le projet de loi de finances, adopté le 2 février 2025, semble se plier à cette conjoncture puisqu'il affiche un recul des dépenses liés à l'écologie de 14% (Bécel, 2025). En somme, une constante temporelle, politique et idéologique n'est pas un acquis à l'égard des politiques énergétiques favorables aux énergies renouvelables, et ce, autant pour le Québec que la France.

Les enjeux de priorisation liés à l'agenda politique et ses obligations mandataires soulignent distinctement l'importance de la dimension temporelle au regard du développement des énergies renouvelables et de leur propension à l'ajournement. Même dans un contexte où l'idéologie partisane est favorable aux énergies renouvelables, le gouvernement est absorbé par les impératifs du présent et du futur proche. Plus encore, il n'est pas institutionnellement outillé pour se confronter aux temps longs. En conséquence, le gouvernement est dans l'incapacité d'offrir une vision claire et fédératrice au regard des énergies renouvelables, conduisant à des politiques stagnantes, inabouties, voire interrompues. Cette situation répand l'incertitude chez les parties prenantes et acteurs de la filière de l'hydrogène, ce qui se matérialise notamment par l'immobilisme des investisseurs. Cet état d'incertitude est manifeste dans nos résultats, autant pour la France que le Québec. Tous·tes réclament une prise de position qui affirme la stratégie gouvernementale en matière d'hydrogène bas carbone et de transition énergétique. Au Québec, la filière est encore au stade de pré-émergence, il existe donc une forte demande pour le conditionnement de marché (ex. création d'incitatifs économiques, mise à jour du cadre réglementaire, mise en place de programmes de recherche spécifiques, etc.). En France, la filière présente un stade de maturité plus avancée, les demandes gravitent autour d'un allègement du cadre réglementaire et administratif. Ces demandes témoignent d'une forte volonté d'accélération de la filière, il est possible que ces dernières soient difficilement compatibles avec la position gouvernementale décrite plus haut. De façon corollaire, les revendications abordent également la question de la transition énergétique dans l'optique de créer un

environnement propice à la réduction de l'incertitude (ex. incitatifs basés sur les émissions de CO₂). Devant l'indécision gouvernementale, l'académie et l'industrie sont plongées dans l'incertitude impactant l'efficience du TC.

Dans la revue de littérature, nous avons défini l'importance du rôle du gouvernement dans la promotion de l'innovation et le développement sectoriel autant au niveau des approches systémiques (SNI, SRI et MTH) que des relations duales université-industrie. Autant la qualité interventionniste du gouvernement est une question récurrente et largement discutée au sein de la littérature - surtout dans un contexte de secteur stratégique (Godin, 2010 ; Niosi & Faucher, 1992 ; Freeman, 1982 ; Nelson, 1982 ; Rothwell & Zegveld, 1981) - autant la dimension temporelle apparaît dans notre littérature, principalement en tant que contingence tacite des enjeux politiques. En dehors d'un cas de figure de gouvernement ininterrompu, l'action politique est généralement délimitée par son cycle électoral. Toutefois, la stabilité politique est reconnue comme un facteur primordial du TC à l'échelle institutionnelle (Fiaz, 2013 ; Hojeij, 2024). Or, les risques associés à la transition énergétique relèvent de l'incertitude qui entoure la décarbonation et du manque de consistance entre les cycles politiques et/ou de la crédibilité des politiques liées au changement climatique (Energy Transition Commission, 2023, p.35). De plus, les scolaires s'accordent depuis longtemps à dire qu'au niveau politique la gestion des enjeux d'inconsistance temporelle et de dépendance de sentier joue un rôle clé dans la mise à bien de la transition énergétique et la réduction des effets du dérèglement climatique (Kline, 2001 ; Levin et al., 2012). La nature du secteur, et particulièrement sa prévalence environnementale, influe donc sur la capacité du gouvernement à développer la filière et, donc, à stimuler le TC entre l'académie et l'industrie.

Les risques associés à la transition énergétique introduisent de nouvelles dynamiques politiques qui complexifient les politiques de développement économique usuelles. Dumas et al. (2016) explorent des scénarii sur le long terme des dynamiques relatives aux politiques d'énergies renouvelables dans un contexte d'alternance politique endogène et de dépendance de sentier technico-politique. Ils trouvent que l'intensité idéologique des partis joue un rôle clé dans l'avènement des politiques au long-terme. Dans un cas de figure où l'intensité idéologique est asymétrique, il est nécessaire que le parti avec la plus grande intensité idéologique affectionne les énergies renouvelables pour porter la transition énergétique. Dans un cas de figure où l'intensité idéologique est symétrique, le positionnement des parties peut conduire à l'impasse politique, car les politiques des partis concurrents ont tendance à s'annuler

mutuellement. Chaque parti s'attend à ce que l'autre révise ou annule les politiques initialement mises en place lorsqu'il sera au pouvoir, ce qui se traduit par des investissements modérés ou stagnants dans les énergies renouvelables. Alors, l'un ou l'autre parti n'aurait d'autre choix que de modérer sa position ou d'adapter son orientation stratégique, autrement dit, une logique partisane symétrique doit favoriser une dynamique de compromis pour ne pas tomber dans l'impasse. Cette étude exemplifie l'importance de la prise en compte de la dimension temporelle dans l'évaluation du TC académie-industrie.

La prévalence environnementale du secteur présente plusieurs implications à l'égard du TC académie-industrie. Nous avons identifié que plusieurs spécificités sectorielles impactent le TC, telles que la prévalence scientifique (Gilsing et al., 2011) et la maturité (Bodas Freitas et al., 2013). Nous proposons que les secteurs qui répondent directement aux enjeux de la transition énergétique soient davantage sujets aux risques en raison de la dimension temporelle, du mix technologique et de la dépendance de sentier technologique. À cet effet, le TC entre l'académie et l'industrie est particulièrement susceptible d'être impacté par des vagues d'incertitude et d'immobilisme par rapport à d'autres secteurs technoscientifiques. L'identification des partis politiques au pouvoir, des termes de leur mandat et de l'idéologie partisane, autrement dit, le rôle et la nature du gouvernement devraient être pris en compte dans l'appréciation du TC à une échelle sectorielle. La politisation des secteurs des énergies renouvelables et la subjectivité du bien-fondé de la transition énergétique doivent stimuler une réflexion stratégique chez les acteurs de la filière. Cela dit, on peut s'attendre, dans un contexte d'émergence, les réseaux de connaissances étant en formation, à ce que les acteurs affichent davantage de résilience par l'entremise de l'institutionnalisation des intérêts (ex. France Hydrogène, FC Lab) et l'évidence d'une technologie en voie de maturité. Dans un contexte de pré-émergence, au demeurant, les futurs acteurs doivent se mobiliser pour l'institutionnalisation des intérêts et la formation de réseaux de connaissances (Bodas Freitas et al., 2013 ; Gong et al., 2022). Enfin, le mix énergétique doit être articulé de sorte à éviter les effets de lobby, cette appréciation devrait être nourrie par des recommandations en provenance de l'académie.

5.1.2. Cycles économique et scientifique

En parallèle du conflit d'horizon entre le cycle politique et le cycle climatique, celui qui sépare le cycle économique du cycle scientifique perdure. La dimension temporelle relative aux relations université-industrie est explorée par la littérature en tant que barrière à la collaboration (Bonaccorsi & Piccaluga,

1994). L'université s'attache à une vision au long terme quand l'industrie préfère une vision au court terme (Bruneel et al., 2010 ; Rossoni et al., 2023). Nos résultats pointent vers cette direction en France et au Québec, autant pour l'académie que pour l'industrie. Pour l'académie, la temporalité est un critère de sélection important, car elle préfère travailler avec un partenaire qui comprend ses impératifs (ex. la production d'une thèse). Bien sûr, tous les projets de recherche ne se réalisent pas sur une horizon de 4 à 6 ans, certains sont de l'ordre du court-terme (1 an). Nous supposons que ce second cas de figure est préférable pour l'entreprise, surtout dans un contexte de développement technologique. Effectivement, la commercialisation, l'accès à des actifs stratégiques et le développement technologique se rangent parmi les premières motivations des industriels en France. Alors, la temporalité joue un rôle significatif au sein des critères de sélection car il est attendu du partenaire qu'il se plie aux impérieux de l'agenda de développement ou *roadmap* technologique. Ainsi, la temporalité est aussi une barrière reconnue parmi les industriels français. En raison de la pré-émergence du secteur québécois, la problématique temporelle diffère ; l'enjeu de temporalité réside dans le besoin d'établir des projets de nature démonstrative basés sur des cycles longs. Cela nécessite un engagement à moyen terme de la part des entreprises, généralement de taille conséquente, pour développer des modèles d'affaires viables. La vision au long terme de l'académie pose le problème inverse, quand les académiques sont prêt·e·s à s'engager dans des projets de longues durées, l'industrie est encore sujette à la délibération. Ces résultats engagent une implication importante, soit que la dimension temporelle est une barrière réversible en fonction du stade de maturité du secteur.

Pourtant, ces constats s'opposent à la théorie d'arrimage du cycle scientifique au cycle industriel façonnée par Etzkowitz (2001) au travers du concept d'université entrepreneuriale. Cependant, nos résultats ne font pas la preuve d'une entrepreneurialisation substantielle de l'université, ni en France ni au Québec. Premièrement, les politiques incitatives proscrivent généralement ou en partie l'entrepreneuriat scientifique. Cela n'empêche pas l'émission de brevet, promue par les politiques institutionnelles, en revanche, cela limite l'intéressement des chercheur·euse·s et donc l'engagement académique (Perkman et al., 2013). En marge, nous faisons toutefois le constat de comportements organisationnels hybrides par la création de structures de TC tournées vers l'industrie (ex. FC Lab) en dépit d'une architecture régulatrice complexe. De même, il existe des structures de support, telles que des incubateurs, qui favorisent l'émergence de *start-ups* à la lisière académique. Néanmoins, comme en témoigne le classement des canaux, la culture universitaire reste généralement une culture de publications et de production de connaissances, plus que de valorisation. Ce constat est moindrement vrai au Québec

dans la mesure où les politiques d'embauche n'engagent qu'exceptionnellement une exclusivité de services de la part des académiques. Autrement dit, l'entrepreneuriat académique est possible et davantage encouragé. Toutefois, l'engagement académique au Québec est contingent d'un marché existant puisque la recherche est appareillée à l'industrie. Les politiques de protection de propriété intellectuelle (QCA et QCI) et les classements de canaux ([Tableau 19](#) et [Tableau 29](#)) attestent de façon symétrique que les stratégies de privatisation de la connaissance ne sont, pour le moment, pas explorées. Ainsi, nos résultats infirment le postulat d'université entrepreneuriale pour des raisons majoritairement institutionnelles, impliquant que l'entrepreneuriat scientifique est fonction d'un contexte capacitaire et institutionnel spécifique.

