

ÉTUDES DES MÉCANISMES ET DES STRATÉGIES
POUR FAVORISER LE DÉVELOPPEMENT DE LA
PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DES TECHNOLOGIES
VERTES POUR LES STARTUPS AU CANADA

par

Lara GHANEM

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
COMME EXIGENCE PARTIELLE À L'OBTENTION DE LA MAÎTRISE
AVEC MÉMOIRE EN GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT

M. Sc. A.

MONTRÉAL, LE 28 MAI 2025

ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC



Lara Ghanem, 2025



Cette licence [Creative Commons](#) signifie qu'il est permis de diffuser, d'imprimer ou de sauvegarder sur un autre support une partie ou la totalité de cette œuvre à condition de mentionner l'auteur, que ces utilisations soient faites à des fins non commerciales et que le contenu de l'œuvre n'ait pas été modifié.

PRÉSENTATION DU JURY
CE RAPPORT DE MÉMOIRE A ÉTÉ ÉVALUÉ
PAR UN JURY COMPOSÉ DE :

M. Romain Rampa, directeur de mémoire
Département de génie des systèmes à l'École de technologie supérieure

M. Mickaël Gardoni, président du jury
Département de génie des systèmes à l'École de technologie supérieure

Mme Rim Larbi, membre du jury
Département de génie des systèmes à l'École de technologie supérieure

Mme Ludmila Striukova, examinateur externe
Skema Business School

IL A FAIT L'OBJET D'UNE SOUTENANCE DEVANT JURY ET PUBLIC

LE 7 MAI 2025

À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer toute ma gratitude aux professeurs Ludmila Striukova et Romain Rampa pour leur expertise, mais surtout pour leur accompagnement constant tout au long de ce projet. Grâce à leurs suivis réguliers, je n'ai jamais eu le sentiment d'être seule dans ce parcours. Leur rigueur intellectuelle m'a poussée à approfondir chaque questionnement avec curiosité et exigence. Leur patience a été précieuse, surtout sachant que la propriété intellectuelle n'était pas mon domaine initial, mais un sujet que j'ai choisi d'explorer et qui me passionne aujourd'hui. Je leur suis profondément reconnaissante de m'avoir soutenue et encouragée à poursuivre sur cette voie jusqu'au doctorat, que je suis impatiente de débuter l'année prochaine.

Je souhaite également adresser mes sincères remerciements aux développeurs de Skema Montréal, qui m'ont apporté bien plus qu'un soutien technique en intelligence artificielle ou en logiciel. Leur écoute, leurs conseils avisés et leur véritable intérêt pour mon projet ont été une source précieuse de motivation et de confiance. Une mention toute spéciale à Samira, dont l'assiduité et l'implication constante dans mes avancées ont marqué une différence importante dans mon cheminement.

Études des mécanismes et des stratégies pour favoriser le développement de la propriété intellectuelle des technologies vertes pour les startups au Canada

Lara GHANEM

RÉSUMÉ

Ce mémoire se penche sur les mécanismes et stratégies visant à promouvoir le développement de la propriété intellectuelle (PI) des technologies vertes pour les startups au Canada. Dans un contexte où ces entreprises jouent un rôle clé dans la transition vers une économie plus verte, il est crucial de comprendre les défis et opportunités associés à la gestion de leur PI qui est un levier essentiel pour protéger les résultats de la recherche et stimuler l'innovation.

Cette étude adopte une méthodologie mixte, combinant des approches quantitative et qualitative. Dans un premier temps, une revue documentaire approfondie est menée afin d'analyser les dynamiques en matière d'innovation verte et les politiques gouvernementales. Par la suite, une analyse quantitative des dépôts de brevets est effectuée. Celle-ci s'appuie sur une labellisation automatisée par intelligence artificielle (IA) afin de classifier leurs impacts environnementaux, ce qui permet d'identifier les tendances technologiques et les types d'innovations émergentes dans le secteur cleantech. En parallèle, des entretiens semi-structurés sont réalisés auprès de représentants de startups cleantech canadiennes, dans le but d'explorer leurs stratégies de PI, les obstacles rencontrés et leur perception des soutiens publics, tels que les brevets verts ou les subventions.

Les résultats de cette recherche visent à identifier les meilleures pratiques en PI verte, tout en soulignant les lacunes des mécanismes existants. À terme, ce travail propose des recommandations concrètes pour renforcer l'efficacité des stratégies de PI des startups canadiennes dans le secteur des technologies propres, tout en offrant des pistes d'amélioration.

Ce mémoire contribuera à éclairer les pratiques en matière de PI verte, consolidant ainsi le rôle des startups cleantech dans la lutte pour les pratiques écoresponsables en favorisant une innovation verte.

Mots-clés : propriété intellectuelle, startups cleantech, brevets verts, technologies vertes

Studies on mechanisms and strategies to foster the development of intellectual property for green technologies in Canadian startups

Lara GHANEM

ABSTRACT

This master's thesis explores the mechanisms and strategies aimed at promoting the development of intellectual property (IP) for green technologies in Canadian startups. In a context where these companies play a key role in the transition toward a greener economy, it is crucial to understand the challenges and opportunities associated with managing their IP, an essential lever for protecting research outcomes and fostering innovation.

This study adopts a mixed-methods approach, combining both quantitative and qualitative methodologies. First, an in-depth literature review is conducted to analyze trends in green innovation and governmental policies. This is followed by a quantitative analysis of patent filings, supported by automated labeling using artificial intelligence (AI) to classify their environmental impacts. This approach allows for the identification of technological trends and emerging types of innovations in the cleantech sector. In parallel, semi-structured interviews are conducted with representatives of Canadian cleantech startups to explore their IP strategies, the obstacles they face, and their perceptions of public support mechanisms such as green patents and grants.

The results of this research aim to identify best practices in green IP while highlighting gaps in existing mechanisms. Ultimately, the master's thesis offers concrete recommendations to enhance the effectiveness of IP strategies for Canadian startups in the clean technology sector, while suggesting avenues for improvement.

This master's thesis contributes to a better understanding of green IP practices, strengthening the role of cleantech startups in supporting environmental practices and fostering green innovation.

Keywords: intellectual property, cleantech startups, green patents, green technologies

TABLE DES MATIÈRES

	Page
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 CADRE CONCEPTUEL ET REVUE DE LITTÉRATURE	3
1.1 La propriété intellectuelle	3
1.1.1 Les différents types de PI et caractéristiques	3
1.1.1.1 Les brevets	8
1.1.2 Lien entre PI et innovation.....	12
1.1.3 Rôle du gouvernement	15
1.2 Les technologies vertes et le secteur cleantech au Canada	19
1.2.1 Limites contextuelles	20
1.2.2 Technologies vertes et PI	22
1.2.3 Startups cleantech et écosystème canadien.....	23
1.2.3.1 Les incubateurs et accélérateurs.....	25
1.2.3.2 Les ressources cleantech	28
1.2.4 Le paradoxe de l'innovation verte	32
1.3 Les brevets verts pour mesurer l'éco-innovation.....	34
1.3.1 Les bases de données de brevets	36
1.4 Stratégies de PI pour les startups	40
1.5 Défis et opportunités dans la gestion de la PI verte	42
1.5.1 Coûts élevés des brevets et complexité de la procédure	42
1.5.2 Difficultés d'accès au financement	43
1.5.3 La diffusion des technologies vertes	44
1.5.4 L'absence d'une base de données canadienne sur les brevets verts et ses impacts	44
1.6 Synthèse de la revue et formulation de la problématique	45
CHAPITRE 2 ANALYSES DES BREVETS VERTS PUBLIÉS AU CANADA.....	49
2.1 Approche méthodologique.....	47
2.1.1 Sélection de la base de données	49
2.1.2 Extraction et exploration initiale des brevets verts	53
2.1.3 L'importance de dépasser les évidences	55
2.1.4 Identification des catégories d'impacts.....	57
2.1.5 Labellisation automatisée par IA	62
2.1.5.1 Processus de classification par IA.....	62
2.1.5.2 Résultats	66
2.1.5.3 Test d'audit de classification	87
2.2 Impact des technologies	89
2.2.1.1 Tendances observées.....	89
2.3 Limites de la catégorisation	92
2.3.1 Limites de la base de données.....	92
2.3.2 Limites de la labellisation automatisée	93

2.3.3	L'IA comme outil en environnement.....	94
CHAPITRE 3	ETUDE DES STRATÉGIES DE PI POUR LES STARTUPS CANADIENNES CLEANTECH	101
3.1	Entretiens semi-structurés	97
3.1.1	Méthodologie	97
3.1.2	Attentes des entretiens	99
3.2	Analyse des données collectées	103
3.2.1	Observations transversales	104
3.2.2	Barrières d'entrée en cleantech	106
3.2.3	Financement	108
3.2.4	Comportements et réalités des startups cleantech	110
3.2.5	Stratégies de PI adoptées : étude de cas et exemples pratiques	113
3.2.6	Obstacles rencontrés par les startups dans la gestion de la PI	116
3.2.7	Évaluation des politiques gouvernementales et de leur impact	118
3.3	Limites et biais potentiels de la recherche	121
CHAPITRE 4	DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS.....	129
4.1	Synthèse des résultats	123
4.2	Meilleures pratiques pour la gestion de la PI verte	128
4.3	Implications pour les décideurs publics	131
CONCLUSION	142
ANNEXE I	LISTES CIBLÉES DES CODES IPC	145
ANNEXE II	BASE DE DONNÉES DES BREVETS VERTS CANADIENS	149
ANNEXE III	PROMPT	151
ANNEXE IV	SCRIPT PYTHON	155
ANNEXE V	GUIDE D'ENTRETIEN	157
LISTE DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	161

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1.1	Les modèles d'ouverture de la PI et leurs licences associées
Tableau 1.2	Forces et faiblesses des systèmes de PI
Tableau 1.3	Applications de brevets verts accélérés émis et non émis par année au Canada
Tableau 2.1	Catégories et sous-catégories IPC verts des brevets.....
Tableau 2.2	Catégories et sous-catégories d'impacts selon le CSGT
Tableau 2.3	Classification selon la taxonomie verte de l'UE
Tableau 2.4	Nombre de brevets par sous-catégorie de qualité de l'environnement.....
Tableau 2.5	Nombre de brevets par sous-catégorie d'Utilisation des ressources
Tableau 2.6	Nombre de brevets par sous-catégorie.....
Tableau 2.7	Nombre de brevets par sous-catégorie de qualité de Santé et vie
Tableau 2.8	Nombre de brevets par sous-catégorie de Sécurité écologique
Tableau 3.1	Catégories d'impacts des startups interrogées.....

LISTE DES FIGURES

	Page	
Figure 1.1	Graphique des pourcentages d'applications de brevets verts accélérés émis et non émis par année au Canada	38
Figure 2.1	Capture d'écran des options de téléchargement sur Patentscope	54
Figure 2.2	Diagramme des catégories et sous-catégories d'impacts	61
Figure 2.3	Capture d'écran d'un extrait du tableau de la classification d'impact sur la qualité de l'environnement	67
Figure 2.4	Graphique du nombre de brevets par sous-catégorie de qualité de l'environnement.....	68
Figure 2.5	Graphique du nombre de brevets par sous-catégorie d'Utilisation des ressources.....	72
Figure 2.6	Graphique du nombre de brevets par sous-catégorie.....	75
Figure 2.7	Graphique du nombre de brevets par sous-catégorie de Santé et vie	78
Figure 2.8	Nuage de mots des descriptions de brevets classés Autres dans santé et vie	80
Figure 2.9	Graphique du nombre de brevets par sous-catégorie de Sécurité écologique.....	82
Figure 2.10	Nuage de mots des descriptions de brevets classés Autres dans Sécurité écologique.....	84
Figure 2.11	Graphique du pourcentage de brevets par catégorie d'impacts	85
Figure 2.12	Graphique du nombre de brevets par sous-catégories d'impacts	86
Figure 3.1	Graphique du nombre de startups interrogées par catégorie d'impact	104

LISTE DES ALGORITHMES

	Page
Algorithme 2.1 Ouput au format JSON	65
Algorithme 2.2 Extrait de du code Python sur la définition des catégories et sous-catégories.....	65
Algorithme 2.3 Extrait du code Python sur la correspondance de mots-clés	65
Algorithme 2.4 Extrait du code Python sur le NLP	66

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

ACET	Accélérateur de création d'entreprises technologiques
AECG	Accord Économique et Commercial Global
BY	Attribution
CC	Creative Commons
CC0	Creative Commons Zero
CNRC	Conseil national de recherches du Canada
CPC	Cooperative Patent Classification
CRIBIQ	Consortium de recherche et innovations en bioprocédés industriels au Québec
CSGT	Système de classification des technologies vertes
DHS	Do No Significant Harm
EPO	Office européen des brevets
FRQ	Fonds de recherche du Québec
GCII	Global Cleantech Innovation Index
GPT-4	Generative Pre-trained Transformer 4
IA	Intelligence artificielle
IPC	International Patent Classification
JPO	Japanese Patent Office
LLM	Modèle de langage de grande taille
NC	Non Commerciale
NDA	Accords de non-divulgation
NLP	Traitemet du langage naturel
NPP	Détenteurs de brevets non-praticiens

OECD	Economic Co-operation and Development
OPIC	Office de la propriété intellectuelle du Canada
PARI	Programme d'aide à la recherche industrielle
PCT	Traité de coopération en matière de brevets
PI	Propriété intellectuelle
PME	Petites et moyennes entreprises
R&D	Recherche et développement
SA	Share-Alike (sous même licence)
UE	Union européenne
USPTO	United States Patent and Trademark Office
WIPO	World Intellectual Property Organization

INTRODUCTION

La transition vers une économie verte constitue un enjeu fondamental dans la lutte contre les changements climatiques (Ishak et al., 2017). Alors que les objectifs internationaux en matière de transition écologique deviennent de plus en plus pressants, l'innovation technologique joue un rôle déterminant dans la transformation des secteurs industriels vers des pratiques plus écoresponsables. Dans ce contexte, les technologies propres ou cleantech apparaissent comme des catalyseurs d'un changement structurel. Le Canada, riche en ressources naturelles et doté d'un fort potentiel d'innovation, cherche à positionner ses startups cleantech comme des acteurs clés de cette transition. Toutefois, le succès de ces entreprises repose en grande partie sur leur capacité à protéger et valoriser leurs innovations.

Au cœur de cette dynamique, les startups du secteur des technologies vertes jouent un rôle crucial en développant des solutions qui réduisent les impacts environnementaux. Cependant, pour maximiser leur portée et assurer leur pérennité, ces entreprises doivent surmonter des défis complexes liés à la protection et à la gestion de leurs innovations. Dans ce contexte, la propriété intellectuelle (PI) se présente comme un levier stratégique essentiel, à la fois pour sécuriser les résultats de la recherche et développement (R&D), attirer des investissements, et stimuler l'innovation.

La PI ne se limite pas à protéger des inventions ; elle est également un outil de valorisation économique et un moteur de collaborations stratégiques (Vimalnath et al., 2022 b). Les brevets, les secrets commerciaux, et les alliances technologiques permettent non seulement de préserver un avantage concurrentiel, mais aussi d'ouvrir des opportunités pour des partenariats et une diffusion élargie des technologies (Hall & Helmers, 2013). Pourtant, de nombreuses startups cleantech au Canada rencontrent des difficultés pour élaborer et mettre en œuvre des stratégies de PI efficaces, en raison des coûts élevés, des complexités juridiques, et d'un manque d'expertise en gestion de la PI.

De plus, bien que des mécanismes gouvernementaux, tels que les demandes accélérées de brevets verts et les subventions, existent pour soutenir l'innovation verte, leur impact réel sur

les startups demeure sous-étudié. Comment ces jeunes entreprises adoptent-elles des stratégies de PI vertes ? Quels défis rencontrent-elles et quelles solutions peuvent être envisagées pour les surmonter ? Ce mémoire explore ces questions en analysant les mécanismes actuels et en proposant des recommandations pour optimiser la gestion de la PI dans le secteur cleantech au Canada.

Pour ce faire, une double approche méthodologique a été adoptée. Le chapitre 2 s'appuie sur une analyse quantitative d'une base de données de brevets verts publiés au Canada entre 2015 et 2024. Une labellisation automatisée par intelligence artificielle (IA) a permis de classer les brevets selon leur impact environnemental, révélant notamment une dominance des catégories liées à l'énergie et à la gestion des ressources, ainsi qu'un manque de visibilité des innovations en sciences de la vie. Le chapitre 3, quant à lui, repose sur une analyse qualitative d'entretiens semi-structurés menés auprès de fondateurs de startups, d'experts en PI et de représentants d'incubateurs. Ces échanges ont permis de mettre en lumière l'écart entre les discours institutionnels sur la PI et la réalité vécue sur le terrain, notamment en ce qui concerne le financement, la stratégie, et l'accès aux ressources.

Enfin, le chapitre 4 propose une discussion croisée des résultats empiriques, suivie de recommandations concrètes à destination des startups et des décideurs publics pour renforcer l'écosystème d'innovation verte au Canada.

Ainsi, ce travail ambitionne de contribuer à la consolidation des écosystèmes d'innovation verte, en outillant les startups cleantech et les acteurs institutionnels face aux défis spécifiques de la PI dans un contexte de transition écologique.

CHAPITRE 1

CADRE CONCEPTUEL ET REVUE DE LITTERATURE

Cette section théorique clarifie le contexte dans lequel s'inscrit cette étude en définissant les concepts liés à la PI, en mettant en lumière ses différents aspects. Elle vise également à établir le lien entre la PI et l'innovation, tout en explorant son rôle avec le développement et la diffusion des technologies vertes.

1.1 La propriété intellectuelle

La PI désigne un ensemble de droits légaux qui protègent les créations de l'esprit. Au Canada les PI qui sont protégées par la loi sont les brevets d'inventions, les droits d'auteur sur les œuvres littéraires, artistiques, musicales, dramatiques, et les logiciels, les marques de commerce, les dessins industriels, les topographies de circuits imprimés, les obtentions végétales (Gouvernement du Canada, 2024).

Son objectif principal est de protéger les créateurs en leur garantissant des droits exclusifs sur leurs œuvres, tout en promouvant la diffusion des connaissances et des technologies ce qui permet de stimuler l'innovation.

1.1.1 Les différents types de PI et caractéristiques

Il existe plusieurs catégories de modèles de PI, qui se distinguent principalement par leurs types de licences et leurs approches en matière de partage et d'utilisation des innovations (Vimalnath et al., 2022 b).

Tableau 1.1 Les modèles d'ouverture de la PI et leurs licences associées
Adapté de Vimalnath et al., (2022 b, p.3)

Type de modèle d'ouverture de PI	Description	Types de licences associées
Niveau d'ouverture ↓	Modèle de PI fermé : Bien privé	• Licences exclusives • Pas de licence (protection totale) • Utilisation des secrets commerciaux
	Modèles de PI semi-ouverts: Bien club	• Licences limitées ou sélectives (par exemple : consortiums ou clubs industriels) • Licences avec clauses restrictives (ex. : durée ou domaine d'application)
	Modèles de PI semi-ouverts: Bien commun	• Licences de pools de brevets • Licences Creative Commons non commerciales (par exemple CC-BY-NC) • Engagements de brevets (Patent Pledges)
	Modèle de PI totalement ouvert: Bien public	• Licences libres (Open Source, comme Apache, MIT, ou GPL) • Licences sans redevances • Déclaration d'abandon volontaire (ex. : CC0 ou "no patent pledge")

Le tableau 1.1 décrit les différents modèles d'ouverture de PI et les types de licences qui leur sont associés. Il explore trois grands types de modèles, du plus fermé au plus ouvert, en précisant comment la PI est gérée et les mécanismes de partage ou de restriction qui s'y rapportent.

Dans le modèle fermé, la PI est strictement protégée, et son accès est totalement interdit aux tiers. Les entreprises recourent à des brevets exclusifs ou à des secrets commerciaux pour empêcher toute utilisation ou divulgation de leurs inventions vertes. Ce modèle est typique des entreprises qui souhaitent garder un contrôle total sur leurs innovations pour maximiser leurs avantages compétitifs. Les licences associées incluent les licences exclusives, où un seul détenteur bénéficie des droits d'utilisation, ou encore l'absence de licence, pour une protection absolue.

Les modèles de PI semi-ouverts se situent entre la protection totale et le partage complet et se divisent en deux catégories : le bien club et le bien commun.

Dans le bien club, les droits de PI sont partagés avec un groupe restreint d'entités, comme les membres d'un consortium ou d'un partenariat industriel. Ces accords incluent souvent des licences limitées ou des clauses restrictives qui définissent précisément les conditions d'utilisation (Vimalnath et al., 2022 a).

Alors que le modèle du droit commun permet un partage plus large de la PI, mais toujours sous certaines conditions, comme via des pools de brevets où plusieurs entreprises regroupent leurs brevets pour un usage mutuel (Vimalnath et al., 2022 b), ou des licences comme Creative Commons (CC), qui autorisent une utilisation non commerciale (Creative Commons, n.d.).

CC est un système de licences permettant aux auteurs de partager leurs œuvres tout en fixant des conditions spécifiques. Il y a plusieurs types de licences CC, La licence CC-BY-NC qui est la plus souvent utilisée en bien commun, est une licence qui signifie attribution (BY) Non Commerciale (NC). Les utilisateurs de l'œuvre doivent créditer l'auteur d'origine. Cela inclut généralement le nom de l'auteur, un lien vers l'œuvre originale, et une mention de la licence et l'œuvre ne peut pas être utilisée à des fins commerciales. Cela signifie qu'elle ne peut pas générer de revenus directs ou indirects. Cette licence peut inclure une clause permettant la modification. Pour illustrer, une étude publiée sous une licence CC-BY-NC peut être téléchargé et partagé mais ne peut être vendu ou utilisé dans des activités commerciales. Si la licence NC est trop restrictive il existe d'autres licences CC, comme CC-BY (pas de restriction commerciale) ou CC-BY-SA, partage sous même licence SA (Share-Alike) qui signifie que si l'œuvre est modifiée, transformée ou une œuvre est dérivée d'elle ; cette nouvelle version doit être publiée sous la même licence ou une licence compatible (Creative Commons, n.d.). Ces modèles favorisent une collaboration contrôlée tout en protégeant les intérêts économiques des parties impliquées.

Dans le cas du modèle de PI totalement ouvert, la PI est rendue accessible à tous sans aucune restriction. Les entreprises choisissent volontairement de partager leurs inventions et leurs droits pour favoriser l'innovation et les impacts sociaux positifs. Ce modèle repose sur des

licences libres, telles que celles utilisées dans le domaine des logiciels open source qui autorisent l'utilisation, la modification et la redistribution sans contrepartie financière comme la licence Apache qui permet la distribution du code source, même dans des logiciels propriétaires. Certaines entreprises optent également pour un abandon volontaire des droits de PI, comme les licences Creative Commons Zero (CC0), où l'invention est placée directement dans le domaine public ce qui permet aux auteurs et créateurs de renoncer totalement à leurs droits sur une œuvre et donc que toute personne peut utiliser, modifier, distribuer et même commercialiser l'œuvre sans aucune restriction et sans obligation d'attribution (Creative Commons, n.d.).

Ces différents modèles et types de licences reflètent les priorités stratégiques des entreprises, allant de la protection de leurs innovations à leur mise à disposition pour l'intérêt général. Le choix du modèle dépend souvent des objectifs commerciaux, de la nature des partenaires, et de la volonté de contribuer à des enjeux globaux.

Il en résulte trois principaux types de stratégies de protection de la PI que les entreprises peuvent adopter : défensive, collaborative et impromptue (Grimaldi et al., 2021). Ainsi, les entreprises ont le choix entre des modèles de stratégies défensives ou collaboratives, ou encore l'absence de stratégie formelle, qualifiée de stratégie impromptue. Ces choix dépendent des objectifs de l'entreprise, mais aussi de sa taille, de ses ressources dédiées à la PI et de son expérience en la matière.

Parmi ces stratégies, les firmes peuvent opter pour des mécanismes de protection législatifs ou non statutaires, tels que le secret commercial et d'autres approches. Les stratégies législatives, comme le brevetage, obligent les entreprises à divulguer leur savoir, ce qui explique l'attrait de certaines stratégies non statutaires offrant des avantages concurrentiels (Gallié & Legros, 2012).

Stratégies non statutaires :

- Le secret commercial
- La complexité du produit ou procédé de manufacture
- Le délai de production

Stratégies législatives les plus courantes :

- Le brevetage
- Le dépôt du modèle
- Le dépôt de la marque
- Le droit d'auteur

La question du brevetage versus le secret commercial est l'une des plus étudiées dans la littérature scientifique (Gallié & Legros, 2012). Une fois encore, le choix de la stratégie de protection de la PI dépend de variables spécifiques à chaque entreprise, telles que sa structure organisationnelle, ses ressources et sa culture interne. Un exemple emblématique est celui de The Coca-Cola Company, qui a choisi de protéger la formule de sa boisson en tant que secret commercial plutôt qu'en déposant un brevet. Cette stratégie lui a permis de conserver indéfiniment la confidentialité de la recette, évitant ainsi la divulgation publique obligatoire en cas de brevet (Zvulony, 2010). Toutefois, cette approche comporte aussi des limites : bien que la recette exacte soit protégée, plusieurs entreprises ont pu développer des boissons similaires sans enfreindre directement les droits de Coca-Cola, illustrant ainsi les risques de l'imitation légale lorsque la protection repose uniquement sur le secret.

Concernant le secret commercial, le facteur confiance joue un rôle déterminant. Les entreprises bénéficiant d'une main-d'œuvre stable et loyale ont tendance à privilégier cette approche, tandis que celles connaissant un fort taux de rotation des employés s'appuient davantage sur des protections législatives comme le brevetage (Gallié & Legros, 2012). Par ailleurs, l'ingénierie inversée et la découverte indépendante ne contreviennent pas au secret commercial. Ainsi, si une innovation n'est pas protégée par des droits législatifs, elle peut malgré tout être exploitable par d'autres firmes (Halt et al., 2017).

Idéalement, une combinaison de plusieurs stratégies permet d'optimiser la protection des innovations.

1.1.1.1 Les brevets

Un brevet est un droit de PI accordé par un gouvernement qui confère à son titulaire le droit exclusif d'exploiter une invention pour une période déterminée (WIPO, 2020). Contrairement à un droit de dessin industriel, qui protège uniquement l'apparence esthétique d'un produit, un brevet protège une invention technique qui apporte une solution nouvelle à un problème donné.

Historiquement, le système des brevets a été conçu pour encourager l'innovation en offrant aux inventeurs un moyen de protéger leurs investissements en R&D. Cependant, il ne se limite pas à une fonction d'exclusion des concurrents ; il joue également un rôle fondamental dans la coordination et la diffusion des connaissances technologiques (Cohendet & Pénin, 2011).

Pour être brevetable, une invention doit répondre à trois critères fondamentaux (WIPO, 2020) :

- Nouveauté : L'invention ne doit pas avoir été divulguée ou exploitée avant la demande de brevet. Elle doit représenter une avancée par rapport à l'état de la technique.
- Utilité : L'invention doit avoir une application pratique et présenter un attrait économique. Elle doit être monnayable et offrir une valeur ajoutée.
- Non-évidence : L'invention ne doit pas être évidente pour une personne du domaine concerné. Elle ne doit pas simplement résulter d'une combinaison de connaissances techniques existantes.

La durée de protection d'un brevet varie selon la législation en vigueur dans chaque pays. Au Canada, un brevet est accordé pour une durée maximale de 20 ans à partir de la date de dépôt (WIPO, 2020).

Les principales informations d'un brevet canadien, qui pourront être utilisées dans cette étude pour identifier les brevets, sont les suivantes (Office de la propriété intellectuelle du Canada, 2024) :

- Numéro de brevet
- Numéro d'application
- Titre
- Statut (en cours, accordé, délivré, refusé, expiré)
- Inventeur(s)

- Titulaire
- Date de dépôt
- Date de délivrance
- L'abrégé de l'invention

Il est important de noter que l'inventeur et le titulaire ne sont pas nécessairement la même entité. L'inventeur désigne la ou les personnes ayant contribué à la création de l'invention, tandis que le titulaire (individu ou entité) détient les droits de PI sur celle-ci (Tamimi et al., 2020).

D'autres informations peuvent être associées à un brevet, comme les détails relatifs à la licence applicable, son appartenance éventuelle au domaine public ou sa participation au Traité de coopération en matière de brevets (PCT). Le PCT est un traité international permet aux inventeurs de déposer une seule demande de brevet pour plusieurs pays, ce qui peut simplifier le processus de protection de l'invention à l'échelle mondiale (Office, 2022).

Le coût total d'un brevet au Canada dépend de plusieurs facteurs, notamment le type d'entité déposante, les étapes de la procédure et les taxes annuelles de maintien. Tout d'abord, les frais varient en fonction de la taille de l'entité : les grandes entreprises paient les tarifs standards, tandis que les petites entités (PME, inventeurs indépendants, certaines organisations à but non lucratif) bénéficient d'une réduction d'environ 50 % sur plusieurs frais. Ensuite, la procédure de brevet comprend plusieurs étapes, chacune entraînant des coûts spécifiques. Le dépôt de la demande entraîne des frais initiaux, suivis des frais d'examen, qui couvrent l'évaluation par un examinateur spécialisé. Une fois la demande acceptée, des frais d'émission sont requis pour l'octroi du brevet. Une fois délivré, le brevet doit être maintenu chaque année par le paiement de taxes annuelles croissantes, allant de 624 \$ à 2 500 \$ CAD pour les grandes entreprises et de 312 \$ à 1 250 \$ CAD pour les petites entités, sur une période de 20 ans (Office de la propriété intellectuelle du Canada, 2024). D'autres éléments influencent également les coûts. Un brevet plus complexe, contenant un grand nombre de revendications ou de dessins techniques, peut nécessiter des honoraires plus élevés pour les agents de brevets et entraîner des frais supplémentaires pour d'éventuelles modifications. De plus, les entreprises qui souhaitent protéger leur innovation à l'international doivent envisager le PCT, ce qui ajoute des coûts de traduction et de dépôt

dans plusieurs juridictions. D'autres frais peuvent s'appliquer, comme ceux liés au réexamen d'un brevet, aux prorogations de délais en cas de retard de paiement ou aux traductions obligatoires si le brevet est déposé dans plusieurs langues pour une reconnaissance internationale.

Bien que le Canada offre un cadre relativement abordable pour la protection des brevets, notamment en comparaison avec les États-Unis, où les coûts de demande sont en moyenne 2,25 fois plus élevés (IPSIDE, s.d.), ces dépenses peuvent rapidement s'accumuler et constituer une barrière financière, en particulier pour les jeunes entreprises. Il est donc crucial d'anticiper ces coûts dès le début du processus, afin d'éviter des obstacles financiers imprévus.

Les brevets remplissent plusieurs fonctions essentielles dans une économie fondée sur la connaissance. Ils permettent la protection des investissements en R&D en empêchant la copie immédiate des innovations, ils assurent aux inventeurs un retour sur investissement, l'encouragement à l'innovation en garantissant un droit exclusif temporaire, ils incitent les entreprises à investir dans le développement de nouvelles technologies et la diffusion des connaissances car contrairement au secret industriel, un brevet exige la divulgation des détails techniques, ce qui permet à d'autres chercheurs et entreprises d'accéder à ces informations et de les utiliser une fois le brevet expiré (Cohendet & Pénin, 2011).

Les brevets présentent de nombreux avantages. Ils favorisent la création de marchés pour la technologie en facilitant le transfert de technologies à travers des licences et permettent l'émergence de nouveaux modèles économiques. De plus, ils encouragent la collaboration en servant de signal de compétence et en facilitant les partenariats entre entreprises et centres de recherche. Enfin, ils stimulent l'innovation en offrant un cadre sécurisé où les entreprises peuvent investir dans le développement technologique sans crainte d'appropriation immédiate par des concurrents (Cohendet & Pénin, 2011).

Cependant, les brevets ont aussi des inconvénients. En conférant un droit exclusif d'exploitation sur une invention, ils établissent un monopole temporaire pour leur détenteur. Ce monopole peut limiter la concurrence en empêchant d'autres acteurs d'utiliser, de produire

ou de commercialiser l'invention brevetée sans autorisation, ce qui peut entraîner une augmentation des prix et une réduction de l'accès aux technologies pour les consommateurs. Par exemple, dans l'industrie pharmaceutique, les brevets permettent aux entreprises de fixer des prix élevés pour les médicaments protégés, rendant certains traitements inaccessibles à une partie de la population (Baker, 2012). Ils peuvent ainsi générer un effet monopolistique, donnant à leur titulaire un droit exclusif qui peut freiner la concurrence et augmenter les coûts pour les consommateurs. Dans certains secteurs comme l'électronique et les logiciels, les brevets sont souvent utilisés de manière défensive, ce qui conduit à des guerres de brevets et complique le développement technologique (Grindley & Teece, 1997). De plus, la fragmentation excessive des brevets peut ralentir l'innovation en rendant difficile la mise en œuvre de nouvelles technologies et en freinant leur adoption.

Traditionnellement, les brevets étaient perçus comme un instrument destiné à offrir une protection juridique aux innovateurs en leur garantissant un monopole temporaire sur leurs inventions. Cette approche visait principalement à compenser les coûts de la R&D et à inciter les entreprises à investir dans l'innovation (Arrow, 1962). Toutefois, cette vision classique a progressivement évolué, notamment à la lumière des recherches récentes sur le rôle des brevets dans l'économie de la connaissance.

Aujourd'hui, les brevets sont considérés comme des instruments stratégiques qui vont bien au-delà de leur fonction d'exclusion. Ils jouent un rôle essentiel dans la coordination entre les acteurs de l'innovation en facilitant l'échange de technologies, en servant de signaux pour attirer des investisseurs ou des partenaires et en permettant la structuration des collaborations en R&D (Pénin, 2005). En particulier, dans les industries où l'innovation est cumulative et collaborative, les brevets sont devenus des outils de gestion des interactions entre entreprises, laboratoires de recherche et autres acteurs du savoir (Barbieri, Marzucchi, & Rizzo, 2020).

Les brevets permettent également aux entreprises de structurer des accords de licences croisées, ce qui est particulièrement pertinent dans les secteurs technologiques complexes comme les semi-conducteurs et les biotechnologies (Hall & Ziedonis, 2001). De plus, ils facilitent la création de marchés de la technologie, où des entreprises spécialisées dans la

recherche et le développement vendent leurs innovations sous forme de licences, sans nécessairement se lancer dans la production (Arora & Fosfuri, 2000).