La recherche ne présente pas les ressources nécessaires à l'avènement de capacités entrepreneuriales, ou à l'arrimage au cycle économique. Nos résultats signalent un déclassement de la recherche en France et au Québec. Ce constat est limité dans la mesure où nous n'avons pas mené, en France, d'entrevues auprès du CEA ou avec une quantité significative de centres de transfert technologique. Toutefois, nous tenons comme significative l'importance du manque de ressources, corollaire d'un "milieu peu attractif", décrit comme frein principal par l'académie. Bien que les leviers établissent qu'il existe des structures qui facilitent le TC au sein de la filière de l'hydrogène à bas carbone, le manque de ressources affaiblit leur potentiel et force de frappe. Le manque de ressources se matérialise principalement au niveau capacitaire, les institutions de recherche éprouvent de la difficulté à faire face aux exigences administratives. Plutôt que de consacrer le temps-recherche à la production et le TC, les chercheur·euse·s répondent aux enjeux de gestion. Ce glissement de métier constitue un frein pour la recherche au sens large, le TC vers l'industrie et pour le développement de la filière de l'hydrogène à bas carbone. En France comme au Québec, les ressources sont perçues comme ayant graduellement diminué, impliquant que les conditions de recherche étaient autrefois meilleures. Non seulement nous ne faisons pas le constat d'une entrepreneurialisation de l'université, et de la recherche au sens large, mais nous avançons que c'est une position difficile d'accès. Cette observation confirme les propos de Lundvall (2016, p. 78), selon lesquels la subordination des activités de recherche aux intérêts de l'industrie peut, à long terme, freiner le dynamisme de la production et de la diffusion des connaissances. Même si l'ambition n'est pas nécessairement d'encourager la valorisation de la propriété intellectuelle au sein de la recherche, le défaut de ressources affecte négativement le potentiel d'innovation de la recherche et des filières qu'elle participe à développer.

“Il faut que vous soyez en lien avec les acteurs du territoire, avec les industriels de votre région. Un discours que j'entends tout à fait et que je tiens d'ailleurs moi-même en partie. Ce n'est pas que je suis contre ça, mais il faut quand même être équilibré dans le propos. C'est-à-dire qu'on ne peut pas tout demander. Et si on fait l'un, on ne fait pas l'autre. On ne peut pas faire les deux en même temps, ou alors il faut accepter de financer des programmes sur 20 ans, mais personne ne fait ça.” (FRAP3)

À cet effet, nous reconnaissions le contexte institutionnel comme un facteur des capacités d’innovation de la recherche. En France, l’échelonnement institutionnel, la complexification des appels à projets et des montages financiers alourdissent les charges administratives propres à la recherche. Bien sûr, il existe des barrières naturellement génératrices de charges administratives et d’enjeux d’inefficacité, telle que la gestion de la propriété intellectuelle (Ankrah & Al-Tabba, 2015). Les charges administratives sont par ailleurs reconnues comme usuelles dans la littérature (Agrawal, 2005 ; Bruneel et al., 2010). Toutefois, le contexte institutionnel français aggrave cette tendance naturelle jusqu’à susciter l’exaspération chez beaucoup d’interlocuteur·ice·s. Au Québec, le contexte institutionnel constraint également la recherche dans la mesure où l’absence de recherche libre nuit aux capacités d’innovation des universités et centres de recherche. De plus, l’ouverture d’un poste de professeur·e est fonction de la création d’un cours, ce qui signifie que la charge de recherche est nécessairement partagée avec la charge de cours. Dans ces conditions, il est requis d’avoir accès à un solide support administratif, auquel cas la qualité de l’enseignement et de la recherche s’affaiblit inéluctablement (Perkmann et al., 2013). Néanmoins, il existe une université dont le modèle d’enseignement et de recherche n’inclue que le 2^e et 3^e cycle, cette université affiche l’intensité de recherche la plus élevée du Canada. Pour les universités fonctionnant sur un modèle classique, elles peuvent recourir à l’accueil d’un·e professeur·e invité·e ou l’embauche d’un·e professeur·e à statut mixte pour augmenter leurs capacités de recherche. Le financement de la recherche libre devrait permettre une autonomisation de la recherche par rapport à l’industrie et une augmentation des capacités de recherche et d’innovation des universités, des centres de recherche, voire des centres de transfert technologique. Ainsi, le contexte institutionnel peut aggraver les barrières propres au TC entre l’académie et l’industrie et ralentir le développement de secteurs émergents, comme le secteur de l’hydrogène à bas carbone.

Chapitre 6 : Conclusion

Au travers de cette étude, nous avons analysé de manière comparative et qualitative le TC entre l'académie et l'industrie des secteurs de l'hydrogène à bas carbone en France et au Québec dans le but de contribuer à l'accélération de la transition énergétique. En tant que point névralgique de l'innovation, l'efficacité du TC représente un enjeu important du développement des filières émergentes, comme la filière de l'hydrogène à bas carbone, mais aussi de l'entretien de certaines filières matures. Ancrée dans le paysage théorique de l'Économie Apprenante et, subséquemment, des relations université-industrie, cette étude propose une approche singulière et holistique du TC par l'entremise de lentilles microscopique, mésoscopique et macroscopique. D'abord, nous avons passé en revue les facteurs du TC entre l'académie et de l'industrie, les préconditions et modalités des CUI par l'identification des motivations et des critères de sélection des partenaires. Également, en partant du postulat que les enjeux du TC dépassent le cadre organisationnel, nous avons évalué le rôle modérateur de la géographie et du gouvernement sur le TC.

Les capacités internes des organisations académiques et industrielles en matière de production et de TC sont affectées par des ressources limitées, tant en France qu'au Québec. En France, les chercheur·euse·s soulignent que les ressources insuffisantes pour gérer les charges administratives détériorent les conditions de recherche, détournant ainsi le temps dédié à la production et au TC vers des tâches de gestion. Cela freine le développement de la filière hydrogène à bas carbone. Au Québec, un problème similaire de manque de ressources est identifié, avec des conséquences sur l'entretien des équipements et l'encadrement étudiant. De plus, l'académie fait état d'un manque d'autonomie de la recherche vis-à-vis des besoins industriels, ce qui contraint la liberté de recherche. En ce qui concerne l'industrie, en France, bien que les réseaux de connaissances soient bien établis, l'instabilité et la lourdeur du cadre réglementaire limitent l'innovation, en particulier pour les PME, ETI et investisseurs. Au Québec, les réseaux de connaissances sont encore en développement, et l'industrie appelle à davantage d'incitatifs économiques et de structures dédiées pour favoriser le TC, en particulier pour la filière hydrogène à bas carbone.

Le rôle de la géographie dans le développement de la filière hydrogène présente des dynamiques différentes entre la France et le Québec. En France, les avantages géographiques sont liés à la région et

à ses dotations, mais les acteurs français soulignent que l'investissement est souvent politisé, jugé instable et trop axé sur le court terme. La régionalisation présente des effets autant bénéfiques que néfastes. Les régions petites et dynamiques présentent une meilleure agilité avantageant la visibilité des organisations, particulièrement des universités. Les régions, ou localités, éloignées sont susceptibles d'être en marge des activités d'innovation. Au Québec, la province joue principalement un rôle subventionnaire, avec des dotations essentielles non seulement pour la filière de l'hydrogène, mais également pour le développement des technologies vertes dans leur ensemble.

Quant au rôle du gouvernement, les acteurs académiques et industriels des deux pays appellent à des ajustements du cadre réglementaire. En France, l'académie réclame un assouplissement du cadre réglementaire, la création d'un climat de confiance et une vision fédératrice. Au Québec, l'académie demande une augmentation des subventions de recherche, en particulier pour la recherche libre, ainsi que la création de programmes spécifiques pour la filière de l'hydrogène et les énergies alternatives. Du côté industriel, en France, l'industrie réclame un assouplissement du cadre réglementaire et davantage d'incitatifs économiques, notamment des mesures visant à rééquilibrer les acteurs de la filière. Au Québec, l'industrie insiste sur la nécessité de conditionner le marché, d'assouplir et de mettre à jour le cadre réglementaire pour soutenir la filière de l'hydrogène à bas carbone.

L'évaluation de ces thématiques nous a permis de démontrer que l'amélioration du TC université-industrie est intimement liée avec la prise en compte de la dimension temporelle, et ce, autant au niveau du développement sectoriel que des relations académie-industrie. Bien que la problématique de temps longs était explorée sous l'angle de la maturité sectorielle et technologique, la pertinence du secteur et son développement ne sont en général pas remis en question. Or, cette étude suggère qu'un secteur relevant du principe de précaution est davantage sujet aux mesures de priorisation mises en place par les gouvernements. À cet effet, les risques associés à la transition énergétique, tels que mis en avant par Marc Carney, sont manifestes dans nos résultats. Qu'il s'agissent des risques liés à l'immaturité technologique et sectorielle, la dépendance de sentier ou l'agenda politique, ces derniers répandent l'incertitude parmi les acteurs des filières à prévalence environnementale et sont la prémissse de politiques stagneantes, inabouties, voire interrompues. Cette incertitude impacte directement le TC et, en ce sens, le potentiel d'innovation scientifique et industrielle. En l'absence d'une vision fédératrice et d'un cadre réglementaire propice, les acteurs se heurtent à l'indécision des paliers régionaux et locaux et à la

paralysie des investisseurs. Il est crucial que la sphère politique se penche sur l'échafaudage de structures institutionnelles durables à même de favoriser l'expansion et la résilience des réseaux de connaissances et d'innovation.

Ce conflit temporel s'ajoute au désalignement entre les cycles scientifique et économique, provoquant un effet d'immobilisme double. En France comme au Québec, l'académie privilégie une vision à long terme, tandis que l'industrie préfère des horizons plus courts, centrés sur la commercialisation et le développement technologique rapide. Ce décalage temporel constitue une barrière au TC, qui peut être réversible selon le stade de maturité du secteur étudié. En revanche, les politiques incitatives actuelles limitent l'entrepreneuriat scientifique, en particulier en France, où les structures institutionnelles et les régulations complexes restreignent la capacité de l'université à s'engager dans des démarches entrepreneuriales. Cela contraste avec le Québec, où un modèle plus flexible favorise l'entrepreneuriat académique, mais reste limité par la dépendance à l'industrie et une absence de marché préexistant. Par ailleurs, ce fossé temporel redouble par une dégradation des conditions de recherche, exacerbée par un manque de ressources qui affecte directement les capacités d'innovation. Toutefois, certaines initiatives, comme les incubateurs ou les structures de transfert technologique, offrent des solutions, bien que leur potentiel soit encore limité par des ressources insuffisantes. L'institutionnalisation et les politiques de financement jouent un rôle clé dans l'amélioration des capacités de recherche et dans la réduction des barrières à l'innovation et à la collaboration entre l'université et l'industrie.

Cette étude présente plusieurs limites qu'il convient de souligner autant au niveau des résultats que de façon globale. Le manque d'hétérogénéité des organisations constitue un frein pour la bonne représentativité des secteurs de l'hydrogène bas carbone. Il aurait été fructueux, en France, d'accéder à des profils appartenant au CEA ou à davantage de CTT pour approfondir notre compréhension du TC tout au long des échelons de maturité technologique. Néanmoins, cela n' invalide pas nos résultats en ce qui concerne les organisations académiques, puisque le CEA ne relève pas de la fonction publique, autrement dit, ses capacités de recherche s'appuient sur une « activité assimilable à celle d'une entreprise privée » (Conseil d'État, 2021). Cette observation s'applique également aux entrevues menées auprès de l'industrie québécoise où une plus grande quantité et une meilleure diversité de profils auraient bonifié l'interprétation de nos résultats. De plus, notre analyse est limitée dans la mesure où notre conception de la géographie est principalement encadrée par le concept de SRI, ce qui peut être considéré comme

restrictif. Enfin, dans un monde idéal, il aurait été intéressant de conduire des entrevues auprès de la sphère politique afin de sonder leur perspective et de la confronter avec celles de l'académie et de l'industrie.

Globalement, le caractère qualitatif de la recherche limite la généralisation des résultats à l'ensemble de la filière hydrogène bas carbone. Les entretiens menés, bien que riches et diversifiés, se concentrent sur un nombre restreint d'acteurs situés dans des contextes géographiques, institutionnels et d'activités précis, ce qui pourrait influencer la portée des conclusions. Pour pallier cet enjeu méthodologique, nous nous sommes appliqués à un effort significatif de triangulation afin de croiser ces données qualitatives avec des indicateurs quantitatifs pour renforcer la robustesse de notre analyse. Effectivement, la majorité des données recueillies repose sur des déclarations subjectives, susceptibles de refléter les intérêts ou les représentations des répondant·e·s plutôt qu'une réalité objective. Toutefois, cette limitation reste la contrepartie de notre posture épistémologique subjectiviste. Enfin, l'évolution des politiques publiques et du marché de l'énergie pourrait provisoirement ou nous l'espérons, irrémédiablement, rendre obsolètes certaines observations. Il serait ainsi pertinent, dans le cadre de recherches futures, d'élargir le panel d'acteurs interrogés ou, *a fortiori*, de se concentrer sur des activités précises de la chaîne de valeur de l'hydrogène.

Contrairement à ce qui a été anticipé en amont de cette étude, le contexte d'urgence climatique et de transition énergétique ne favorise pas le TC de façon singulière entre l'académie et l'industrie dans le secteur de l'hydrogène à bas carbone. Les financements ont fait office de leviers initiaux dans le développement de ce secteur, mais seules l'idéologie partisane et l'acceptabilité sociale peuvent garantir une continuité politique en faveur de/ou obligée à la pérennité du développement. À cet effet, la résilience et légitimité du développement des énergies renouvelables doit s'accompagner d'une profonde compréhension des ressorts de l'acceptabilité sociale. Nous croyons que les sciences politiques et sociologiques ont un rôle important à jouer dans l'articulation de la transition énergétique, notamment, en contribuant à déterminer les enjeux et facteurs relatifs à la légitimation des énergies renouvelables.

Références

- Abramo, Giovanni, Ciriaco Andrea D'Angelo et Flavia Di Costa (2011). « University-industry research collaboration: A model to assess university capability », *Higher Education : The International Journal of Higher Education Research*, vol. 62, no 2, p. 163-181.
- Agrawal, Ajay (2006). « Engaging the inventor: Exploring licensing strategies for university inventions and the role of latent knowledge », *Strategic Management Journal*, vol. 27, no 1, p. 63-79.
- Aharoni, Yair (1993). « In search for the unique: Can firm-specific advantages be evaluated? », *Journal of Management Studies*, vol. 30, no 1, p. 31-44.
- AIE. (2021, octobre 1). *Répartition des différentes sources de production d'hydrogène dans le Monde en 2020*[Graphique]. Statista. Consulté le 22 février 2025, à l'adresse <https://fr.statista.com/statistiques/1333822/repartition-sources-production-hydrogene-monde/>
- AIE & Office européen des brevets. (2023, janvier 10). Répartition des brevets sur l'hydrogène selon le secteur et le pays entre 2011 et 2020 [Graphique]. Statista. Consulté le 22 février 2025, à l'adresse <https://fr.statista.com/statistiques/1365088/repartition-brevet-application-industrielle-hydrogene/>
- Ajanovic, A., M. Sayer et R. Haas (2022). « The economics and the environmental benignity of different colors of hydrogen », *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 47, no 57, p. 24136-24154.
- Alexander, A., D. P. Martin, C. Manolchev et K. Miller (2020). « University–industry collaboration: Using meta-rules to overcome barriers to knowledge transfer », *The Journal of Technology Transfer*, vol. 45, no 2, p. 371-392.
- Amable, Bruno et Pascal Petit (2001). *The diversity of social systems of innovation and production during the 1990s*, Paris, CEPREMAP.
- Ankrah, Samuel et Omar Al-Tabbaa (2015). « Universities-industry collaboration: A systematic review », *Scandinavian Journal of Management*, vol. 31, no 3, p. 387-408.
- Arenas, Juan Jesus et Domingo González (2018). « Technology transfer models and elements in the university-industry collaboration », *Administrative Sciences*, vol. 8, no 2, p. 19.

Arte, Pratik (2017). « Role of experience and knowledge in early internationalisation of indian new ventures: A comparative case study », *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, vol. 23, no 6, p. 850-865.

Assemblée nationale. (2025). *Effectif des groupes politiques dans l'hémicycle*. Consulté le 31 mars 2025, à l'adresse [https://www2.assemblee-nationale.fr/instances/liste/groupes_politiques/effectif/\(hemi\)/true](https://www2.assemblee-nationale.fr/instances/liste/groupes_politiques/effectif/(hemi)/true)

Awasthy, Richa, Shayne Flint, Ramesh Sankarnarayana et Richard L. Jones (2020). « A framework to improve university–industry collaboration », *Journal of Industry-University Collaboration*, vol. 2, no 1, p. 49-62.

Ayers, Katherine (2017). « Gigawatt-scale renewable hydrogen via water splitting as a case study for collaboration: The need to connect fundamental and applied research to accelerate solutions », *MRS Energy & Sustainability*, vol. 4, p. E11.

Baber, Zaheer, Michael Gibbons, Camille Limoges, Helga Nowotny, Simon Schwartzman, Peter Scott, et al. (1995). « The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies », *Contemporary Sociology*, vol. 24, no 6, p. 751.

Baleeiro Passos, Joana, Daisy Valle Enrique, Camila Costa Dutra et Carla Schwengber ten Caten (2022). « University industry collaboration process: A systematic review of literature », *International Journal of Innovation Science*, vol. 15, no 3, p. 479-506.

Barney, Jay (1991). « Firm resources and sustained competitive advantage », *Journal of Management*, vol. 17, no 1, p. 99.

Bécel, Rose-Amélie (2025, 6 février). « Budget 2025 : l'économie, première victime de la réduction des dépenses publiques ? », *Public Sénat*. Consulté le 31 mars 2025, à l'adresse <https://www.publicsenat.fr/actualites/environnement/budget-2025-leconomie-premiere-victime-de-la-reduction-des-depenses-publiques>

Beltramo, Jean-Paul (2005). « La collaboration avec la recherche universitaire vue de l'entreprise. Quelques résultats d'enquêtes dans les secteurs des technologies optoélectroniques », *Cahiers de recherche sociologique*, no 40, p. 111-169.

Bodas Freitas, Isabel Maria, Rosane Argou Marques et Evando Mirra de Paula e Silva (2013). « University-industry collaboration and innovation in emergent and mature industries in new industrialized countries », *Research Policy*, vol. 42, no 2, p. 443-453.

- Bonaccorsi, Andrea et Piccaluga, Andrea (1994). « A Theoretical Framework for the Evaluation of University—Industry Relationships », *R&D Management*, 24, 154-169.
- Bruneel, Johan, Pablo D'Este et Ammon Salter (2010). « Investigating the factors that diminish the barriers to university–industry collaboration », *Research Policy*, vol. 39, no 7, p. 858-868.
- Buchholz, Rogene A. et Sandra B. Rosenthal (2005). « Toward a contemporary conceptual framework for stakeholder theory », *Journal of Business Ethics*, vol. 58, no 1-3, p. 137-148.
- Buckley, Peter J., Jonathan P. Doh et Mirko H. Benischke (2017). « Towards a renaissance in international business research? Big questions, grand challenges, and the future of IB scholarship », *Journal of International Business Studies*, vol. 48, no 9, p. 1045-1064.
- Bussières, Denis (2018). *La recherche partenariale : d'un espace de recherche à la coconstruction de connaissances* [thèse de doctorat], Montréal, Université de Montréal. Consulté le , à l'adresse <http://archipel.uqam.ca/11350/1/D3391.pdf>
- Capurso, T., M. Stefanizzi, M. Torresi et S. M. Camporeale (2022). « Perspective of the role of hydrogen in the 21st century energy transition », *Energy Conversion and Management*, vol. 251, p. 114898.
- Carlaw, Kenneth, Les Oxley, Paul Walker, David Thorns et Michael Nuth (2006). « Beyond the hype: Intellectual property and the knowledge society/knowledge economy », *Journal of Economic Surveys*, vol. 20, no 4, p. 633-690.
- Carney, Marc. (2015). *Breaking the tragedy of the horizon – Climate change and financial stability*. Consulté le 17 mars 2025, à l'adresse <https://www.bankofengland.co.uk/speech/2015/breaking-the-tragedy-of-the-horizon-climate-change-and-financial-stability>
- Cégep de Trois-Rivières. (2023). *CMQ : 500 000 \$ pour le centre d'accès à la technologie des alliages avancés*. Consulté le 18 juin 2024, à l'adresse https://lescegeps.com/nouvelles/2023-07-06_cmq_500_000_pour_le_centre_dacces_a_la_technologie_des_alliages_avances
- Charru, François (2021). « L'université sous la iiiie république », dans François Charru (dir.), *Ailes, nuages et tourbillons: La mécanique des fluides en france de 1900 à 1950 - une politique nationale*, Cham, Springer International Publishing, p. 39-50.
- Chiang, Iris Kuang-Hsu (2009). « Deux cents ans après la réforme d'humboldt : Bologne où va l'enseignement supérieur européen ? », *Éducation et sociétés*, vol. 24, no 2, p. 63-77.

Chinying Lang, Josephine (2001). « Managing in knowledge-based competition », *Journal of Organizational Change Management*, vol. 14, no 6, p. 539-553.

CNRS (2024). *Organisation*. Consulté le 31 janvier 2025, à l'adresse <https://www.cnrs.fr/fr/le-cnrs/organisation>

CNRS (2021). *L'histoire du CNRS*. Consulté le 14 juin 2024, à l'adresse https://www.cnrs.fr/sites/default/files/page/2021-11/JNE_TriptyqueHistoire_web.pdf

CNRS. (2020). *Les groupements de recherche*. Consulté le 14 juin 2024, à l'adresse <https://www.insis.cnrs.fr/fr/les-groupements-de-recherche>

Coff, Russell W. (2003). « The emergent knowledge-based theory of competitive advantage: An evolutionary approach to integrating economics and management », *Managerial and Decision Economics*, vol. 24, no 4, p. 245-251.

Cohen, Wesley M. et Daniel A. Levinthal (1990). « Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation », *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, no 1, p. 128.

Conseil d'État (2021). *Fiche 14 : Établissements publics industriels et commerciaux*. Consulté le 16 avril 2025, à l'adresse <https://www.conseil-etat.fr/Media/actualites/documents/2021/12-decembre/f14-liens.pdf>.

Corley, Elizabeth A., P. Craig Boardman et Barry Bozeman (2006). « Design and the management of multi-institutional research collaborations: Theoretical implications from two case studies », *Research Policy*, vol. 35, no 7, p. 975-993.

Cooke, Philip, Mikel Gomez Uranga et Goio Etxebarria (1997). « Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions », *Research Policy*, vol. 26, no 4, p. 475-491.

Crespi, Gustavo, Pablo D'Este, Roberto Fontana et Aldo Geuna (2011). « The impact of academic patenting on university research and its transfer », *Research Policy*, vol. 40, no 1, p. 55-68.

Cyert, Richard M. et Paul S. Goodman (1997). « Creating effective university-industry alliances: An organizational learning perspective », *Organizational Dynamics*, vol. 25, no 4, p. 45+.