Néanmoins, l'efficacité des brevets pour protéger les inventions et empêcher les copies est de plus en plus remise en question. Bien que les brevets confèrent un droit exclusif d'exploitation à leur détenteur, leur capacité à stimuler l'innovation est sujette à débat. En effet, le système actuel des brevets peut parfois freiner l'innovation, notamment lorsque celle-ci est cumulative, c'est-à-dire que les inventions reposent les unes sur les autres. Dans ce contexte, un innovateur de seconde génération doit attendre l'expiration du brevet de première génération ou obtenir une licence, ce qui réduit l'incitation à développer de nouvelles innovations (Stevenson, 2018). De plus, la complexité croissante des produits et l'augmentation du nombre de brevets délivrés ont conduit à des comportements stratégiques de demandes de brevets, qui peuvent entraver la concurrence et l'innovation. Le rôle stratégique des brevets engendre parfois des comportements opportunistes. Par exemple, l'utilisation défensive des brevets pour bloquer l'entrée de nouveaux concurrents ou les stratégies d'exploitation du système pour intenter des poursuites sans intention de produire, sont des aspects controversés du système de brevets moderne (Pénin, 2012). Par conséquent, bien que les brevets restent un outil clé pour promouvoir l'innovation, leur gestion nécessite une régulation adaptée afin d'éviter des effets néfastes sur la concurrence et la diffusion des technologies.

1.1.2 Lien entre PI et innovation

La PI joue un rôle clé dans le développement et la diffusion des technologies en fournissant des mécanismes de protection et en favorisant l'innovation. La PI est liée à la part de marché qu'une compagnie peut acquérir et maintenir, notamment dans des économies basées sur la connaissance et l'innovation (Atun et al., 2007). Un portefeuille de PI solide devient ainsi un actif stratégique, permettant à une entreprise de sécuriser sa position et d'attirer des investissements substantiels dans la R&D. Les brevets, en particulier, permettent aux entreprises de protéger leurs inventions tout en attirant des investissements pour la R&D. Dans un marché compétitif, les brevets jouent un rôle central en protégeant les actifs intellectuels, ce qui favorise non seulement la différenciation des produits, mais aussi la

stabilité et la croissance économique des entreprises. En sécurisant leurs actifs intellectuels, les entreprises peuvent établir un avantage compétitif dans des marchés axés sur la connaissance. Sans protection de la PI, les concurrents pourraient copier les innovations sans assumer les coûts de R&D, ce qui découragerait l'innovation.

Une large proportion de la part de marché d'une compagnie est directement influencée par ses actifs intellectuels. Les brevets, en particulier, servent de barrière à l'entrée pour les concurrents, créant une exclusivité temporaire qui maximise les opportunités de revenus. Cela est d'autant plus pertinent dans les secteurs technologiques où l'information et l'innovation jouent un rôle prédominant.

Cependant, l'impact économique des droits de PI reste ambivalent. D'un côté, ils permettent aux entreprises de capturer des parts de marché significatives en protégeant leurs innovations. De l'autre, leur influence sur la diffusion du savoir et sur l'économie au sens large peut varier en fonction des stratégies adoptées (Gold et al., 2017). Par exemple, les entreprises bien établies, qui jouissent d'une position stable sur le marché, sont plus enclines à partager leur PI, particulièrement lorsqu'il s'agit de technologies vertes. Ce partage peut être motivé par des objectifs stratégiques ou éthiques, notamment dans les cas où les brevets verts concernent des solutions environnementales ou des procédés propres. Alors que la PI encourage l'innovation en offrant un monopole temporaire, elle peut également limiter la diffusion des technologies si une stratégie de partage n'est pas adoptée (Hall & Helmers, 2013).

Les systèmes de PI encouragent la divulgation des idées et des innovations grâce à des mécanismes comme les demandes de brevet. En rendant les détails techniques publics, la PI favorise la diffusion des connaissances, ce qui peut inspirer de nouvelles innovations. Cette divulgation publique crée un équilibre entre la protection des droits des inventeurs et l'avancement des connaissances collectives.

La collaboration et le transfert de technologie est aussi possible via des accords de licence, où le propriétaire autorise d'autres à utiliser l'innovation en échange de redevances ou de frais, ce qui accélère l'adoption des nouvelles technologies. Par exemple, les entreprises et les universités accordent souvent des licences pour leurs droits de PI à des startups, stimulant

ainsi l'entrepreneuriat. Dans certains secteurs, les technologies brevetées sont regroupées pour créer des normes comme souvent en télécommunication. Cela garantit la compatibilité et encourage une adoption à grande échelle, au bénéfice des innovateurs et des consommateurs.

D'autre part les PI peuvent aussi être mises en accès libre comme initiative de partage et diffusion du savoir. Tel que Tesla, qui a mis ses brevets en accès libre pour favoriser l'innovation dans le secteur des technologies propres, cela illustre l'importance de trouver un équilibre entre protection et partage des connaissances (Musk, 2014).

À l'inverse, une protection trop forte de la PI peut parfois constituer un obstacle à l'entrée sur le marché, en particulier pour les petites entreprises ou dans le cas des forêts de brevets qui désignent des ensembles de brevets détenus par une ou plusieurs entreprises, ce qui peut créer des obstacles à l'entrée de nouveaux acteurs sur le marché. Un autre obstacle que peuvent rencontrer les innovateurs désirant déposer un brevet émerge lorsque des détenteurs de brevets n'ont aucune intention de les commercialiser. Il s'agit du parasitisme des brevets, ou patent trolling, qui consiste souvent en une pratique où une grande entreprise — le troll des brevets — acquiert des brevets non pas pour les exploiter dans des produits ou services, mais dans le but d'intenter des poursuites judiciaires contre d'autres entreprises. Ces trolls des brevets cherchent principalement à obtenir des compensations financières sous forme de licences forcées ou de dommages-intérêts, en menaçant ou en engageant des actions en justice contre des entreprises innovantes. Le troll achète des brevets souvent vagues ou peu spécifiques, parfois auprès d'entreprises en faillite. Il surveille également les entreprises qui développent des technologies similaires ou utilisent des concepts proches de ses brevets. Cette tactique abusive peut représenter une réelle barrière à l'entrée, surtout pour les jeunes entreprises (Cayton, 2020). Malheureusement, l'infrastructure actuelle des brevets répond davantage aux besoins individuels qu'à la diffusion du savoir. La menace exercée par les détenteurs de brevets à travers l'imposition de licences indésirables peut empêcher une technologie d'atteindre le marché, par crainte de répercussions juridiques.

Il est difficile de mesurer empiriquement l'impact des droits de PI sur l'économie, car leur influence est bidirectionnelle, complexe et résulte de causes variées (Gold et al., 2017).

D'une part, les droits de PI favorisent l'innovation en protégeant les investissements en R&D, incitant ainsi les entreprises et les chercheurs à créer de nouvelles technologies et à améliorer les procédés existants. Cela peut stimuler la croissance économique en encourageant la compétitivité et en attirant des investissements. D'autre part, ces droits peuvent également freiner la diffusion des innovations en limitant l'accès aux nouvelles technologies et en créant des monopoles, ce qui peut ralentir le progrès dans certains secteurs (Atun et al., 2007). De plus, leur impact varie selon les industries, les contextes économiques et les politiques nationales, rendant leur évaluation encore plus complexe. L'effet des droits de PI sur l'économie ne suit pas une tendance unique, mais résulte d'un équilibre délicat entre incitation à l'innovation et accessibilité aux connaissances.

Ainsi, l'efficacité de la PI pour promouvoir les innovations dépend de la manière dont le système de PI est conçu et appliqué dans différents contextes et industries (Henkel, 2006). Trouver un équilibre entre la protection des créateurs et l'accès équitable aux connaissances est essentiel pour favoriser l'innovation.

1.1.3 Rôle du gouvernement

Le gouvernement agit comme un régulateur afin que la PI contribue au développement économique et au progrès technologique tout en respectant l'intérêt des créateurs et entreprises il peut aussi jouer un rôle en encourageant les startups à innover à travers des financements ciblés. Chaque gouvernement est en charge de l'établissement de loi et règlements de PI et des modalités d'enregistrement ainsi que la lutte contre les violations, de la création d'organismes pour administrer et appliquer les droits de PI tels que les offices de brevets et de marques et de la participation aux accords internationaux. De plus, le gouvernement promeut l'innovation à travers la PI en encourageant la recherche, le transfert de technologie et la collaboration entre le secteur public et privé.

Les gouvernements jouent un rôle déterminant dans la dynamique entre PI et marché en soutenant les entreprises en démarrage et les startups par des financements ciblés et des politiques favorisant l'innovation. Cette intervention peut aider les petites entreprises à

acquérir des parts de marché malgré leur position initiale de faiblesse, contribuant ainsi à un écosystème d'innovation plus inclusif.

Le cadre législatif joue un rôle déterminant dans la manière dont la PI est perçue, utilisée et protégée. Cependant, les règles et procédures varient considérablement d'un pays à l'autre, influençant la rapidité d'octroi des droits, leur portée et leur coût.

Aux États-Unis, la réglementation en matière de PI est particulièrement dynamique et adaptable. Un représentant politique peut directement intervenir dans l'évolution des lois sur la PI, permettant une réaction rapide aux avancées technologiques. Cela a été particulièrement visible récemment avec l'intelligence artificielle (IA), où des ajustements législatifs ont été rapidement discutés pour encadrer les inventions issues de l'IA. Le United States Patent and Trademark Office (USPTO) est en charge de l'octroi des brevets et des marques, et les États-Unis offrent la possibilité de protéger des modèles d'affaires, ce qui n'est pas le cas dans l'Union européenne. Toutefois, cette flexibilité a un coût : les procédures de dépôt et de maintien des brevets aux États-Unis figurent parmi les plus onéreuses au monde, ce qui peut être un frein pour les petites entreprises et les startups.

Au Japon, c'est le Japanese Patent Office (JPO) qui gère les dépôts de brevets et autres droits de PI. Le Japon est reconnu pour son efficacité administrative en matière de brevets, avec des délais souvent plus courts que dans l'Union européenne. Le système japonais met également l'accent sur la qualité des brevets accordés, en exigeant des critères stricts de nouveauté et d'applicabilité industrielle. De plus, le Japon investit fortement dans la PI liée aux technologies avancées, notamment dans les secteurs de la robotique, de l'électronique et des énergies renouvelables.

En Union européenne (UE), la gestion de la PI est plus complexe en raison de la structure multi-étatique. Contrairement aux États-Unis ou au Japon, il n'existe pas de brevet unique couvrant automatiquement tous les pays de l'UE. Une demande de brevet via l'Office européen des brevets (OEB) doit spécifier dans quels pays la protection est requise, ce qui augmente les coûts et rallonge les délais. Le Brevet unitaire européen, qui vise à simplifier cette procédure, est en cours de mise en place mais ne couvre pas encore l'ensemble des

États membres. En outre, l'UE interdit le dépôt de brevets sur les modèles d'affaires, contrairement aux États-Unis et à la Chine. Cette restriction limite la capacité des entreprises européennes à protéger certaines innovations stratégiques. En conséquence, l'UE est en retard en matière de dépôts de PI par rapport aux autres grandes puissances économiques, notamment en ce qui concerne les nouvelles technologies et l'IA (Atun et al., 2007).

Le Canada adopte une approche intermédiaire entre le modèle américain et le modèle européen. La gestion des brevets, des marques et des droits d'auteur est assurée par l'Office de la propriété intellectuelle du Canada (OPIC). Contrairement aux États-Unis, le Canada ne permet pas le brevetage des modèles d'affaires, se rapprochant ainsi des pratiques européennes.

Un des défis majeurs du système canadien est la durée du processus d'examen, qui peut prendre plusieurs années, bien que des mesures aient été mises en place pour accélérer le traitement des demandes stratégiques, notamment dans les technologies vertes. Par ailleurs, le Canada a récemment adopté des réformes visant à harmoniser ses pratiques avec les standards internationaux, notamment en adhérant à des accords comme le PCT (Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle, 1970) et l'Accord économique et commercial global (AECG) avec l'UE (Union européenne & Canada, 2017).

D'une part, le gouvernement canadien met à disposition un éventail de ressources et de services visant à accompagner les innovateurs et les entreprises dans leurs démarches. Ces outils comprennent des programmes de sensibilisation, des subventions, des guides pratiques et des services de consultation offerts par des organismes tels que l'OPIC.

De l'autre, malgré ces initiatives favorisant l'accessibilité, les démarches associées à la PI restent exigeantes. Les frais d'enregistrement, d'examen et de maintien des droits, combinés aux coûts juridiques liés à la rédaction et à la protection des brevets, peuvent représenter une charge financière significative, en particulier pour les petites entreprises et les inventeurs indépendants. De plus, le caractère laborieux des procédures, incluant les délais de traitement

et la complexité des exigences administratives, constitue un obstacle qui peut décourager certains innovateurs.

Tableau 1.2 Forces et faiblesses des systèmes de PI

Région	Avantages	Inconvénients
États-Unis	Réactivité aux évolutions technologiques, protection des modèles d'affaires	Procédures très coûteuses
Japon	Rapidité et qualité des brevets, forte spécialisation technologique	Moins d'influence sur les standards mondiaux
UE	Système structuré et rigoureux, protection forte dans les pays sélectionnés	Procédures longues et coûteuses, absence de brevet unitaire effectif
Canada	Harmonisation avec les standards internationaux, soutien aux brevets verts	Délais de traitement longs, absence de protection pour les modèles d'affaires

Ainsi, bien que le cadre canadien de la PI offre un soutien notable et présente certains avantages par rapport à d'autres systèmes, il demeure confronté à des barrières financières et procédurales. De plus, la durée de traitement, souvent longue et variable, peut constituer un frein à l'innovation. Ces défis soulignent la nécessité de réformes ou d'un soutien accru, afin de favoriser une meilleure exploitation du système de PI, en particulier pour les acteurs disposant de ressources limitées.

1.2 Les technologies vertes et le secteur cleantech au Canada

L'OPIC définit une technologie verte comme étant “une technologie qui aiderait à remédier à des problèmes environnementaux ou à en atténuer les conséquences” (Office, 2024). C'est la définition utilisée au Canada pour répertorier les brevets correspondants à des technologies vertes en tant que brevets verts. Cette définition assez vaste permet d'inclure toutes les catégories d'impacts environnementaux et laisse place à des technologies de domaines très variés. Ainsi les brevets qualifiés de verts sont tous les brevets correspondants à ces technologies. Les termes vert et propre sont souvent utilisés de manière interchangeable dans la littérature pour désigner les technologies vertes.

1.2.1 Limites contextuelles

La définition de technologie verte utiliser pour catégoriser les brevets ne précise pas à quel point une technologie doit être efficace pour être considérée comme verte. La définition implique qu'une technologie verte est celle qui aide à résoudre un problème environnemental, mais elle ne précise pas si cette aide est directe ou indirecte. Une technologie d'efficacité énergétique peut être considérée comme verte, mais si elle favorise la consommation de ressources ailleurs, son impact net peut être contestable. C'est un effet rebond (Germain, 2023). Certaines innovations peuvent présenter des compromis environnementaux ; une solution qui réduit la pollution de l'air peut générer une pollution de l'eau ou des déchets électroniques non recyclables. La définition ne précise pas comment gérer ces compromis.

Une technologie peut atténuer certains impacts environnementaux tout en créant de nouveaux, parfois inattendus. Par exemple, les véhicules électriques réduisent considérablement les émissions de gaz à effet de serre liées à l'utilisation de carburants fossiles, mais leur production implique une extraction intensive de métaux rares, comme le lithium et le cobalt, qui entraîne des dégradations environnementales et des enjeux sociaux (Bernard, 2018). De même, l'énergie solaire et éolienne permettent de diminuer la dépendance aux énergies fossiles, mais la fabrication des technologies et leur fin de vie posent des défis en matière de gestion des déchets et de recyclage des matériaux. L'entièreté de l'évaluation du cycle de vie n'est pas prise en considération. Une technologie peut sembler verte à une étape de son cycle de vie, mais générer des impacts négatifs à d'autres phases (extraction des matières premières, fabrication, transport, utilisation, fin de vie). L'absence d'une approche cycle de vie dans la définition peut conduire à des classements erronés. Ce phénomène, connu sous le nom de transfert de pollution, souligne l'importance d'une évaluation globale du cycle de vie des technologies afin de mesurer leur impact environnemental net et d'éviter de déplacer la pollution plutôt que de la réduire réellement (Suh & Yang, 2017).

Il existe également un enjeu de comparaison entre le degré de transformation des solutions proposées. Cette question divise deux approches en matière de lutte contre les problèmes

environnementaux : d'un côté, ceux qui prônent le remplacement total des technologies polluantes par des alternatives radicalement plus écologiques ; de l'autre, ceux qui privilégient l'amélioration progressive des technologies existantes afin d'en réduire les impacts négatifs. Le remplacement favorise l'innovation de rupture, qui introduit des changements profonds et disruptifs, tandis que l'amélioration s'inscrit dans une logique d'innovation incrémentale, apportant des ajustements progressifs aux systèmes en place. Ainsi une technologie qui réduit de 5 % la consommation d'énergie dans une industrie polluante pourrait-elle être considérée comme verte au même titre qu'une technologie qui remplace complètement cette industrie par une alternative propre ? La définition ne permet pas de faire cette distinction (Vie Publique, 2020).

De plus, Certaines technologies peuvent être considérées comme vertes dans un contexte donné, mais pas dans un autre. Par exemple, l'énergie hydroélectrique est perçue comme une alternative propre aux combustibles fossiles, mais elle peut entraîner des impacts négatifs sur la biodiversité et les populations locales (Les technologies vertes, 2014).

Cette définition ne prend pas non plus en considération les impacts économiques et sociaux. Bien qu'ils soient difficiles à évaluer et qu'ils pèsent moins dans l'analyse environnementale, ils restent des facteurs conséquents à prendre en compte. L'adoption d'une technologie verte dépend souvent de son coût, de sa disponibilité et de son acceptabilité sociale. Une technologie peut être écologiquement bénéfique mais économiquement non viable, ou socialement inacceptable, par exemple les éoliennes contestées pour leur impact visuel ou sonore (Les nouvelles technologies, 2020) ou encore les insectes comme source de protéine.

Voici les principales limites identifiées jusqu'à présent dans la classification des technologies vertes en matière de PI :

- Absence de critères de performance environnementale
- Évaluation subjective de la finalité
- Omission des effets secondaires négatifs
- Manque de prise en compte du cycle de vie
- Non-distinction entre innovation radicale et amélioration marginale
- Neutralité contextuelle

- Absence de critères économiques et sociaux

Cette définition a donc l'avantage d'être large et inclusive, mais elle manque de précision pour établir des critères d'évaluation objectifs. Une définition plus rigoureuse devrait inclure des critères quantifiables, une approche cycle de vie et une prise en compte des compromis environnementaux.

Il convient de préciser que, dans le cadre de cette étude, la notion de « durable » ne sera pas utilisée pour décrire les technologies et brevets verts. Le critère de durabilité n'est pas un facteur quantifiable dans la définition d'une technologie verte, car ce terme implique une continuité dans le temps, c'est-à-dire une capacité à être maintenu indéfiniment, ce qui contredit la réalité des ressources finies (Meadows et al., 1972). Même si l'on interprète la durabilité comme l'extension de la durée de vie d'un secteur, ce critère n'est pas systématiquement pris en compte dans la description des technologies considérées vertes. En d'autres termes, déterminer de manière objective si une technologie peut perdurer et rester maintenable relève souvent de considérations qualitatives plutôt que quantitatives. Par conséquent, les bases de données étudiées se limiteront à qualifier de « technologies vertes » celles qui apportent une amélioration mesurable du point de vue environnemental.

1.2.2 Technologies vertes et PI

Le Canada, pour sa part, encourage activement l'obtention de brevets pour les technologies vertes en proposant des examens accélérés pour les brevets ayant un impact environnemental positif (Government of Canada, 2021). Les initiatives gouvernementales, provinciales et fédérales seront explorées par la suite pour mesurer leur efficacité quant au soutien des startups pour développer et protéger leurs technologies.

Bien que la PI soit un outil indispensable pour stimuler l'innovation et attirer des investissements dans les technologies vertes, son impact dépend largement des stratégies de gestion et des cadres législatifs adoptés. Les firmes sont plus susceptibles de donner accès à leur technologie si elle est verte et moins en ligne avec leur modèle d'affaire. La plupart des brevets verts semblent être reliés au nettoyage environnemental ou aux procédés propres

mais pas nécessairement à des solutions pour réduire les effets du réchauffement climatique (Hall & Helmers, 2013).

Le partage de connaissances permet de faciliter la diffusion du savoir et encourager l'innovation. Dans le contexte environnemental actuel, innover avec des technologies ayant un impact écologique positif est crucial. Ainsi, les alliances se forment entre des acteurs de l'innovation pour créer des stratégies de partage. Par exemple, l'initiative Eco-Patent Commons permet aux entreprises de partager volontairement des brevets verts pour accélérer la transition écologique. De telles approches sont essentielles dans un contexte où les défis climatiques exigent une collaboration accrue et une diffusion rapide des solutions technologiques. Les stratégies de PI semi-ouvertes, qui combinent licences non exclusives et collaboration interentreprises, se révèlent particulièrement efficaces pour promouvoir l'innovation verte tout en maintenant des revenus pour les détenteurs de brevets (Vimalnath et al., 2022 b). Ces modèles favorisent une transition écologique rapide en équilibrant les intérêts commerciaux et environnementaux.

1.2.3 Startups cleantech et écosystème canadien

Dans le contexte de cette étude, le terme startup désigne les jeunes entreprises du secteur technologique caractérisées par une structure en démarrage, un niveau élevé d'incertitude, un modèle économique évolutif et une ambition de forte croissance (Blank, s.d.). Contrairement aux petites et moyennes entreprises (PME), qui présentent généralement un risque plus faible et un modèle économique plus stable, les startups adoptent une approche plus dynamique et expérimentale pour se développer rapidement.

Les startups jouent un rôle clé dans l'innovation en développant et en diffusant de nouvelles idées, technologies et modèles économiques. Contrairement aux grandes entreprises, elles disposent d'une structure plus légère et agile, leur permettant d'expérimenter et d'innover rapidement. De plus, la prise de risque inhérente aux startups leur confère une capacité unique à introduire des innovations de rupture. Là où une grande entreprise pourrait hésiter à investir dans une idée radicalement nouvelle en raison des coûts et des risques associés, une startup peut adopter une approche plus flexible et itérative, notamment grâce à des méthodes

comme le lean startup, qui permet de tester la réception d'un produit sur le marché tout en minimisant l'investissement initial (Edison et al., 2018).

Historiquement, les startups ont souvent été le point de départ de nouveaux marchés grâce à leurs idées novatrices (PBFI, 2021). Elles contribuent à transformer des secteurs entiers en apportant des solutions audacieuses aux défis contemporains, qu'il s'agisse de la transition énergétique, de la gestion des ressources ou de l'amélioration de la qualité de vie. Leur capacité à explorer de nouveaux domaines et à proposer des alternatives disruptives leur donne un avantage stratégique dans la création de valeur.

Dans ce contexte, cette étude se penchera sur les stratégies de PI des startups, car elles constituent un levier essentiel pour l'innovation verte et le déploiement des technologies émergentes. Une gestion efficace de la PI permet aux startups de protéger leurs inventions, de renforcer leur position sur le marché et de favoriser la diffusion de technologies écologiques, contribuant ainsi à un développement économique plus durable.

Le terme cleantech qui se traduit littéralement par technologies propre est utilisé pour qualifier le secteur industriel des technologies vertes. Le secteur canadien cleantech est en pleine expansion, avec de nombreuses startups innovantes qui se distinguent sur la scène internationale. L'indice Global Cleantech Innovation Index (GCII) permet d'identifier les pays ayant le plus grand nombre de startups capables de développer des innovations dans le domaine des technologies vertes au cours des dix prochaines années (Global Cleantech Innovation Index, n.d.), selon cet indice le Canada a été classé 2^e en 2024, ce qui témoigne de son dynamisme en matière de technologies vertes et du potentiel de ses startups cleantech à innover (Action, n.d.). De plus, en 2024, treize entreprises canadiennes ont été nommées dans le "Global Cleantech 100", une liste prestigieuse des entreprises les plus prometteuses en technologies propres à travers le monde (Foresight Canada, 2024). Cette reconnaissance souligne la capacité du Canada à favoriser l'innovation et à soutenir la croissance des entreprises en cleantech.

Des clusters régionaux, tels que celui de Waterloo, jouent un rôle crucial dans cette dynamique. La région de Waterloo est reconnue comme un pôle de premier plan en technologies propres, avec des entreprises qui font progresser des domaines tels que la fabrication et procédé propre, les bâtiments écologiques et le transport vert (Waterloo EDC, s.d.).

Le gouvernement canadien a mis en place plusieurs initiatives pour encourager le développement et l'adoption des technologies propres. Depuis 2017, plus de 2,3 milliards de dollars ont été investis pour soutenir l'innovation, la commercialisation et l'adoption des technologies propres, créant ainsi un écosystème diversifié de programmes et de services axés sur les résultats pour aider les entrepreneurs et les partisans de technologies propres les plus prometteurs du Canada (Innovation, Sciences et Développement économique Canada, s.d.).

De plus, le Canada participe activement à des initiatives internationales telles que Mission Innovation, qui vise à accélérer l'innovation en matière d'énergie propre et à fournir des solutions pour lutter contre les changements climatiques (Ressources naturelles Canada, s.d.).

1.2.3.1 Les incubateurs et accélérateurs

Les incubateurs et accélérateurs jouent un rôle essentiel dans le soutien aux jeunes entreprises innovantes au Canada, en particulier dans le secteur des technologies vertes.

Les incubateurs se concentrent généralement sur les premières étapes de la création d'entreprise, fournissant un soutien en matière de développement de l'entrepreneur, de structuration de l'entreprise et de stratégie de commercialisation. Par exemple, l'Accélérateur de création d'entreprises technologiques (ACET) propose un accompagnement personnalisé aux entrepreneurs technologiques, incluant des services tels que le développement de l'entrepreneur, le démarrage de l'entreprise et la commercialisation (ACET, 2024).

Les accélérateurs, quant à eux, offrent des programmes intensifs et de courte durée destinée aux entreprises ayant déjà validé leur concept et cherchant à accélérer leur croissance. Ils

mettent l'accent sur le mentorat, l'accès au financement et la préparation à la commercialisation. Par exemple, Cycle Momentum est un accélérateur spécialisé en technologies propres qui réunit entrepreneurs, entreprises, investisseurs et innovateurs pour identifier et développer des technologies de pointe visant à lutter contre la crise climatique (Cycle Momentum, 2024).

Ces structures offrent un accompagnement personnalisé, des ressources spécialisées et un réseau de contacts indispensables pour aider les jeunes entreprises à surmonter les défis liés au développement et à la commercialisation de solutions innovantes. Le gouvernement fédéral reconnaît cette importance et a récemment annoncé un financement pour 13 incubateurs et accélérateurs au Québec, visant à soutenir le développement de jeunes entreprises innovantes dans la province (Développement économique Canada pour les régions du Québec, 2024).

Parmi ces initiatives, LE CAMP, un incubateur basé à Québec, a reçu un financement de 1,2 million de dollars sur quatre ans pour soutenir les startups technologiques et favoriser l'innovation dans la région (LE CAMP, 2024).

Les universités canadiennes disposent également de leurs propres ressources d'incubation pour encourager les étudiants à concrétiser leurs idées et développer leurs concepts innovants. Par exemple, Centech soutient les entrepreneurs issus de l'ÉTS, Propolys accompagne ceux de Polytechnique Montréal, tandis que le Dobson Center de l'Université McGill a été reconnu parmi les dix meilleurs incubateurs d'Amérique du Nord en 2024 selon le Prix Galien USA, une récompense soulignant l'innovation et en l'entrepreneuriat. (McGill University, 2024).

Il y a également des incubateurs spécialisés en cleantech, comme 2 Degrés, qui se spécialise dans l'accompagnement des entreprises cleantech québécoises (Accueil - 2 Degrés, 2024). Les startups en cleantech font face à des défis particuliers qui nécessitent un soutien spécialisé. Par exemple, le développement de technologies propres implique souvent des cycles de R&D plus longs et plus coûteux que dans d'autres secteurs. Ces entreprises doivent également naviguer à travers des cadres réglementaires stricts, obtenir des certifications spécifiques et prouver l'impact environnemental positif de leurs solutions avant de pouvoir

accéder aux marchés. Un incubateur dédié offre alors un mentorat spécialisé, des partenariats avec des experts en réglementation et des opportunités de réseautage avec des investisseurs alignés sur les objectifs de durabilité.

Des collaborations entre différents acteurs de l'écosystème entrepreneurial ont également vu le jour pour renforcer le soutien aux startups en technologies propres. Par exemple, en juin 2024, 2 Degrés, Cycle Momentum et IVÉO ont lancé un consortium d'incubation et d'accélération en technologies propres. Ce partenariat vise à stimuler la création de startups innovantes, à accélérer la commercialisation de leurs solutions et à générer des retombées environnementales et économiques significatives pour l'ensemble du Québec (Cycle Momentum, 2024).

Ces initiatives démontrent l'engagement du Canada à soutenir les technologies vertes et à créer un environnement propice à l'innovation verte. Les incubateurs et accélérateurs jouent un rôle central dans l'écosystème entrepreneurial en fournissant aux startups les outils, les ressources et le réseau nécessaires pour réussir et contribuer à la transition vers une économie plus verte.

Les incubateurs jouent un rôle clé dans l'accompagnement des startups en leur offrant des ressources et des conseils pour naviguer dans le domaine complexe de la PI. Ils mettent souvent à disposition des experts, des formations et des partenariats avec des cabinets spécialisés pour aider les entrepreneurs à mieux comprendre les enjeux du brevetage, des marques déposées et du secret industriel. Cependant, malgré cet encadrement, les démarches restent techniquement complexes, longues et coûteuses, ce qui freine de nombreuses startups dans leur volonté de protéger leurs innovations (Innovation, Sciences et Développement économique Canada, 2018).

Le dépôt d'un brevet, par exemple, implique non seulement des frais élevés, mais aussi un processus qui peut durer plusieurs années avant d'aboutir. De plus, l'obtention d'une protection internationale – essentielle pour les startups visant un marché global – amplifie ces difficultés en raison des coûts multipliés et des exigences juridiques variées selon les pays. Même avec l'aide des incubateurs, bon nombre d'entrepreneurs hésitent à entreprendre ces démarches, par manque de moyens financiers, de temps ou de connaissances approfondies.

Le manque de financement dédié à la protection intellectuelle, couplé à la difficulté d'accès aux services spécialisés, empêche plusieurs startups de sécuriser leurs innovations avant leur mise sur le marché (Bureau du vérificateur général du Canada, 2023). Cette situation les expose à des risques importants, notamment la perte de leur avantage concurrentiel si leurs innovations ne sont pas protégées.

Dans ce contexte, il devient essentiel de mieux comprendre les obstacles spécifiques à la gestion de la PI rencontrés par les startups cleantech au Canada, ainsi que les stratégies qu'elles développent pour contourner ces freins. En effet, ces jeunes entreprises évoluent dans un environnement à la fois concurrentiel et incertain, où la rapidité d'innovation est cruciale, mais où les moyens pour protéger cette innovation restent limités. Les contraintes budgétaires, le manque d'expertise juridique interne, et l'absence de politiques de PI structurées freinent leur capacité à sécuriser leurs technologies à un stade précoce. Pourtant, la manière dont ces startups choisissent – ou non – de protéger leurs innovations a un impact direct sur leur capacité à lever des fonds, à nouer des partenariats technologiques et à pérenniser leur modèle d'affaires (Vimalnath et al., 2022 b). Analyser les stratégies réellement mises en œuvre sur le terrain permet d'alimenter la réflexion sur les leviers à activer pour mieux soutenir l'innovation verte à travers une gestion de la PI adaptée à la réalité entrepreneuriale canadienne.

1.2.3.2 Les ressources cleantech

Au Canada, plusieurs programmes et initiatives soutiennent le développement des technologies propres, qu'il s'agisse de la protection de la PI ou du financement des startups en cleantech.

Voici les principaux outils et programmes facilitant l'accès à la PI et aux brevets verts :

- Eco-Patent Commons :

C'est une initiative collaborative où les entreprises déposent volontairement des brevets liés aux technologies propres dans le domaine public, permettant ainsi à d'autres innovateurs de les utiliser gratuitement (World Business Council for Sustainable Development [WBCSD], 2021). L'objectif est d'accélérer la diffusion

des innovations vertes et de favoriser le développement technologique en réduisant les barrières de PI.

- Traité de Coopération en matière de Brevets (PCT) :

Le PCT est un traité international qui facilite le dépôt de brevets dans plusieurs pays simultanément. Il permet aux inventeurs canadiens de soumettre une demande unique qui couvre plus de 150 pays, leur laissant plus de temps pour évaluer les marchés et obtenir des fonds avant d'engager des dépenses pour des dépôts nationaux (Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle [OMPI], 2023).

- Accord Économique et Commercial Global (AECG) :

L'AECG est un accord de libre-échange entre le Canada et l'Union européenne qui inclut des dispositions sur la PI. Il harmonise et renforce la protection des brevets pour les entreprises canadiennes souhaitant exporter des technologies propres vers l'UE, simplifiant ainsi les démarches administratives et réduisant certains coûts (Gouvernement du Canada, 2022).

- Mission innovation :

C'est une collaboration internationale impliquant le Canada et d'autres pays visant à accélérer l'innovation en matière d'énergie propre. Bien qu'elle ne soit pas spécifiquement axée sur les brevets, cette initiative encourage le développement de nouvelles technologies à travers des partenariats et un soutien aux innovateurs (Mission Innovation, 2023).

- Avancement de l'examen pour les technologies vertes:

L'OPIC offre une accélération de l'examen des demandes de brevet pour les technologies vertes (Office, 2024).

Voici les principales initiatives de financement et d'accompagnement des startups en cleantech :

- Les bons d'incubation :

Ce sont des subventions permettant aux jeunes entreprises de bénéficier de services d'incubateurs ou d'accélérateurs spécialisés en technologies propres. Ces aides couvrent généralement des services de mentorat, d'accès aux infrastructures, de formation et d'accompagnement stratégique (Gouvernement du Canada, 2023).

- Programme Caisse Desjardin :

Le programme d'appui aux entreprises de la Caisse Desjardins propose du financement et de l'accompagnement pour les startups, y compris celles dans le domaine des technologies propres. Il peut inclure des prêts à taux préférentiel, du mentorat et un accès à un réseau de partenaires (Desjardins, 2023).

- Consortium de recherche et innovations en bioprocédés industriels au Québec (CRIBIQ) :

Le CRIBIQ est une organisation qui finance la recherche collaborative entre les entreprises et les institutions académiques. Dans le domaine des technologies propres, il soutient des projets liés à la bioéconomie, à la valorisation des déchets et aux procédés industriels écologiques, en offrant des subventions aux entreprises innovantes (CRIBIQ, 2024).

- Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) :

Le PARI du Conseil national de recherches du Canada (CNRC) est un programme qui aide les PME à développer des technologies innovantes, y compris dans le secteur des cleantechs. Il finance jusqu'à 80 % des salaires des chercheurs et 50 % des coûts des sous-traitants impliqués dans le développement d'un projet technologique (CNRC, 2023).

- Fonds de recherche du Québec (FRQ) :

Le FRQ finance la recherche scientifique au Québec, notamment dans les domaines des technologies propres et de la transition écologique. Il offre des subventions aux chercheurs et aux entreprises innovantes collaborant avec le milieu académique (Fonds de recherche du Québec, 2024).

- Startup Ecosystem Canada:

La plateforme Startup Ecosystem Canada recense et met en relation les startups canadiennes, y compris celles spécialisées en cleantech, avec des investisseurs, des accélérateurs et des ressources de financement (Startup Ecosystem Canada, 2024).

- Invest Canada :

Le site Invest in Canada - Cleantech est une ressource essentielle pour les entreprises et investisseurs souhaitant s'implanter dans le secteur des technologies propres au Canada. Il fournit des informations sur les incitatifs financiers, les initiatives

gouvernementales et les opportunités d’investissement dans l’écosystème cleantech canadien (Invest in Canada, 2024).

- Le Clean Growth Hub :

C’est une initiative du gouvernement du Canada qui aide les innovateurs en technologies propres à trouver du financement et des ressources adaptées à leurs projets. Ce guichet unique met en relation les entreprises avec des programmes de subventions, des incitations fiscales et des opportunités de collaboration avec des institutions gouvernementales et privées, leur site a mis au point des tableaux répertoriant les ressources de financement fédéral, gouvernemental et industriel pour les cleantech. (Government of Canada, 2023)

- Réduction d’impôt :

Le gouvernement a mis en place une mesure fiscale de réduction de moitié du taux général de l’impôt sur le revenu des sociétés et du taux applicable aux petites entreprises pour les activités de fabrication de technologies à zéro émission le taux général d'imposition des sociétés passe de 15 % à 7,5 %, et le taux applicable aux petites entreprises est réduit de 9 % à 4,5 % (Office de la propriété intellectuelle du Canada, 2024).

Cette liste non exhaustive présente les ressources le plus largement accessibles aux startups en cleantech au Canada. Il en existe d’autres, répertoriées notamment sur le site du Clean Growth Hub du gouvernement canadien (Government of Canada, 2023).

En complément, certaines ressources sont plus spécifiques. Comme mentionné dans la section précédente, les universités offrent divers soutiens à leurs chercheurs et entrepreneurs, notamment sous forme d’accompagnement en incubation, de formations, de bourses et d'accès à des infrastructures de recherche. Il y a aussi des programmes de financement ciblés selon les secteurs industriels. Par exemple, dans le domaine des eaux propres, le programme d’assainissement de l’eau de la Conservation de la Nation Sud (Events, 2013) accorde des bourses aux projets visant à améliorer la qualité de l’eau.

Ainsi, les startups cleantech canadiennes disposent d'un large éventail de ressources financières et stratégiques. Toutefois, il est essentiel d'explorer les aides spécifiques au secteur de niche du projet pour maximiser les opportunités. Malgré ces ressources, l'obtention d'un financement n'est jamais garantie, et ces aides restent souvent insuffisantes pour couvrir l'ensemble des besoins d'un projet.

Malgré les efforts déployés par le gouvernement canadien et diverses entités indépendantes pour soutenir les startups en technologies propres (cleantech) – notamment à travers des bourses, des incubateurs et des accélérateurs – le parcours entrepreneurial reste semé d'embûches. Les bourses, bien qu'essentielles pour amorcer un projet, sont hautement compétitives, rendant leur obtention difficile pour de nombreux innovateurs. Si ces initiatives offrent un appui initial, elles ne garantissent pas un accompagnement jusqu'au lancement commercial, laissant ainsi plusieurs jeunes entreprises en quête de financement et de ressources à un stade critique de leur développement. Les coûts de brevetage représentent un frein majeur, protéger une innovation nécessite un investissement considérable, tant en frais de dépôt qu'en démarches juridiques. Cette réalité limite souvent l'accès des startups aux outils de protection intellectuelle, les exposant ainsi au risque de voir leurs innovations exploitées sans retour sur investissement.

1.2.4 Le paradoxe de l'innovation verte

Le paradoxe de l'innovation verte se manifeste lorsque des technologies vertes ne sont pas largement adoptées ou mises à disposition à une échelle suffisante en raison des obstacles posés par le système des brevets (Cayton, 2020). Conçu pour protéger les inventeurs et encourager l'innovation, le monopole temporaire qu'accorde les brevets sur les inventions peut paradoxalement ralentir leur diffusion, compromettant ainsi leur potentiel d'impact environnemental.

Les détenteurs de brevets verts ont la possibilité de contrôler l'usage et la commercialisation de leurs technologies. Cependant, dans de nombreux cas, ces brevets ne sont ni exploités directement ni licenciés de manière à favoriser une adoption large. Certaines entreprises adoptent une approche protectionniste, soit en conservant leurs technologies pour des raisons

stratégiques, soit en cherchant à maximiser leurs profits en imposant des licences coûteuses, ce qui limite leur déploiement dans les marchés où elles seraient les plus bénéfiques (O'Rourke, 2000). L'affaire Paice LLC contre Toyota illustre cette problématique. Paice, propriétaire d'un brevet sur une technologie hybride, a poursuivi Toyota pour contrefaçon au lieu d'accorder une licence ouverte. Le résultat est un retard potentiel dans la commercialisation et la diffusion de véhicules hybrides à grande échelle, pourtant essentiels à la transition énergétique (Cayton, 2020).

Les détenteurs de brevets non-praticiens (NPP), qui acquièrent des brevets dans le but de générer des revenus via des poursuites judiciaires ou des licences coûteuses sans les exploiter. Ces entités, comme Intellectual Ventures, possèdent d'immenses portefeuilles de brevets dans des domaines comme les énergies renouvelables mais au lieu d'encourager l'innovation, elles dissuadent d'autres acteurs d'utiliser ces technologies, créant ainsi des obstacles à l'innovation verte à l'échelle mondiale (Baskin & Denton, 2018). Ce comportement stratégique ralentit l'adoption de solutions durables et limite la capacité des entreprises et des gouvernements à répondre efficacement au changement climatique.

Pour surmonter ce paradoxe, plusieurs pistes de réforme sont envisagées. Certains chercheurs suggèrent l'introduction d'un mécanisme d'usage équitable en droit des brevets, similaire à celui du droit d'auteur. Ce principe permettrait une utilisation secondaire des technologies vertes brevetées lorsque cela serait justifié par un intérêt public, tout en maintenant une rémunération équitable des inventeurs (Cayton, 2020). Certaines entreprises prennent aussi des initiatives pour contourner ces limitations. Par exemple, Tesla a volontairement libéré une partie de ses brevets afin de favoriser l'innovation et la concurrence dans le domaine des véhicules électriques (Musk, 2014). De même, des initiatives comme l'Eco-Patent Commons, qui encourage les entreprises à partager volontairement certains brevets liés aux technologies propres, visent à atténuer ces effets de blocage et à promouvoir une transition écologique accélérée.

Il existe aussi une tension entre le besoin d'innovation technologique et la résistance du public face au changement. L'innovation verte peut susciter des inquiétudes et résistances sociétales. Selon Wüstenhagen, Wolsink et Bürer (2007), trois niveaux d'acceptation sociale influencent l'adoption des technologies vertes :

- L'acceptation socio-politique, qui dépend du soutien des décideurs politiques et des institutions.
- L'acceptation communautaire, qui reflète les préoccupations locales, notamment liées à l'implantation de nouvelles infrastructures (ex. : éoliennes, barrages).
- L'acceptation individuelle, influencée par la perception des bénéfices et risques liés à l'innovation.

Ces résistances découlent souvent d'une peur du changement et d'un attachement aux solutions existantes, même si elles sont moins durables. Par exemple, bien que les énergies renouvelables offrent des avantages environnementaux, elles sont parfois perçues comme moins fiables ou plus coûteuses à court terme. Cette perception crée une réticence à abandonner les technologies déjà établies malgré leur impact négatif sur l'environnement (Wüstenhagen et al., 2007).

Ainsi, le paradoxe de l'innovation verte illustre une contradiction majeure : alors que les brevets sont censés stimuler l'innovation, ils peuvent aussi freiner la diffusion des technologies durables. La mise en place de solutions alternatives, telles que des licences ouvertes ou l'adaptation de l'usage équitable au droit des brevets, pourrait permettre de concilier protection de l'innovation et intérêt public. De plus, le dilemme entre innovation et acceptation sociale souligne la nécessité d'un dialogue entre scientifiques, industriels et citoyens afin de réduire la peur du changement et encourager une transition écologique. Sans une réforme appropriée, le risque persiste que des technologies cruciales restent confinées dans des portefeuilles de brevets au lieu de servir l'intérêt général.

1.3 Les brevets verts pour mesurer l'éco-innovation

L'éco-innovation ou innovation verte, définie comme l'innovation technologique visant à réduire les impacts environnementaux de manière directe ou indirecte et à améliorer l'efficacité des ressources (Kraus et al., 2020). Sa mesure est essentielle pour évaluer les progrès réalisés dans ce domaine et orienter les décisions. Parmi les différents indicateurs existants, les brevets verts sont largement utilisés comme un proxy fiable de l'éco-innovation. Ils permettent d'évaluer la production technologique liée aux innovations vertes et leur diffusion à travers les marchés internationaux (Favot et al., 2023)

Les brevets constituent une mesure directe de l'innovation, car ils reflètent la protection légale des nouvelles technologies développées par les entreprises, les institutions de recherche et les inventeurs. Dans le domaine de l'éco-innovation, les brevets verts permettent de quantifier l'effort d'innovation environnementale, le nombre de brevets déposés dans des technologies environnementales donne une indication du dynamisme des activités de R&D dans ce secteur (Lanjouw & Mody, 1996). Ils permettent aussi d'évaluer la diffusion technologique, en analysant les brevets déposés dans plusieurs juridictions il est possible de suivre la dissémination des innovations vertes et leur adoption internationale (Ghisellini et al., 2017) et de détecter les domaines technologiques les plus dynamiques en matière d'éco-innovation pour identifier les tendances sectorielles (Kemp & Pearson, 2007).

L'analyse des brevets à travers ces méthodologies permet d'obtenir des informations clés sur l'éco-innovation, notamment (Kemp & Pearson, 2007):

- Le volume des innovations vertes : Mesurer le nombre de brevets déposés dans les domaines de l'environnement permet d'estimer l'intensité de l'innovation dans un pays ou un secteur donné.
- Les acteurs majeurs de l'innovation verte : L'étude des titulaires de brevets (entreprises, universités, centres de recherche) permet d'identifier les principaux contributeurs à l'éco-innovation.
- L'évolution temporelle des technologies vertes : L'analyse des dépôts de brevets sur plusieurs années révèle les tendances émergentes et les domaines en pleine croissance.
- Les réseaux de collaboration et de transfert technologique : L'examen des co-dépôts de brevets et des citations permet d'évaluer les flux de connaissances et la diffusion des technologies vertes (Hall & Helmers, 2013).

Les brevets verts constituent un outil stratégique pour les décideurs publics et les entreprises, car ils permettent d'orienter les politiques d'innovation en identifiant les domaines technologiques prioritaires afin d'adapter les stratégies de soutien à la R&D. Ils servent également à mesurer l'impact des réglementations environnementales, en reflétant l'efficacité des incitations fiscales et des politiques en faveur de l'innovation verte. En facilitant l'identification des opportunités de collaboration entre entreprises et institutions de

recherche, les brevets encouragent les partenariats industriels et renforcent la compétitivité des entreprises en protégeant leurs innovations, ce qui favorise leur position sur le marché et attire les investisseurs (Kemp & Pearson, 2007).

1.3.1 Les bases de données de brevets

De nombreuses bases de données de brevets sont accessibles au public, chacune ayant ses spécificités. L'un des principaux critères de distinction est leur couverture géographique. Par exemple, le gouvernement du Canada dispose de sa propre base de données répertoriant les brevets déposés au Canada par l'OPIC (Canada, 2024). De même, l'Union européenne gère sa base de données à travers l'Office Européen des Brevets (EPO) via Espacenet (Espacenet - Patent Search | EPO.org, n.d.), tandis que les États-Unis utilisent la base du United States Patent and Trademark Office (USPTO). Ces bases permettent d'accéder aux brevets nationaux et internationaux selon les juridictions concernées.

Ensuite, les bases de données internationales constituent une ressource essentielle pour l'analyse des brevets. Parmi les plus importantes, on trouve Patentscope de WIPO, qui offre un accès aux brevets déposés via le PCT ainsi qu'à certaines collections nationales, notamment celles de l'USPTO et d'autres offices de PI (WIPO, 2021). D'autres bases de données sont également largement utilisées, telles que Google Patents (Google, 2019), qui permet d'accéder à une vaste collection de brevets issus de différentes juridictions, The Lens, une base de données gérée par l'organisation à but non lucratif Cambia, qui met à disposition des brevets ainsi que des liens vers la recherche scientifique et les données associées (The Lens, 2019) et Derwent Innovation, développé par l'entreprise Clarivate spécialisée dans l'analyse des données et la gestion de la PI, fournit quant à lui une analyse approfondie grâce à ses indexations avancées et ses outils d'analyse stratégique des brevets (Clarivate, 2023).

Ainsi, de nombreuses ressources sont disponibles, et le choix de la base de données dépend des critères de sélection spécifiques à chaque étude. Dans cette recherche, les principaux critères pris en considération incluent la couverture géographique, la disponibilité de filtres permettant d'identifier les technologies vertes, ainsi que la possibilité d'exporter les données sous forme de listes structurées. Ces listes devront contenir des informations pertinentes

telles que le titre du brevet, sa description, la date de publication, le déposant et d'autres métadonnées utiles.

En ce qui concerne l'OPIC, sa base de données incluait un filtre permettant d'obtenir la liste des brevets verts ayant bénéficié de la procédure de demande accélérée pour les technologies vertes. Cette base de données était encore accessible sur le site du gouvernement du Canada jusqu'à l'été 2024, mais ce filtre a depuis été supprimé (Government of Canada, 2024).

Avant son retrait, les données présentées dans le tableau 1.3 sur les demandes de brevets verts accélérées ont pu être collectées (Government of Canada, 2024).

Tableau 1.3 Applications de brevets verts accélérés émis et non émis par année au Canada

Année accordée	Applications	Brevets	total	applications %	brevets%
2011	0	24	24	0	100
2012	2	52	54	3.7	96.3
2013	3	67	70	4.3	95.7
2014	5	72	77	6.5	93.5
2015	4	56	60	6.7	93.3
2016	3	56	59	5.1	94.9
2017	0	58	58	0	100
2018	2	41	43	4.7	95.3
2019	1	41	42	2.4	97.6
2020	3	44	47	6.4	93.6
2021	3	45	48	6.2	93.8
2022	18	66	84	21.4	78.6
2023	55	27	82	67.1	32.9
2024	50	1	51	98.0	2.0
Total	149	650	799	18.6	81.4

Le tableau 1.3 présente les demandes de brevets verts accélérés. Il distingue les brevets émis, c'est-à-dire ceux qui ont été validés et accordés, des brevets non émis, qui sont encore en attente de validation. Ce tableau met ainsi en évidence le taux d'émission des brevets verts par rapport aux brevets encore en attente, année par année.

Par ailleurs, le nombre total de brevets verts ayant eu recours à la demande accélérée s'élève à 799, tandis que le nombre total de brevets octroyés au Canada depuis 1869, toutes catégories confondues, est d'environ 2,5 millions (Government of Canada, 2024). Selon BBVA Research (2024), « worldwide, green patents represent approximately 6.6% of total patent filings. » En appliquant ce ratio au nombre total de brevets canadiens, on pourrait estimer à environ 165 000 le nombre de brevets verts attendus au Canada. Toutefois, ces chiffres sont donnés à titre indicatif et ne reflètent pas une estimation exacte.

Il est important de noter que le dépôt de brevets en technologies vertes a connu une forte augmentation à partir des années 2000. Ainsi, pour obtenir une estimation plus représentative, il serait plus pertinent de considérer les brevets déposés depuis les années 1990. Même en réduisant cette estimation de 50 %, on constate que le nombre de brevets verts ayant bénéficié de la procédure accélérée reste très faible par rapport à la quantité de brevets verts attendus.

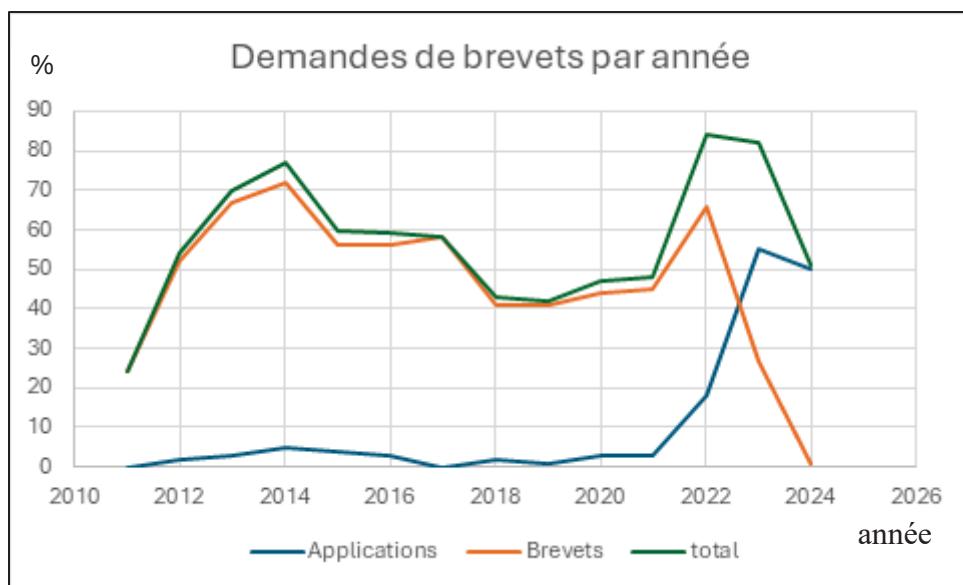


Figure 1.1 Graphique des pourcentages d'applications de brevets verts accélérés émis et non émis par année au Canada

Le graphique de la Figure 1.1 illustre l'évolution du taux de brevets émis et non émis par année jusqu'en avril 2024. Jusqu'en 2022, le pourcentage de brevets non émis reste inférieur

à 7 %, mais à partir de cette année, la tendance s'inverse, avec une augmentation du nombre de demandes en attente par rapport aux brevets accordés.

Cette inversion s'explique par le délai moyen de traitement des demandes, qui est d'environ deux ans à compter de la date de demande d'examen (IP Guide, 2024). Ce délai impacte directement la répartition annuelle entre brevets émis et non émis, particulièrement pour les demandes récentes qui n'ont pas encore atteint la phase de validation. Il est intéressant de noter que le délai de traitement moyen d'un brevet non accéléré est assez similaire à la réalité des traitements des brevets verts accélérés relevé sur le graphique Figure 1.1.

Les filtres des bases de données permettant d'identifier les technologies vertes seront examinés en détail dans le chapitre 2, lors du processus de sélection de la base de données la plus appropriée. Cette analyse approfondie vise à garantir que les critères de sélection répondent de manière optimale aux besoins spécifiques de cette étude.

L'évaluation portera notamment sur :

- La couverture géographique des brevets
- Les critères de classification des technologies vertes, en fonction des standards internationaux.
- Les fonctionnalités de filtrage avancées, permettant d'affiner la recherche selon des paramètres tels que l'année de dépôt, le type de protection, ou encore le secteur d'application.
- Les possibilités d'exportation et de traitement des données, afin de faciliter l'analyse des brevets verts.

Cette approche méthodique garantira une sélection justifiée de la base de données la plus adaptée à l'étude.

Une des limites des bases de données de brevets réside dans l'absence d'une base de données exhaustive filtrant spécifiquement les technologies vertes pour le Canada, tout en garantissant l'inclusion de l'ensemble des brevets canadiens liés à ce domaine.

Une autre contrainte majeure concerne la définition même d'une technologie verte et les divergences de critères d'une base de données à l'autre. Ces différences peuvent avoir des implications significatives sur l'identification et l'analyse des brevets. Certaines technologies ayant un impact positif sur l'environnement pourraient ne pas être classées comme vertes en raison de critères restrictifs. À l'inverse, certaines innovations pourraient apparaître dans la base de données comme des brevets verts sans pour autant avoir un impact environnemental clairement défini ou significatif.

Ces incertitudes soulignent la nécessité d'une méthodologie dans le choix des filtres et des critères de sélection afin de garantir une analyse représentative des brevets verts au Canada.

1.4 Stratégies de PI pour les startups

Dès les premières étapes, la PI peut constituer un outil fondamental pour sécuriser les innovations de base et poser les fondements d'une trajectoire technologique claire. Dans la pratique, cependant, de nombreuses jeunes entreprises adoptent une approche réactive, souvent par manque de ressources, de connaissances ou de sensibilisation. Le dépôt de brevets est l'une des pratiques les plus courantes chez les startups technologiques et permet renforcer la crédibilité d'une entreprise auprès de partenaires potentiels ou d'investisseurs (Halt et al., 2017).

Dans leur article, Grimaldi, Greco et Cricelli (2021) proposent un cadre stratégique pour la protection de la PI qui repose sur trois approches principales : la stratégie défensive, la stratégie collaborative et la stratégie impromptue. Ces stratégies reflètent différentes manières pour les entreprises, notamment les startups, de gérer et valoriser leur capital intellectuel dans des environnements ouverts et concurrentiels.

La stratégie défensive consiste à protéger ses actifs immatériels afin d'éviter les fuites de connaissances et d'ériger des barrières à l'entrée pour les concurrents. Cette approche repose sur des outils classiques comme les brevets, les secrets commerciaux ou encore les droits d'auteur, et vise à renforcer la position de l'entreprise en limitant l'imitation. Elle est souvent utilisée pour protéger une innovation clé et assurer un avantage compétitif durable.

La stratégie collaborative, en revanche, repose sur une logique d'ouverture. Elle consiste à partager ou à co-développer la PI avec d'autres organisations, que ce soient des partenaires industriels, des centres de recherche ou des universités, afin de pénétrer de nouveaux marchés, de mutualiser les ressources ou d'accélérer l'innovation. Cette approche est particulièrement adaptée aux écosystèmes d'innovation ouverte, dans lesquels la circulation des idées est essentielle à la création de valeur.

Enfin, la stratégie impromptue désigne une gestion non structurée de la PI, dans laquelle les protections sont mises en place de manière ponctuelle, sans vision stratégique claire. Ce comportement est souvent observé chez les jeunes entreprises ou les PME technologiques qui manquent de ressources ou d'expérience en gestion de la PI. Elles peuvent ainsi déposer un brevet ou sécuriser un secret commercial sans que cela ne s'inscrive dans une politique globale ou cohérente.

Parmi ces trois stratégies, la plus couramment adoptée par les startups est la stratégie impromptue. En effet, les jeunes entreprises ont souvent une approche opportuniste et réactive vis-à-vis de la PI. Cela s'explique par la pression des délais, le manque d'expertise juridique, ou encore les ressources financières limitées (Grimaldi et al. 2021). Toutefois, à mesure que la startup se développe et gagne en maturité, elle peut évoluer vers une stratégie défensive plus structurée, voire adopter une stratégie collaborative si elle s'insère dans un réseau d'innovation.

D'autre part, la stratégie non législative du secret industriel est un choix récurrent chez les startups lorsque la divulgation d'une technologie via un brevet représenterait un risque stratégique. Cela concerne souvent des procédés, des algorithmes ou des formules dont la valeur repose justement sur la confidentialité. Cette approche, bien qu'efficace, suppose une maîtrise rigoureuse de la gestion de l'information en interne, en parallèle d'une analyse de liberté d'exploitation afin de s'assurer que la technologie développée ne viole pas des droits de PI existants. Malheureusement, peu de jeunes entreprises prennent le temps de faire cet exercice, ce qui peut entraîner des litiges coûteux à long terme (Halt et al., 2017).

Certaines startups choisissent quant à elles une approche ouverte, notamment dans les secteurs liés aux logiciels ou aux technologies vertes. Elles peuvent publier leurs innovations,

adopter des licences open source ou encore partager leur PI afin de favoriser l'adoption rapide d'une technologie ou la création d'un standard industriel. Bien que cela semble à contre-courant des logiques de protection, cette stratégie peut s'avérer payante dans un écosystème où la collaboration est un facteur de succès. Dans certains cas spécifiques, notamment pour les startups bien financées ou stratégiquement positionnées, la création de « thickets » de brevets, c'est-à-dire un ensemble dense de brevets autour d'une même technologie afin de rendre plus difficile l'imitation par des concurrents (Halt et al., 2017).

Bien que la PI puisse jouer un rôle central dans la valorisation d'une entreprise, le manque de culture en PI au sein des équipes fondatrices conduit souvent les startups à négliger l'élaboration de stratégies appropriées. Ce déficit de sensibilisation, combiné au coût élevé associé aux dépôts de brevets et à la complexité des systèmes juridiques, peut dissuader les jeunes entreprises d'entamer des démarches de protection légale (Halt et al., 2017). Alors que les grandes entreprises ont généralement recours à des avocats spécialisés en PI ou à des agents de brevets pour gérer ces processus, de telles démarches, souvent coûteuses, ne sont pas perçues comme prioritaires par les startups en phase de lancement.

1.5 Défis et opportunités dans la gestion de la PI verte

La gestion de la PI pour les startups présente de nombreux défis qui peuvent freiner leur développement et leur compétitivité. Cette section examine les principaux obstacles auxquels font face les startups en matière de PI verte, ainsi que les opportunités potentielles pour surmonter ces barrières.

1.5.1 Coûts élevés des brevets et complexité de la procédure

L'un des défis majeurs pour les startups souhaitant protéger leurs innovations vertes est le coût élevé du brevetage. Le dépôt, l'examen, la délivrance et le maintien d'un brevet représentent une charge financière considérable, surtout pour les jeunes entreprises disposant de ressources limitées. Au Canada, les frais de dépôt d'un brevet peuvent aller de quelques

milliers à plusieurs dizaines de milliers de dollars, sans compter les frais de consultation d'un agent de brevets, les traductions et les coûts d'expansion internationale via le PCT.

Outre les coûts directs, la procédure de brevetage est longue et complexe, avec des délais pouvant s'étendre sur plusieurs années avant l'obtention d'une protection effective. Même dans le cas des demandes accélérées le temps d'attente est d'en moyenne deux ans pour l'examen des brevets verts (voir figure 1.1). Cette lenteur peut s'avérer problématique pour les startups qui doivent rapidement mettre sur le marché leurs innovations afin d'attirer des investisseurs et de prendre une longueur d'avance sur la concurrence. Certaines entreprises préfèrent donc opter pour le secret commercial ou les licences ouvertes afin d'éviter ces contraintes, mais ces stratégies comportent elles aussi des risques, notamment en termes de protection contre la copie et l'appropriation par des concurrents.

1.5.2 Difficultés d'accès au financement

Le financement représente un autre défi majeur pour les startups en cleantech. La protection de la PI est souvent considérée comme un facteur clé pour obtenir des investissements, car elle garantit aux investisseurs que l'entreprise possède un avantage concurrentiel et une capacité à monétiser ses innovations. Cependant, paradoxalement, le coût élevé du brevetage et le manque de ressources initiales peuvent empêcher ces entreprises de développer un portefeuille de PI solide, les plaçant dans une situation d'échec financier anticipé.

Bien que des programmes gouvernementaux existent pour soutenir l'innovation verte, ces aides sont souvent dirigées vers la R&D et restent souvent limitées en termes de couverture des coûts de brevetage. De plus, la plupart des fonds d'investissement traditionnels perçoivent les startups cleantech comme des investissements à risque élevé en raison des longs cycles de développement technologique et de commercialisation. Ainsi, de nombreuses entreprises se tournent vers des modèles de financement alternatifs, tels que le capital de risque à impact, les subventions gouvernementales et les partenariats stratégiques. En conséquence, les fonds disponibles pour la PI sont souvent très faibles ou inexistant ce qui rend les stratégies de PI plus difficiles à implémenter.

1.5.3 La diffusion des technologies vertes

Un autre obstacle important réside dans le dilemme entre la nécessité d'innover rapidement pour répondre aux enjeux environnementaux et la résistance du marché et du public face aux nouvelles technologies. Certaines innovations vertes se heurtent à des barrières d'acceptation sociale en raison de préoccupations liées à leur impact perçu, à leur coût ou à la modification des habitudes de consommation. Ce manque d'acceptation peut ralentir l'adoption des innovations et compliquer la rentabilité des brevets verts. Pour contourner cette difficulté, les startups doivent adopter une stratégie de communication efficace, mettant en avant les bénéfices écologiques et économiques de leurs solutions, tout en impliquant les parties prenantes dans le processus d'adoption de l'innovation.

À cela s'ajoute ce que Hall et Ziedonis (2001) appellent le paradoxe du brevet. Alors que les brevets sont conçus pour protéger et encourager l'innovation, ils peuvent paradoxalement entraîner une course au dépôt qui complique la gestion de la PI, notamment dans les secteurs fortement technologiques. Dans le cas des technologies vertes, ce phénomène peut conduire à une multiplication de brevets fragmentés autour d'une même solution, créant ainsi des barrières à l'entrée pour les nouvelles entreprises ou des risques de litiges accrus. Les startups cleantech, en particulier, peuvent se retrouver dans une position délicate : elles doivent breveter pour attirer les investisseurs et protéger leur avantage concurrentiel, tout en opérant dans un environnement où la densité des brevets peut freiner la collaboration et l'innovation ouverte. Ce paradoxe illustre bien la tension entre protection individuelle de l'innovation et nécessité collective de transition écologique rapide.

1.5.4 L'absence d'une base de données canadienne sur les brevets verts et ses impacts

Un dernier défi important pour la gestion de la PI verte au Canada est l'absence d'une base de données centralisée permettant d'identifier les brevets verts et leur impact sur l'écosystème de l'innovation. Le Canada ne possède pas de registre accessible permettant aux startups d'identifier les secteurs à fort potentiel et les lacunes technologiques à combler.

Une telle base de données pourrait offrir plusieurs avantages :

- Faciliter la recherche de brevets verts existants pour éviter les doublons et favoriser la collaboration.
- Identifier les secteurs sous-représentés où l'innovation verte est nécessaire.
- Encourager l'investissement dans les domaines technologiques clés.

En l'absence de cet outil, les startups doivent consacrer des ressources importantes à l'analyse du paysage breveté, ce qui alourdit davantage leurs coûts et complexifie leur stratégie de PI. La mise en place d'une telle base de données permettrait de créer un environnement plus favorable à l'innovation verte et de renforcer la compétitivité des entreprises canadiennes dans ce domaine.

1.6 Synthèse de la revue et formulation de la problématique

La gestion de la PI verte pour les startups présente des défis de taille, mais offre aussi des opportunités stratégiques si elle est bien exploitée. En facilitant l'accès aux informations sur les stratégies de PI, les sources de financement et en améliorant l'acceptation sociale de l'innovation verte, il est possible d'accélérer la transition vers une économie durable tout en assurant la croissance des startups du secteur cleantech. Une meilleure structuration de l'information sur les brevets verts, notamment par la création d'une base de données nationale, pourrait constituer un levier décisif pour orienter les efforts d'innovation et maximiser leur impact écologique et économique.

Dans un contexte où l'innovation verte joue un rôle clé dans la transition écologique, le Canada ne dispose pas d'une base de données centralisée permettant d'analyser les brevets verts et leur impact sur l'environnement et l'économie. De plus, les startups cleantech canadiennes sont confrontées à des défis majeurs en matière de PI, notamment les coûts élevés des brevets, la complexité des procédures et les difficultés d'accès au financement.

Voici les deux problématiques abordées lors de cette étude :

- Comment mieux identifier et classifier les brevets verts canadiens en fonction de leur contribution aux différents secteurs de l'innovation verte, afin d'orienter les efforts de R&D et d'investissement ?

- Quelles stratégies de gestion de la PI les startups cleantech canadiennes adoptent-elles pour protéger et valoriser leurs innovations, et dans quelle mesure les mécanismes de soutien existants répondent-ils à leurs besoins et influencent-ils leurs choix stratégiques ?

CHAPITRE 2

ANALYSES DES BREVETS VERTS PUBLIES AU CANADA

De nombreuses données peuvent être obtenues en analysant les bases de données des brevets, comme mentionné, les brevets sont un indicateur de l'éco-innovation. L'étude des brevets verts publiés au Canada repose sur une analyse approfondie des bases de données de brevets, afin d'identifier et d'examiner les tendances en matière d'éco-innovation. Cette analyse permet d'extraire des informations clés sur les technologies vertes brevetées au Canada, en mettant en évidence leur impact environnemental.

Cette analyse vise à extraire des informations stratégiques sur les domaines technologiques les plus actifs. En offrant un outil permettant de mettre en évidence les secteurs d'innovation prioritaires, les évolutions récentes et de mieux appréhender la dynamique de la transition vers une économie plus verte au Canada. En examinant les types de technologies brevetées et leur classification selon leur impact environnemental, cette étude offre une vision globale de l'impact des brevets verts et un outil qui permet une méthode de recherche inversée en filtrant les brevets par catégorie d'impact.