Day, Robert et V. Day Joanne (1977). « A review of the current state of negotiated order theory: An appreciation and a critique », *The Sociological Quarterly*, vol. 18, no 1, p. 126-142.

DeCarolis, Donna Marie et David L. Deeds (1999). « The impact of stocks and flows of organizational knowledge on firm performance: An empirical investigation of the biotechnology industry », *Strategic Management Journal*, vol. 20, no 10, p. 953-968.

De Fuentes, Claudia et Gabriela Dutrénit (2012). « Best channels of academia–industry interaction for long-term benefit », *Research Policy*, vol. 41, no 9, p. 1666-1682.

de Tinguy, Anne (2023). « La russie et le monde : Le poids de la question ukrainienne », *Études internationales*, vol. 54, no 2, p. 193-217.

D'Este, Pablo, Frederick Guy et Simona Iammarino (2012). « Shaping the formation of university–industry research collaborations: What type of proximity does really matter? », *Journal of Economic Geography*, vol. 13, no 4, p. 537-558.

Développement économique de l'agglomération de Longueuil. (s. d.). *Répertoire des entreprises*. Consulté le 18 juin 2024, à l'adresse <https://www.delagglo.ca/fr/repertoire-des-entreprises>

Direction générale des Entreprises. (2023, 3 février). France 2030 : stratégie nationale pour l'hydrogène décarboné. *Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique*. Consulté le 11 avril 2025, à l'adresse <https://www.entreprises.gouv.fr/priorites-et-actions/autonomie-strategique/soutenir-linnovation-dans-les-secteurs-strategiques-13>

Doloreux, David et Pierre Bitard (2005). « Les systèmes régionaux d'innovation : Discussion critique », *Géographie, économie, société*, vol. 7, no 1, p. 21-36.

Dumas, Marion, James Rising et Johannes Urpelainen « Political competition and renewable energy transitions over long time horizons: A dynamic approach », *Ecological Economics*, vol. 124, p. 175-184.

Dutse, A. Y., Muhammed M. Bayero, Kabiru I. Musa et Mohammed Jibrin (2021). « University–industry linkages, enabling policies and innovative behaviours of universities in nigeria », *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, vol. 20, no 3, p. 305-324.

Dutta, Dev K. et Paul W. Beamish (2013). « Expatriate managers, product relatedness, and ijv performance: A resource and knowledge-based perspective », *Journal of International Management*, vol. 19, no 2, p. 152-162.

Energy Transitions Commission. (2023). Financing the transition: How to make the money flow for a net-zero economy (Updated report). Consulté le 25 mars 2025, à l'adresse

https://www.energy-transitions.org/wp-content/uploads/2023/08/ETC-Financing-the-Transition-MainReport_update.pdf

Etzkowitz, Henry and Leydesdorff, Loet (1995). « The Triple Helix -- University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development », *EASST Review*, Vol. 14, No. 1, pp. 14-19.

Etzkowitz, Henry (2003). « Innovation in innovation: The triple helix of university-industry-government relations », *Social Science Information*, vol. 42, no 3, p. 293-337.

Etzkowitz, H. (2001). « The second academic revolution and the rise of entrepreneurial science », *IEEE Technology and Society Magazine*, vol. 20, no 2.

Eyl-Mazzega, Marc-Antoine (2022). « Les conséquences de la guerre d'Ukraine pour le secteur de l'énergie », *Politique étrangère*, vol. Été, no 2, p. 67-79.

Fabiano, Gianluca, Andrea Marcellusi et Giampiero Favato (2020). « Channels and processes of knowledge transfer: How does knowledge move between university and industry? », *Science and Public Policy*, vol. 47, no 2, p. 256-270.

Fiaz, Muhammad (2013). « An empirical study of university-industry r&d collaboration in china: Implications for technology in society », *Technology in Society*, vol. 35, no 3, p. 191-202.

France Hydrogène. (2024). *Tribune – Filière hydrogène : les engagements doivent être tenus*. Consulté le 31 mars 2025, à l'adresse https://www.france-hydrogene.org/press_release/tribune-filiere-hydrogène-les-engagements-doivent-etre-tenus

Frasquet, Marta, Haydé Calderón et Amparo Cervera (2012). « University-industry collaboration from a relationship marketing perspective: An empirical analysis in a spanish university », *Higher Education : The International Journal of Higher Education Research*, vol. 64, no 1, p. 85-98.

Freeman, Christopher (1982). *The economics of industrial innovation*, 2nd^e éd., Cambridge, Mass., MIT Press.

FRH2. (2020). *Fédération de Recherche Hydrogène du CNRS*. Consulté le 14 juin 2015, à l'adresse <https://frh2.cnrs.fr/presentation/>

Geels, Frank W. (2002). « Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study », *Research Policy*, vol. 31, no 8, p. 1257-1274.

- Gille, Bertrand (1986). History of techniques, New York, Gordon and Breach Science Publishers.
- Gilsing, Victor, Rudi Bekkers, Isabel Maria Bodas Freitas et Marianne van der Steen (2011). « Differences in technology transfer between science-based and development-based industries: Transfer mechanisms and barriers », *Technovation*, vol. 31, no 12, p. 638-647.
- Gingras, Yves (1991). Les origines de la recherche scientifique au canada : Le cas des physiciens, [Montréal], Boréal.
- Godin, B (2010). *National innovation system: A note on the origins of a concept*, INRS.
- Gong, Huiwen, Christian Binz, Robert Hassink et Michaela Tripl (2022). « Emerging industries: Institutions, legitimacy and system-level agency », *Regional Studies*, vol. 56, no 4, p. 523-535.
- Göransson, Bo et Claes Brundenius (2011). « Background and introduction », dans Bo Göransson et Claes Brundenius (dir.), *Universities in transition: The changing role and challenges for academic institutions*, New York, NY, Springer New York, p. 3-10.
- Gouvernement du Québec. (2025). Stratégie québécoise sur l'hydrogène vert et les bioénergies 2030. Consulté le 22 février 2025, à l'adresse <https://www.quebec.ca/gouvernement/ministères-organismes/economie/publications/strategie-hydrogène-vert-bioenergies>
- Gouvernement du Québec. (2024). Fiche synthèse — Plan de mise en œuvre 2024-2029 du Plan pour une économie verte 2030. *Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs*. <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/environnement/publications-adm/plan-economie-verte/fiche-synthese-plan-mise-oeuvre-2024-2029.pdf>
- Gouvernement du Québec. (2023). Plan de mise en œuvre 2023-2028 du Plan pour une économie verte 2030. *Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs*. Consulté le 12 avril 2025, à l'adresse <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/environnement/publications-adm/plan-economie-verte/plan-mise-oeuvre-2023-2028.pdf>
- Gouvernement du Québec. (2022). Plan de mise en œuvre 2022-2027 du Plan pour une économie verte 2030. *Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques*. Consulté le 12 avril 2025, à l'adresse <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/environnement/publications-adm/plan-economie-verte/plan-mise-oeuvre-2022-2027.pdf>

[contenu/adm/min/environnement/publications-adm/plan-economie-verte/plan-mise-oeuvre-2022-2027.pdf](https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/environnement/publications-adm/plan-economie-verte/plan-mise-oeuvre-2022-2027.pdf)

Gouvernement du Québec. (2022). Stratégie québécoise sur l'hydrogène vert et les bioénergies. *Ministère de l'Économie et de l'Innovation*. Consulté le 12 avril 2025, à l'adresse https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/economie/publications-adm/politique/PO_strategie_hydrogene-vert-bioenergies_version-écran_MEIE.pdf

Gouvernement du Québec. (2020). Plan de mise en œuvre 2021-2026 du Plan pour une économie verte 2030. *Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques*. Consulté le 12 avril 2025, à l'adresse <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/environnement/publications-adm/plan-economie-verte/plan-mise-oeuvre-2021-2026.pdf>

Gouvernement du Québec. (2020). Plan pour une économie verte 2030. Consulté le 12 avril 2024, à l'adresse <https://www.quebec.ca/gouvernement/politiques-orientations/plan-economie-verte>

Grant, Robert M. (1996). « Toward a knowledge-based theory of the firm », *Strategic Management Journal*, vol. 17, no S2, p. 109-122.

Griffiths, Andrew et Raymond F. Zammuto (2005). « Institutional governance systems and variations in national competitive advantage: An integrative framework », *Academy of Management. The Academy of Management Review*, vol. 30, no 4, p. 823-842.

Gustafsson, Robin, Mikko Jääskeläinen, Markku Maula et Juha Uotila (2016). « Emergence of industries: A review and future directions », *International Journal of Management Reviews*, vol. 18, no 1, p. 28-50.

Håkanson, Lars (2010). « The firm as an epistemic community: The knowledge-based view revisited », *Industrial and Corporate Change*, vol. 19, no 6, p. 1801.

Henderson, Rebecca et Iain Cockburn « Measuring competence? Exploring firm effects in pharmaceutical research », *Strategic Management Journal (1986-1998)*, vol. 15, no SPECIAL ISSUE, p. 63.

Hoopes, David G. et Tammy L. Madsen (2008). « A capability-based view of competitive heterogeneity », *Industrial and Corporate Change*, vol. 17, no 3, p. 393-426.

Hojeij, Zeina (2024). « An overview of university-industry collaboration in the arab world », *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, vol. 13, no 1, p. 40.

Hossain Bhuiyan, Md Monjur et Zahed Siddique (2025). « Hydrogen as an alternative fuel: A comprehensive review of challenges and opportunities in production, storage, and transportation », *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 102, p. 1026-1044.

Huggins, Robert et Fumi Kitagawa (2012). « Regional policy and university knowledge transfer: Perspectives from devolved regions in the UK », *Regional Studies: The Journal of the Regional Studies Association*, vol. 46, no 6, p. 817-832.

INRSa. (s.d.). *L'INRS, un établissement universitaire unique*. Consulté le 14 juin 2024, à l'adresse <https://inrs.ca/linrs/dcouvrir-l-inrs/>

INRSb. (s.d.). *Centre Eau Terre Environnement*. Consulté le 14 juin 2024, à l'adresse <https://inrs.ca/linrs/centres-de-recherche/centre-eau-terre-environnement/>

INRS. (2023). *Intensité de recherche : l'INRS en première position au Canada*. Consulté le 4 avril 2025, à l'adresse <https://inrs.ca/actualites/intensite-de-recherche-linrs-en-premiere-position-au-canada/>

Jalabert, Laurent. (2016). « Transformer l'université » , Dans D. Valence & B. Poucet (éds.), *La loi Edgar Faure* (1-). Presses universitaires de Rennes, p.25-35.

Jauhari, Vinnie (2013). « Fostering effective university-industry partnerships: Concluding remarks », Worldwide Hospitality and Tourism Themes, vol. 5, no 3, p. 301-306.

Karakosta, Charikleia, Haris Doukas et John Psarras (2010). « Technology transfer through climate change: Setting a sustainable energy pattern », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 14, no 6, p. 1546-1557.

Kline, David « Positive feedback, lock-in, and environmental policy », *Policy Sciences*, vol. 34, no 1, p. 95.

Kogut, Bruce et Udo Zander (1992). « Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology », *Organization Science*, vol. 3, no 3, p. 383-397.

Kondo, Masayuki (2011). « University-industry collaboration in Japan by technology fields », *Journal of Knowledge Based Innovation in China*, vol. 3, no 1, p. 15-28.