2.1 Approche méthodologique

La méthodologie adoptée dans cette étude s'articule autour de plusieurs étapes essentielles, allant de la sélection de la base de données jusqu'à la classification automatisée des brevets en fonction de leurs impacts environnementaux. Cette approche mixte, combinant analyse manuelle et automatisation par IA, permet d'obtenir une vision détaillée et structurée des brevets verts canadiens.

Cette catégorisation des impacts environnementaux des brevets permettra une recherche inversée en les filtrant par catégorie d'impact. Grâce à cette catégorisation, les tendances en technologies vertes pourront être analysées en fonction de leur portée environnementale. Cela permettra d'obtenir un outil qui permet d'identifier les secteurs les plus affectés par ces technologies, ainsi que ceux qui restent moins explorés.

La première étape consiste à choisir une base de données pertinente parmi celles disponibles. Cette sélection repose sur plusieurs critères, tels que la couverture temporelle, la précision des données, et la présence d'indicateurs spécifiques aux brevets verts. Les bases de données consultées incluent celles gérées par des organismes nationaux et internationaux, offrant un accès à des jeux de données structurés et exploitables.

Une fois la base de données sélectionnée, il est nécessaire de définir les critères permettant d'identifier les brevets verts. Ces critères peuvent inclure des codes de classification technologique, des mots-clés environnementaux et d'autres indicateurs associés à l'éco-innovation. Les catégories technologiques considérées comme vertes sont ensuite déterminées afin de faciliter la classification et l'analyse des brevets.

Après l'identification des marqueurs verts, une liste de brevets verts canadiens est extraite et téléchargée pour une analyse préliminaire. Cette analyse manuelle permet d'extraire des informations essentielles telles que les domaines technologiques couverts, les tendances d'innovation et les acteurs clés. Cette première exploration sert également à affiner les critères de classification automatisée.

Afin d'évaluer l'impact des brevets verts, un cadre de classification d'impact est mis en place. Chaque catégorie est décomposée en sous-catégories permettant d'affiner l'analyse des brevets en fonction de leurs contributions spécifiques à l'environnement.

Un prompt sera conçu afin de permettre la labellisation automatisée des catégories d'impact des brevets verts à l'aide de l'IA. Cette approche vise à classifier les brevets en fonction de leur catégorie d'impact ainsi que de leurs sous-catégories spécifiques. Une fois cette classification effectuée, une analyse approfondie des résultats pourra être menée afin d'identifier les tendances dominantes, les lacunes potentielles à combler et les opportunités d'innovation dans le domaine des technologies vertes. De plus, cette labellisation facilitera les recherches inversées, permettant d'explorer les brevets en fonction de leurs catégories d'impact et d'orienter les développements technologiques vers des secteurs nécessitant des solutions innovantes.

2.1.1 Sélection de la base de données

Comme mentionné dans le chapitre 1, il existe de nombreuses sources de répertoriation des brevets.

Le Canada dispose de son propre site dédié aux brevets, une ressource précieuse pour consulter les brevets Canadiens (Canada, 2024). Son principal avantage réside dans les filtres permettant de trier les résultats en fonction du statut du brevet : actif, publié, en instance ou appartenant au domaine public. Il offre également la possibilité de rechercher des brevets par numéro (un identifiant unique de sept chiffres attribués aux demandes de brevets canadiennes) ou par mot-clé.

Cependant, aucun filtre efficace ne permet d'extraire spécifiquement les brevets liés aux technologies vertes. Bien que le gouvernement canadien ait établi une liste des brevets verts, celle-ci se limite aux brevets ayant bénéficié de la procédure de demande accélérée pour les technologies vertes (Office de la propriété intellectuelle du Canada, 2024). Or, seule une faible proportion des déposants de brevets verts utilise cette option. Comme il sera mis en évidence dans les entrevues du chapitre 3, aucune des startups interrogées n'a eu recours à ce procédé. De plus, nombre d'entre elles ignoraient son existence ou ne percevaient pas son avantage.

Au début de la période de recherche (avril à juin 2024), la liste des brevets verts bénéficiant de cette procédure était encore disponible sur le site des brevets. Cependant, elle a depuis été retirée, soulevant des interrogations quant aux raisons de cette suppression, alors même qu'elle semblait constituer un outil pertinent pour le repérage des brevets verts.

Étant donné que la base de données des brevets du gouvernement canadien ne permet pas d'obtenir une liste exhaustive des brevets verts, elle ne sera pas retenue pour cette étude.

Une autre ressource envisagée est l'outil Lens, qui permet de télécharger des listes complètes de brevets avec des colonnes personnalisées. Toutefois, cet outil ne propose pas de filtre spécifique pour les brevets verts, ce qui complique leur identification et leur compilation. De plus, Lens ne répertorie pas l'ensemble des brevets canadiens.

En effet, pour une année spécifique et en appliquant le filtre « Canada » comme territoire, les résultats obtenus sont inférieurs à 50 % de ceux fournis par la base de données de l'OPIC. Cette limitation compromet la représentativité et l'exhaustivité des données, rendant cette ressource inadaptée pour l'analyse.

Dans leur article *Green patents and green codes: How different methodologies lead to different results*, Favot, M., Vesnic, L., Priore, R., Bincoletto, A., & Morea, F. (2023) mentionnent que les principales ressources permettant d'obtenir des bases de données de brevets verts avec une catégorisation préétablie sont :

- L'EPO utilise la base de données européenne reposant sur la classification Cooperative Patent Classification (CPC). Cependant, cette base de données ne sera pas retenue dans le contexte canadien, car elle se concentre principalement sur les brevets déposés au sein de l'Union européenne et ne couvre pas spécifiquement le marché canadien.
- L'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (WIPO), qui applique la classification internationale des brevets (IPC) et inclut une catégorisation spécifique aux brevets verts.
- L'Organisation de coopération et de développement économiques (OECD), qui propose la base de données ENV-Tech, répertoriant également des brevets verts.

Selon cette étude, les classifications des brevets verts établies par WIPO et l'OECD sont considérées comme fiables, car elles reposent sur l'expertise d'agents de brevets spécialisés. Toutefois, l'IPC de WIPO couvre environ 80 % des brevets verts, ce qui en fait la méthode la plus complète, tandis que l'ENV-Tech de l'OECD n'en recense que 40 % (Favot, 2023).

Il est à noter qu'il existe également la ressource WIPO Green, une base de données dédiée aux brevets verts. Mais cette base de données n'est pas un registre automatique ; les détenteurs de brevets doivent soumettre activement leurs brevets pour qu'ils y soient inclus (Wipogreen Database, 2024), ce qui la rend moins intéressante comme base de données pour cette étude.

Ainsi la base de données Patentscope de WIPO avec la classification IPC verte pour extraire et analyser les brevets verts au Canada sera sélectionnée.

Cette base de données présente l'avantage de permettre le téléchargement de listes de brevets avec des colonnes personnalisées. Toutefois, elle comporte deux inconvénients majeurs :

- Limitation des codes IPC : Les codes IPC permettent d'accéder à une seule catégorie technologique à la fois, ce qui complique la compilation d'une liste complète des brevets verts.
- Restriction du volume de téléchargement : L'outil limite le téléchargement à 10 000 résultats par requête, ce qui pose un problème pour la création d'un fichier maître consolidé (masterfile) contenant l'ensemble des brevets verts nécessaires à l'analyse.

Ces contraintes nécessiteront l'adoption de stratégies spécifiques pour extraire et structurer les données de manière optimale.

Il convient également de noter que tous les brevets canadiens ne sont pas répertoriés dans la base de données de WIPO, mais uniquement ceux qui font partie du système du PCT. En 2022, 84 % des demandes de brevets déposées au Canada l'ont été par le biais du système du PCT (Rapport sur la PI au Canada 2023 – Brevets, 2024), ce qui représente une proportion significative des brevets. Par conséquent, cette étude se concentrera sur les brevets relevant du PCT.

Les codes IPC sont organisés en fonction de leur secteur d'application. Les brevets des technologies vertes sont répartis en catégories principales d'industrie technologique et puis en sous-catégories (IPC GREEN INVENTORY, 2024).

Tableau 2.1 Catégories et sous-catégories IPC verts des brevets

Catégories principales	Sous-catégories
Production d'énergie	<ul style="list-style-type: none"> - Biocarburants - Énergie provenant de sources alternatives - Énergie provenant de déchets - Énergie nucléaire - Utilisation de l'énergie hydrogène

Transport	<ul style="list-style-type: none"> - Véhicules en général - Véhicules autres que véhicules sur rails - Véhicules sur rails - Véhicules marins - Véhicules aériens - Aspects généraux des transports - Aspects spécifiques des transports - Infrastructure des transports
Conservation de l'énergie	<ul style="list-style-type: none"> - Bâtiments - Éclairage - Chauffage - Appareils électriques - Systèmes de propulsion - Autres applications
Gestion des déchets	<ul style="list-style-type: none"> - Traitement des eaux usées - Gestion des déchets solides - Gestion des émissions de gaz
Agriculture et sylviculture	<ul style="list-style-type: none"> - Agriculture - Sylviculture
Administration	<ul style="list-style-type: none"> - Réglementations - Systèmes de gestion
Changement climatique	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptation au changement climatique - Atténuation du changement climatique
Protection et remise en état de l'environnement	<ul style="list-style-type: none"> - Dépollution - Restauration des écosystèmes
Technologies spécifiques	<ul style="list-style-type: none"> - Technologies de l'information et de la communication - Technologies de surveillance

Le tableau 2.1 présente les différentes catégories technologiques dans lesquelles sont classés les brevets verts selon la classification des codes IPC verts de WIPO. Cette classification couvre un large éventail de secteurs industriels, illustrant ainsi la diversité des technologies vertes et leur impact sur plusieurs domaines d'innovation.

Chaque sous-catégorie de brevets est associée à un code IPC spécifique, qui permet d'identifier les technologies concernées. De plus, ces codes sont accompagnés de liens

hypertextes redirigeant vers la liste des brevets correspondants dans la base de données de WIPO, facilitant ainsi l'accès et l'exploration des brevets classifiés dans chaque catégorie.

2.1.2 Extraction et exploration initiale des brevets verts

En sélectionnant une catégorie spécifique, une liste de brevets correspondant uniquement à cette catégorie est obtenue. Pour générer une liste maîtresse (masterfile) regroupant l'ensemble des brevets classés sous les codes IPC verts, il a été nécessaire de compiler tous les codes IPC verts (composés de deux lettres et deux chiffres) séparés par “and”, pour que tous les termes spécifiés apparaissent dans les résultats, afin d'obtenir un document unique (*Voir ANNEXE I, p. 143*). Cette étape a permis de constituer une liste qui permet d'obtenir par une recherche unique la base de données des brevets verts sur WIPO selon la classification IPC. Une fois cette liste entrée dans la barre de recherche, les résultats sont internationaux, il suffit alors d'appliquer le filtre Offices- Canada pour obtenir les résultats de brevets au Canada.

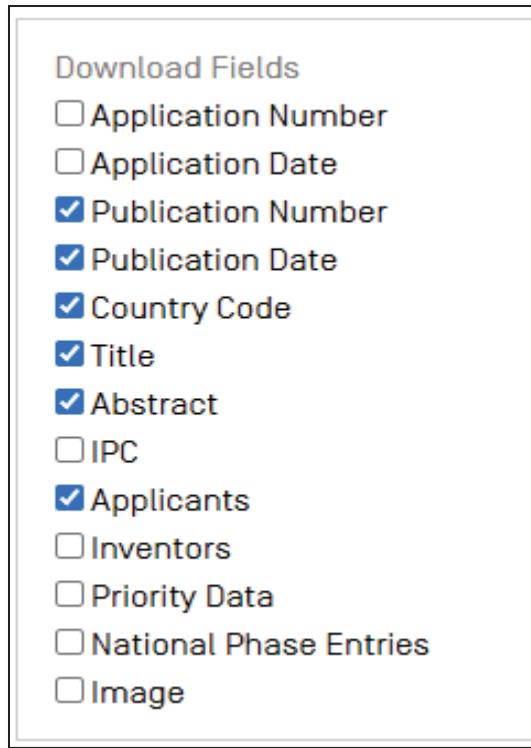


Figure 2.1 Capture d'écran des options de téléchargement sur Patentscope

Pour limiter la taille des résultats téléchargés et ainsi réduire le temps d'analyse par IA, seuls les critères suivants ont été sélectionnés pour le téléchargement : numéro de publication, date, code pays, titre, description et déposant des brevets.

Patentscope limite le téléchargement aux 10 000 premiers brevets apparaissant dans les résultats de recherche. Étant donné que les résultats dépassaient 10 000, il a fallu trouver une méthode alternative pour obtenir la liste complète. En filtrant par année, le nombre de résultats est inférieur à 10 000 par année. Le filtre annuel a donc été appliqué afin de télécharger les résultats année par année.

Le filtre le plus ancien s'arrête à 2015, ainsi, les brevets verts canadiens classés selon l'IPC Vert disponibles sur Patentscope ont été téléchargés individuellement par année, de 2015 à 2024.

Les résultats ayant été obtenus en août 2024, la liste s'arrête au mois d'août. Les listes annuelles ont ensuite été compilées en une seule liste contenant 55 451 brevets (*Voir ANNEXE II, p. 147*).

2.1.3 L'importance de dépasser les évidences

Certaines des catégories IPC sont plus évidentes dans le domaine environnemental, comme le transport, avec la transition des véhicules à carburant fossile vers des alternatives plus durables. En examinant la sous-catégorie des véhicules en général, les brevets de technologies apportant des innovations à des technologies déjà connues sont fréquents, telles que le système de freinage par récupération.

Ce système, qui a déjà fait ses preuves sur les voitures électriques et hybrides largement disponibles sur le marché, convertit l'énergie cinétique en électricité. Il est donc intéressant d'analyser les améliorations pouvant être apportées à une technologie de ce type. Un exemple d'innovation en freinage régénératif est le brevet n° CA2911064C, déposé par la compagnie Toyota, qui porte sur un mécanisme de contrôle de force de freinage (CA2911064C - Braking Force Control System, Vehicle and Method of Controlling Braking Force - Google Patents, 2015). Cette technologie améliore le freinage régénératif en coordonnant les entrées des pédales de frein et d'accélérateur afin d'optimiser la répartition de la force de freinage. Contrairement aux systèmes classiques, il ajuste dynamiquement le freinage par friction en fonction du freinage régénératif effectif, privilégiant ainsi la récupération d'énergie tout en réduisant l'usure des freins. Cette avancée améliore à la fois le contrôle du véhicule et la sécurité des modèles électriques et à pile à combustible. Cette innovation peut sembler évidente dans le cadre des technologies vertes appliquées au transport, mais l'étude des brevets permet justement d'identifier les domaines industriels les plus couverts technologiquement et d'explorer des solutions parfois insoupçonnées.

Certaines sous-catégories de brevets peuvent avoir un lien moins direct avec les solutions environnementales. Voici quelques exemples de brevets verts illustrant cette diversité.

Dans la sous-catégorie conception de construction fixe de la catégorie aspect administratif, réglementaire ou conceptuel, le brevet n° CA3142765 (Méthode, assemblage et système pour

assembler et démonter un abri), approuvé en 2022, décrit une technique permettant d'assembler un abri sans recourir à des machines (Canada, 2025). À première vue, son lien avec l'environnement n'est pas si évident. Toutefois, en développant des systèmes permettant de réduire ou d'éliminer l'utilisation de machines, on diminue la consommation de ressources comme les combustibles fossiles ou l'électricité nécessaires à leur fonctionnement.

Cela dit, plusieurs facteurs entrent en jeu pour évaluer si un procédé a un impact environnemental globalement positif. Un assemblage manuel n'est pas nécessairement plus écologique que l'utilisation d'une machine, car des éléments comme la main-d'œuvre et le temps requis pour l'assemblage doivent aussi être pris en compte. Dans ce cas, le procédé est conçu pour réduire l'effort manuel tout en conservant une durée d'assemblage comparable à celle d'un montage mécanisé. L'objectif environnemental est ici l'économie des ressources.

Dans la sous-catégorie des techniques de sylviculture, le brevet n° CA2217942 concerne un appareil multifonctionnel servant à ramasser, ébrancher, scier, lever et transporter des matériaux longitudinaux (Canada, 2025). Cet appareil permet d'optimiser l'utilisation des ressources et l'espace de transport en combinant les fonctionnalités de trois appareils de grande taille en un seul.

L'impact environnemental de cette innovation peut sembler moins évident, mais elle illustre la diversité des solutions possibles. En réduisant le nombre d'équipements nécessaires pour effectuer ces tâches, cet appareil diminue potentiellement la consommation de matériaux et d'énergie liés à leur fabrication, leur transport et leur fonctionnement.

Ces exemples soulignent l'importance de ne pas se limiter aux innovations environnementales les plus évidentes. Les enjeux écologiques touchent un large éventail de secteurs, nécessitant ainsi des innovations adaptées à chaque domaine. L'étude des brevets permet d'identifier ces solutions, parfois inattendues, qui contribuent néanmoins à la transition vers une économie plus durable.

2.1.4 Identification des catégories d'impacts

Les catégories IPC caractérisent le domaine ou le secteur technologique de la technologie brevetée. Cette classification est distincte de son impact environnemental qui est définie en fonction des effets que la technologie aura sur l'environnement.

Dans l'article de Guo et al. (2020), un système de classification des technologies vertes (CSGT) a été développé en fonction de leurs impacts qui a par la suite été cité dans 144 articles, ce qui témoigne de son influence sur les recherches portant sur la classification des technologies vertes (Google Scholar, 2025). Cette classification regroupe cinq grandes catégories couvrant les aspects liés à l'environnement, aux ressources naturelles, à l'énergie, à la santé et à la sécurité écologique (Guo et al., 2020) :

- Qualité de l'environnement
- Utilisation des ressources
- Utilisation de l'énergie
- Santé et vie
- Sécurité écologique

Chaque catégorie est ensuite divisée en sous-catégories d'impacts (Guo et al., 2020).

Tableau 2.2 Catégories et sous-catégories d'impacts selon le CSGT

Catégorie principale	Description	Sous-catégorie	Types de technologies attendus
Qualité de l'environnement	Technologies visant à améliorer, surveiller ou préserver la qualité de l'environnement naturel, en limitant la pollution et en optimisant la gestion des écosystèmes	Qualité de l'air	Filtres à particules pour les industries et les transports, Systèmes de surveillance et de modélisation de la pollution atmosphérique, Technologies de captage et stockage du CO ₂
		Gestion de la qualité de l'environnement	Systèmes de monitoring en temps réel des paramètres environnementaux, Évaluation de l'impact environnemental des activités industrielles, Planification urbaine durable pour limiter les impacts écologiques
		Pollution sonore	Murs antibruit pour les autoroutes et zones urbaines, Matériaux insonorisants pour les bâtiments, Régulation intelligente des bruits dans les espaces publics
		Pollution par rayonnement	Systèmes de détection et de confinement des radiations, Technologies de protection contre les ondes électromagnétiques
		Qualité des sols	Techniques de remédiation des sols contaminés (bioremédiation, phytoremédiation), Solutions pour limiter l'érosion des sols
		Traitement et élimination des déchets solides	Technologies de tri et de recyclage avancées, Méthodes de valorisation énergétique des déchets (méthanisation, incinération propre)
		Qualité de l'eau	Systèmes de filtration et de purification de l'eau potable, Solutions de traitement des eaux usées et industrielles
		Autres	Technologies transversales liées à la préservation de l'environnement (ex. capteurs environnementaux).
Utilisation des ressources	Technologies qui optimisent l'exploitation des ressources naturelles, minimisent le gaspillage et favorisent leur réutilisation	Exploration et utilisation des ressources	Exploitation minière à faible impact écologique, Technologies pour l'extraction et l'utilisation durable des matières premières
		Conservation des ressources/matiériaux	Gestion de l'eau en agriculture (irrigation intelligente), Conception de matériaux à faible empreinte carbone (béton bas carbone, bioplastiques)
		Gestion des ressources/matiériaux	Outils de modélisation et d'optimisation pour minimiser le gaspillage des matières premières
		Recyclage des ressources/matiériaux	Technologies de recyclage chimique des plastiques, Procédés innovants de réutilisation des déchets électroniques
		Autres	Innovations en économie circulaire pour prolonger la durée de vie des produits, technologies transversales
Catégorie principale	Description	Sous-catégorie	Types de technologies attendus

Utilisation de l'énergie	Technologies améliorant l'efficacité énergétique, réduisant la dépendance aux énergies fossiles et développant les énergies renouvelables	Énergie propre	Panneaux solaires photovoltaïques et thermiques, Éoliennes terrestres et offshore, Hydroliennes et turbines marémotrices
		Conservation de l'énergie	Isolation thermique avancée pour les bâtiments, Systèmes de régulation intelligente de l'éclairage et du chauffage
		Récolte d'énergie	Panneaux solaires intégrés aux bâtiments, Systèmes de récupération d'énergie cinétique dans les transports
		Gestion de l'énergie	Smart grids pour optimiser la distribution et la consommation d'électricité, Algorithmes d'optimisation énergétique dans l'industrie
		Recyclage de l'énergie	Récupération de la chaleur industrielle pour le chauffage urbain
		Stockage de l'énergie	Batteries lithium-ion haute capacité, Solutions de stockage d'énergie par hydrogène
		Appareils écoénergétiques	Electroménagers et équipements industriels à haute efficacité énergétique
		Énergie fossile	
		Autres	Technologies transversales et innovations ayant un impact global sur la catégorie principale, Capteurs environnementaux avancés, Solutions multifonctionnelles pour la durabilité
Santé et vie	Technologies améliorant la qualité de vie et réduisant les impacts environnementaux sur la santé humaine	Santé environnementale	Capteurs de surveillance des polluants atmosphériques, Systèmes de filtration et de purification de l'air intérieur
		Environnement de vie rural	Développement de l'agriculture biologique et des systèmes agroécologiques, Solutions pour l'accès à l'eau potable et à l'assainissement
		Environnement de vie urbain	Mobilité urbaine durable (véhicules électriques, transports en commun propres), Écoquartiers et infrastructures vertes
		Autres	Innovations transversales ayant un impact sur la qualité de vie
Sécurité écologique	Technologies visant à protéger les écosystèmes et prévenir les risques environnementaux	Prévention des catastrophes	Systèmes d'alerte précoce pour inondations et incendies
		Agriculture/foresterie/élevage écologique	Techniques de permaculture et d'agroforesterie
		Gestion de la sécurité écologique	Surveillance par satellites des zones sensibles aux catastrophes naturelles
		Conservation et restauration des écosystèmes	Projets de reforestation et de protection des zones humides
		Autres	Solutions transversales de gestion et protection des écosystèmes

Une classification similaire a été mise au point par l'Union européenne sous le nom de taxonomie verte. Celle-ci repose sur six objectifs principaux définis selon le principe du Do No Significant Harm (DNSH) (European Commission, 2024).

Tableau 2.3 Classification selon la taxonomie verte de l'UE
Adapté de European Commission (2024)

Objectif Environnemental	Contribution Substantielle	Critères DNSH
Atténuation du changement climatique	Réduction des émissions de GES, amélioration de l'efficacité énergétique, augmentation de l'utilisation des énergies renouvelables, développement de technologies bas carbone	Veiller à ce que les activités n'affectent pas négativement les autres objectifs environnementaux
Adaptation au changement climatique	Réduction des risques climatiques, mise en œuvre de pratiques résilientes au climat, soutien aux solutions d'adaptation pour les communautés et les écosystèmes	Éviter les actions qui pourraient entraver les efforts d'adaptation ailleurs
Utilisation durable et protection des ressources en eau et des milieux marins	Amélioration de la qualité de l'eau, promotion de l'utilisation durable de l'eau, protection des écosystèmes aquatiques	Empêcher tout dommage significatif aux ressources en eau
Transition vers une économie circulaire	Amélioration de l'efficacité des ressources, promotion du recyclage et de la réutilisation, réduction de la production de déchets	Garantir que les pratiques circulaires n'impactent pas négativement les autres objectifs environnementaux
Prévention et contrôle de la pollution	Réduction des émissions dans l'air, l'eau et le sol, gestion responsable des déchets, prévention de la libération de substances dangereuses	Éviter toute pollution susceptible de nuire à la santé humaine ou à l'environnement
Protection et restauration de la biodiversité et des écosystèmes	Conservation des habitats naturels, promotion de l'utilisation durable des terres, restauration des écosystèmes dégradés	S'assurer que les activités ne conduisent pas à une perte de biodiversité

Bien que la taxonomie verte soit également fondée sur les impacts environnementaux des technologies, ses objectifs et sous-objectifs restent moins précis que ceux du CSGT. Ce dernier se distingue par des sous-catégories plus quantifiables, un critère essentiel dans le choix d'une classification.

La classification des brevets, qui sera réalisée par IA, repose principalement sur les titres et descriptions des technologies. L'utilisation d'une classification plus détaillée, avec des sous-catégories clairement définies, permet ainsi de limiter le risque d'erreurs ou de confusion dans l'analyse. Par conséquent, la classification CSGT sera adoptée pour cette étude.

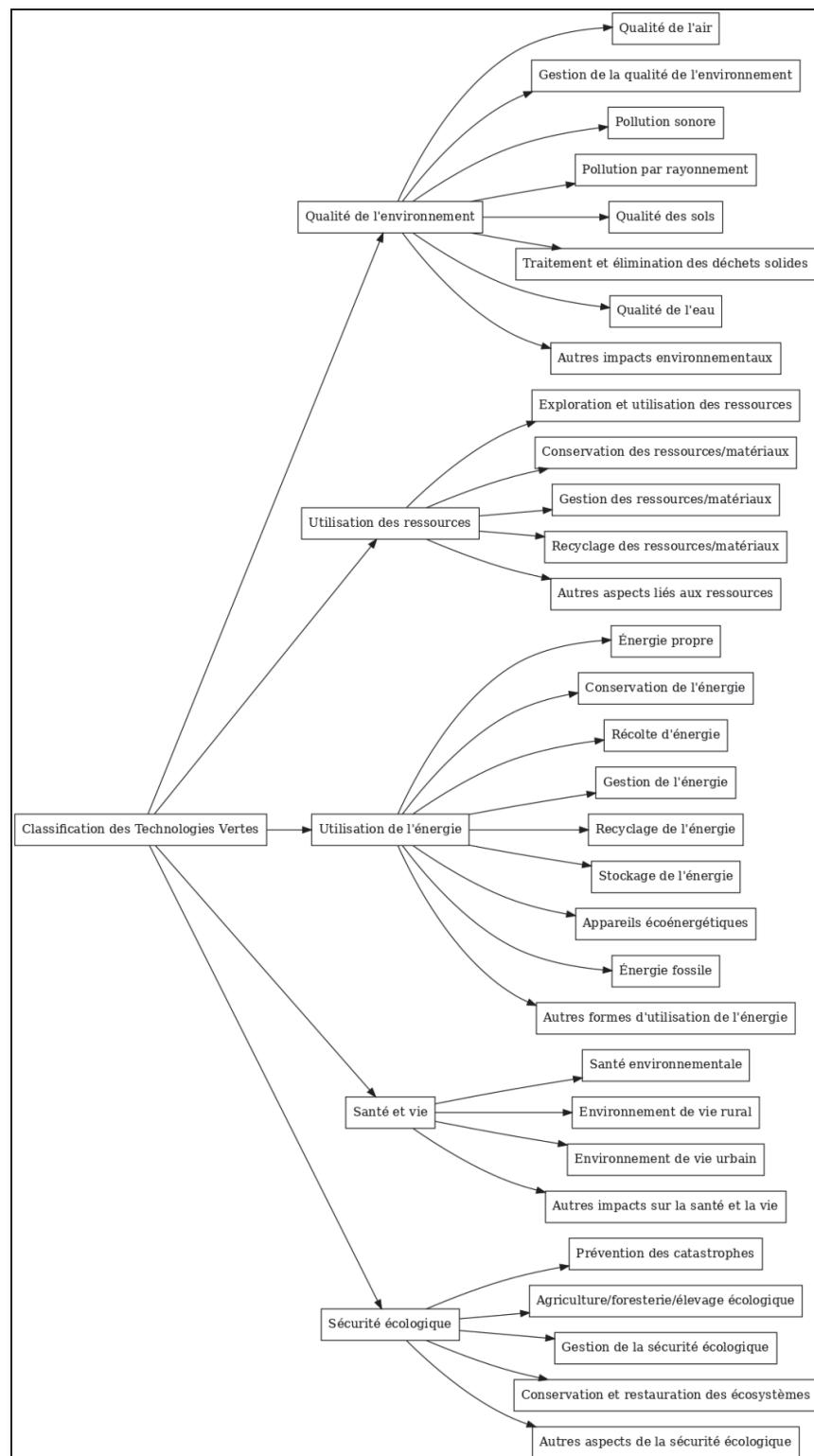


Figure 2.2 Diagramme des catégories et sous-catégories d'impacts
Adapté de Guo et al., (2020)

2.1.5 Labellisation automatisée par IA

Maintenant que la base de données des brevets verts au Canada a été assemblée et que les catégories et sous-catégories d'impact ont été déterminées, la prochaine étape consiste à élaborer un procédé pour obtenir les catégories et sous-catégories d'impact correspondant à chaque brevet avec une labélisation automatisée des impacts par IA.

Le modèle de langage de grande taille (LLM) utilisé pour cette étude est le Generative Pre-trained Transformer 4 (GPT-4) d'OpenAI, choisi car il repose sur plus de 1 000 milliards de paramètres, ce qui le rend plus apte à comprendre le langage technique et à extraire des informations clés à partir de textes complexes (OpenAI, 2023). En comparaison, d'autres LLM, tels que PaLM 2 de Google, reposent sur une estimation de 540 milliards de paramètres (Vonintsoa R., 2022).

2.1.5.1 Processus de classification par IA

Pour classer les brevets en fonction de leur impact environnemental, l'IA peut avoir recours à une approche multifactorielle intégrant la correspondance de mots-clés, l'analyse sémantique, des taxonomies prédefinies, une base de connaissances techniques et scientifiques, ainsi qu'une logique décisionnelle arborescente. Ces méthodologies permettent d'assurer une classification systématique et contextuellement pertinente.

La méthode préliminaire utilisée par l'IA pour la classification est la correspondance de mots-clés. Cette approche consiste à identifier des termes spécifiques dans le titre et le résumé d'un brevet et à les associer à des catégories et sous-catégories préliminaires. Par exemple, si un brevet contient des termes comme "biodégradable", "antimicrobien" ou "d'origine végétale", il pourrait être classé sous Santé et Vie, avec la sous-catégorie Santé environnementale. Cependant, des technologies contenant ces termes dans leur description pourraient également être classées dans la catégorie Qualité de l'environnement, avec la sous-catégorie Qualité des sols. Cela dépend donc de la spécificité de la technologie et du contexte. Cette méthode est couramment utilisée dans les tâches de classification de texte, notamment en sciences de

l'environnement (Manning et al., 2008). Toutefois, elle présente des limites, car une simple correspondance par mots-clés ne suffit pas à capturer le sens du contexte.

Lors du premier test de classification d'un échantillon de brevets par IA, plusieurs brevets n'ont pas pu être classés dans une sous-catégorie. Cela était dû au fait que l'IA se basait uniquement sur la correspondance de mots-clés. Si la classification des impacts des technologies reposait exclusivement sur cette approche, elle ne serait pas totalement fiable. En l'absence d'instructions supplémentaires, l'IA a privilégié une méthode nécessitant moins de complexité computationnelle. Il a donc été nécessaire de lui spécifier une autre méthode de classification plus adaptée.

Ainsi, au-delà de la simple détection de mots-clés, l'IA a intégré le traitement du langage naturel (NLP) afin de mieux comprendre l'objectif global et l'application des technologies décrites dans les brevets. L'analyse sémantique NLP permet à l'IA d'extraire du sens à partir du texte, plutôt que de se fier uniquement à des correspondances exactes de mots-clés. Ce processus repose sur des modèles d'apprentissage automatique entraînés à reconnaître les relations entre les mots et les concepts (Jurafsky & Martin, 2021). Par exemple, un brevet décrivant une technologie de panneau solaire à haut rendement énergétique serait classé sous Utilisation de l'Énergie, avec la sous-catégorie Énergie renouvelable, même s'il ne contenait pas explicitement le mot "solaire" mais utilisait plutôt des termes comme "système photovoltaïque" ou "récolte d'énergie".

Pour garantir une classification cohérente, l'IA s'est appuyée sur une taxonomie structurée des catégories d'impact environnemental. Cette taxonomie comprend des catégories générales telles que Qualité de l'Environnement, Utilisation des Ressources, Utilisation de l'Énergie, Vie & Santé, et Sécurité Écologique, chacune ayant des sous-catégories définies. L'IA était programmée pour attribuer les brevets en fonction de ces classifications structurées. Par exemple, si un brevet portait sur la réduction de la pollution, il était classé sous Qualité de l'Environnement, tandis qu'un brevet lié aux traitements médicaux durables était placé sous Vie & Santé. Ces taxonomies structurées sont largement utilisées dans l'analyse

bibliométrique des brevets pour faciliter la recherche sur l'innovation technologique (OCDE, 2016).

Un autre facteur clé de la classification est la dépendance de l'IA à une base de connaissances techniques et scientifiques étendue. Le modèle d'IA avait accès à un corpus de littérature sur les technologies vertes, les bases de données de brevets et les principes de durabilité. Il intégrait des informations issues de répertoires de brevets accessibles au public, tels que WIPO Green, les classifications de l'USPTO, ainsi que des recherches académiques sur les innovations environnementales. Cette approche a permis à l'IA d'être informée des développements les plus récents en matière de technologies vertes, sans dépendre uniquement de la correspondance textuelle (World Intellectual Property Organization [WIPO], 2020). L'IA est seulement aussi précise que la base de données qu'elle utilise. L'avantage de GPT est son accès au web, lui permettant de s'appuyer sur un volume d'informations plus vaste.

S'il y avait plus de données propres à chaque brevet ou si une analyse groupée des brevets était nécessaire, la méthode de logique décisionnelle arborescente pourrait être mise en place pour des analyses plus complexes. Un arbre de décision fonctionne en suivant une série de questions hiérarchiques de type "oui/non", qui guident le processus de classification. Par exemple :

- Le brevet concerne-t-il la santé ou la médecine ? → Oui → Vie & Santé
→ Non → Continue l’analyse...

Ce processus de prise de décision hiérarchique améliore la précision de la classification en affinant progressivement les choix sur la base d'une progression logique (Quinlan, 1996).