Lam, Alice (2011). « University-industry collaboration: Careers and knowledge governance in hybrid organisational space », *Int. J. of Strategic Business Alliances*, vol. 2, p. 135-145.

Lee, Keun et Franco Malerba (2017). « Catch-up cycles and changes in industrial leadership: Windows of opportunity and responses of firms and countries in the evolution of sectoral systems », *Research Policy*, vol. 46, no 2, p. 338-351.

Les Affaires. (2022, juin 6). Québec investit 1,2 G\$ pour l'hydrogène vert et les bioénergies. *Les Affaires*. Consulté le 12 avril 2025, à l'adresse <https://www.lesaffaires.com/secteurs/energie-et-ressources-naturelles/quebec-investit-12-g-pour-lhydrogene-vert-et-les-bioenergies-2/>

Levin, Kelly, Benjamin Cashore, Steven Bernstein et Graeme Auld (2012). « Overcoming the tragedy of super wicked problems: Constraining our future selves to ameliorate global climate change », *Policy Sciences : Integrating Knowledge and Practice to Advance Human Dignity*, vol. 45, no 2, p. 123-152.

Li, Zihanxin et Guilong Zhu (2021). « Knowledge transfer performance of industry-university-research institute collaboration in china: The moderating effect of partner difference », *Sustainability*, vol. 13, no 23.

Libération. (2025, mars 25). *Le RN pousse pour un débat sur la planification énergétique et fait planer la censure*. Consulté le 31 mars, à l' adresse https://www.liberation.fr/politique/le-rn-pousse-pour-un-debat-sur-la-planification-energetique-et-fait-planer-la-censure-20250325_B5QMT5QHYJDL7OZDV3UJEMP4BM/

Limoges, Camille (1996). *Le lien formation-recherche à l'université : les pratiques aujourd'hui — colloque*. Sainte-Foy.

Lundvall, Bengt-Åke (2016). « National innovation systems and globalization », *The learning economy and the economics of hope*, vol. 351.

Lundvall, Bengt-Åke et Bjorn Johnson (1994). « The learning economy », *Industry & Innovation*, vol. 1, p. 23-42.

Ma, Nan, Weihua Zhao, Wenzhong Wang, Xiangrong Li et Haiqin Zhou (2024). « Large scale of green hydrogen storage: Opportunities and challenges », *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 50, p. 379-396.

Magazine MCI. (2022, juin 6). Investissement de 1,2G\$: Québec lance sa Stratégie sur l'hydrogène vert et les bioénergies. *Magazine MCI*. Consulté le 12 avril, à l'adresse <https://www.magazinemci.com/articles/investissement-de-1-2g-quebec-lance-sa-strategie-sur-lhydrogène-vert-et-les-bioenergies>

Malissard (2011). « 6 l'université et la commercialisation des innovations techniques », dans Propriété intellectuelle et université : Entre la libre circulation des idées et la privatisation des savoirs, Canada : Presses de l'Université du Québec, 2011, p. 135-135.

Martin, Stephen et John T. Scott (2000). « The nature of innovation market failure and the design of public support for private innovation », *Research Policy*, vol. 29, no 4, p. 437-447.

Marullo, Cristina, Andrea Piccaluga et Fabrizio Cesaroni (2021). « From knowledge to impact. An investigation of the commercial outcomes of academic engagement with industry », *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 34, no 9, p. 1065-1080.

Matti, Cristian, Davide Consoli et Elvira Uyarra (2017). « Multi level policy mixes and industry emergence: The case of wind energy in spain », *Environment and Planning C*, vol. 35, no 4, p. 661-683.

Mendoza, Pilar et Secil Dayıoglu Öcal (2022). « Faculty engagement in university–industry linkages in turkey and the united states: National technocenters versus ecosystems of knowledge », *Higher Education*, vol. 84, no 4, p. 723-740.

Merton, Robert King et Norman W. Storer (1973). *The sociology of science theoretical and empirical investigations*, Chicago, The University of Chicago Press.

Meyer-Krahmer, Frieder et Ulrich Schmoch (1998). « Science-based technologies: University–industry interactions in four fields », *Research Policy*, vol. 27, no 8, p. 835-851.

Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique. (2023, février 6). *Industrie : une nouvelle stratégie hydrogène pour la France*. Consulté le 22 février 2025, à l'adresse <https://www.economie.gouv.fr/industrie-nouvelle-strategie-hydrogene-pour-la-france#:~:text=La%20stratégie%20nationale%20pour%20le%20développement%20de%20l'hydrogène%20bas,industriels%20du%20pays%20après%202030>.

Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique. (2023, 2 février). *Dossier de presse : Accélérer le déploiement de l'hydrogène, clé de voûte de la décarbonation de l'industrie*. Consulté le 12 avril 2025, à l'adresse <https://presse.economie.gouv.fr/02022023-dossier-de-presse-accelerer-le-deploiement-de-lhydrogene-cle-de-voute-de-la-decarbonation-de-lindustrie/>

Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique. (2023, mai). *Dossier de presse : La stratégie nationale sur les batteries de France 2030 – au cœur de la*

décarbonation des mobilités. Consulté le 7 avril 2025, à l'adresse <https://www.economie.gouv.fr/files/files/2023/879%20%20Dossier%20de%20presse%20%20La%20strat%C3%A9gie%20nationale%20sur%20les%20batteries%20de%20France%202030%20au%20c%C5%93ur%20de%20la%20d%C3%A9carbonation%20des%20mobilit%C3%A9s.pdf>

Ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance. (2022, novembre). *Sécurité de l'hydrogène : cadre réglementaire et bonnes pratiques.* Consulté le 31 mars 2025, à l'adresse https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/cge/securite-hydrogene.pdf

Ministère de la Transition écologique. (2020). *Dossier de presse : Stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France.* Consulté le 12 avril 2025, à l'adresse <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/DP%20-%20Strat%C3%A9gie%20nationale%20pour%20le%20d%C3%A9veloppement%20de%20l%27hydrog%C3%A8ne%20d%C3%A9carbon%C3%A9%20en%20France.pdf>

Miśkiewicz, Radosław (2018). « The importance of knowledge transfer on the energy market », *Polityka Energetyczna*, vol. 21, no 2, p. 49-62.

MNP. (2018). *Profil de l'industrie canadienne de l'hydrogène et des piles à combustible.* Consulté le 18 juin 2024, à l'adresse https://publications.gc.ca/collections/collection_2019/isde-ised/Iu41-3-2018-fra.pdf

Morgan, Kevin (2004). « The exaggerated death of geography: Learning, proximity and territorial innovation systems », *Journal of Economic Geography*, vol. 4, no 1, p. 3-22.

Mowery, David et Nathan Rosenberg (1979). « The influence of market demand upon innovation: A critical review of some recent empirical studies », *Research Policy*, vol. 8, no 2, p. 102-153.

Naseem, Kashif, Fei Qin, Faryal Khalid, Guoquan Suo, Taghazal Zahra, Zhanjun Chen, et al. (2025). « Essential parts of hydrogen economy: Hydrogen production, storage, transportation and application », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 210, p. 115196.

Nelson, Richard R. et Sidney G. Winter (1982). *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge, Mass., Belknap Press of Harvard University Press.

Nelson, Richard R., Science New York University Graduate School of Business Administration Center for et Policy Technology (1982). *Government and technical progress : A cross-industry analysis*, New York, Pergamon Press.

Niosi, Jorge, Pier-Paolo Saviotti, Michaël Crow et Bertrand Bellon (1992). « Les systèmes nationaux d'innovation : À la recherche d'un concept utilisable », *Revue française d'économie*, p. 215-250.

Niosi, Jorge, Maryse Bergeron et Michèle Sawchuck (1991). « Les alliances technologiques stratégiques: De la théorie à la situation canadienne », *Études internationales*, vol. 22, no 1, p. 63-80.

North, Douglass C (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*, vol. 332, Cambridge university press.

Nsanzumuhire, Silas U. et Wim Groot (2020). « Context perspective on university-industry collaboration processes: A systematic review of literature », *Journal of Cleaner Production*, vol. 258, p. 120861.

Oliveira, Alexandra M., Rebecca R. Beswick et Yushan Yan (2021). « A green hydrogen economy for a renewable energy society », *Current Opinion in Chemical Engineering*, vol. 33, p. 100701.

Partha, Dasgupta et Paul A. David (1994). « Toward a new economics of science », *Research Policy*, vol. 23, no 5, p. 487-521.

Penrose, Edith Tilton (1959). *The theory of the growth of the firm*, New York, Wiley.

Perkmann, Markus, Valentina Tartari, Maureen McKelvey, Erkko Autio, Anders Broström, Pablo D'Este, *et al.* (2013). « Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations », *Research Policy*, vol. 42, no 2, p. 423-442.

Porter, Michael E. « Changing patterns of international competition », *California Management Review*, vol. 28, no 2, p. 9.

Powell, Walter W. (1996). « Inter-organizational collaboration in the biotechnology industry », *Journal of Institutional and Theoretical Economics (JITE) / Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft*, vol. 152, no 1, p. 197-215.

QC125. (2025). *Canada*. Consulté le 31 mars 2025, à l'adresse <https://qc125.com/canada>

Radio-Canada. (2024). *L'industrie de l'hydrogène en rencontre à Trois-Rivières*. Consulté le 18 juin 2024, à l'adresse <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/2056680/journee-hydrogene-trois-rivieres-quebec>

Rajalo, Sigrid et Maaja Vadi (2017). « University-industry innovation collaboration: Reconceptualization », *Technovation*, vol. 62-63, p. 42-54.

Rajhi, Taoufik (1997). « Hétérogénéité des firmes, croissance et intégration économique », *Recherches Économiques de Louvain / Louvain Economic Review*, vol. 63, no 3, p. 245-269.

Réseau des CCTT (2023). *L'escouade énergie : l'innovation au service de l'urgence climatique*. Consulté le 18 juin 2024, à l'adresse <https://reseaucct.ca/actualites/lescouade-energie-linnovation-au-service-de-lurgence-climatique>

Ressources naturelles Canada. (2023). Stratégie canadienne pour l'hydrogène — Rapport d'étape. *Gouvernement du Canada*. Consulté le 12 avril 2025, à l'adresse <https://ressources-naturelles.canada.ca/source-energie/combustibles-propres/strategie-relative-hydrogène/stratégie-canadienne-l-hydrogène-rapport-étape#a2>

Richardson, G. B. (1972). « The organisation of industry », *Economic Journal*, vol. 82, no 327, p. 883-896.

Rosenberg, Nathan et Richard R. Nelson (1994). « American universities and technical advance in industry », *Research Policy*, vol. 23, no 3, p. 323.

Rossoni, André Luis, Eduardo Pinheiro Gondim de Vasconcellos et Renata Luiza de Castilho Rossoni (2023). « Barriers and facilitators of university-industry collaboration for research, development and innovation: A systematic review », *Management Review Quarterly*.

Rothwell, Roy et Walter Zegveld (1981). *Industrial innovation and public policy : Preparing for the 1980s and the 1990s*, Westport, Conn., Greenwood Press.