Cette méthode ne sera pas implémentée pour cette analyse par IA.

Le prompt représente la série d'instructions fournies à l'IA. Il a été établi en anglais afin de correspondre à la langue de la base de données des brevets. (*Voir ANNEXE III, p. 149*).

Algorithme 2.1 Ouput au format JSON

```
{
    "Category": "Selected category from the predefined list",
    "Subcategory": "Selected subcategory from the predefined list"
}
```

L'algorithme 2.1 présente la commande exécutée par le prompt au format JavaScript Object Notation (JSON), qui est une notation directe du résultat attendu.

Le script Python (*Voir ANNEXE IV p. 153*) implémente le processus de classification des brevets basé sur l'IA en fonction du prompt donné.

Algorithme 2.2 Extrait du code Python sur la définition des catégories et sous-catégories

```
# Define categories and subcategories
categories = {
    "Environmental Quality": ["Air Quality", "Environment Quality Management", "Noise Pollution", "Radiation Pollution", "Soil Quality", "Solid Waste Treatment and Disposal", "Water Quality", "Others"],
    "Resource Utilization": ["Resource Exploration and Utilization", "Resource/Material Conservation", "Resource/Material Management", "Resource/Material Recycling", "Others"],
    "Energy Utilization": ["Clean Energy", "Energy Conservation", "Energy Harvesting", "Energy Management", "Energy Recycling", "Energy Storage", "Energy-efficient Appliances", "Fossil Energy", "Others"],
    "Life & Health": ["Environmental Health", "Rural Living Environment", "Unknown", "Urban Living Environment", "Others"],
    "Ecological Security": ["Disaster Prevention", "Ecological Agriculture/Forestry/Animal Husbandry", "Ecological Safety Management", "Ecosystem Conservation and Restoration", "Others"]}
```

Algorithme 2.3 Extrait du code Python sur la correspondance de mots-clés

```
# Create keyword mappings for categories
keyword_mapping = {
    "Environmental Quality": ["pollution", "air", "water quality", "radiation", "waste", "soil", "noise"],
    "Resource Utilization": ["recycling", "resource", "conservation", "material", "management", "exploration"],
    "Energy Utilization": ["clean energy", "solar", "wind", "battery", "energy", "storage", "harvesting"],
    "Life & Health": ["health", "environmental health", "urban", "rural", "living conditions"],
    "Ecological Security": ["disaster", "ecosystem", "biodiversity", "agriculture", "forestry", "safety"]}
```

Algorithme 2.4 Extrait du code Python sur le NLP

```

# Création du pipeline NLP
pipeline = Pipeline([
    ("tfidf", TfidfVectorizer(stop_words="english")), # Étape 1 : vectorisation TF-IDF
    ("classifier", MultinomialNB()) # Étape 2 : classification avec Naive Bayes
])

# Entraînement du modèle
pipeline.fit(X_train, y_train)

# Prédictions sur les données de test
y_pred = pipeline.predict(X_test)

# Évaluation des performances
print(classification_report(y_test, y_pred, target_names=label_encoder.classes_))

```

Le script met en évidence les étapes de la classification. D'abord, l'Algorithme 2.2 montre la définition des catégories et sous-catégories. Ensuite, l'Algorithme 2.3 correspond à l'implémentation de la méthode de correspondance de mots-clés, en cartographiant un champ lexical pour chaque catégorie. Puis, l'Algorithme 2.4 présente le modèle d'apprentissage NLP, utilisé pour classifier les brevets dans les catégories et sous-catégories prédéfinies.

La labellisation automatisée des catégories est effectuée en anglais afin de correspondre à la langue des descriptions des brevets et d'optimiser la précision des méthodes de NLP. Ce choix permet d'améliorer la correspondance des termes utilisés dans les classifications avec les données disponibles, réduisant ainsi les risques d'erreurs liées aux traductions ou aux variations linguistiques.

2.1.5.2 Résultats

Une fois la commande compilée par l'IA, l'exécution sur un ordinateur distinct a pris deux semaines complètes pour obtenir les résultats. Cette durée est due au format de base du tableau des brevets verts canadiens (47 887 Kilobits), nécessitant une lecture approfondie des colonnes titre et description de chaque brevet, suivie d'une analyse par correspondance de mots-clés et de NLP.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
applicat	applicati	publicati	count	title	abstract	applicants	Category	Subcategory
1 CA1286:2854323	03.01.2015	CA	TREATMENT SYSTEM AND METHOD FO	The treatment syste	ALSTOM TECHNOLOGY	Environmental Quality	Air Quality	
2 CA1286:2855111	05.01.2015	CA	CRT WASTE TREATMENT AND RECYCLI	A method comprise	PEORIA DISPOSAL COM	Environmental Quality	Solid Waste Tre	
3 CA1599:2917951	08.01.2015	CA	HUMIDIFIER AND ATOMIZER MODULE	An atomizer-humidi	BONECO AG	Environmental Quality	Air Quality	
5 CA1599:2917111	08.01.2015	CA	WATER TREATMENT PROCESS AND WA	Provided are a wate	MITSUBISHI HEAVY IND	Environmental Quality	Water Quality	
6 CA1599:2917155	08.01.2015	CA	WATER TREATMENT PROCESS AND WA	Provided are a wate	MITSUBISHI HEAVY IND	Environmental Quality	Water Quality	
7 CA1542:2915172	08.01.2015	CA	METHOD FOR THE PRODUCTION OF A	The invention relate	BEKON HOLDING AG	Environmental Quality	Soil Quality	
8 CA1538:2915029	08.01.2015	CA	LIQUID TREATMENT STATION INCLUDI	A mobile liquid trea	ROCKWATER RESOURC	Environmental Quality	Water Quality	
9 CA1599:2917124	08.01.2015	CA	WATER TREATMENT PROCESS AND WA	Provided are a wate	MITSUBISHI HEAVY IND	Environmental Quality	Water Quality	
10 CA1599:2917118	08.01.2015	CA	WATER TREATMENT PROCESS AND WA	Provided are a wate	MITSUBISHI HEAVY IND	Environmental Quality	Water Quality	
11 CA1599:2916647	08.01.2015	CA	STEAM CONDENSATION TOWER FOR A	The present inventi	PAUL WURTH S.A.	Environmental Quality	Air Quality	

Figure 2.3 Capture d'écran d'un extrait du tableau de la classification d'impact de qualité de l'environnement

Le résultat obtenu est une liste des brevets verts canadiens, incluant les données présentes dans le fichier d'origine (identifiant, numéro d'application, date, code du pays, titre, description et déposant). En complément, deux nouvelles colonnes ont été ajoutées : l'une pour la catégorie d'impact environnemental et l'autre pour la sous-catégorie, correspondant respectivement aux colonnes H et I de la Figure 2.3. Les fichiers ont été téléchargés séparément en fonction de la catégorie principale d'impact (*Voir ANNEXE II, p.147*).

Certains brevets ont été classés dans la sous-catégorie "Autres", ce qui indique que, bien qu'une catégorie principale ait pu être attribuée, la technologie concernée ne correspondait à aucune des sous-catégories prédefinies.

Par ailleurs, lorsque l'analyse automatique n'a pas pu identifier de sous-catégorie en raison d'un manque d'informations ou d'une description trop vague, les brevets correspondants ont été classés dans la sous-catégorie "Unknown" (Inconnu). Cette distinction permet de différencier les brevets pour lesquels la classification est imprécise en raison de lacunes dans les données de ceux qui nécessitent une révision des sous-catégories.

Voici les données d'ensemble recueillies sur les résultats par catégorie.

- i) Qualité de l'environnement :

Tableau 2.4 Nombre de brevets par sous-catégorie de qualité de l'environnement

Subcategory	Count of Subcategory
Air Quality	1502
Environment Quality Management	151
Noise Pollution	78
Others	368
Radiation Pollution	21
Soil Quality	503
Solid Waste Treatment and Disposal	537
Unknown	1
Water Quality	2211
total	5372

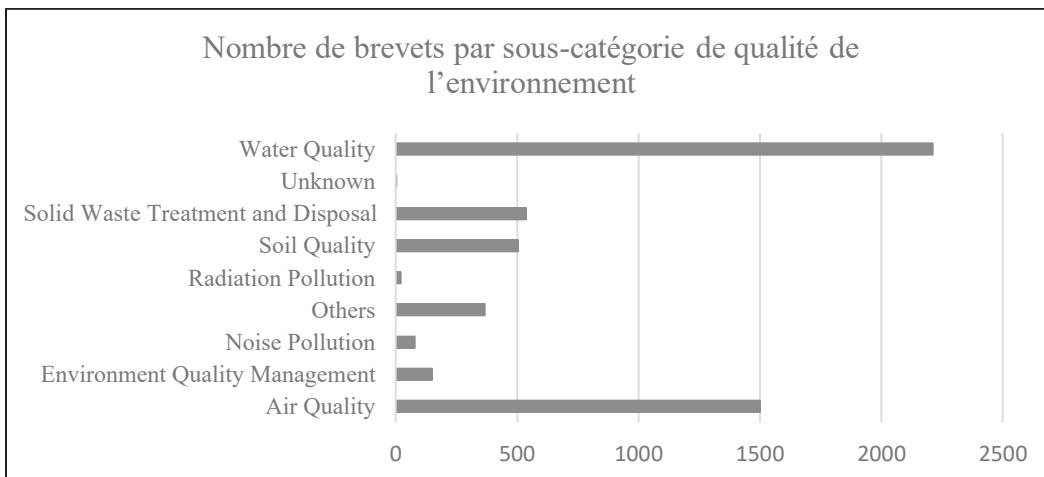


Figure 2.4 Graphique du nombre de brevets par sous-catégorie de qualité de l'environnement

Voici des exemples de la classification :

Exemple 1 :

Titre du brevet : Système et méthode de traitement des gaz de combustion d'un gazéifieur CA128637253.

Résumé abrégé: Le système de traitement des gaz de combustion d'un gazéifieur comprend un réacteur permettant d'éliminer des polluants tels que les oxydes de soufre et les oxydes d'azote.

Classification étape par étape :

- a. Correspondance par mots-clés :

Gaz de combustion → souvent associé à la pollution de l'air.

Polluants, oxydes de soufre, oxydes d'azote → indique un problème de qualité de l'air.

Système de traitement → suggère une technologie d'atténuation environnementale.

- b. Analyse contextuelle basée sur le NLP :

L'impact environnemental principal concerne la qualité de l'air, car le brevet décrit un système d'élimination des polluants industriels.

La mention de l'élimination des polluants correspond directement à la sous-catégorie Qualité de l'air sous Qualité de l'environnement.

Catégorie attribuée : Qualité de l'environnement

Sous-catégorie attribuée : Qualité de l'air

Exemple 2 :

Titre du brevet : Traitement et recyclage des déchets de tubes cathodiques.

Résumé abrégé : Un procédé comprend la réduction des déchets de tubes cathodiques, la séparation des matériaux valorisables et le recyclage des composants en verre et en métal.

Classification étape par étape :

- a. Correspondance par mots-clés :

Traitement des déchets, recyclage, matériaux valorisables → lié à la gestion des déchets.

Tube cathodique → se rapporte aux déchets électroniques.

- b. Analyse contextuelle basée sur le NLP :

Ce brevet concerne le recyclage et le traitement des déchets solides, ce qui correspond à la sous-catégorie Traitement et élimination des déchets solides.

L'accent est mis sur le traitement et la valorisation des déchets plutôt que sur leur simple réduction.

Catégorie attribuée : Qualité de l'environnement

Sous-catégorie attribuée : Traitement et élimination des déchets solides

Exemple 3 :

Titre du brevet : Humidificateur et module atomiseur CA159953469.

Résumé abrégé : Un atomiseur-humidificateur conçu pour améliorer les conditions de l'air intérieur en augmentant l'humidité et en réduisant les particules en suspension.

Classification étape par étape :

- a. Correspondance par mots-clés :

Humidificateur, atomiseur, conditions de l'air → lié à la qualité de l'air intérieur.

Réduction des particules en suspension → suggère une purification de l'air.

- b. Analyse contextuelle basée sur le NLP :

Le brevet concerne l'amélioration de la qualité de l'air intérieur, ce qui correspond à la sous-catégorie Qualité de l'air.

Contrairement aux brevets axés sur l'élimination des polluants industriels, celui-ci vise à améliorer l'environnement intérieur.

Catégorie attribuée : Qualité de l'environnement

Sous-catégorie attribuée : Qualité de l'air

Exemple 4 :

Titre du brevet : Procédé et système de traitement de l'eau.

Résumé abrégé : L'invention concerne un système et un procédé de traitement de l'eau destinés à purifier une eau contaminée en éliminant les métaux lourds et les polluants chimiques.

Classification étape par étape :

- a. Correspondance par mots-clés :

Traitement de l'eau, purification, métaux lourds, polluants chimiques → lié à la pollution et au traitement de l'eau.

- b. Analyse contextuelle basée sur le NLP :

La fonction principale du brevet est d'éliminer les contaminants de l'eau, ce qui affecte directement la qualité de l'eau.

Catégorie attribuée : Qualité de l'environnement

Sous-catégorie attribuée : Qualité de l'eau

Exemple 5 :

Titre du brevet : Système de suivi intelligent des niveaux de pollution dans les zones urbaines CA160012345.

Résumé abrégé : L'invention concerne un système de capteurs intelligents et un logiciel d'analyse permettant de mesurer et de suivre les niveaux de pollution atmosphérique dans les environnements urbains. Les données collectées sont transmises à une plateforme basée sur l'IA, qui fournit des recommandations en temps réel pour améliorer la qualité de l'air.

Classification étape par étape :

a. Correspondance par mots-clés :

Suivi des niveaux de pollution, capteurs intelligents, IA → lié à l'évaluation de l'environnement.

Plateforme d'analyse, recommandations en temps réel → gestion et suivi des données.

b. Analyse contextuelle basée sur le NLP :

Cette technologie ne réduit pas directement la pollution ni ne traite un problème environnemental spécifique.

Elle sert principalement à surveiller et analyser des données environnementales, ce qui ne correspond pas strictement aux sous-catégories définies.

Comme elle ne concerne ni le traitement de la pollution, ni une ressource spécifique, ni une technologie de conservation ou d'énergie, elle est classée dans "Autres".

Catégorie attribuée : Qualité de l'environnement

Sous-catégorie attribuée : Autres

La classification "Autres" est utilisée pour des technologies qui contribuent à la connaissance environnementale mais qui ne rentrent pas dans les sous-catégories spécifiques.

La majorité des brevets liés à la qualité de l'environnement concernent la qualité de l'eau, représentant 41 % du total, suivis par ceux portant sur la qualité de l'air, qui en représentent 28 %. Par ailleurs, seulement 7 % des brevets sont classés dans la catégorie "Autres", ce qui indique que les sous-catégories prédéfinies couvrent la grande majorité des brevets liés à la qualité de l'environnement.

Un seul brevet n'a pas pu être classé dans une sous-catégorie spécifique, ce qui correspond à un taux d'échec de classification inférieur à 0,001 %. Ce faible taux démontre la pertinence et l'exhaustivité du système de classification utilisé.

ii) Utilisation des ressources :

Tableau 2.5 Nombre de brevets par sous-catégorie d'Utilisation des ressources

Subcategory	Count of Subcategory
Others	4476
Resource Exploration and Utilization	2839
Resource/Material Conservation	2281
Resource/Material Management	11835
Resource/Material Recycling	1435
Unknown	1
total	22867

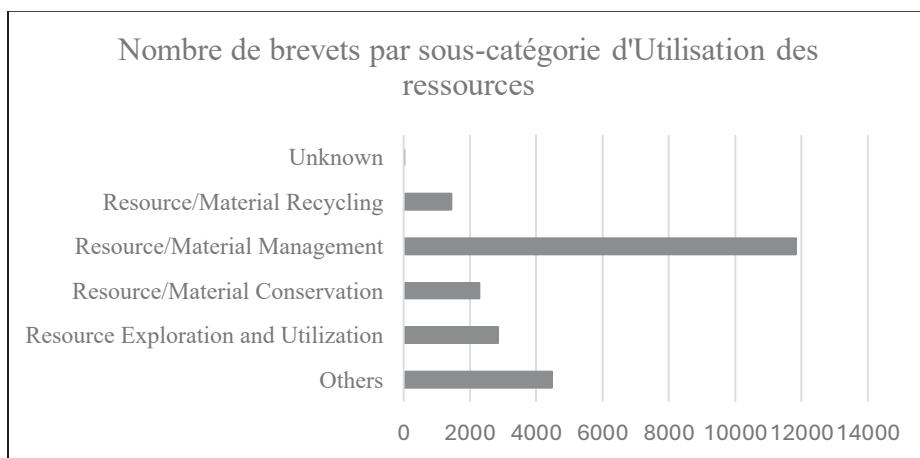


Figure 2.5 Graphique du nombre de brevets par sous-catégorie d'Utilisation des ressources

Voici deux exemples détaillés de la classification :

Exemple 1 :

Titre du brevet : Méthode et système pour l'obtention de gaz doux, de gaz de synthèse et d'hydrogène CA128637212.

Résumé abrégé : Ce brevet décrit une méthode permettant d'obtenir du gaz doux, du gaz de synthèse et de l'hydrogène à partir d'un processus chimique avancé. Il propose un système permettant d'améliorer l'efficacité de l'extraction et de la purification des gaz.

Classification étape par étape :

a. Correspondance par mots-clés :

Obtention de gaz → suggère un processus d'extraction ou de conversion de ressources.

Gaz de synthèse, hydrogène → fait référence aux ressources énergétiques.

Amélioration de l'extraction → implique une meilleure gestion des ressources naturelles.

b. Analyse contextuelle basée sur le NLP :

L'objectif principal du brevet est l'optimisation de l'exploitation des ressources énergétiques et des matières premières.

Il concerne directement l'exploration et l'utilisation des ressources naturelles, en particulier des gaz.

Catégorie attribuée : Utilisation des ressources

Sous-catégorie attribuée : Exploration et utilisation des ressources

Exemple 2 :

Titre du brevet : Concentré d'engrais liquide soluble dans l'eau – CA128637267

Résumé abrégé : Ce brevet concerne un concentré d'engrais liquide hautement soluble dans l'eau, conçu pour améliorer l'efficacité des nutriments et réduire les pertes liées à l'absorption par les sols.

Classification étape par étape :

a. Correspondance par mots-clés :

Engrais liquide → implique l'optimisation des ressources agricoles.

Solubilité dans l'eau → amélioration de l'efficacité d'utilisation des nutriments.

Réduction des pertes → optimisation de la gestion des ressources.

b. Analyse contextuelle basée sur le NLP :

L'objectif principal du brevet est l'amélioration de l'utilisation des ressources agricoles et la réduction du gaspillage de nutriments.

Il correspond à une gestion optimisée des matériaux utilisés en agriculture.

Catégorie attribuée : Utilisation des ressources

Sous-catégorie attribuée : Gestion des ressources et des matériaux

La majorité des brevets concernant l'utilisation des ressources porte sur la gestion des ressources et des matériaux, avec 52 % des brevets liés à la qualité de l'environnement. Un seul brevet n'a pas pu être classé dans une sous-catégorie, ce qui représente un pourcentage d'échec de la classification correspondant à un taux d'échec de moins de 0,0001 %.

Par ailleurs, 19 % des brevets sont classés dans la catégorie "Autres", indiquant qu'ils ne correspondent pas aux sous-catégories prédefinies.

iii) Utilisation de l'énergie :

Tableau 2.6 Nombre de brevets par sous-catégorie d'Utilisation de l'énergie

Subcategory	Count of Subcategory
Clean Energy	4470
Energy Conservation	352
Energy Harvesting	1
Energy Management	2953
Energy Recycling	401
Energy Storage	1617
Energy-efficient Appliances	2209
Fossil Energy	777
Others	1666
Unknown	2
total	14448

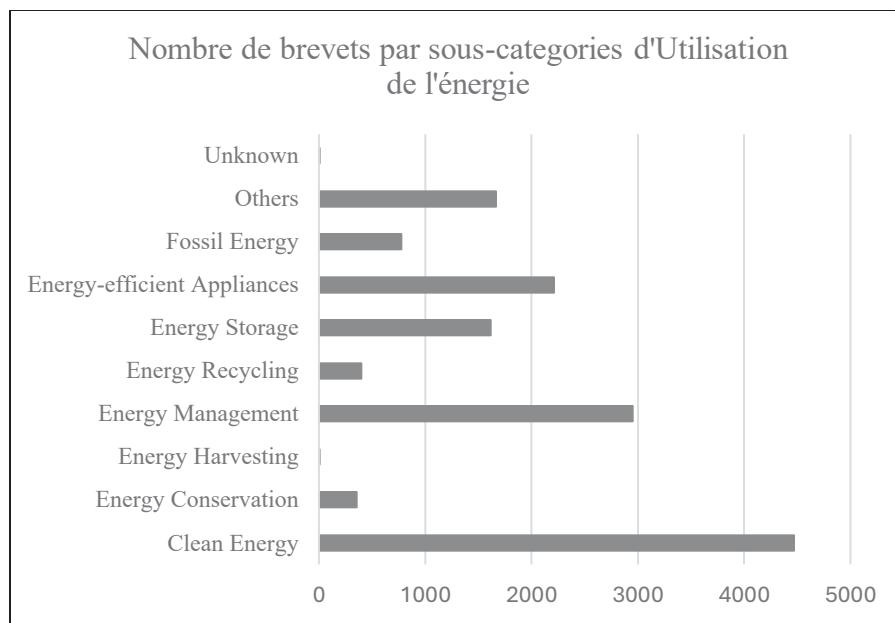


Figure 2.6 Graphique du nombre de brevets par sous-catégorie de qualité d'Utilisation de l'énergie

Voici deux exemples de la classification :

Exemple 1 :

Titre du brevet : Système de production de vapeur haute pression à partir de la chaleur résiduelle CA128637273

Résumé abrégé : Ce brevet décrit un système permettant de produire de la vapeur haute pression en utilisant la chaleur résiduelle issue d'un processus industriel. L'objectif est d'améliorer l'efficacité énergétique et de minimiser les pertes thermiques.

Classification étape par étape :

a. Correspondance par mots-clés :

Production de vapeur → associé à la conversion de chaleur en énergie.

Chaleur résiduelle → indique une technologie de récupération d'énergie.

Efficacité énergétique, minimisation des pertes thermiques → correspond aux systèmes de recyclage d'énergie.

b. Analyse contextuelle basée sur le NLP :

Le brevet décrit un processus de valorisation de la chaleur perdue pour générer de l'énergie, ce qui s'inscrit dans la récupération et l'optimisation de l'utilisation énergétique.

Il s'agit donc d'une technologie de recyclage d'énergie, qui s'aligne avec les systèmes visant à réutiliser la chaleur industrielle.

Catégorie attribuée : Utilisation de l'énergie

Sous-catégorie attribuée : Recyclage de l'énergie

Exemple 2 :

Titre du brevet : Assemblage de moyeu aérodynamique pour une éolienne CA128637256

Résumé abrégé : Ce brevet porte sur une conception améliorée du moyeu d'une éolienne permettant d'optimiser l'aérodynamisme et d'augmenter la production d'énergie à partir du vent.

Classification étape par étape :

a. Correspondance par mots-clés :

Éolienne → directement associé aux énergies renouvelables.

Optimisation aérodynamique → vise une amélioration de l'efficacité énergétique.

Production d'énergie à partir du vent → correspond à une source d'énergie propre.

b. Analyse contextuelle basée sur le NLP :

L'objectif du brevet est l'amélioration de l'efficacité des éoliennes, une source d'énergie renouvelable.

La technologie décrite favorise une meilleure exploitation des ressources éoliennes pour produire de l'électricité sans émissions polluantes.

Catégorie attribuée : Utilisation de l'énergie

Sous-catégorie attribuée : Énergie propre

La présence de la sous-catégorie énergie fossile dans un ensemble de brevets verts peut sembler contradictoire à première vue. Cependant, plusieurs raisons expliquent pourquoi certaines technologies liées aux combustibles fossiles peuvent être considérées comme bénéfiques pour l'environnement et donc classées comme brevets verts.

Ces brevets concernent généralement des innovations visant à réduire l'impact environnemental de l'utilisation des combustibles fossiles plutôt qu'à en promouvoir la consommation traditionnelle. Certaines de ces technologies sont axées sur la réduction des émissions, comme le captage et stockage du carbone, qui permet de limiter les émissions de gaz à effet de serre des centrales électriques. D'autres améliorent l'efficacité énergétique, garantissant ainsi qu'une quantité moindre de combustible est nécessaire pour produire la même quantité d'énergie, ce qui réduit les émissions globales. Par ailleurs, certains brevets portent sur des méthodes d'extraction et de traitement plus propres, atténuant la pollution générée par l'extraction des combustibles fossiles. D'autres innovations concernent la récupération de chaleur perdue ou encore la substitution partielle des combustibles fossiles par des alternatives plus propres afin de limiter leur impact environnemental.

L'analyse de la base de données fournit des exemples concrets de brevets classés sous énergie fossile, illustrant comment ces technologies contribuent à la protection de l'environnement. L'un de ces brevets porte sur l'utilisation d'un acide dicarboxylique substitué par un hydrocarbure pour améliorer ou accélérer la séparation de l'eau des huiles de carburant (CA159953454) vise à réduire les émissions et à améliorer l'efficacité énergétique, permettant ainsi une combustion plus propre et une réduction des polluants atmosphériques. Un autre brevet sur une machine de construction avec une structure de contrepoids (CA159953050) permet d'améliorer l'efficacité énergétique de la machine et de réduire ses émissions en optimisant la répartition du poids, diminuant ainsi la quantité de carburant nécessaire à son fonctionnement.

Pour le reste, la sous-catégorie la plus représentée est celle de l'énergie propre, qui regroupe 31 % des brevets, suivie de la gestion de l'énergie, avec 26 %. Ces chiffres soulignent l'importance accordée aux innovations visant à optimiser la production et l'utilisation de l'énergie.

En revanche, 11 % des brevets sont classés dans la catégorie "Autres", ce qui signifie qu'ils ne correspondent à aucune des sous-catégories prédéfinies. Ces inventions, couvrant plusieurs domaines technologiques, ne semblent pas pouvoir être regroupées au sein d'une

nouvelle sous-catégorie unique, ce qui met en évidence la diversité des innovations en matière d'utilisation de l'énergie.

iv) Santé et vie :

Tableau 2.7 Nombre de brevets par sous-catégorie de qualité de Santé et vie

Subcategory	Count of Subcategory
Environmental Health	945
Others	5042
Rural Living Environment	99
Unknown	1
Urban Living Environment	326
total	6413

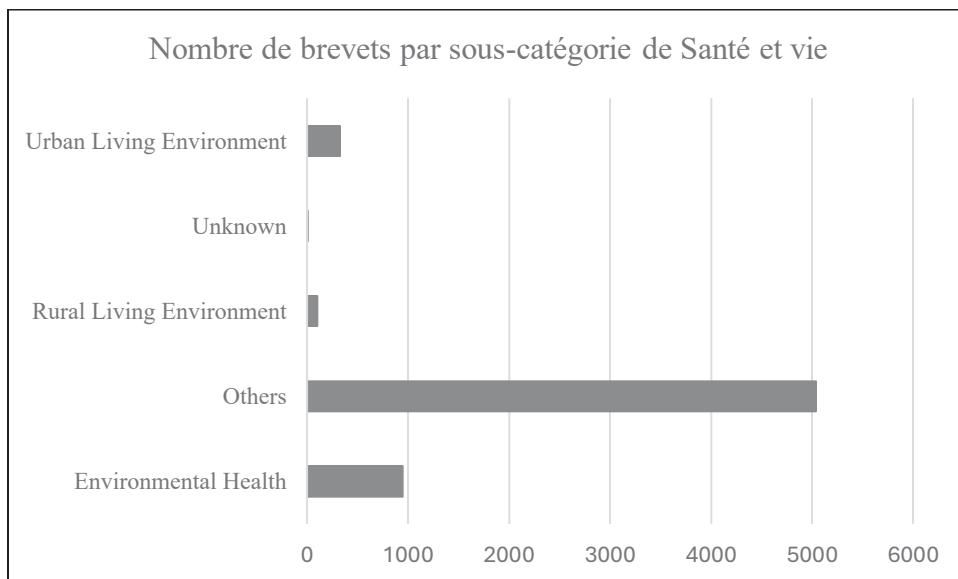


Figure 2.7 Graphique du nombre de brevets par sous-catégorie de Santé et vie

Voici deux exemples de la classification :

Exemple 1 :

Titre du brevet : Équipement compact pour la stérilisation électrolytique CA154259585.

Résumé abrégé : Ce brevet décrit un équipement compact permettant la stérilisation électrolytique de l'eau et d'autres fluides. L'objectif est d'éliminer les contaminants microbiens et de garantir une eau plus propre pour diverses applications.

Classification étape par étape :

a. Correspondance par mots-clés :

Stérilisation électrolytique → associé au traitement et à la purification des fluides.

Élimination des contaminants microbiens → vise une amélioration de la santé publique.

Eau plus propre → impact direct sur la qualité de l'environnement sanitaire.

b. Analyse contextuelle basée sur le NLP :

L'objectif du brevet est de garantir un meilleur contrôle des contaminants dans l'eau, ce qui est essentiel pour la santé environnementale.

Cette technologie contribue à la prévention des maladies liées à la qualité de l'eau et s'inscrit dans les solutions de santé publique.

Catégorie attribuée : Santé et vie

Sous-catégorie attribuée : Santé environnementale

Exemple 2 :

Titre du brevet : Système d'assistance pour la conformité automatique en matière d'hygiène CA153283470.

Résumé abrégé : Ce brevet concerne un système permettant de surveiller et d'améliorer l'adhésion aux protocoles d'hygiène en milieux médicaux et industriels.

Classification étape par étape :

a. Correspondance par mots-clés :

Surveillance et amélioration de l'hygiène → indique une application dans le domaine de la prévention sanitaire.

Conformité automatique → vise à garantir des standards de propreté élevés.

Milieux médicaux et industriels → impact direct sur la santé publique et l'environnement de travail.

b) Analyse contextuelle basée sur le NLP :

Le brevet vise à réduire les risques de contamination en assurant une meilleure application des mesures d'hygiène.

Cette technologie contribue à l'amélioration de l'environnement sanitaire et à la réduction des infections.

Catégorie attribuée : Santé et vie

Sous-catégorie attribuée : Santé environnementale

Pour la catégorie Santé et vie, la majorité des brevets a été classée dans la sous-catégorie "Autres" avec 79 %, ce qui signifie qu'il y a un manque de sous-catégories prédéfinies suffisantes.

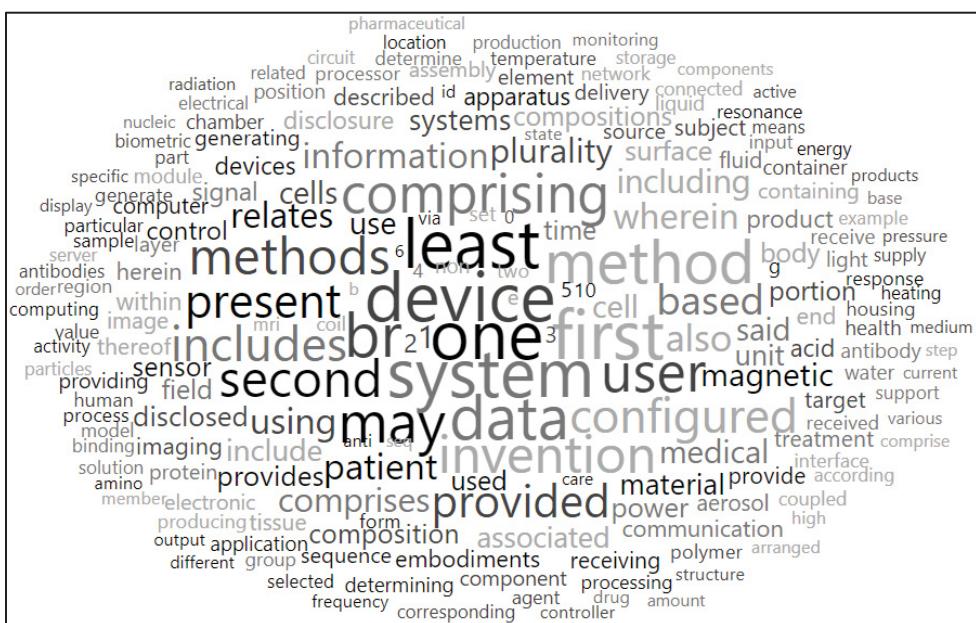


Figure 2.8 Nuage de mots des descriptions de brevets classés Autres dans santé et vie

Un nuage de mots a été généré (Figure 2.8) en analysant les descriptions des brevets verts classés sous "Autres" avec le logiciel Orange, en ignorant les mots communs, les déterminants et les sujets. Les mots les plus fréquents incluent "device" (appareil), "system" (système), "method" (méthode), "data" (données), "user" (utilisateur) et "configured" (configurer). Ces brevets décrivent souvent des dispositifs, des systèmes informatiques ou des solutions numériques qui, bien qu'ayant un lien avec la santé, n'entrent pas directement

dans les catégories établies telles que les diagnostics médicaux, les traitements ou la santé environnementale.

Une première explication à leur classification dans "Autres" est la nouveauté de ces technologies, qui rend leur comparaison plus complexe. Plusieurs brevets combinent la technologie de l'information et la santé, notamment en lien avec les logiciels médicaux, l'IA appliquée à la médecine ou les plateformes de gestion de données de santé. Ces technologies émergentes ne disposent pas encore de sous-catégories dédiées.

Par ailleurs, certains brevets concernent des systèmes et appareils de surveillance de la santé qui ne se focalisent pas uniquement sur un aspect précis du bien-être ou du traitement médical. Cela peut inclure des outils de mesure biométrique avancés, des technologies de suivi à distance des patients ou des innovations dans la gestion hospitalière et logistique. Leur impact sur la santé et la vie est réel, mais leur fonction principale peut ne pas correspondre aux sous-catégories établies.

Les brevets de la catégorie "Autres" semblent donc majoritairement liés à des technologies de santé numérique, des dispositifs médicaux polyvalents et des innovations en gestion de données et de surveillance. Une solution pour mieux structurer ces brevets pourrait être la création d'une sous-catégorie dédiée aux technologies médicales et de mesure et gestion de données en santé environnementale.

v) Sécurité écologique :

Tableau 2.8 Nombre de brevets par sous-catégorie de Sécurité écologique

Subcategory	Count of Subcategory
Disaster Prevention	1652
Ecological Agriculture/Forestry/Animal Husbandry	457
Ecological Safety Management	1522
Ecosystem Conservation and Restoration	166
Others	2206
total	6003

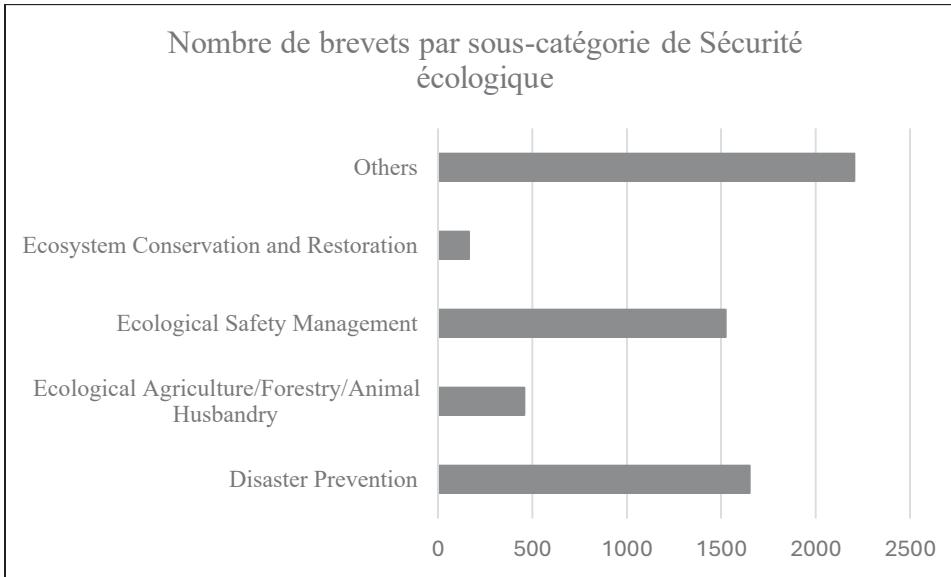


Figure 2.9 Graphique du nombre de brevets par sous-catégorie de Sécurité écologique

Voici deux exemples de la classification :

Exemple 1 :

Titre du brevet : Compositions à inhibition améliorée de l'uréase CA159949090.

Résumé abrégé : Ce brevet décrit une composition contenant un mélange d'inhibiteurs d'uréase améliorés, destinés à optimiser l'utilisation des engrains azotés et à réduire les émissions de gaz à effet de serre issues des sols agricoles.

Classification étape par étape :

a. Correspondance par mots-clés :

Inhibition de l'uréase → indique une gestion des nutriments en agriculture.

Optimisation des engrains azotés → vise une meilleure gestion des ressources agricoles.

Réduction des émissions de gaz à effet de serre → impact environnemental positif.

b. Analyse contextuelle basée sur le NLP :

L'objectif du brevet est d'améliorer l'efficacité des engrains tout en réduisant les impacts négatifs sur l'environnement.

Cette technologie contribue à une gestion plus durable des terres agricoles.

Catégorie attribuée : Sécurité écologique

Sous-catégorie attribuée : Agriculture/foresterie/élevage écologique

Exemple 2 :

Titre du brevet : Méthode de contrôle de la prolifération d'organismes sur les surfaces aquatiques CA153868255.

Résumé abrégé : Ce brevet concerne une méthode permettant de limiter la prolifération d'organismes aquatiques indésirables en surface, afin de préserver la biodiversité et d'améliorer la qualité de l'eau.

Classification étape par étape :

a. Correspondance par mots-clés :

Contrôle de la prolifération → indique une action de gestion environnementale.

Organismes aquatiques → impact sur les écosystèmes aquatiques.

Préservation de la biodiversité → aligné avec la conservation écologique.

b. Analyse contextuelle basée sur le NLP :

L'objectif du brevet est d'améliorer la gestion des écosystèmes aquatiques pour éviter les déséquilibres environnementaux.

Cette technologie favorise la conservation et la restauration des milieux naturels.

Catégorie attribuée : Sécurité écologique

Sous-catégorie attribuée : Conservation et restauration des écosystèmes

La sous-catégorie "Autres" englobe ici 37 % des brevets. La deuxième sous-catégorie la plus représentée est la prévention des catastrophes, avec 28 %, ce qui reflète l'importance croissante de ce domaine dans la gestion des risques environnementaux. Cette proportion de brevets reflète l'augmentation des événements météorologiques extrêmes tels que les inondations, les incendies de forêt et les tempêtes d'où l'importance des technologies et de stratégies visant à anticiper, atténuer et gérer ces risques pour protéger les populations et les écosystèmes.

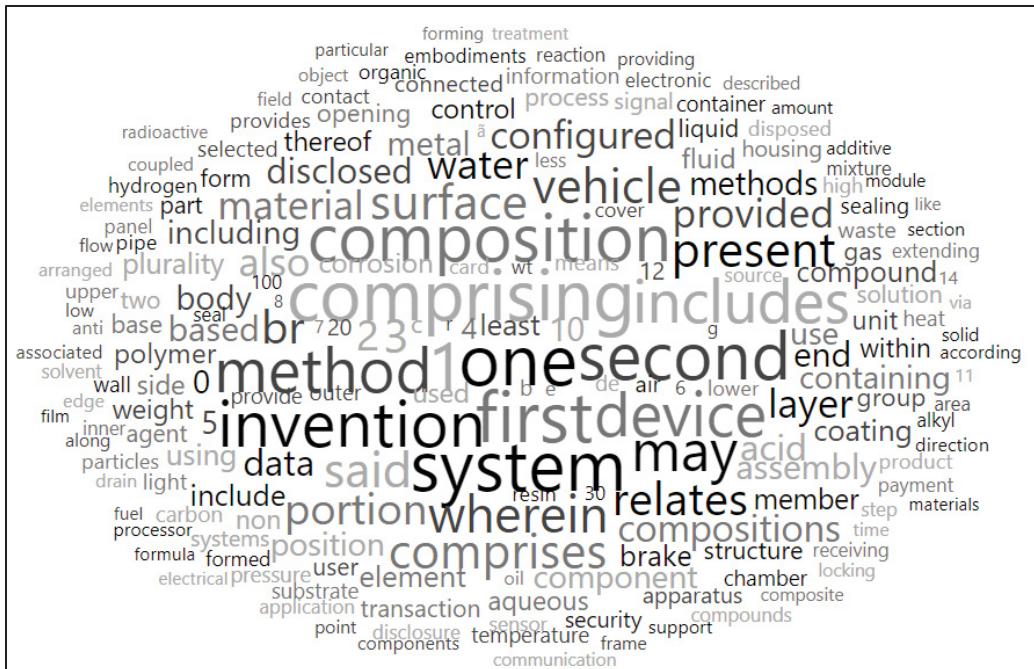


Figure 2.10 Nuage de mots des descriptions de brevets classés Autres dans Sécurité écologique

Les brevets classés sous "Autres" dans la catégorie Sécurité Écologique partagent plusieurs caractéristiques communes. L'analyse des mots-clés les plus fréquents dans leurs titres et résumés de la Figure 2.10, met en évidence des termes génériques tels que "méthode", "système", "appareil", "composition" et "invention". Ces brevets décrivent souvent des procédés technologiques, des compositions chimiques ou des dispositifs qui, bien qu'ayant un lien avec la sécurité écologique, ne s'intègrent pas facilement dans les sous-catégories existantes.

En analysant ces brevets, on remarque qu'ils couvrent principalement des domaines tels que les compositions chimiques et procédés industriels, les technologies de surveillance et de détection environnementale, les matériaux avancés pour la protection de l'environnement, et les systèmes automatisés pour la gestion des ressources naturelles. Ces innovations ont un impact significatif sur la sécurité écologique, mais leur portée transversale et leur nouveauté technologique rendent leur classification complexe. Une solution pour mieux structurer ces

brevets pourrait être la création d'une sous-catégorie dédiée aux nouvelles technologies environnementales ou aux innovations en procédés de mesures en chimie verte.

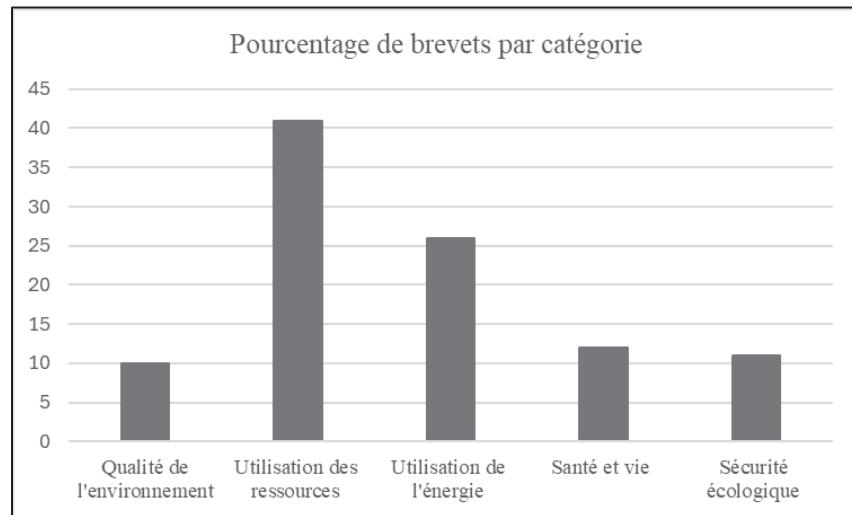


Figure 2.11 Graphique du pourcentage de brevets par catégorie d'impacts

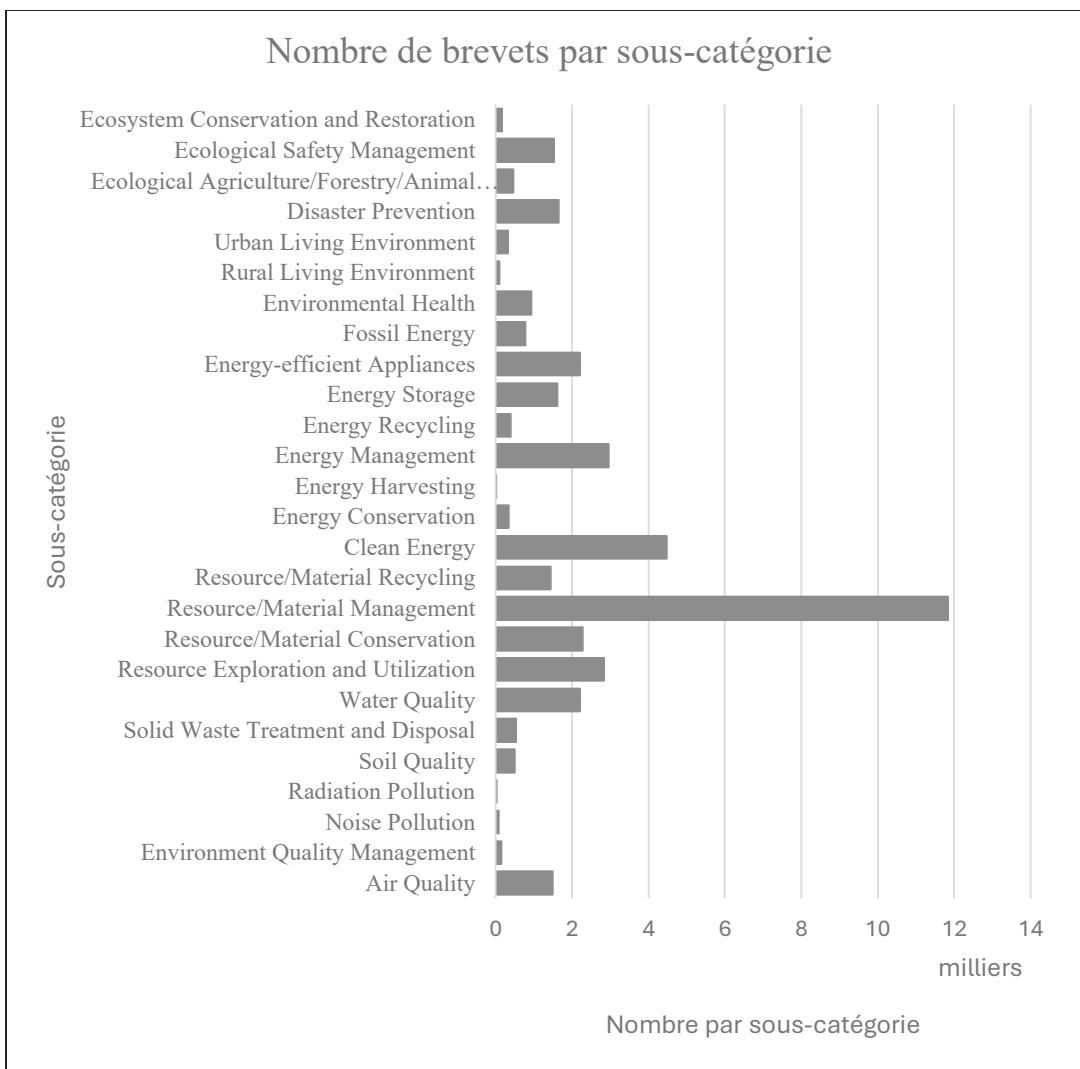


Figure 2.12 Graphique du nombre de brevets par sous-catégories d'impacts

Le graphique de la Figure 2.11 met en évidence que la catégorie "Utilisation des ressources" regroupe la plus grande part des brevets, avec 41 %, suivie de la catégorie "Utilisation de l'énergie", qui représente 26 %. Cette dernière dépasse de 15 % les trois autres catégories, ce qui souligne son importance relative dans le domaine des technologies vertes.

Ces résultats trouvent un écho dans l'étude de Guo et al. (2020), où 2 452 technologies vertes en Chine ont été classées manuellement selon les catégories d'impact du CSGT. L'analyse a révélé que les deux principales catégories regroupant la majorité des innovations vertes étaient également celles de l'utilisation de l'énergie et des ressources. Cette convergence

entre les deux études renforce la cohérence des résultats et met en évidence l'importance stratégique accordée à ces domaines.

La sous-catégorie qui regroupe le plus grand nombre de brevets est celle de la gestion des ressources et des matériaux, représentant 21 % des brevets, comme l'illustre la Figure 2.12. Cette forte représentation s'explique par la large accessibilité de cette thématique ; la plupart des entreprises développent des techniques de gestion des ressources et matériaux, car il s'agit d'une étape relativement abordable dans une démarche de transition environnementale.

À l'inverse, certaines sous-catégories nécessitent un engagement technologique plus important, ce qui limite le nombre de brevets déposés. Par exemple, la sous-catégorie liée à la pollution sonore ne représente que 0,15 % des brevets en technologies vertes, soulignant ainsi la complexité du développement d'innovations spécifiques dans ce domaine ou le manque d'intérêt qui y est porté.

Après la gestion des ressources et des matériaux, la sous-catégorie de l'énergie propre arrive en seconde position avec 8 % des brevets, suivie de la sous-catégorie de la gestion de l'énergie. Cette dernière englobe les technologies visant à optimiser la consommation, la distribution et le stockage de l'énergie, afin de réduire les pertes et d'améliorer l'efficacité énergétique des systèmes. Son importance croissante traduit l'attention portée à la gestion intelligente de l'énergie.

2.1.5.3 Test d'audit de classification

Afin d'évaluer la validité et la robustesse du système de classification automatique des brevets, une vérification manuelle a été réalisée sous la forme d'un test d'audit de classification. Ce test avait pour objectif de comparer les résultats générés par l'IA à une évaluation humaine afin de s'assurer de la pertinence des catégories et sous-catégories attribuées aux brevets. Cette démarche est essentielle pour identifier d'éventuelles erreurs de classification, détecter des incohérences et évaluer dans quelle mesure la structure actuelle des catégories reflète avec justesse la diversité des technologies brevetées.

Pour garantir une analyse représentative, un échantillonnage aléatoire stratifié a été appliqué, avec la sélection de 550 brevets, soit 110 brevets pour chaque catégorie principale. Cette approche permet d'obtenir un échantillon équilibré sans introduire de biais dans le choix des brevets examinés. L'évaluation manuelle a ensuite été menée en examinant les descriptions des technologies afin de vérifier si leur classification correspondait aux critères définis.

Dans la majorité des cas, l'attribution des catégories principales s'est avérée évidente, les brevets correspondant généralement aux grandes thématiques définies. En revanche, la classification en sous-catégories a parfois nécessité des recherches plus approfondies sur la technologie décrite dans les brevets. Lorsque la description était trop succincte ou que l'innovation était trop généraliste pour être rattachée précisément à une sous-catégorie existante, le brevet était classé dans la sous-catégorie "Autres". Cette situation souligne une limite structurelle du système de classification, liée non pas à l'algorithme en lui-même, mais à la nécessité d'élargir ou d'affiner les sous-catégories afin de mieux refléter la diversité des innovations technologiques.

Les exemples de classifications réalisés précédemment faisaient partie des échantillons testés dans le cadre de cette validation. Leur analyse a permis d'illustrer concrètement les forces et faiblesses du modèle de classification, mettant en évidence la pertinence de certaines catégories et la nécessité d'une révision pour d'autres. Tandis que les sous-catégories attribuées se sont révélées globalement correctes, sans erreurs détectées, ce sont les brevets classés sous "Autres" qui ont mis en évidence les limites de cette catégorisation automatisée. L'IA avait tendance à regrouper un brevet dans cette catégorie dès qu'un manque d'information empêchait d'établir un lien clair avec un impact spécifique. Cette approche, bien qu'efficace pour éviter des classifications erronées, révèle une limite structurelle du système : elle reflète moins une erreur de l'algorithme qu'un besoin d'enrichir les sous-catégories existantes afin d'inclure des innovations aux impacts plus complexes ou transversaux.

L'utilité de ces tests humains est multiple. D'une part, ils permettent de vérifier l'efficacité du système automatisé, en s'assurant que les brevets sont bien classés selon leur domaine

d'application et leurs impacts environnementaux. D'autre part, ils aident à identifier les lacunes de la structure de classification, notamment en mettant en évidence les domaines technologiques qui ne disposent pas de sous-catégories adaptées. Cette approche offre ainsi une base de réflexion pour une amélioration du cadre de classification, en proposant éventuellement la création de nouvelles sous-catégories ou une révision des critères existants afin de mieux capturer la diversité des brevets liés aux technologies vertes.

2.2 Impact des technologies

Un système de classification structuré permet une meilleure identification, évaluation et promotion des technologies vertes, garantissant ainsi que les ressources sont dirigées vers les solutions les plus impactantes. L'absence d'un cadre standardisé peut freiner le développement et l'adoption des technologies vertes en créant de la confusion parmi les parties prenantes, en limitant le transfert de connaissances et en entravant l'accès au financement (Guo et al., 2020). Cette classification permet un suivi systématique des progrès technologiques dans différents secteurs.

2.2.1.1 Tendances observées

L'analyse des brevets verts canadiens permet d'identifier plusieurs tendances dans la répartition des technologies selon leur impact environnemental. Les résultats montrent que les domaines les plus dynamiques en matière d'innovation environnementale concernent principalement la gestion des ressources et des matériaux, ainsi que l'énergie propre et la gestion de l'énergie. Ces catégories reflètent les priorités actuelles en matière de transition écologique et d'optimisation des ressources existantes.

Pour les catégories les plus traditionnellement associées aux technologies environnementales, soit la qualité de l'environnement, l'utilisation des ressources et l'utilisation de l'énergie, les sous-catégories prédéfinies sont suffisantes pour assurer une classification des impacts, avec moins de 20 % des brevets de ces catégories classés sous "Autres". Cela signifie que la structure de classification actuelle couvre largement ces champs d'innovation, qui incluent des technologies bien établies comme le traitement de l'eau, l'efficacité énergétique et le

recyclage des matériaux. Lorsque le taux de brevets classés dans la sous-catégorie "Autres" est inférieur à 20 %, cela ne pose pas de problème majeur. Cela indique simplement que moins de 20 % des technologies ne s'inscrivent pas dans les sous-catégories prédéfinies, ce qui est raisonnable compte tenu de leur diversité limitée.

En revanche, des catégories comme Santé et vie (78 %) et Sécurité écologique (36 %) présentent des taux très élevés de brevets classés dans "Autres", ce qui révèle un manque clair de sous-catégories adaptées.

L'analyse des thématiques récurrentes montre que les technologies classées dans "autres" correspondent en grande partie à des outils numériques : logiciels, appareils de mesure, systèmes de collecte de données ou de prédition environnementale. Ces technologies, bien qu'ayant un impact indirect sur l'environnement, jouent un rôle crucial en facilitant le suivi, l'analyse et l'aide à la décision.

Dans la catégorie Santé et vie, une forte présence est observée de :

- Dispositifs médicaux numériques
- Logiciels de suivi sanitaire
- Bases de données en santé environnementale

Cela témoigne de l'essor de la santé numérique environnementale, un domaine encore sous-estimé, mais en rapide expansion. Il serait donc pertinent d'ajouter de nouvelles sous-catégories, telles qu'appareils de mesure en santé environnementale et logiciels et bases de données pour la gestion de la santé environnementale.

Pour la catégorie Sécurité écologique, est également observée l'émergence de :

- Capteurs numériques et logiciels spécialisés en mesure environnementale
- Procédés numériques pour la détection de polluants
- Systèmes automatisés de gestion des ressources naturelles

Ici, il serait pertinent d'ajouter de nouvelles sous-catégories, telles qu'appareils de mesure en écologie et procédés de mesure en chimie verte.

Une tendance émerge concernant la nature des brevets classés sous "Autres". Il semble qu'une part importante des brevets difficilement classables en sous-catégorie concerne des outils, logiciels ou techniques qui peuvent être utilisés pour répondre à un problème

environnemental de manière indirecte, mais qui ne présentent pas un impact direct mesurable sur l'environnement. Par exemple, certaines innovations en IA appliquées à l'optimisation énergétique ou à la gestion des déchets peuvent avoir un rôle clé dans la transition écologique sans pour autant être rattachées à une sous-catégorie spécifique existante.

La nouveauté des technologies pourrait également expliquer pourquoi certains brevets ne peuvent pas être correctement contextualisés par le modèle de classification automatique. Lorsqu'une technologie est très récente ou peu documentée, l'IA peut avoir des difficultés à l'associer à une sous-catégorie précise, faute de références ou d'informations suffisantes. Ce phénomène pourrait être réduit en intégrant un processus de validation humaine pour les brevets non classés automatiquement, ou en enrichissant la base de données avec des technologies émergentes mieux définies.

Par ailleurs, cette labélisation des impacts environnementaux des brevets verts canadiens permet de mieux comprendre l'évolution des technologies développées dans le cadre de la transition écologique. En montrant quelles sont les catégories et sous-catégories les plus représentées, elle met en évidence les domaines où les efforts d'innovation sont les plus concentrés. Cela donne un aperçu des orientations actuelles en matière de recherche appliquée aux enjeux environnementaux, notamment dans des secteurs comme la gestion des ressources ou l'énergie propre.

L'analyse met également en lumière certains domaines d'impact moins couverts par les brevets, comme la pollution sonore ou la qualité des sols. La faible représentation de ces sous-catégories peut indiquer un manque d'intérêt, des obstacles techniques ou réglementaires, ou encore une reconnaissance limitée de ces problématiques dans les stratégies d'innovation actuelles. Cela suggère l'existence de manques à combler dans le développement de solutions technologiques adaptées à ces enjeux.

Ces constats peuvent contribuer à orienter les choix en matière de soutien à la recherche et aux investissements, notamment dans les secteurs qui semblent moins développés. Mieux comprendre où se situent les déséquilibres permet d'envisager des mesures pour encourager

l'innovation dans des domaines environnementaux encore peu explorés, mais qui pourraient jouer un rôle important dans les années à venir.

2.3 Limites de la catégorisation

L'élaboration d'une base de données permettant de catégoriser automatiquement l'impact environnemental des brevets constitue une contribution novatrice, mais non exempte de limites. Afin d'interpréter les résultats avec justesse et rigueur, il est essentiel d'examiner les principales contraintes liées à la base de données utilisée, à la méthodologie de labellisation, ainsi qu'à l'usage même de l'IA dans un cadre environnemental. Cette réflexion critique permet également d'identifier des pistes d'amélioration futures, tant sur le plan technique que méthodologique.

2.3.1 Limites de la base de données

La base de données exploitée repose sur les brevets canadiens déposés via le PCT accessibles sur Patentscope. Ce choix méthodologique, bien que permettant une couverture d'environ 84% des brevets déposés au Canada (Rapport sur la PI au Canada 2023 – Brevets, 2024), présente tout de même une limite : il exclut les brevets canadiens déposés uniquement au niveau national. Ainsi, certaines innovations locales, notamment celles issues de particuliers ou de centres de recherche régionaux qui n'ont pas les moyens ou l'intention de déposer à l'international, ne sont pas prises en compte. Cette restriction nuit à l'exhaustivité de l'analyse pour le cas spécifique du Canada.

De plus, la base de données a été compilée en juin 2024, ce qui signifie que tous les brevets ajoutés depuis cette date ne sont pas inclus et ne peuvent donc pas être pris en compte dans l'analyse actuelle. Cette limitation temporelle réduit la capacité de la base à refléter les dynamiques récentes de l'innovation verte. Il serait donc nécessaire de mettre à jour la base de données sur une base annuelle, afin de maintenir sa pertinence et d'assurer une veille technologique continue sur les tendances émergentes en matière de brevets environnementaux.

Un autre enjeu important concerne la dimension géographique. La base de données permet d'identifier le pays de dépôt – ici, le Canada – mais ne fournit pas directement l'information sur la province d'origine du brevet. Or, cette donnée serait précieuse pour analyser la répartition régionale des innovations vertes et identifier les dynamiques propres à chaque territoire. Bien qu'il soit possible d'accéder à l'adresse du déposant en consultant chaque brevet individuellement, cette information n'est pas incluse dans les fichiers téléchargeables, ce qui limite l'analyse géographique à grande échelle. Une extraction et un traitement manuel ou automatisé de ces données supplémentaires seraient nécessaires pour combler cette lacune.

2.3.2 Limites de la labellisation automatisée

La labellisation des brevets a été effectuée par un algorithme de traitement du langage naturel entraîné à reconnaître les principaux domaines d'impact environnemental à partir du texte descriptif des demandes. Bien que le taux de brevets classés comme "Unknown" soit extrêmement faible (moins de 0.0001 %), cette catégorie met en lumière les limites de compréhension automatique lorsque la description technique est trop générale ou insuffisamment détaillée. Pour améliorer la performance du modèle, il serait pertinent d'encourager une meilleure qualité rédactionnelle des brevets, incluant des informations précises sur les applications environnementales des technologies décrites.

Un autre aspect critique concerne la validation du modèle. À ce jour, un test a été effectué sur 1 % des brevets (550 brevets) afin de comparer les résultats de la labellisation automatisée avec un jugement humain. Bien que ce test ait fourni des indications utiles, il reste partiel. Un élargissement de cet exercice, impliquant plusieurs évaluateurs indépendants, permettrait de renforcer la fiabilité de la catégorisation. Des tests croisés entre différentes personnes, avec comparaison des taux d'accord inter-juges, offriraient une validation plus robuste et contribuerait à détecter les biais éventuels de l'algorithme. De plus, des divergences entre évaluateurs humains peuvent aider à mieux cerner les limites du langage employé dans les brevets ou la subjectivité de certaines interprétations.

La catégorisation présente également certaines limites structurelles. La catégorie "Other", bien qu'utile pour les cas atypiques, tend à englober des brevets très variés, ce qui nuit à la finesse de l'analyse. Il serait bénéfique de raffiner cette catégorie en introduisant des sous-catégories supplémentaires, notamment en s'appuyant sur une NLP plus avancée et sur l'ajout de mots-clés propres à chaque sous-domaine. Enfin, pour améliorer la précision de la classification, il est important d'éviter les formulations vagues dans les textes des brevets, telles que "technologie innovante", "solution durable", ou "système écologique", qui manquent de clarté quant à l'impact réel.

Par ailleurs, dans l'approche de classification, chaque brevet est associé à un seul impact environnemental principal. Or, une même technologie peut avoir plusieurs répercussions dans différentes sphères (par exemple, une innovation liée à l'énergie pourrait aussi améliorer la qualité de l'environnement ou la santé humaine). En ne retenant qu'un seul impact, on introduit un biais potentiel dans la représentation sectorielle. Certains domaines peuvent apparaître comme sous-représentés, simplement parce que leurs effets sont souvent secondaires dans la description, alors qu'ils sont néanmoins significatifs.

Enfin, la catégorisation elle-même est tributaire de l'évolution du langage et des technologies. Certains brevets peuvent être mal classés non pas à cause de la qualité de la description, mais parce que le champ d'innovation évolue plus rapidement que les catégories établies. Il sera donc nécessaire, à terme, de mettre à jour les catégories d'impact ou d'adapter le modèle pour suivre les tendances émergentes en technologies vertes.

2.3.3 L'IA comme outil en environnement

Le recours à l'IA dans une étude portant sur les technologies vertes soulève une forme de contradiction éthique et méthodologique. Les modèles d'IA, en particulier ceux fondés sur le NLP sont notoirement énergivores. Leur entraînement et leur déploiement nécessitent d'importantes ressources computationnelles, souvent assurées par des centres de données dont l'alimentation énergétique n'est pas toujours d'origine renouvelable (Strubell, Ganesh, & McCallum, 2019). Selon Strubell, Ganesh et McCallum (2019), l'empreinte carbone

associée à l’entraînement de grands modèles de NLP peut atteindre plusieurs centaines de tonnes de CO₂, dépassant parfois celle d’un vol transatlantique. Cela soulève une question cruciale : peut-on utiliser des outils à fort impact environnemental pour étudier ou promouvoir des solutions écologiques ?

Dans le cadre de ce projet, une attention particulière a été portée à la manière dont l’IA est mobilisée, dans le but de limiter son empreinte. L’algorithme de classification, bien qu’impliquant initialement une opération énergétiquement intensive – notamment en analysant automatiquement, à l’aide du NLP, la description complète des 55 451 brevets de la base – n’est utilisé qu’une seule fois. Une fois cette étape complétée, la base de données peut être téléchargée et utilisée sans nécessiter un recours répété à l’IA. Ce fonctionnement ponctuel permet de limiter le recours à l’IA tout en assurant une catégorisation structurée des brevets à partir d’un traitement massif de données textuelles.

Il convient également de souligner que certaines plateformes d’hébergement de modèles et de calcul distribué s’orientent vers des pratiques plus écologiques, en optant pour des centres de données alimentés par des énergies renouvelables (Cook & Jardim, 2017). Toutefois, ces efforts demeurent inégaux à l’échelle mondiale, et la transparence sur la provenance énergétique des services infonuagiques reste limitée. L’intégration responsable de l’IA dans les études environnementales devrait donc s’accompagner d’une réflexion continue sur les compromis technologiques et sur la durabilité des outils utilisés.

CHAPITRE 3

ETUDE DES STRATÉGIES DE PI POUR LES STARTUPS CANADIENNES CLEANTECH

Ce chapitre s'appuie sur une série d'entretiens semi-structurés menés auprès de représentants de startups cleantech canadiennes afin d'analyser leurs approches en matière de PI. La première section présente la méthodologie employée et les attentes des entretiens, permettant ainsi de contextualiser les résultats obtenus. Ensuite, l'analyse des données met en lumière les tendances observées en matière de PI verte et les stratégies adoptées par les startups, en illustrant ces pratiques par des études de cas. Par ailleurs, les principaux obstacles rencontrés dans la gestion de la PI sont explorés, avant d'examiner l'impact des politiques gouvernementales sur ces stratégies. Enfin, les limites et biais potentiels de cette étude seront discutés afin de garantir une interprétation rigoureuse des résultats.

Cette analyse vise à apporter un éclairage sur les pratiques de PI des startups cleantech et à identifier les leviers pouvant favoriser une meilleure protection et valorisation de leurs innovations dans un environnement compétitif et en constante évolution.

3.1 Entretiens semi-structurés

Pour analyser les stratégies de PI adoptées par les startups cleantech canadiennes, une approche qualitative basée sur des entretiens semi-structurés a été retenue. Cette méthodologie permet d'explorer en profondeur les expériences, les perceptions et les stratégies des startups en matière de PI, tout en laissant la flexibilité nécessaire aux répondants pour développer leurs réponses en fonction de leur contexte spécifique.

3.1.1 Méthodologie

Les startups interrogées ont majoritairement été contactées par l'intermédiaire d'incubateurs spécialisés dans les technologies propres, tels que 2 Dégrées et Cycle Momentum, ainsi que des incubateurs universitaires, principalement Propolys, mais aussi Centech. Ces structures

ont facilité l'identification et l'approche d'entreprises actives dans l'innovation technologique durable. À l'inverse, les startups contactées sans recommandation préalable ont rarement répondu favorablement aux demandes d'entretien, ce qui souligne l'importance du réseau et des intermédiaires institutionnels dans l'accès aux entrepreneurs.

L'objectif étant de réaliser une douzaine d'entretiens, pour être en cohérence avec les recommandations méthodologiques en recherche qualitative. Cette estimation est fondée sur les recommandations de Guest, Bunce et Johnson (2006), qui suggèrent qu'après environ douze entretiens mené sur un échantillon homogène (dans ce cas les représentants de startups cleantech canadiennes), les nouvelles informations deviennent rares, indiquant une saturation des données.

Les entretiens sont menés sous un format semi-structuré, combinant une trame directrice avec une certaine flexibilité dans les échanges. Cette approche permet de couvrir des thématiques précises tout en laissant la possibilité aux répondants d'apporter des éléments supplémentaires ou des perspectives inattendues.

En ce qui concerne le déroulement des entretiens, chaque entretien suit une structure en trois phases :

- 1) Présentation de la startup : produit ou service développé, niveau de maturité technologique, modèle économique et sources de financement.
- 2) Discussion sur la PI : existence de brevets, perception de leur utilité, éventuels dépôts envisagés.
- 3) Enjeux et défis : obstacles rencontrés dans la gestion de la PI, rôle des politiques publiques, stratégies alternatives de protection de l'innovation.