Schramm, C. (2024, 11 avril). Le PIIEC hydrogène peut-il satisfaire l'objectif européen de création d'une industrie de l'hydrogène décarboné ? *La Grande Conversation*. Consulté le 12 avril 2025, à l'adresse <https://www.lagrandeconversation.com/economie/le-piiec-hydrogène-peut-il-satisfaire-l-objectif-europeen-de-creation-dune-industrie-de-lhydrogène-decarbone/>

Schumpeter, Joseph Alois et Redvers Opie (1934). *The theory of economic development : An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Shu, Kaiyou, Bin Guan, Zhongqi Zhuang, Junyan Chen, Lei Zhu, Zeren Ma, et al. (2025). « Reshaping the energy landscape: Explorations and strategic perspectives on hydrogen energy preparation, efficient storage, safe transportation and wide applications », *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 97, p. 160-213.

Sjöö, Karolin et Tomas Hellström (2019). « University–industry collaboration: A literature review and synthesis », *Industry and Higher Education*, vol. 33, no 4, p. 275-285.

Song, Yanwu, Jinrui Zhang, Yingkang Song, Xinran Fan, Yuqing Zhu et Chen Zhang (2020). « Can industry-university-research collaborative innovation efficiency reduce carbon emissions? », *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 157, p. 120094.

Stoian, Maria-Cristina, Janja Annabel Tardios et Marios Samdanis (2024). « The knowledge-based view in international business: A systematic review of the literature and future research directions », *International Business Review*, vol. 33, no 2, p. 102239.

Syaitful, Lisnawati et Muji Gunarto (2021). The influence of uniqueness of resources on competitive advantage in private higher education. *Dans 11th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*.

Tartari, Valentina, Markus Perkmann et Ammon Salter (2014). « In good company: The influence of peers on industry engagement by academic scientists », *Research Policy*, vol. 43, no 7, p. 1189-1203.

Teece, David J., Gary Pisano et Amy Shuen (1997). « Dynamic capabilities and strategic management », *Strategic Management Journal*, vol. 18, no 7, p. 509-533.

Teece, David J. (1986). « Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy », *Research Policy*, vol. 15, no 6, p. 285.

Thune, Taran et Magnus Gulbrandsen (2011). « Institutionalization of university-industry interaction: An empirical study of the impact of formal structures on collaboration patterns », *Science and Public Policy*, vol. 38, no 2, p. 99-107.

Tian, Mingyu, Yiwei Su et Zhong Yang (2022). « University–industry collaboration and firm innovation: An empirical study of the biopharmaceutical industry », *The Journal of Technology Transfer*, vol. 47, no 5, p. 1488-1505.

Timmermans, Frans (2023). « Le pacte vert à l'épreuve de la guerre en Ukraine », *GREEN*, vol. N° 3, no 1, p. 18-22.

Université Paris Nanterre. (s. d.). *Services centraux*. Consulté le 4 février 2025, à l'adresse <https://www.parisnanterre.fr/notre-organisation/services-centraux#:~:text=Sous%20l'autorité%20directe%20de,répondre%20à%20ses%20besoins%20spécifiques>.

UQ. (2021). *L'INRS lance cinq UMR en partenariat avec cinq universités sur des thématiques de recherche porteuses pour le Québec*. Consulté le 17 juin 2024, à l'adresse <https://reseau.uquebec.ca/fr/a-propos/salle-de-presse/actualites/linrs-lance-cinq-umr-en-partenariat-avec-cinq-universites-sur-des-thematiques-de-recherche-porteuses-pour-le>

UQTR. (n.d) *Département de chimie, biochimie et physique*. Consulté le 14 juin 2024, à l'adresse https://oraprdnt.uqtr.uquebec.ca/portail/gscw031?owa_no_site=1215&owa_no_fiche=33

Verneuil, Yves (2016). « La loi Edgar Faure. Réformer l'université après 1968 », dans Poucet, Bruno (dir.), Valence, David (dir.), *Histoire de l'éducation*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, p. 216-219.

Verwaal, Ernst (2017). « Global outsourcing, explorative innovation and firm financial performance: A knowledge-exchange based perspective », *Journal of World Business*, vol. 52, no 1, p. 17-27.

Vick, Thais Elaine et Maxine Robertson (2018). « A systematic literature review of uk university-industry collaboration for knowledge transfer: A future research agenda », *Science and Public Policy*, vol. 45, no 4, p. 579-590.

Von Hippel, E. (1977). « The dominant role of the user in semiconductor and electronic subassembly process innovation », *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 24, no 2.

Wang, Tianchong, Baimin Suo, Jieshu Jiang et Wei Jia (2024). « A triple helix model analysis of china's regional industry-university-research collaborative innovation in low-carbon technologies », *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, vol. ahead-of-print, no ahead-of-print.

Wang, Wenjing et Shan Lu (2021). « University-industry innovation community dynamics and knowledge transfer: Evidence from china », *Technovation*, vol. 106, p. 102305.

Wang, Heli, Jaepil Choi, Guoguang Wan et John Qi Dong (2013). « Slack resources and the rent-generating potential of firm-specific knowledge », *Journal of Management*, vol. 42, no 2, p. 500-523.

Weinstein, Olivier et Nicole Azoulay (2000). « Les compétences de la firme », *Revue d'économie industrielle*, vol. 93, no 1, p. 117-154.

Wernerfelt, Birger (1984). « A resource-based view of the firm », *Strategic Management Journal*, vol. 5, no 2, p. 171-180.

Yin, Robert K. (2014). *Case study research : Design and methods*, 5th^e éd., Thousand Oaks, Sage Publications.

Youtie, Jan, Dirk Libaers et Barry Bozeman (2006). « Institutionalization of university research centers: The case of the national cooperative program in infertility research », *Technovation*, vol. 26, no 9, p. 1055-1063.

Zainal, Bidattul Syirat, Pin Jern Ker, Hassan Mohamed, Hwai Chyuan Ong, I. M. R. Fattah, S. M. Ashrafur Rahman, *et al.* (2024). « Recent advancement and assessment of green hydrogen production technologies », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 189, p. 113941.

Zhang, Xiaoming, Weijie Luo et Di Xiang (2025). « Strategic emerging industries and innovation: Evidence from china », *International Review of Economics & Finance*, vol. 98, p. 103858.

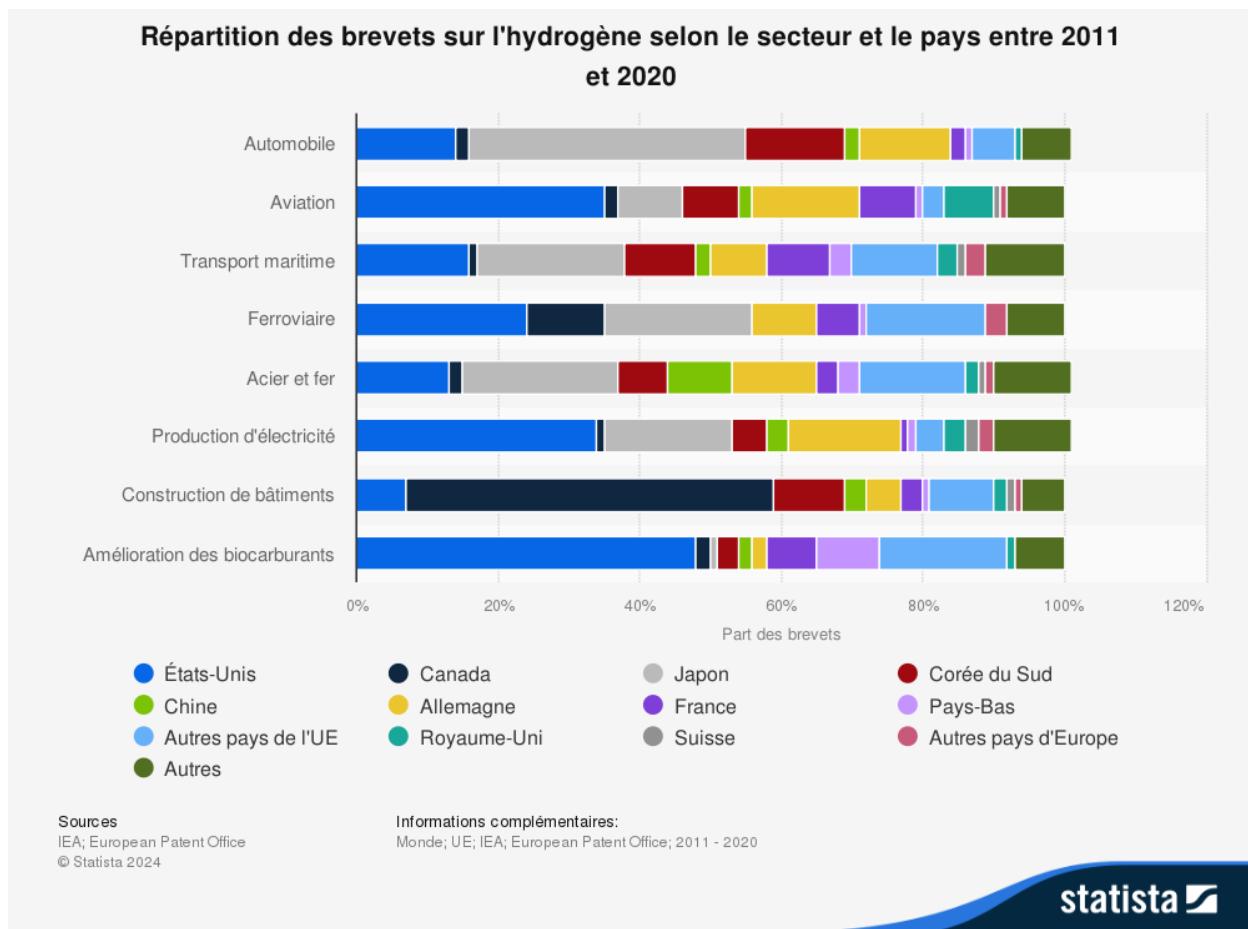
Zhang, Ye et Xinrong Chen (2023). « Empirical analysis of university–industry collaboration in postgraduate education: A case study of chinese universities of applied sciences », *Sustainability*, vol. 15, no 7, p. 6252.

Zhang, B. et X. Wang (2017). « Empirical study on influence of university-industry collaboration on research performance and moderating effect of social capital: Evidence from engineering academics in china », *Scientometrics*, vol. 113, no 1, p. 257-277.

Zhou, Yuekuan (2023). « Worldwide carbon neutrality transition? Energy efficiency, renewable, carbon trading and advanced energy policies », *Energy Reviews*, vol. 2, no 2, p. 100026.