Un guide d'entretien (*Voir ANNEXE V, p. 155*) a été élaboré, regroupant les questions à poser aux startups afin de recueillir des informations pertinentes pour compléter les attentes définies pour chacune des trois phases de l'entretien. Ce guide assure une cohérence dans les échanges tout en laissant une certaine flexibilité pour approfondir certains sujets en fonction des réponses des participants. De plus, certaines questions ont été ajustées au fil des

entretiens afin d'améliorer la fluidité des échanges et de mieux capter les éléments les plus pertinents en fonction des retours des premiers répondants.

Parmi les startups contactées directement, sans intermédiaire, seules 1 % ont donné une réponse favorable pour un entretien. Cette approche, consistant à identifier des startups vertes à partir de répertoires canadiens (comme Best Clean Technology Companies to Work for in Canada (2024)) puis à rechercher un contact par courriel, s'est avérée peu concluante. En revanche, en passant par les contacts des incubateurs, le taux de réponse a atteint 40 %, démontrant l'efficacité de cette approche.

Au total, 13 entretiens semi-structurés ont été menés avec des représentants de startups cleantech canadiennes, d'une durée variant entre 20 et 50 minutes. À ceux-ci s'ajoutent trois entretiens non structurés : deux avec des représentants d'incubateurs et un avec un conseiller en PI. Les entretiens ont été réalisés à distance, en fonction de la disponibilité des participants. Avec leur consentement, les échanges sont retranscrits en temps réel à l'aide de l'outil Google Live Transcribe, qui convertit automatiquement la parole en texte. Cette retranscription instantanée facilite l'analyse des données et permet une exploitation plus systématique des informations recueillies. Afin de leur permettre de s'exprimer librement, les entrepreneurs interviewés ont souhaité conserver l'anonymat. Leurs propos seront donc cités de manière anonyme dans cette étude.

Les entretiens avec les startups ont suivi le guide d'entretien semi-structuré (*voir ANNEXE V, p. 155*), tandis que ceux réalisés avec les incubateurs et le conseiller en PI ont été plus ouverts et exploratoires. Cette flexibilité méthodologique visait à recueillir des perspectives complémentaires sur la manière dont les startups perçoivent et gèrent les enjeux liés à la PI.

3.1.2 Attentes des entretiens

Les entretiens ont pour objectif d'explorer plusieurs dimensions liées à la gestion de la PI au sein des startups cleantech. Dans un premier temps, il s'agit de mieux comprendre le profil de chaque entreprise interrogée : son produit ou service principal, son niveau de

développement technologique et son mode de financement. Ces éléments contextuels sont essentiels pour analyser les choix stratégiques en matière de PI.

Ensuite, la discussion porte sur l'utilisation des brevets par les startups. Les répondants seront invités à indiquer s'ils détiennent déjà des brevets ou s'ils envisagent d'en déposer à l'avenir. L'objectif est d'identifier les motivations et les freins associés à la protection par brevet, ainsi que la perception des startups quant aux avantages concurrentiels que cette stratégie peut leur offrir.

Avant de rencontrer les représentants des startups cleantech, plusieurs attentes ont été définies quant aux thèmes qui seraient abordés au cours des échanges.

Tout d'abord, il n'était pas attendu que l'ensemble des startups interrogées dispose déjà d'une stratégie de PI bien établie. Comme mentionné au chapitre 1, les jeunes entreprises adoptent souvent une approche opportuniste ou improvisée en matière de PI (Grimaldi et al., 2021). Il n'était pas non plus nécessaire qu'elles détiennent déjà des brevets ; l'objectif était plutôt de vérifier si la question de la PI avait été, à un moment ou un autre, intégrée à leur stratégie de développement. L'enjeu principal était de comprendre si le dépôt de brevets faisait partie de leur feuille de route, que ce soit comme une priorité à court terme ou comme une perspective à plus long terme.

D'autre part, bien que l'hypothèse initiale soit que la majorité des startups reconnaissent l'avantage concurrentiel apporté par les brevets, il était aussi anticipé que leur rôle et leur réelle efficacité fassent l'objet d'un débat. Il était attendu que certains fondateurs perçoivent les brevets comme un outil essentiel de protection et de valorisation de leurs innovations, tandis que d'autres pourraient questionner leur pertinence face à d'autres stratégies de protection, comme le secret industriel ou l'innovation ouverte. En effet, les secrets commerciaux étant un choix commun des startups étant moins couteux que la protection législative (Halt et al, 2017).

Une autre attente majeure concernait les obstacles financiers rencontrés par les startups. Il était supposé que l'un des défis les plus importants identifiés par les répondants serait la difficulté à réunir les fonds nécessaires, à la fois pour financer la protection de leurs innovations (notamment via le dépôt de brevets) et pour assurer le lancement et la mise en marché de leurs produits ou technologies. L'enjeu du financement devait ainsi être un axe central des discussions, notamment en ce qui concerne l'accès aux subventions, aux investisseurs et aux mécanismes de soutien gouvernementaux. Il serait aussi intéressant de savoir si des startups ont eu recours à la demande de brevets verts accélérée du gouvernement canadien.

Par ailleurs, plusieurs éléments ont été recueillis à partir des témoignages présentés dans le cadre du rapport sur le soutien à la commercialisation de la PI, produit par le Comité permanent de la science et de la recherche de la Chambre des communes en novembre 2023 (Comité permanent de la science et de la recherche, 2023). Ces témoignages, issus de divers acteurs de l'écosystème de l'innovation au Canada, notamment des experts en PI, des représentants gouvernementaux, des dirigeants de centres de recherche et des incubateurs, permettent de dégager des constats sur les obstacles et opportunités liés à la PI pour les startups technologiques qui permettent d'orienter les attentes des entretiens menés auprès de fondateurs de startups cleantech et de vérifier si ces constats se reflètent dans les expériences concrètes des jeunes entreprises du secteur, en particulier dans le contexte de l'innovation verte.

Un point soulevé à plusieurs reprises dans le rapport parlementaire concerne les coûts élevés associés au dépôt et à la gestion des brevets, un frein particulièrement marqué pour les startups en phase de démarrage. Karim Sallaudin Karim, vice-président associé à la commercialisation et à l'entrepreneuriat à l'Université de Waterloo, a souligné que, même lorsque les jeunes entreprises sont sensibilisées à l'importance de la PI, « elles auront peut-être de la difficulté à la payer » (Comité permanent de la science et de la recherche, 2023, p.16), ajoutant que les coûts de dépôt pouvaient représenter une part importante des dépenses initiales. Ce constat sera exploré dans les entretiens pour déterminer dans quelle mesure il influence les choix stratégiques des startups cleantech en matière de PI.

D'autres témoignages ont mis en lumière les limites de la demande accélérée de brevets pour les technologies vertes, instaurée par le gouvernement canadien comme levier de soutien à l'innovation. Bien que ce mécanisme permette d'obtenir un brevet plus rapidement, Andrew Greer, directeur général de l'organisme Purppl, a exprimé ses réserves : « Si quelqu'un enregistre un brevet, il doit divulguer ce qu'il brevette. Cela pose de grands risques » (Comité permanent de la science et de la recherche, 2023, p. 9). Pour certaines startups, notamment dans les domaines où l'innovation repose sur des algorithmes ou des procédés discrets, la crainte de dévoiler des informations sensibles réduit l'attrait du système de brevetage. Ces préoccupations, que partagent certaines entreprises interrogées, seront comparées aux témoignages du terrain, notamment sur le choix entre le brevet et le secret commercial.

Le rapport souligne également le manque d'accompagnement stratégique en PI pour les jeunes entreprises. Mike McLean, directeur général du Collectif d'actifs en innovation, affirme que « la PI et les données sont des actifs d'exclusion » (Comité permanent de la science et de la recherche, 2023, p. 8), essentiels pour sécuriser un avantage concurrentiel. Il précise toutefois que « l'on ne peut pas commercialiser ce que l'on ne possède pas » (Comité permanent de la science et de la recherche, 2023, p. 8), soulignant l'importance d'un accompagnement dès les premières étapes de la mise en marché. Les entretiens permettront d'évaluer dans quelle mesure les ressources sont connus, accessibles et perçus comme utiles par les startups cleantech.

Enfin, plusieurs témoins, dont Jim Balsillie, président du Conseil canadien des innovateurs, ont mis l'accent sur le fait que la stratégie d'innovation du Canada doit inclure une dimension forte de protection et valorisation de la PI. Selon lui, « la liberté d'exploitation est fondée sur les principes juridiques de restriction. [...] Lorsqu'on commence à faire cela, on obtient un effet de levier, ce qui stimule ce qu'on appelle la productivité ou le PIB par habitant. » (Comité permanent de la science et de la recherche, 2023, p. 12). Cette approche systémique de la PI, intégrée à la stratégie économique globale, est encore peu développée

dans les petites entreprises. Les entretiens avec les startups permettront de déterminer si cette vision est partagée, comprise ou même intégrée à leur modèle d'affaires.

En somme, les témoignages recueillis par le Comité permanent offrent une base de comparaison précieuse. Ils permettent d'identifier des attentes claires sur les enjeux que vivent les startups en lien avec la PI : accessibilité financière, choix stratégique entre brevets et secret, soutien gouvernemental, et appropriation des enjeux économiques plus larges liés à la PI. L'objectif de la présente recherche est d'évaluer si ces constats se confirment dans le contexte particulier des startups canadiennes en technologies propres, et de mettre en lumière les spécificités liées à l'innovation environnementale.

Les entretiens menés visent donc à valider ou nuancer ces attentes en recueillant des témoignages directs des entrepreneurs et en identifiant d'éventuels autres facteurs influençant leur gestion de la PI.

3.2 Analyse des données collectées

Cette section présente les résultats issus de l'analyse des entretiens réalisés auprès de treize startups cleantech canadiennes. L'objectif est d'identifier les tendances générales, les défis rencontrés et les stratégies mises en place en matière de PI. Les données ont été regroupées en plusieurs thèmes transversaux, allant des types d'impacts environnementaux visés par les innovations aux barrières d'entrée spécifiques au secteur cleantech, en passant par les enjeux de financement, les stratégies de PI adoptées et l'influence des politiques publiques.

3.2.1 Observations transversales

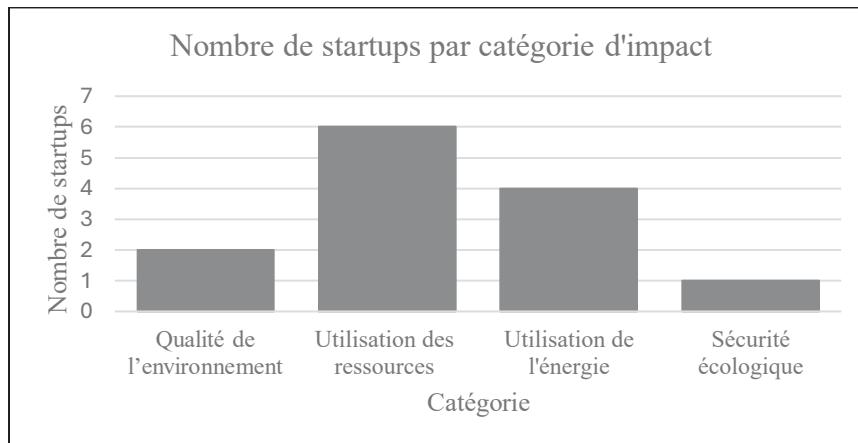


Figure 3.1 Graphique du nombre de startups interrogées par catégorie d'impact

Tableau 3.1 Catégories d'impacts des startups interrogées

Catégorie d'impact	Sous-catégorie d'impact	Nombre de startups
Qualité de l'environnement	traitement de l'eau	1
	autres	1
Utilisation des ressources	recyclage des ressources/ matériaux	3
	Conservation des ressources/matériaux	2
	Exploration et utilisation des ressources	1
Utilisation de l'énergie	énergie propre	3
	recyclage de l'énergie	1
Sécurité écologique	Agriculture/foresterie /élevage écologique	1

La répartition des startups selon les catégories d'impacts environnementaux Figure 3.1 suit globalement l'ordre observé lors de l'analyse bibliométrique et de la labellisation

automatisée des brevets du chapitre 2, bien que l'échantillon analysé de 13 startups soit trop restreint pour permettre des généralisations robustes sur les répartitions par secteurs d'impacts, cette tendance mérite d'être soulignée. Ainsi, la majorité des startups identifiées relèvent de la catégorie utilisation des ressources (6/13, soit 46 %), suivie de l'utilisation de l'énergie » (4/13, soit 31 %), qualité de l'environnement » (2/13, soit 15 %) et enfin sécurité écologique (1/13, soit 8 %).

Parmi les sous-catégories les plus représentées, on note une présence équivalente de deux domaines : la conservation des ressources et des matériaux (utilisation des ressources) et les technologies d'énergie propre (utilisation de l'énergie), chacune comptant trois startups actives. La sous-catégorie recyclage des ressources et matériaux se démarque également avec deux startups. Les cinq startups restantes concernent chaque une sous-catégorie différente.

Un cas particulier mérite d'être mentionné : une startup développe une plateforme de financement dédiée aux projets à impact environnemental. Bien que cette entreprise ne propose pas directement une technologie ayant un effet tangible sur l'environnement, son rôle dans l'accélération de l'innovation verte lui confère un impact indirect. Cette startup a été classée dans la catégorie qualité de l'environnement, avec une mention « autre » pour la sous-catégorie, en attendant une nomenclature plus précise. Une suggestion de sous-catégorie pertinente pourrait être : technologies de soutien à l'innovation écologique ou plateformes de financement vert.

Un autre exemple illustratif est celui d'une startup spécialisée dans le recyclage de déchets textiles pour la production de panneaux d'isolation phonique. Cette technologie pourrait théoriquement être rattachée à la catégorie « réduction de la pollution sonore » (donc potentiellement à la sécurité écologique), mais l'impact principal identifié reste l'optimisation de l'utilisation des ressources, via le recyclage des matériaux.

En ce qui concerne la localisation, 10 des 13 startups interrogées sont basées au Québec, dont 8 à Montréal. Cette concentration géographique s'explique par le fait que les incubateurs contactés dans le cadre de cette étude étaient eux-mêmes situés à Montréal et ont fourni des

contacts de startups locales. Ainsi, cette répartition n'est pas représentative de l'implantation réelle des startups cleantech à l'échelle nationale, mais reflète plutôt une proximité logistique et institutionnelle liée à la méthodologie de recrutement des participants.

Concernant les brevets, 5 des 13 startups interrogées déclarent détenir au moins un brevet, soit environ 38 %. Là encore, ce taux ne peut être considéré comme représentatif de l'ensemble du secteur en raison de la taille limitée de l'échantillon. Toutefois, cette donnée offre une première indication sur la tendance à recourir à des mécanismes formels de protection de l'innovation dans l'écosystème cleantech.

Enfin, les profils entrepreneuriaux des startups interrogées sont variés. L'échantillon inclut des startups issues de programmes universitaires, d'autres soutenues par des entreprises établies, ainsi que des initiatives entièrement indépendantes. Cette diversité pourrait expliquer, en partie, les écarts observés en matière de stratégie de PI et de maturité organisationnelle.

3.2.2 Barrières d'entrée en cleantech

L'entrée sur le marché des technologies vertes présente une série d'obstacles qui freinent considérablement l'émergence et la croissance des startups. L'analyse des entretiens met en lumière des barrières à la fois techniques, économiques, réglementaires et sociétales.

D'abord, un constat largement partagé est que dans le domaine de l'environnement, les idées novatrices ne manquent pas. Cependant, leur acceptation sociale et leur validation technique constituent des freins majeurs. Comme le souligne un entrepreneur en recyclage des déchets agricoles : « Il y a de la place pour le neuf. Cela prend cependant plus de temps pour prouver un concept dans le domaine de l'environnement. ». Les innovations doivent être constamment justifiées, et convaincre les parties prenantes peut s'avérer ardu. Cette difficulté est exacerbée par les a priori du public face aux nouvelles technologies. Par exemple, certaines solutions comme les machines autonomes suscitent des craintes liées à la sécurité ou à la perte d'emplois, rendant l'acceptation encore plus complexe.

Sur le plan financier, les besoins en capitaux initiaux sont souvent plus élevés que dans d'autres secteurs. Les projets cleantech requièrent des phases intensives de R&D, l'utilisation de matériaux avancés ou encore la mise en œuvre de grandes infrastructures. Dans le domaine de l'énergie, par exemple, l'innovation exige souvent du matériel coûteux et une expertise technique pointue, ce qui crée une barrière à l'entrée importante pour les jeunes entreprises. Or, ces dernières doivent souvent opérer avec un fonds de roulement limité, ce qui limite considérablement leur capacité à investir en R&D.

Par ailleurs, les procédés propres ou durables sont souvent plus onéreux à produire. Le manque de compréhension des enjeux de fabrication de la part des bailleurs de fonds, combiné à une inadéquation entre les types de financement disponibles et les besoins réels, freine le développement de ces technologies. Un entrepreneur qui travaille sur l'amélioration de la durabilité de matériaux exprime un enjeu qui touche tout le secteur cleantech : « Le principal défi en environnement réside dans le compromis entre durabilité et performance. », un produit écoresponsable peut perdre en efficacité ou être perçu comme tel, ce qui complique sa mise en marché.

D'un point de vue concurrentiel, les startups cleantech doivent souvent affronter des entreprises déjà bien établies, disposant de ressources financières, humaines et logistiques largement supérieures. Elles peinent à se faire une place dans un écosystème dominé par des acteurs historiques. Cette situation est aggravée par la présence de ce que plusieurs entrepreneurs appellent la « vallée de la mort », soit l'intervalle critique entre la recherche et la commercialisation, où les financements se raréfient malgré des besoins croissants.

Enfin, des barrières réglementaires subsistent. Les cadres législatifs actuels sont souvent conçus pour des technologies traditionnelles et peinent à s'adapter aux innovations émergentes. Des exemples concrets incluent des matériaux d'isolation sonore à base de textiles recyclés ou encore des alternatives au cuir fabriquées à partir de champignons. Ces produits innovants rencontrent des difficultés d'homologation en raison de normes sanitaires ou sécuritaires inadaptées, retardant leur mise en marché.

S'ajoute à cela la difficulté de mesurer les impacts environnementaux ou sociaux des innovations, comme les tonnes de CO₂ évitées ou les bénéfices pour les communautés. Ces indicateurs, pourtant centraux dans l'évaluation d'une technologie propre, sont souvent complexes à quantifier de manière fiable et compréhensible pour les investisseurs. Ce manque de métriques claires rend le processus de financement encore plus incertain.

En somme, l'entrée sur le marché cleantech est entravée par une combinaison de défis structurels, culturels, financiers et réglementaires. Ces obstacles nécessitent des stratégies d'accompagnement spécifiques et une meilleure reconnaissance des particularités du secteur pour permettre aux startups de jouer pleinement leur rôle dans la transition écologique.

3.2.3 Financement

L'accès au financement constitue un enjeu central pour les startups cleantech, et les témoignages recueillis confirment la complexité du parcours dans ce domaine. La majorité des jeunes entreprises interrogées ont mentionné des difficultés significatives à récolter des fonds, en particulier à l'échelle fédérale. Malgré l'existence de plusieurs programmes publics, les critères d'admissibilité, la lourdeur administrative et la forte compétition rendent l'obtention de subventions particulièrement ardue.

Face à ces obstacles, les startups adoptent généralement une approche multifacette, combinant différentes sources de financement. Toutes les entreprises interrogées, à l'exception d'une seule bénéficiant d'un soutien financier important d'un partenaire industriel établi dans le secteur de la construction, ont dû accumuler des fonds auprès de plusieurs acteurs : petits investisseurs privés, bourses de recherche, programmes sectoriels, crédits ou aides publiques. L'objectif est de diversifier les sources et de limiter la dépendance à un seul financement.

Certaines startups ont pu s'appuyer sur des ressources régionales ou sectorielles. Le programme PARI du Conseil national de recherches du Canada (CNRC) est souvent mentionné, bien que les expériences varient fortement : certaines en ont bénéficié, d'autres ont vu leur demande rejetée ou suspendue à cause de la fermeture temporaire du programme.

Des ressources spécialisées comme le Green Centre Canada pour la chimie verte, ainsi que des fonds tels que Génome Québec, Mitacs ou le Fonds Primo-Adoptant, ont aussi été mobilisés.

Un point particulièrement intéressant ressort de plusieurs entretiens : la distinction entre financement dilutif (capital-risque, investissements en échange d'équité) et financement non dilutif (subventions, bourses). L'un des fondateurs d'une startup en recyclage de chaleur en électricité affirme : « Dilutif : très difficile, trouver un investisseur est un défi majeur [...] Non dilutif : il existe des programmes, et nous réussissons à lever des fonds grâce à eux, mais ils s'appuient tous sur des financements privés. »

Cela illustre bien la tension entre le besoin de financement et la volonté de conserver le contrôle de l'entreprise.

Cependant, même lorsqu'ils existent, ces financements ne sont pas toujours adaptés aux besoins des startups. Les fonds issus de bourses de recherche, comme ceux du Fonds de recherche du Québec (FRQ), doivent obligatoirement être réinvestis dans des projets en collaboration avec des centres de recherche, universités ou CCTT. Ils ne peuvent être utilisés pour des activités stratégiques essentielles comme le développement commercial ou le dépôt de brevets. Un entrepreneur en recyclage des déchets textiles en isolants témoigne : « Ces fonds ne vont pas directement à la startup. Ce n'est donc pas un financement que l'on peut utiliser pour le développement du produit ou la rédaction d'un brevet. »

Obtenir ces financements est également très chronophage. Plusieurs entrepreneurs insistent sur la lourdeur du processus : présentations, pitchs devant jury, démonstrations techniques... autant d'efforts à fournir, alors même que les équipes sont souvent réduites et concentrées sur le développement technologique. L'un d'eux travaillant sur l'observation des cellules en éliminant le gaspillage résume la situation ainsi : « Obtenir un financement est un véritable défi, surtout pour une startup issue d'un projet universitaire. Tant qu'une idée n'est pas prouvée, il est difficile de convaincre des investisseurs. »

Une autre difficulté soulignée est l'absence de soutien pour les étapes les plus précoce du développement. Une startup du secteur des textiles alternatifs à base de champignons explique : « Il n'y a pas d'argent pour les premières étapes, juste de petits investisseurs. Il est difficile de trouver des financements. »

D'autres ajoutent que certains fonds pour lesquels elles étaient pourtant éligibles, comme le Bon d'incubation ou les programmes de Desjardins et du CRIBIQ, leur ont été refusés, souvent sans justification claire.

Enfin, certains modèles de PI peuvent freiner le financement. Une startup indique que son brevet est partagé avec une université, ce qui a fait fuir des investisseurs potentiels, ceux-ci préférant des structures entièrement indépendantes.

Malgré tout, certaines entreprises parviennent à trouver des solutions créatives. L'une d'elles a réussi à maintenir ses opérations grâce à un partenaire industriel devenu actionnaire, lui évitant ainsi une levée de fonds classique. D'autres ont puisé dans leurs fonds personnels ou exploré l'écosystème local des startups à travers des accélérateurs comme Cycle Momentum, ou des initiatives spécialisées comme Zone Agtech pour les technologies agricoles.

En résumé, bien que l'écosystème de financement soit riche en options, il reste mal adapté aux particularités des startups cleantech. Ces dernières doivent combiner résilience, stratégie et agilité pour surmonter les obstacles, tout en défendant des projets souvent innovants, risqués, et difficiles à démontrer à court terme.

3.2.4 Comportements et réalités des startups cleantech

L'analyse croisée des entretiens menés auprès des fondateurs de startups cleantech canadiennes révèle plusieurs tendances marquantes, tant sur leur rapport à la PI que sur leur stratégie d'innovation, les dynamiques concurrentielles et les défis spécifiques liés à leur secteur.

La majorité des startups interrogées, notamment celles actives dans le recyclage agricole, la valorisation des déchets ou l'agriculture écologique, ont évoqué l'absence de concurrents

directs en Amérique du Nord, particulièrement dans les créneaux spécialisés. En revanche, ces fondateurs ont souvent souligné le dynamisme de la Chine en matière de technologies vertes, utilisée comme point de comparaison. Trois d'entre eux ont mentionné spontanément la Chine en soulignant l'ampleur de ses budgets de R&D et le volume de brevets verts déposés. Comme le souligne un fondateur dans le domaine du textile biosourcé : « En 2022, la Chine a compté le plus de brevets verts émis par les 100 compagnies les mieux classées », en effet cette donnée est retrouvée dans les statistiques internationales de publications de brevets pour l'année 2022 (Global Green Patent Filing Share by Country 2020, 2020), illustrant un contraste frappant avec le contexte canadien, souvent ralenti par des contraintes réglementaires et un manque de financement.

Ce manque de financement est un thème récurrent. La plupart des fondateurs interrogés, en particulier dans les secteurs de l'agriculture durable, des énergies alternatives ou de la chimie verte, ont décrit la difficulté d'obtenir du soutien financier, surtout dans les phases précoce. L'un d'eux indique : « Il n'y a pas d'argent pour les premières étapes, juste de petits investisseurs. Il est difficile de trouver des financements. » Ce problème s'ajoute au coût élevé des brevets, qui conduit plusieurs startups à ne pas envisager de protection accélérée ou à repousser la mise en place d'une stratégie PI.

Sur le plan de la PI, une seule startup, active dans le domaine du recyclage de déchets agricoles, avait mis en place une stratégie complète, avec déjà trois brevets publiés. Le fondateur explique que « le premier brevet était le plus complexe, avec plusieurs allers-retours pendant la procédure », et ajoute avoir fait appel à un agent privé pour accompagner la démarche. En revanche, la majorité des entreprises interrogées adopte une approche plus spontanée. Plusieurs, notamment dans les secteurs du transport durable, de la finance verte ou des services numériques, n'ont pas encore défini de stratégie claire. Cette dernière est souvent perçue comme non prioritaire, voire inaccessible à court terme.

Certaines entreprises, notamment celles en collaboration avec des partenaires industriels ou des universités, ont commencé à structurer leur stratégie PI. À l'inverse, les startups évoluant dans le numérique, plateformes de données environnementales, services SaaS ou logiciels de

gestion énergétique, se montrent généralement moins enclines à investir dans la PI, en raison de l'absence d'actifs tangibles à protéger. Même si un site web en tant que tel n'est pas brevetable (Government of Canada, I., 2024), certaines fonctionnalités techniques ou algorithmes innovants peuvent l'être. Toutefois, dans la pratique, les startups numériques semblent moins enclines à intégrer la PI dans leur stratégie initiale, ce qui peut s'expliquer par une perception moindre de la nécessité de protection, en l'absence d'actifs tangibles. Cela reflète une perception selon laquelle l'innovation logicielle est difficile à breveter ou à défendre juridiquement. Comme l'explique un entrepreneur en gestion de l'énergie : « La protection du savoir technologique n'est pas aussi prioritaire qu'on pourrait le penser. »

Un constat fort émerge des entretiens : les fondateurs cleantech ne sont pas toujours animés par une logique capitaliste. Plusieurs insistent sur leur volonté d'apporter une réponse à un enjeu environnemental local, quitte à reléguer la rentabilité ou l'exclusivité commerciale au second plan. Un entrepreneur du secteur de la bioénergie évoque ainsi : « une différence cruciale entre les entrepreneurs classiques et ceux de la cleantech : leur moteur, c'est la cause environnementale. » Dans ce contexte, certains fondateurs privilégient le partage de connaissances ou la collaboration ouverte, plutôt que la protection par brevet. Cette posture explique aussi le désintérêt pour la procédure accélérée : aucune des startups n'y a eu recours, certaines n'en ayant même jamais entendu parler.

Toutes les startups qui avaient déjà déposé un brevet ont rapporté avoir dû modifier ou adapter leurs revendications au moins une fois pendant le processus, preuve de la complexité de la démarche. Une entreprise active dans les nanomatériaux explique que son brevet a été entièrement pris en charge par l'université à laquelle elle est affiliée. Si cela a réduit ses coûts, le fondateur souligne que 50 % de la propriété du brevet revenant à l'université a freiné certains investisseurs : « Ça a été perçu comme un manque de contrôle sur l'actif principal. »

Le rôle des incubateurs a également été critiqué. Plusieurs fondateurs estiment que les incubateurs surestiment l'importance accordée à la PI par les startups et sous-estiment les défis concrets liés à l'accès au financement. Un entrepreneur dans le domaine des matériaux écologiques explique : « Les incubateurs surestiment la facilité d'accès aux bourses en

cleantech. La réalité, c'est que les concepts sont difficiles à prouver, et l'argent reste rare. » Ce décalage entre la vision théorique et la pratique des jeunes pousses illustre les tensions entre les exigences institutionnelles et les réalités de terrain.

Autre tendance marquante : la faible ambition d'expansion internationale. Contrairement aux attentes, la plupart des fondateurs se concentrent sur la résolution de problématiques environnementales locales. L'exemple d'une entreprise spécialisée dans l'installation de bornes de recharge électrique démontre néanmoins comment des incitatifs gouvernementaux peuvent favoriser l'adoption de technologies vertes : « Le programme de soutien du Québec a réduit nos coûts de moitié, ce qui a rendu notre mise en marché beaucoup plus accessible. » Ce type d'appui, souvent sectoriel, peut catalyser l'innovation, bien qu'il ne soit pas toujours adapté aux besoins stratégiques plus larges des startups.

En somme, cette section met en lumière un écosystème cleantech distinct, façonné par des valeurs environnementales fortes, une approche nuancée de la PI, un manque structurel de financement et un ancrage local prononcé. Elle souligne également un certain désalignement entre les outils institutionnels et la réalité vécue par les entrepreneurs verts, appelant à repenser l'accompagnement de l'innovation durable au Canada.

3.2.5 Stratégies de PI adoptées : étude de cas et exemples pratiques

L'analyse des entretiens réalisés révèle une grande hétérogénéité dans les stratégies de PI adoptées. Cette diversité s'explique à la fois par la nature des technologies développées, la maturité de l'entreprise, les contraintes budgétaires, et la compréhension même de la PI par les équipes fondatrices. Dans cette section, nous mettons en lumière plusieurs cas représentatifs illustrant les approches variées, parfois structurées, parfois opportunistes, des startups en matière de PI verte.

Parmi les entreprises interrogées, celles ayant déposé plus d'un brevet ou celles dont les fondateurs ont déjà déposé des brevets pour une autre entreprise auparavant, présentent une tendance claire à adopter une stratégie de PI plus structurée. C'est notamment le cas d'une startup œuvrant dans le traitement des eaux industrielles, qui a mis en place un plan de

protection en amont de la commercialisation, avec l'appui d'un cabinet spécialisé. L'entreprise a développé une cartographie de ses innovations afin d'identifier les éléments brevetables et ceux à conserver sous forme de secrets commerciaux. Elle a également cherché à s'assurer que ses dépôts étaient alignés sur sa stratégie de croissance à l'international, en priorisant des dépôts au Canada, aux États-Unis et en Europe. Cette même entreprise explique avoir mis en place des processus internes pour détecter rapidement les innovations techniques, avec un comité formé d'ingénieurs, de responsables produits et de son agent de brevets externe. Cela illustre un niveau de maturité relativement avancé dans la gestion de la PI, souvent absent chez les startups plus jeunes ou moins bien financées.

Un constat récurrent dans les entretiens est la difficulté à supporter les coûts associés aux services d'agents de brevets. Une entreprise spécialisée dans les énergies renouvelables a exprimé que « les honoraires liés au dépôt et au suivi d'un brevet peuvent engloutir l'équivalent de plusieurs mois de salaire pour un ingénieur ». Ce frein financier est d'autant plus significatif que la rédaction d'un brevet nécessite non seulement une expertise juridique, mais aussi une compréhension fine des aspects techniques, rendant difficile le recours à des solutions à bas coût ou à des modèles "faits maison". Dans plusieurs cas, les startups ont adopté des approches hybrides : elles rédigent une première ébauche en interne, parfois en s'appuyant sur des modèles existants ou des formations accessibles, puis mandatent un professionnel pour la finalisation et le dépôt. Cette stratégie vise à réduire les coûts sans compromettre la qualité de la protection.

Une autre dimension intéressante concerne la perception des brevets dits « contestables », c'est-à-dire ceux dont la portée pourrait être remise en question par des tiers. Une startup du secteur des matériaux durables a souligné que « même un brevet faible peut avoir une valeur dissuasive », notamment vis-à-vis des concurrents directs. Pour certaines entreprises, le simple fait de déposer un brevet agit comme un signal fort à l'industrie, démontrant leur capacité d'innovation et leur volonté de défendre leur position technologique. Il ressort de plusieurs entretiens que ces brevets, bien qu'imparfaits, jouent également un rôle stratégique lors des levées de fonds. Les investisseurs perçoivent positivement la présence de titres de PI, même lorsque leur solidité n'est pas garantie. Cela soulève néanmoins des enjeux éthiques et

stratégiques : une stratégie basée sur des brevets contestables pourrait s'avérer risquée en cas de litige ou de confrontation avec un acteur établi.

Dans les secteurs où la technologie repose davantage sur des procédés ou des savoir-faire difficiles à détecter à l'extérieur, certaines startups optent pour le secret commercial comme principal mode de protection. C'est le cas d'une entreprise développant des algorithmes de gestion énergétique, qui estime que « breveter reviendrait à révéler une partie du code qui fait notre force ». Cette décision s'appuie sur une gestion rigoureuse de la confidentialité, avec la mise en place d'accords de non-divulgation (NDA), de restrictions d'accès internes, et de pratiques de cloisonnement de l'information.

Cependant, cette approche n'est pas sans limites. Plusieurs répondants ont exprimé leur scepticisme quant à l'efficacité du secret commercial dans un contexte cleantech, où la collaboration, la standardisation et la transparence jouent un rôle important, notamment lorsqu'il s'agit de répondre à des appels d'offres publics ou de participer à des consortiums. Certaines startups remettent ainsi en question l'usage du secret commercial comme stratégie viable à long terme. Une entreprise active dans la valorisation des déchets organiques explique que « dans notre domaine, on doit souvent prouver l'efficacité de notre technologie à des partenaires publics. Garder le procédé secret est presque impossible sans perdre des opportunités ». Ce constat pousse certaines jeunes pousses à envisager des dépôts de brevets plus ouverts, voire à adopter des licences non exclusives, dans une logique d'impact environnemental plus que de verrouillage concurrentiel. Cette tension entre protection et collaboration constitue un dilemme stratégique pour bon nombre d'acteurs du secteur, particulièrement dans un environnement où l'innovation ouverte et l'adoption rapide de solutions durables sont encouragées par les politiques publiques.