Annexes

Annexe 1 : Graphique sur la répartition des brevets sur l'hydrogène par Statista (2024)



Annexe 2 : Membres du Conseil en Hydrogène tel qu'en 2019

Entreprises	Localisation du siège social	Nombres d'employés	Sources
Air Liquide Canada	Montréal, QC	2500	Air Liquide
Filgo-Sonic	Montréal, QC	1500	Groupe Filgo-Sonic
Harnois Énergies	Laval, QC	1000	La Presse
HTEC	Vancouver, BC	51-200*	LinkedIn
Hyundai Canada	Markham, ON	200-500*	LinkedIn

Hydrogenics	Mississauga, ON	200-500*	LinkedIn
Toyota	Boucherville, QC	10	Les Affaires

Annexe 3 : Membres de la Coalition Québec en Hydrogène tels qu'en 2020

Entreprises	Localisation	Nombres d'employés	Sources	
Air Liquide Canada	Boucherville, QC	2500	Air Liquide	
Alstom	St-Bruno, QC	4200	Alstom	
Charbone	Brossard, QC	11-50	LinkedIn	
Énergir	Montréal, QC	1600	Énergir	
Gazifère	Gatineau, QC	110	Gazifère	
Geomega	Boucherville, QC	11-50	LinkedIn	
Groupe Énergies	Gilbert	Chicoutimi, QC	500-1000	LinkedIn
Innergex		Longueuil, QC	250	Innergex
Filgo-Sonic		Sainte-Marie, QC	1500	Groupe Filgo-Sonic
H2Gen Canada		Montréal, QC	-	
Harnois Énergies		Laval, QC	1000	La Presse
Hydrogène Québec		Montréal, QC	Min 4	
Pyonnier		Montréal, QC	1	LinkedIn
TES Canada		Montréal, QC	11-50	LinkedIn
Groupe Québec	Swagelok	St-Laurent, QC	11-50	LinkedIn

Annexe 4 : Déroulement des entretiens académiques

Participant #	Titre	Nature de l'institution	Axe de recherche	Date d'entrevue
FRANCE				
Participant 1	Chercheur	Institut de recherche	Stockage	10-Oct
Participant 2	Chargé de recherche et coordinateur de la thématique ****	Institut de recherche	Stockage	11-Oct
Participant 3	Professeur des Universités	Laboratoire	Stationnaire	13-Oct
Participant 4	Chercheuse et coordinatrice du projet *****	Institut de recherche	Stationnaire	16-Oct
Participant 5	Directrice	Institut de recherche	Production	30-Oct
Participant 6	Professeur des Universités	Laboratoire	Production/Mobilité	27-Nov
Participant 7	Professeur des Universités et co-président de l'axe ****	Institut de recherche	Stationnaire	11-Dec
Participant 8	Directeur de Recherche	Institut de recherche	Stockage	13-Dec
Participant 9	Chargée de recherche	Institut de recherche	Stockage	21-Dec
Participant 10	Professeur des Universités et Directeur adjoint	Laboratoire	Mobilité	02-Janv
Participant 11	Enseignante-rechercheuse	Laboratoire	Mobilité	17-Jan

QUÉBEC

Participant 12	Titulaire de chaire et Professeur des Universités.	Institut de recherche	Mobilité	4-Dec
Participant 13	Professeur adjoint	Université // Institut	Production	5-Dec
Participant 14	Directeur adjoint et Directeur de la recherche	CCTT	Stockage	7-Dec
Participant 15	Professeur	Université // Institut	Stockage	12-Dec
Participant 16	Chargée de projet en R&D	CCTT	Stockage	12-Dec
Participant 17	Professeure	Université // Institut	Stockage	18-Dec
Participant 18	Professeur adjoint	Université	Stockage	20-Dec
Participant 19	Professeur	Université	Stockage	8-Jan
Participant 20	Professeur	Université // Institut	Production	12-Jan
Participant 21	Professeur	Université	Production	24-Jan
Participant 22	Conseillère Industrielle	CCTT	Production	1-Feb

Annexe 5 : Déroulement des entretiens industriels

Participant #	Titre dans l'organisation	Nature de l'institution	Position sur la chaîne de valeur	Date d'entrevue
---------------	---------------------------	-------------------------	----------------------------------	-----------------

FRANCE

Participant 1	Gestionnaire en Innovation et Stratégie	GE	Usage ; Usage mobilité	4-Oct
Participant 2	CFO	PME-PMI	Usage ; Usage mobilité	11-Oct
Participant 3	Ingénieur R&D en Hydrogène	PME-PMI	Logistique ; Production	20-Oct
Participant 4	Directrice Innovation / en charge de l'activité H2	ETI	Production	23-Oct
Participant 5	Gestionnaire en Développement d'Affaires en Hydrogène	Grands groupes	Logistique	14-Nov
Participant 6	Directeur Général	PME-PMI	Production	22-Nov
Participant 7	Président	PME-PME	Production	4-Dec
Participant 8	Représentant	Grands groupes	Logistique ; Usage mobilité	12-Dec
Participant 9	Président/CEO	PME-PMI	Production ; mobilité	20-Dec
Participant 10	Chargée de compte	PME-PMI	Logistique	20-Dec
Participant 11	Directeur de l'Innovation	Grands groupes	Logistique ; Usage ; Usage mobilité	22-Dec
Participant 12	Président	PME-PMI	Usage	12-Jan
Participant 13	Ingénieur processus	Grands groupes	Production	9-Feb
QUÉBEC				
Participant 14	Consultant	PME-PMI	Production	17-Nov
Participant 15	Charge d'ingénierie des projets hydrogène	Grands groupes	Production	21-Nov

Participant 16	Superviseur aux Nouvelles Initiatives	ETI	Production	10-Jan
Participant 17	Gestionnaire de projets en hydrogène et carburants alternatifs	Grands groupes	Production/Distribution	5-Feb
Participant 18	Directeur Séniор en Hydrogène	ETI	Production	26-Feb

Annexe 6 : Synthèse du guide d'entretien

Thématisques	#	Questions	Exemples et/ou Question de relance
Capacités internes	1	Quel est le rôle de l'organisation dans la transition énergétique et en quoi est-il transformatif au regard du système d'innovation énergétique actuellement en place ?	
	2	Quel est la taille de l'organisation, le ratio chercheur.euse.s afférent et quel est leur niveau d'expertise en termes d'années d'expérience et de domaine d'exercice ?	
	3	À ce jour, avez-vous déjà breveté une invention ? Si oui, combien ? Sinon, est-il prévu d'en breveter ?	
	4	Combien avez-vous de produits en cours de développement et quel est le nombre de produits sur le marché ?	
Organisation interne	1	Quelle est votre perception de l'organisation de la recherche interne et quelles sont les composantes organisationnelles essentielles au regard du transfert de connaissances interne, externe et de la rétention de ces dernières ?	
	2	Comment votre département de recherche est-il organisé en termes hiérarchique et quelles sont les méthodes de travail en équipe privilégiées	i.Horaires quotidiens ii.Projets iii.Fréquence iv.Contenu des réunions v.Culture de l'organisation vi.Autres ?
Politiques managériales	1	Quelles sont vos politiques de recrutement et de formation qui favorisent la gestation de connaissances et les capacités d'absorption de l'organisation ?	
	2	Comment fonctionne vos politiques de récompenses et incitatifs au regard des extrants de recherche	brevets, publications, prototypes etc.
	3	Comment abordez-vous la gestion de la propriété intellectuelle dans un contexte de transition énergétique ?	stratégie de licence, partenariat voire limiter la commercialisation des inventions etc.
Transfert de connaissances	1	Sur une échelle de 1 à 5, pourriez-vous mesurer l'importance des canaux de transfert que vous valorisez le plus dans le cadre de vos activités de recherche ?	i.brevets ii.consultation iii.rendez-vous informels iv.licences v.co-entreprises vi.contrats de recherche vii.échanges personnels viii.publications
	2	Qu'est-ce qui favorise ou entrave la capacité de l'organisation à produire, répliquer et assimiler des connaissances internes et extérieures ?	i.En termes organisationnels

		ii. En termes d'acteurs nationaux, régionaux et locaux (ex: lobby, firmes intermédiaires de recherche, agences de développement économique ...)
	3 En quoi le contexte d'urgence induit par la crise climatique et la transition énergétique impacte la production, la réplication et l'appropriation des connaissances dites "vertes" ?	Dans le cas où l'interlocuteur.ice mentionne que la transition énergétique agit comme un accélérateur au niveau des investissements : <i>Les investissements sont-ils suffisants au regard des objectifs fixés par le gouvernement ?</i>
Collaboration, partenariat et degré d'ouverture	1 Quels sont les acteurs avec qui vous avez tendance à collaborer et quelle sont les motivations qui appuient ces collaborations selon le type d'acteurs (firme ou institution de recherche) ?	i. Commercialisation ii. Brevets iii. Financement iv. Accès à des actifs stratégiques v. Démocratisation de la connaissance vi. Autres ? i. Proximité géographique ii. Stratégie iii. Financement iv. Membre d'un même programme v. Motivations similaires vi. Culture d'entreprise / Éthique de travail vii. Durée des projets viii. Suivis post-projet ix. Autres ? i. Composition des équipes ii. Liaison (relation) des entreprises iii. Communication iv. Management v. Évènementiel vi. Formations vii. Autres ? i. Ressources internes ii. Communication iii. PI iv. Structure.organisation v. Formations vi. Autres ?
	2 Quels sont vos critères de sélection pour entamer une collaboration ?	
	3 Comment s'organise vos collaborations à l'interne (entre division) et à l'externe (avec d'autres acteurs) ?	
	4 Quels sont les facteurs propres à l'organisation qui favorisent ou entravent la collaboration ?	
Le rôle de la géographie au regard du transfert de connaissances	1 Sur quelle prémissse les activités de recherche ont été réparties à l'échelle nationale, régionale et locale ? 2 Pensez-vous que la localisation de l'organisation constitue un avantage au regard des activités de recherche? 3 Quelles sont les modes de transfert à privilégier au stade de recherche et développement ?	i. Si oui, pourquoi ? ii. Sinon, pourquoi ? i. Téléphone ii. Email iii. Rendez-vous physiques iv. Aire de bureau commune v. Autres ?

Le rôle du gouvernement au regard du transfert de connaissances	<p>1 Quel est le rôle des institutions publiques au regard de la création, la dissémination et la rétention des connaissances vertes ?</p> <p>2 Quel est le degré de leur implication ?</p> <p>3 Comment les institutions publiques et particulièrement les décideur.euse.s politiques peuvent davantage contribuer à la création, la dissémination et la rétention des connaissances en matière d'hydrogène ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> i.Définir des incitations à la collaboration ii.Rechercher des "fournisseurs de connaissances" efficaces iii.Créer des objectifs à long terme et une stabilité pour encourager l'engagement dans les collaborations en matière de connaissances iv.Fournir une vision commune au monde universitaire et à l'industrie v.Établir des structures optimales pour financer, coordonner et faciliter les activités de TC en fonction des résultats souhaités vi.Désigner des rôles qui évitent que certains partenaires ne deviennent des "émetteurs de connaissances uniquement" vii.Autre ?
--	---	--

Annexe 7 : Classification des sous-entités académiques

Catégorie	Fonction Principale	Composition et Partenariats
Unité de Recherche (UR)	Conduite de recherches spécialisées	Chercheurs d'une même institution, spécialisation disciplinaire
Unité de Recherche Mixte (UMR)	Collaboration interinstitutionnelle et interdisciplinaire	Chercheurs de plusieurs institutions ou disciplines différentes
Unité d'Appui à la Recherche (UAR)	Fourniture de support technique, logistique, et administratif	Personnel technique et administratif, ressources partagées
Centre de Transfert de Technologie (CCTT)	Facilitation du transfert des résultats de recherche vers l'industrie	Partenariats avec l'industrie, experts en valorisation
Centre de Recherche (CR)	Conduite de recherches multidisciplinaires ou thématiques	Groupes de recherche ou laboratoires de différentes disciplines

Annexe 8 : Classification des entités industrielles

Catégorie	Nombre d'Employés	Chiffre d'Affaires Annuel
-----------	-------------------	---------------------------

PME/PMI	Moins de 250 employés	Moins de 50 millions d'euros
ETI	Entre 250 et 4 999 employés	Moins de 1,5 milliard d'euros
Grand Groupe	5 000 employés ou plus	Supérieur à 1,5 milliard d'euros

Annexe 9 : Liste de codes préliminaire

- **Capacités internes**

- Mandat de l'organisation
- Potentiel d'innovation

- **Collaboration**

- Barrière
- Critère
- Facilitateur
- Motivations
- Processus

- **Géographie**

- Mode de transfert
- Perception du rôle de la géographie
- Prémisses

- **Gouvernement**

- Perception du rôle du gouvernement
- Politique publique

- **Organisation interne**

- Méthodes de travail en équipe
- Organisation hiérarchique
- Perception de la recherche interne

- **Politiques managériales**

- Politique de récompense et incitatif
- Politique de recrutement et de formation
- Stratégie de propriété intellectuelle

- **Transfert de connaissances**

- Barrière
- Canal
- Canal d'interaction
- Contexte d'urgence induit par la crise climatique
- Facilitateur
- Mécanisme
- Processus

Annexe 10 : Liste de codes finale

Code	Groundedness
● Capacités internes	958
● Collaboration, partenariat et degré d'ouverture	336
● Critères	51
● Complémentarité	16
● Éthique de travail	13
● Membres d'un même programme	2
● Motivations similaires	23
● Proximité géographique	11
● Temporalité	7
● Formes des collaborations	17
● Consortium	3
● Contrat de recherche	10
● Contrat de sous-traitance	4
● M&A	2
● Publication jointe	1
● Subventions	2
● Freins à la collaboration	46
● Absence de marché	10
● Barrières culturelles	2
● Charges administratives	8
● Désintérêt de l'industrie	3
● Gestion de la propriété intellectuelle	11
● Gouvernance	9
● Les réseaux de communication scientifique	1
● Méconnaissance des besoins de l'industrie	1
● Qualité constante	1
● Système d'appel d'offres complexe	6
● Tensions institutionnelles	1
● Leviers à la collaboration	141
● Assurance qualité	2
● Capital social (réseau)	26
● Compétences	28
● Confiance	9
● Confidentialité	5
● Culture organisationnelle tournée vers l'industrie	2
● Culture organisationnelle tournée vers la publication	5

● Définition claire des rôles	5
● Équipement	14
● Financement	9
● Leadership et qualités managériales	11
● Mutualisation des ressources	5
● Proactivité	11
● Qualité des rapports humains (personnel-dépendant)	9
● Structure de l'organisation	5
● Usage d'un intermédiaire	45
● Motivations à collaborer	56
● Accès à des actifs stratégiques (ex: compétences, équipement etc.)	23
● Brevet	5
● Commercialisation	15
● Crédibilité	3
● Démocratisation des connaissances	2
● Développement technologique	9
● Économies de coûts	1
● Efficience	2
● Financements	11
● Formation	2
● Industrialisation	1
● Intrinsèque	7
● Publication	4
● Perception des CUI	16
● Bénéfique	3
● Chronophage	1
● Conseil	1
● Expertise	4
● Néfaste	1
● Non-réiproque	5
● Réiproque	4
● Processus/Activités	41
● Communication	3
● Lancement	21
● Projet de thèse	5
● Suivi de projet	27
● Types d'acteurs	13
● Politiques managériales	121

● Politique de gestion de propriété intellectuelle	32
● Politiques de formation	14
● Formation chez les fournisseurs	1
● Formation en binôme	2
● Formation entrepreneuriale	2
● Formation interne	6
● Formation par compétences (spécialisation)	2
● Formation par l'alternance	3
● Mentorat	1
● On boarding	1
● Politiques de récompenses et incitatifs	41
● Ajustement interne pour éviter la démotivation	3
● Dégagement	1
● Intéressement	1
● Intrinsèque	21
● Pas de politiques uniformes	3
● Politique salariale	6
● Primes	16
● Récompense symbolique	3
● Politiques de recrutement	42
● Conditions de travail attractives pour les étudiant.e.s	1
● Création d'un master en hydrogène	5
● Développement de pôle de compétences en interne et recours à l'académie en externe	4
● Embauche de consultants	1
● Identification des talents par alternance/maîtrise/thèse	6
● Le recrutement des étudiant.e.s est fait par la.le chercheur.euse.	10
● Le recrutement du personnel académique se fait sur concours	4
● Motivations intrinsèques	2
● Recrutement de personnel de gestion en CDI	1
● Recrutement de personnel de gestion sous CDD	2
● Recrutement de personnel hautement qualifié	3
● Recrutement de profils autonomes	2
● Recrutement des professeurs sur la base des cours à donner	1
● Rencontres de mise à jour des besoins en MO	5
● Structure organisationnelle	94
● Méthodes de travail en équipe	39
● Comission d'intérêts	2

● Cycles en V	1
● Horaire flexible	5
● Projet	24
● SCRUM (agile)	2
● Transversal	15
● Organisation hierarchique	33
● Horizontale	16
● Matricielle : animateur d'équipe/directeur	13
● Verticale	9
● Perception de la recherche	31
● Capacités de gestion financière insuffisante	4
● Éloigné du besoin client	1
● Favorable à l'autonomie et à la liberté de la recherche	10
● Favorable au transfert technologique	4
● Favorable au travail en équipe/à la pluridisciplinarité	1
● Favorise l'anticipation des enjeux industrielles	4
● Favorise le secret industriel	5
● Manque de ressources (de façon globale)	6
● Orientée développement	5
● Structure organisationnelle défiant	1
● Tournée vers l'expertise	1
● Transfert de connaissances	332
● Canaux de transfert	56
● La co-entreprise est importante	5
● La consultation est importante	6
● La publication est importante	13
● Le brevet est important	9
● Le contrat de recherche est important	12
● Les conférences sont importantes	5
● Les échanges personnels sont importants	14
● Les licences sont importantes	5
● Les rendez-vous informels sont importants	6
● Tous les canaux sont importants	2
● Freins	151
● Absence d'incitatifs/milieu peu attractif	18
● Bureaucratie et charges de travail	28
● Compétiteurs	1
● Culture organisationnelle	2

● Distance (cognitive, culturelle, etc.)	7
● Équipement	1
● Financement	13
● Gestion de la propriété intellectuelle et des enjeux de confidentialité	10
● Gestion de risque	5
● Gestion du personnel	19
● Gouvernance	14
● Lobbies	2
● Motivation personnel	3
● Politiques publiques	8
● Relatifs à la nature de l'organisation	3
● Relatifs à la technologie	19
● Relatifs au domaine/champs d'expertise	15
● Ressources internes	20
● Temporalité	15
● Visibilité	1
● Leviers	151
● Acceptabilité sociale	2
● Bilinguisme (anglais)	4
● Canal de communication avec les pouvoirs publics	6
● Culture organisationnelle	3
● Efforts de communication	18
● Équipement	3
● Être orienté vers l'industrie	23
● Être orienté vers la recherche	1
● Financement	25
● Gouvernance	2
● Institutions	15
● Leadership et qualités managériales	4
● Liberté académique	13
● Personnel/Structure dédié(e) au transfert (technologique, connaissances, compétences)	39
● Pluridisciplinarité	6
● Stratégie de gestion de la PI	2
● Taille de l'équipe	2
● Temporalité	1
● Travail collaboratif	7
● Workshops/Brainstorming avec l'industrie	11
● Aspect transformatif	56

● Adapté aux marchés émergents	1
● Contexte spécifique	4
● Équipement de test/prototypage	8
● Géocentré	3
● Infrastructure	10
● Matériaux niche	7
● Mobilité	4
● Orienté spécifiquement vers l'hydrogène	1
● Pluridisciplinarité	6
● Processus innovant	12
● Prospection	7
● Rationalisation du coût	3
● Stockage	2
● Structure organisationnelle dédiée au transfert/ facilite le transfert	7
● Mandat de l'organisation	31
● Performance (proxy des capacités de production de connaissances)	131
● Émission de brevet	34
● Moyenne d'années d'expertise	35
● Produits/technologies en développement	27
● Ratio de chercheur.euse.s	31
● Taille de l'organisation	37
● Le rôle de la géographie	187
● Avantages de la localisation	40
● Abondance de fournisseurs/supports etc.	7
● Attractif	2
● Contexte spécifique	4
● L'échelle de proximité est nationale	3
● Marge de diversification	1
● Région dynamique (subventionnaire)	16
● Région petite et efficace	3
● Tradition industrielle	5
● Zone d'innovation	8
● Avantages de la proximité géographique	13
● Accès aux pôles de connaissances	4
● Accès privilégié/facilité auprès des élus	2
● Est nécessaire à l'activité	1
● Favorise les rendez-vous informels	1
● Favoriser l'obtention de financements	1

● Limiter la fuite de connaissances	1
● Qualité du transfert de connaissances	3
● Géographie des acteurs	38
● Modes de transfert à privilégier au stade de R&D	44
● Aire de bureau commune	8
● Courriel	11
● Rendez-vous physique	33
● Téléphone	5
● Visio-conférence	27
● Perception du rôle de la géographie	43
● La localisation est un avantage	22
● La localisation n'est pas un avantage	18
● Neutre	6
● Prémisses de la répartition des activités de recherche	37
● Accès à des actifs stratégiques	2
● Économique	4
● Historique	3
● Institutionnelle	14
● Localité	1
● Non définie	6
● Politique	5
● Symbiose entre ressources et industrie	9
● Le rôle du gouvernement	155
● Créer des objectifs à long-terme et une stabilité pour encourager l'engagement dans les collaborations en matière de connaissances	7
● Définir des incitations à la collaboration	17
● Degré/Nature de l'implication	28
● Autoritaire	3
● Conservateur	8
● Investi	8
● Structurel	14
● Désigner des rôles qui évitent que certains partenaires ne deviennent des "émetteur de connaissances uniquement"	0
● Établir des structures optimales pour financer, coordonner et faciliter les activités de TC en fonction des résultats souhaités	20
● Fournir une vision commune au monde universitaire et à l'industrie	5
● Perception de l'intervention gouvernementale	31
● Bureaucrate	5
● Court-terme	8

● Insuffisante	4
● Néfaste	3
● Non investi	2
● Non-informée/Mal informée	6
● Satisfait	5
● Rechercher des "fournisseurs de connaissances" efficaces	3
● Solutions que les décideur.euse.s devraient envisager	70
● Actualiser le cadre réglementaire au regard des nouvelles technologiques	7
● Consulter la recherche avant d'attribuer des budgets	3
● Développer des grappes	3
● Discriminer sur les émissions	4
● Faire preuve de transparence	3
● Favoriser le développement d'intermédiaire (entre la recherche et l'industrie)	3
● Instaurer un climat de confiance	10
● Laxer le cadre réglementaire	15
● Mettre en oeuvre davantage d'incitatifs économiques	23
● Offrir une vision fédératrice	11
● Pousser le maillage industriel	8
● Redoter la recherche d'un système administratif décent	3
● Se dissocier d'un fonctionnement par lobby	7
● Transition énergétique	97
● État des connaissances/de la technologie	9
● Appliquée	5
● Fondamental	4
● Formes de l'impact	46
● Accélération de la gestion des projets	5
● Conscientisation	7
● CSR	3
● Financements	18
● Gestion du changement et innovation	5
● Incitation à la création de start-up	3
● Incitation au partage d'information	1
● Incitations aux mégaprojets	1
● Législation	1
● Politique	6
● Priorisation	2
● Production de connaissances	1
● Raison d'être	3

• La crise climatique a un impact	31
• Non	2
• Oui	17
• Oui, mais l'impact est insuffisant	12
• Perception de la solution hydrogène	8
• Rôle de l'organisation vis à vis de la transition énergétique	30