Enfin, plusieurs jeunes entreprises reconnaissent adopter une stratégie de PI « au fil de l'eau ». Une startup en agriculture technologique mentionne : « Au départ, on ne pensait même pas à breveter. C'est après un premier contact avec des investisseurs qu'on a réalisé que c'était attendu ». Cette approche opportuniste, bien que pragmatique, peut exposer les entreprises à

des risques importants, notamment en matière de divulgation prématuée ou de perte de nouveauté.

Dans certains cas, l'absence de stratégie initiale conduit à des démarches précipitées, comme le dépôt d'un brevet peu défendable ou la négociation de partenariats sans clauses de protection suffisantes. Cela souligne l'importance de renforcer les dispositifs d'accompagnement dès les premières phases de développement technologique, en particulier pour les entreprises issues d'incubateurs ou de milieux académiques.

3.2.6 Obstacles rencontrés par les startups dans la gestion de la PI

La majorité des startups cleantech interrogées ont exprimé, de manière explicite ou implicite, les nombreux obstacles qu'elles rencontrent dans la gestion de leur PI. Si l'intérêt pour la PI est bien présent, souvent motivé par la volonté de se démarquer sur le marché ou de répondre aux attentes des investisseurs, sa mise en œuvre concrète soulève de multiples difficultés d'ordre administratif, financier et organisationnel. Ces obstacles contribuent à freiner l'adoption d'une stratégie de PI cohérente et durable.

Un obstacle récurrent relevé est la complexité administrative et bureaucratique qui entoure les démarches de protection. Plusieurs répondants ont mentionné se sentir rapidement dépassés par la quantité de documents à remplir, la multiplicité des étapes et le jargon juridique associé aux demandes de brevets. Une startup active dans le secteur de l'énergie propre a déclaré : « On a eu l'impression qu'il fallait un doctorat en droit pour comprendre comment remplir correctement un formulaire de dépôt. » Cette difficulté est exacerbée lorsque les fondateurs proviennent d'un milieu technique et ne disposent pas de formation ou de ressources juridiques spécialisées.

À cela s'ajoute le manque généralisé de ressources humaines et financières. Dans les phases précoces, la plupart des startups opèrent avec des équipes réduites, souvent focalisées sur le développement technologique et la validation commerciale. La gestion de la PI est alors reléguée à un rôle secondaire, faute de temps et de personnel. Une entreprise développant des technologies de captation du carbone explique : « On n'a tout simplement pas la bande

passante pour s'occuper de ça. Chaque jour, c'est un choix entre avancer sur notre produit ou gérer les papiers. » Ce constat est d'autant plus vrai pour les entreprises qui ne bénéficient pas d'un soutien institutionnel ou d'un incubateur offrant des conseils juridiques.

Le coût élevé de chaque étape de la procédure est également largement mentionné. De la rédaction initiale à la traduction, en passant par les frais de dépôt, les taxes gouvernementales, les extensions à l'international et les renouvellements, les coûts s'additionnent rapidement. Une startup dans le domaine des matériaux biosourcés résume ainsi la situation : « Ce ne sont pas seulement les 10 000 \$ du départ. Chaque année, il faut repayer, suivre les échéances, et chaque petite action semble facturée. » Cette accumulation de frais imprévus rend difficile la planification budgétaire et pousse certaines entreprises à abandonner ou retarder la protection de certaines innovations.

Outre les aspects financiers, la complexité de la procédure elle-même est fréquemment citée comme un frein. La distinction entre brevetabilité, nouveauté, utilité industrielle, et non-évidence est perçue comme floue et difficile à évaluer sans expertise. Plusieurs entrepreneurs rapportent avoir perdu du temps et des ressources à tenter de déposer des demandes finalement rejetées ou jugées faibles. Un fondateur œuvrant dans la valorisation des déchets organiques confie : « On pensait avoir quelque chose de novateur, mais notre demande a été rejetée à cause d'un brevet obscur trouvé en Europe. On n'avait ni le temps ni les moyens de faire une recherche d'antériorité sérieuse. » Le manque de retour consistant sur les raisons des refus semble aussi être source de découragement.

Par ailleurs, certaines technologies cleantech impliquent des autorisations réglementaires complexes ou des interactions avec des instances gouvernementales pour leur mise en œuvre. Ces démarches viennent parfois interférer avec la stratégie de PI, notamment lorsqu'il faut divulguer certaines informations techniques dans le cadre de procédures d'homologation. Une entreprise développant des technologies de purification d'air souligne : « Pour obtenir une certification environnementale, on a dû tout exposer à un organisme public. À partir de là, il devient difficile de revendiquer l'originalité sans perdre le caractère de nouveauté. » Ce chevauchement entre exigences réglementaires et protection intellectuelle représente un défi

particulier pour les entreprises du secteur environnemental, où les innovations sont souvent soumises à des normes strictes de sécurité et de performance.

Enfin, le manque de clarté et d'accompagnement à l'échelle nationale est souligné par plusieurs entrepreneurs, qui regrettent l'absence de guichets uniques ou de soutien technique accessible. Bien que certaines agences proposent du financement ou des conseils en PI, ces services sont perçus comme trop génériques ou difficilement accessibles aux jeunes entreprises. Une startup en agriculture technologique indique : « On nous a redirigés vers un portail en ligne, mais on avait besoin de quelqu'un qui nous accompagne pas à pas, pas d'un PDF. »

En somme, la gestion de la PI pour les startups cleantech est loin d'être un processus fluide. Entre les contraintes de temps, de financement, de compréhension et d'accompagnement, plusieurs entreprises renoncent à une stratégie formelle ou ne déposent des brevets que tardivement, parfois trop tard. Ces obstacles structurels montrent l'importance d'adapter les mécanismes d'appui aux spécificités des jeunes entreprises innovantes dans un secteur en pleine expansion, mais encore fragile.

3.2.7 Évaluation des politiques gouvernementales et de leur impact

Les politiques publiques en matière d'innovation verte jouent un rôle central dans le développement de l'écosystème cleantech au Canada. Néanmoins, les retours des startups interrogées révèlent une perception ambivalente des mesures existantes, perçues à la fois comme encourageantes mais insuffisamment adaptées aux réalités du terrain, notamment dans les premières phases de croissance.

Plusieurs entrepreneurs soulignent que les bourses à la recherche et les crédits pour la R&D sont relativement accessibles. Toutefois, ces financements sont strictement orientés vers la recherche, et ne peuvent pas être utilisés pour couvrir d'autres besoins cruciaux des jeunes entreprises, comme la commercialisation, le prototypage avancé ou la protection de la PI. Une startup dans le domaine de la bioénergie explique : « On a reçu une bourse pour notre travail de laboratoire, mais au moment de lancer le produit, il ne restait plus rien pour

protéger l'innovation. » Ce décalage entre la phase de R&D et la phase de mise en marché crée un fossé que peu de programmes comblent réellement.

Les plateformes gouvernementales mises en place pour centraliser les ressources disponibles et orienter les entrepreneurs vers les bonnes sources de financement sont généralement perçues comme utiles. Toutefois, ces ressources restent limitées et très concurrentielles. Plusieurs startups partagent un sentiment de saturation : « On a tous accès aux mêmes subventions, les mêmes programmes. On finit par se battre pour les mêmes enveloppes. » Ce climat de compétition réduit l'impact réel de certaines mesures, surtout pour les jeunes entreprises qui n'ont pas encore acquis une visibilité suffisante ou un réseau d'accompagnement solide.

Parmi les mesures saluées, la réduction d'impôt offerte aux entreprises développant des technologies à faibles émissions est vue comme une incitation positive. Néanmoins, son application tardive (une fois le produit déjà lancé sur le marché) limite sa portée. Une startup en efficacité énergétique note : « C'est un bon bonus, mais ça ne nous aide pas à passer le cap le plus dur : celui du lancement. » Le moment des soutiens est donc un enjeu critique, et plusieurs acteurs interrogés suggèrent d'étendre ce type d'avantage fiscal à la phase de pré-commercialisation.

Concernant la PI, les mécanismes de soutien gouvernementaux apparaissent trop faibles ou mal ciblés. La demande accélérée pour les brevets verts, bien qu'elle constitue une avancée politique, n'est pas perçue comme prioritaire par la majorité des startups cleantech. Ce dispositif est jugé plus adapté aux grandes entreprises disposant déjà d'un portefeuille de PI solide et d'une stratégie juridique bien définie. Pour les jeunes entreprises, qui manquent souvent de ressources et de familiarité avec le système de brevets, cette procédure accélérée est vue comme un avantage secondaire, voire inutile dans certains cas. Une entreprise développant des technologies de recyclage a indiqué : « Oui, c'est plus rapide, mais ce n'est pas le temps le problème. C'est le coût, la complexité, et le fait qu'on ne sait pas par où commencer. »

La complexité des procédures et les coûts élevés associés au dépôt, à la traduction, au suivi et à la maintenance des brevets sont des freins majeurs. Plusieurs fondateurs estiment qu'une réelle incitation au brevetage passerait par la réduction des coûts pour les technologies vertes, ou par la création d'un statut de brevet simplifié, temporaire, moins onéreux, qui permettrait une première protection en attendant que l'entreprise ait les moyens de déposer un brevet classique. Un entrepreneur dans le secteur de l'assainissement écologique propose : « Un brevet transitoire, même avec une portée limitée, ce serait déjà énorme pour nous. »

Un besoin fondamental exprimé dans les entretiens est celui d'un accompagnement plus poussé, au-delà de la seule phase de R&D. Plusieurs répondants recommandent la mise en place de services de mentorat ou de coaching juridique en PI, spécifiquement pour les startups cleantech. Ce soutien permettrait aux entrepreneurs d'élaborer une stratégie de protection adaptée à leur stade de développement. En parallèle, la sensibilisation aux opportunités entrepreneuriales liées à la transition écologique est jugée essentielle : « Il faut montrer que l'environnement, ce n'est pas juste un enjeu moral. C'est aussi un vrai terrain d'innovation et de business. »

Enfin, le manque de tolérance au risque dans les dispositifs de financement est régulièrement dénoncé. Dans un secteur où les retours sur investissement peuvent être longs à venir, les critères actuels – souvent basés sur le potentiel de rentabilité immédiate – limitent l'accès au financement pour les projets à fort impact environnemental mais à modèle économique encore instable. Comme le résume une startup en hydrogène vert : « On prend tous les risques au début. Mais on ne cherche pas juste un rendement. On veut un impact. Il faut que les politiques reflètent ça. »

En somme, les politiques publiques canadiennes dans le domaine de l'innovation verte sont bien perçues dans leur intention, mais leur efficacité reste partielle. Pour répondre réellement aux besoins des startups cleantech, il devient nécessaire de repenser les outils existants : élargir les dispositifs au-delà de la R&D, introduire une flexibilité adaptée aux jeunes entreprises, réduire les barrières à la protection intellectuelle, et renforcer les programmes d'accompagnement stratégique. L'objectif ne doit pas seulement être d'encourager la

recherche, mais de faciliter l'adoption à grande échelle des innovations vertes, en donnant aux startups les moyens de sécuriser et diffuser leurs technologies.

3.3 Limites et biais potentiels de la recherche

Comme toute étude qualitative fondée sur des entretiens, cette recherche comporte plusieurs limites méthodologiques et contextuelles qu'il convient de reconnaître. La première concerne la taille et la composition de l'échantillon. Bien que treize startups, deux incubateurs et un conseiller en PI aient été interrogés, cet échantillon reste modeste au regard de la diversité du secteur cleantech au Canada. Par ailleurs, certains sous-secteurs, comme l'énergie renouvelable, le traitement de l'eau ou la valorisation des déchets, peuvent être surreprésentés par rapport à d'autres, influençant potentiellement la portée des résultats. L'inclusion limitée d'autres acteurs de l'écosystème, tels que des investisseurs, des agences gouvernementales ou des experts juridiques spécialisés, restreint également la diversité des perspectives recueillies.

La méthodologie des entretiens semi-structurés présente à la fois des forces et des faiblesses. Si elle permet une certaine souplesse dans la conduite des échanges et l'exploration des expériences vécues, elle entraîne également une variabilité dans les réponses obtenues, dépendante du profil des participants, du temps disponible ou de leur niveau de familiarité avec les enjeux de PI. Le codage et l'analyse des données reposent sur l'interprétation du chercheur, introduisant un risque de biais subjectif dans la sélection ou la mise en valeur des thèmes abordés. De plus, la posture du chercheur – perçu comme académique ou externe à l'écosystème entrepreneurial – peut influencer la sincérité ou la prudence des réponses formulées.

Un autre biais important concerne la représentativité géographique des entreprises interrogées. En effet, les contacts fournis par les incubateurs partenaires concernaient principalement des startups basées au Québec. Par conséquent, les résultats des entretiens reflètent davantage le point de vue québécois sur les questions de PI dans le secteur cleantech, plutôt qu'une perspective véritablement représentative de l'ensemble du Canada. Cette concentration géographique peut entraîner des biais, notamment en raison des

spécificités du cadre réglementaire, des politiques de financement et des écosystèmes d'innovation propres au Québec. Par exemple, les programmes d'accompagnement et les subventions offerts aux startups diffèrent d'une province à l'autre, influençant ainsi les stratégies de PI adoptées. De plus, le rôle des institutions universitaires et des organismes gouvernementaux locaux dans le soutien à l'innovation peut varier, ce qui pourrait affecter les préoccupations et priorités des entrepreneurs en matière de protection de leur technologie.

Il convient également de souligner que les données recueillies offrent un instantané des pratiques actuelles, dans un secteur en constante évolution. Les politiques gouvernementales, les outils de financement, ainsi que les programmes d'accompagnement changent régulièrement, et certaines conclusions pourraient ne pas être valables à moyen ou long terme. Par ailleurs, les conditions économiques et les dynamiques concurrentielles postpandémiques, ou encore l'émergence rapide de technologies transversales comme l'IA ou la blockchain, peuvent venir modifier les priorités stratégiques des startups en matière de PI.

Enfin, cette recherche est également sujette à un biais de sélection. Les startups ayant accepté de participer sont possiblement celles qui ont déjà un intérêt pour la PI, ou qui bénéficient d'un certain niveau d'accompagnement via des incubateurs ou des réseaux universitaires. Cela pourrait entraîner une surestimation du niveau de sensibilisation ou de maturité en matière de stratégie PI dans l'ensemble du secteur. De même, les différences importantes entre les startups interrogées – en termes de taille, de niveau de développement, de marché cible ou de modèle d'affaires – limitent la comparabilité directe entre les réponses, et rendent certaines généralisations délicates.

Malgré ces limites, les entretiens menés permettent d'identifier des tendances récurrentes, des obstacles concrets et des stratégies distinctes qui enrichissent la compréhension du lien entre PI et innovation verte dans les startups canadiennes. Ces résultats doivent néanmoins être interprétés avec prudence et pourraient être approfondis par des recherches complémentaires, notamment quantitatives ou à l'échelle pancanadienne.

CHAPITRE 4

DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

Ce chapitre vise à discuter de manière critique les résultats obtenus à travers l'analyse des brevets verts canadiens et les entretiens menés auprès de startups cleantech. Il s'agit d'en tirer des enseignements concrets sur les dynamiques d'innovation verte et les pratiques en matière de PI. L'objectif est double : proposer des pistes d'amélioration pour renforcer la gestion de la PI verte dans les jeunes entreprises technologiques, et formuler des recommandations à l'intention des décideurs publics afin de mieux soutenir cet écosystème stratégique dans la transition vers une économie durable. La discussion s'organise autour d'une synthèse des résultats, suivie des meilleures pratiques identifiées, des recommandations pratiques pour les startups, et enfin des implications pour les politiques publiques.

4.1 Synthèse des résultats

Les deux chapitres précédents ont permis de mieux comprendre, à la fois de manière quantitative et qualitative, les dynamiques actuelles entourant la PI des technologies vertes au Canada. En croisant l'analyse des brevets déposés et les témoignages d'entrepreneurs du secteur cleantech, cette recherche offre un portrait nuancé des opportunités et des freins dans le paysage canadien de l'innovation verte.

Le chapitre 2 s'est attaché à construire une base de données originale des brevets verts publiés au Canada entre janvier 2015 et juin 2024, en s'appuyant sur les codes de l'IPC verte. L'enjeu principal était de combler l'absence d'une base de données publique spécifique aux brevets environnementaux canadiens, lacune identifiée dès la revue de littérature. Grâce à une méthode de labellisation automatisée par IA, chaque brevet a pu être classé selon une catégorie d'impact environnemental (qualité de l'environnement, utilisation des ressources, utilisation de l'énergie, santé et vie ou sécurité écologique) ainsi que des sous-catégories plus précises. Ce travail a permis non seulement de rendre les données plus accessibles, mais aussi de révéler des tendances technologiques claires en fonction des domaines d'impact.

Les résultats de cette classification montrent que la catégorie "utilisation des ressources" regroupe la majorité des brevets verts déposés au Canada sur la période analysée. Elle est suivie par la catégorie "utilisation de l'énergie", ce qui suggère que l'effort d'innovation technologique canadien en matière environnementale se concentre sur l'amélioration de la gestion des ressources naturelles (eau, matières premières, déchets) ainsi que sur l'optimisation énergétique. Les technologies vertes reflètent des avancées technologiques importantes, ce qui nécessite une mise à jour régulière des sous-catégories de classification afin de mieux représenter les ensembles de technologies regroupés dans chaque catégorie. En revanche, certaines catégories comme la santé environnementale ou la sécurité écologique restent nettement sous-représentées, ce qui peut indiquer un manque d'investissement ou d'intérêt dans ces domaines malgré leur importance croissante. L'analyse des brevets classés dans la catégorie "Autres" met en évidence un manque de sous-catégories adaptées particulièrement pour ces deux dernières catégories dont les proportions contrastent fortement avec celles observées pour des catégories Qualité de l'environnement, Utilisation des ressources ou Utilisation de l'énergie, où la part des brevets non classés dans une sous-catégorie reste inférieure à 20 %, ce qui demeure acceptable.

Les technologies regroupées dans "Autres" concernent majoritairement des solutions numériques, incluant des appareils de mesure, des logiciels, des bases de données et des systèmes de prédiction ou d'aide à la décision environnementale. En particulier, la catégorie Santé et vie révèle une forte présence de dispositifs médicaux numériques, de logiciels spécialisés et de bases de données en santé environnementale, ce qui témoigne de l'essor d'un secteur encore peu valorisé : la santé numérique environnementale. De même, la catégorie Sécurité écologique intègre de plus en plus de systèmes automatisés pour la gestion des ressources naturelles, ainsi que de procédés numériques pour la détection de polluants et l'évaluation des risques environnementaux.

Ces résultats soulignent la nécessité de mettre à jour la taxonomie existante en intégrant de nouvelles sous-catégories capables de mieux refléter ces évolutions, notamment en ce qui concerne les technologies de mesure, les outils numériques et les applications en chimie verte.

L'intérêt de cette approche de classification des technologies réside aussi dans sa capacité à distinguer l'impact environnemental réel d'une technologie de son secteur industriel d'origine. Une même technologie peut en effet appartenir à un domaine industriel donné, tout en ayant des impacts différents sur l'environnement. Cette représentation en fonction des catégories d'impact permet donc de réorienter les priorités de recherche non pas seulement en fonction des domaines techniques, mais en fonction des effets environnementaux tangibles des innovations.

Cette base de données, enrichie par la labellisation automatisée, présente de multiples avantages. D'un point de vue scientifique, elle facilite l'analyse transversale de l'éco-innovation canadienne, en mettant en lumière les domaines les plus dynamiques sur le plan technologique. Elle offre aussi une méthode pour orienter la recherche et l'innovation vers les secteurs moins représentés, c'est-à-dire ceux où les dépôts de brevets sont rares malgré leur potentiel environnemental. Pour les chercheurs, startups et incubateurs, cette base constitue une porte d'entrée efficace vers les brevets existants, en permettant une recherche inversée par secteur d'impact, et non plus uniquement par mot-clé ou numéro. Cela permet de mieux cibler les opportunités de collaboration, de transfert technologique et de veille concurrentielle. Enfin, pour les décideurs publics et investisseurs, ces données offrent un appui objectif pour identifier les lacunes technologiques à combler, et orienter les financements ou les politiques d'incitation vers les secteurs moins bien desservis par l'innovation brevetée.

Le chapitre 3, quant à lui, a mobilisé une approche qualitative fondée sur des entretiens semi-structurés avec des représentants de startups cleantech canadiennes. Ces entretiens avaient pour objectif de confronter les théories issues de la littérature avec la réalité vécue par les entrepreneurs. Il en ressort un décalage entre les intentions affichées par les politiques publiques et les usages réels de la PI sur le terrain. Par exemple, bien que le programme de demandes de brevets accélérées pour les technologies vertes soit mis de l'avant par OPIC, la majorité des entrepreneurs interrogés n'en connaissent pas l'existence, ou n'y voient pas d'utilité immédiate compte tenu des défis auxquels ils font face.

Les entretiens ont révélé un écart important entre les attentes théoriques exprimées par les incubateurs et les agents de brevets, et la réalité vécue par les fondateurs de startups. Alors que les premiers insistent sur l'importance de développer une stratégie de PI dès les premières étapes du projet, dans les faits, seuls les entrepreneurs ayant déjà obtenu un brevet ou bénéficiant du soutien d'entreprises établies mettent en place une stratégie structurée. Pour les autres, l'approche en matière de PI est souvent opportuniste, fragmentée et réactive, ce qui correspond à une stratégie impromptue. Cette situation met en lumière une tension centrale : la nécessité d'une stratégie de PI bien pensée dès le démarrage est largement reconnue, mais le manque d'expérience des jeunes entrepreneurs, combiné à la complexité bureaucratique des procédures et à l'accumulation des urgences dans les premières phases d'une startup, rend difficile sa mise en œuvre. Cela souligne le besoin d'un accompagnement mieux ciblé et plus accessible pour intégrer efficacement la PI dans les trajectoires entrepreneuriales des jeunes entreprises cleantech.

Parmi les principaux obstacles identifiés, les startups mentionnent : les coûts élevés de protection, la complexité des démarches juridiques, le manque d'accompagnement spécialisé, ainsi que le décalage temporel entre l'innovation et l'obtention du brevet, qui freine leur capacité d'action rapide sur le marché. À cela s'ajoute la difficulté d'obtenir du financement, en particulier pour les étapes situées en amont de la commercialisation. Bien que plusieurs programmes de bourses existent au Canada, ils sont majoritairement destinés à la R&D, ce qui rend plus difficile l'accès à un soutien financier pour les fondateurs de startups qui cherchent à démontrer la viabilité de leur idée ou à convaincre des partenaires. De plus, les porteurs de projets se heurtent souvent à une acceptation sociale limitée, notamment lorsque leur technologie bouleverse des usages établis ou suscite des résistances locales (comme dans le cas des infrastructures énergétiques ou des textiles alternatifs).

Ces obstacles illustrent le dilemme fondamental de l'innovation verte : pour être adoptée à grande échelle, une technologie doit non seulement être innovante et performante, mais aussi socialement acceptée. Or, plus l'innovation est radicale ou disruptive, plus elle risque de rencontrer des freins culturels, réglementaires ou économiques. Cela crée une tension entre

l'exigence d'agir rapidement pour répondre aux enjeux environnementaux et le temps nécessaire pour que la société — citoyens, marchés, institutions — s'adapte et adopte de nouvelles solutions. Ce paradoxe freine la diffusion de nombreuses technologies à fort impact environnemental, malgré leur potentiel.

L'un des apports notables de ce chapitre est aussi la mise en évidence d'un alignement partiel entre les recommandations formulées par la Chambre des communes en matière d'innovation verte et la réalité quotidienne des entrepreneurs cleantech. Parmi ces recommandations, on retrouve des mesures pertinentes telles que le soutien renforcé à l'éco-innovation, l'amélioration de l'accès au financement, la promotion des brevets verts accélérés, le développement de partenariats public-privé, ainsi que le renforcement de la formation en PI pour les jeunes pousses. Il est également suggéré de mieux valoriser la PI dans les incubateurs, de rendre les ressources publiques plus visibles, et d'encourager l'innovation à l'échelle régionale.

Toutefois, les témoignages recueillis révèlent que ces initiatives restent souvent mal connues, peu accessibles ou partiellement mises en œuvre. Par exemple, bien que les procédures accélérées de dépôt de brevets verts existent officiellement, elles sont rarement utilisées par les entrepreneurs, faute d'information ou de pertinence stratégique à court terme. De même, les incubateurs proposent un accompagnement en PI, mais celui-ci est jugé insuffisamment adapté aux réalités juridiques et financières des startups. Le soutien à la commercialisation et la valorisation des brevets demeure limité, et la majorité des bourses sont toujours centrées sur la R&D, avec peu de mécanismes concrets pour le passage à l'échelle. En somme, si les orientations politiques sont bien alignées avec les besoins identifiés, leur opérationnalisation demeure incomplète, ce qui accentue le sentiment d'isolement et de complexité exprimé par plusieurs fondateurs.

En somme, la combinaison des analyses du chapitre 2 (quantitatives et structurantes) et du chapitre 3 (qualitatives et contextuelles) permet de mettre en lumière un double paradoxe : d'un côté, le Canada dispose d'une base solide d'innovations technologiques vertes, mais ces dernières ne sont pas toujours valorisées ou protégées par des mécanismes de PI efficaces ;

de l'autre, les dispositifs institutionnels sont bien présents, mais mal adaptés aux contraintes réelles des startups cleantech. Cette synthèse souligne ainsi le besoin d'une meilleure coordination entre les outils de valorisation de la PI, la réalité des porteurs de projets, et les objectifs nationaux de transition écologique.

4.2 Meilleures pratiques pour la gestion de la PI verte

Avant d'entamer cette étude, les fondateurs de startups cleantech étaient souvent perçus comme ayant une mentalité similaire à celle des entrepreneurs de startups technologiques classiques : orientés vers la croissance rapide, la compétitivité et la recherche de profit. Or, les entretiens ont mis en lumière une réalité différente. La cause environnementale occupe une place centrale dans les motivations de ces entrepreneurs, ce qui tend à modérer leurs ambitions économiques au profit d'une volonté d'impact. Cette spécificité influe directement sur leur rapport à la PI : plusieurs d'entre eux ne perçoivent pas la PI comme un levier stratégique prioritaire, notamment en début de parcours.

Il est également apparu que beaucoup de fondateurs n'éprouvent pas de crainte immédiate vis-à-vis de la concurrence, dans la mesure où leurs innovations sont souvent de niche et qu'ils sont parfois les seuls à évoluer dans un domaine technologique très spécifique lié à l'environnement. De plus, le défi principal n'est pas tant de se protéger, mais de prouver la valeur et la faisabilité de leur idée, face à des acteurs économiques ou institutionnels encore peu réceptifs. Dans ce contexte, les brevets peuvent sembler secondaires à court terme. Pourtant, même dans un secteur dominé par l'impact social ou environnemental, mettre en place une stratégie de PI reste essentiel pour sécuriser les innovations, attirer les partenaires et garantir la pérennité du projet.

Dès lors, les meilleures pratiques en gestion de la PI verte doivent non seulement tenir compte des contraintes techniques et financières des startups cleantech, mais aussi reconnaître la spécificité de leur posture entrepreneuriale et proposer des outils adaptés à leur réalité.

D'abord, il est essentiel d'intégrer la réflexion sur la PI dès les premières étapes du développement technologique. Trop souvent, la stratégie de PI est pensée tardivement, alors qu'elle devrait accompagner les premières démarches de conception et de validation du projet. Même en l'absence d'un produit finalisé, les fondateurs doivent être sensibilisés à l'importance de repérer les éléments innovants à protéger et d'élaborer une stratégie de PI flexible, adaptée à l'évolution de leur modèle d'affaires. Cela permet d'éviter les pertes de valeur et les risques d'appropriation par des tiers.

Une bonne stratégie de PI repose sur une combinaison d'outils de protection, légaux et non statutaires. Si le brevetage reste un levier central, notamment pour attirer les investisseurs et sécuriser les technologies de rupture, il peut être complété par des formes de protection plus souples, telles que le secret commercial, le dépôt de marque ou les mécanismes contractuels de confidentialité. Cette approche hybride est particulièrement adaptée aux jeunes entreprises qui ne disposent pas toujours des ressources nécessaires pour une protection exhaustive par brevets.

Les startups cleantech devraient également adapter leur stratégie de PI en fonction du degré d'ouverture souhaité, en choisissant entre des approches défensives, collaboratives ou ouvertes. Dans certains cas, une stratégie de brevets fermée peut s'imposer pour préserver un avantage concurrentiel. Dans d'autres, notamment lorsque l'enjeu environnemental est global, il peut être pertinent d'envisager des modèles semi-ouverts (comme les licences croisées ou les pools de brevets) ou même un partage volontaire via des initiatives comme l'Eco-Patent Commons. Ce choix stratégique doit être aligné avec les objectifs commerciaux, environnementaux et sociaux de la startup.

Par ailleurs, il est important pour les startups d'exploiter les outils existants spécifiquement conçus pour les technologies vertes. L'examen accéléré des brevets verts offert par l'OPIC devrait être systématiquement intégrer dans les stratégies de PI vertes, mais pour cela les startups doivent être à jour avec les besoins bureaucratiques de leur demande de brevet pour que cette accélération présente un réel avantage. De plus, les PCT et l'AECG facilitent la protection des inventions sur plusieurs marchés ce qui permet de faciliter la diffusion

internationale des technologies. Ces outils doivent être mieux connus et intégrés dans les stratégies de PI dès le début du parcours entrepreneurial.

Un accompagnement spécialisé est également indispensable. Les startups devraient mobiliser les ressources disponibles au sein des incubateurs, accélérateurs et cabinets partenaires pour obtenir un appui juridique, stratégique et financier en matière de PI. L'utilisation des bons d'incubation et des subventions disponibles peut considérablement alléger les démarches et sécuriser les premières étapes. Il est également recommandé de former les membres de l'équipe fondatrice aux notions de base en PI afin de renforcer la culture organisationnelle autour de la protection de l'innovation.

Une autre bonne pratique consiste à aligner la stratégie de PI sur les impacts environnementaux réels des technologies développées. Au-delà de leur domaine technique ou industriel, les innovations doivent être évaluées en fonction des bénéfices concrets qu'elles apportent à la transition écologique. En ce sens, la base de données des brevets verts canadiens élaborée dans cette recherche permet aux startups, chercheurs et investisseurs d'accéder rapidement aux brevets existants, classés selon leurs impacts environnementaux, et donc d'identifier les domaines technologiques saturés ou, au contraire, ceux encore sous-représentés. Cette lecture par impact facilite l'orientation stratégique des projets vers les besoins les plus pressants en matière de durabilité, tout en favorisant la veille concurrentielle et les opportunités de partenariat.

Enfin, il est recommandé aux startups cleantech d'intégrer leur stratégie de PI dans une logique d'impact global, en considérant la PI comme un levier d'alignement entre innovation, performance environnementale et accessibilité. Cela implique parfois de sortir d'une logique purement concurrentielle pour envisager des modèles de partage, de diffusion ou de licence volontaire. Dans ce contexte, les alliances stratégiques, que ce soit via des consortiums technologiques, des plateformes ouvertes ou des collaborations public-privé, apparaissent comme des solutions efficaces pour mutualiser les efforts, renforcer la crédibilité des innovations et accélérer leur adoption à grande échelle.

En somme, la gestion de la PI verte doit dépasser la simple protection juridique pour devenir une composante intégrée de la stratégie d'innovation durable, capable de concilier ambition technologique, faisabilité économique et responsabilité environnementale.

4.3 Implications pour les décideurs publics

Les résultats de cette recherche soulignent plusieurs leviers d'action que les décideurs publics peuvent activer pour renforcer l'écosystème de la PI verte au Canada. Ces implications concernent à la fois les politiques d'innovation, les dispositifs de soutien à la PI et l'accompagnement des startups cleantech, qui nécessitent une approche plus adaptée à leur réalité et à leur mission environnementale.

Premièrement, il est essentiel de renforcer la visibilité et l'accessibilité des programmes existants. Plusieurs dispositifs mis en place, comme l'examen accéléré des brevets verts et les ressources offertes par l'OPIC sont encore largement méconnus des jeunes entrepreneurs. Il est donc impératif de mieux diffuser cette information, en la centralisant sur des plateformes, vulgarisées et accessibles à un public non spécialiste. La plateforme du Clean Growth Hub du gouvernement canadien regroupant les ressources en cleantech est une initiative solide mais manque d'une section dédiée aux stratégies et ressources en PI. La simplification des guides, formulaires et procédures est également un enjeu clé pour faciliter leur adoption.

Ensuite, les décideurs devraient soutenir financièrement la protection de la PI, en créant des aides spécifiquement dédiées aux coûts liés aux brevets. Aujourd'hui, la majorité des programmes de financement visent la R&D, mais très peu couvrent les étapes critiques liées à la stratégie de PI : rédaction, dépôt, suivi juridique ou protection à l'international. Des subventions ou crédits d'impôt ciblés pourraient alléger ces charges, notamment pour les startups en phase de démarrage, souvent confrontées à des choix difficiles entre développement technologique et sécurisation juridique.

Par ailleurs, il est recommandé d'intégrer les impacts environnementaux dans l'évaluation des projets innovants. Cela implique de prioriser le soutien aux technologies ayant un potentiel avéré de réduction d'empreinte écologique ou de transformation de pratiques

industrielles. La base de données des brevets verts, structurée par catégories d'impact, constitue permet d'identifier les domaines sous-représentés (ex. : sécurité écologique, santé environnementale) et orienter les efforts publics vers ces secteurs négligés mais stratégiques.

Les critères d'attribution des aides devraient aussi être revus pour mieux s'adapter à la réalité des jeunes entreprises en environnement. La rigidité des processus administratifs, la lourdeur des dossiers et les délais d'évaluation peuvent décourager les porteurs de projets, surtout lorsqu'ils opèrent avec peu de moyens. Une plus grande flexibilité, une reconnaissance des modèles hybrides (économie sociale, entreprises à mission) et une meilleure prise en compte de l'incertitude propre à l'innovation verte permettraient de démocratiser l'accès au soutien public.

En parallèle, il est nécessaire de renforcer les capacités en PI au sein des incubateurs et des écosystèmes régionaux. Des ressources spécifiques devraient être attribuées à la formation de conseillers spécialisés en PI verte, ainsi qu'au déploiement de services juridiques de proximité pour accompagner les startups. La mise en réseau d'experts à l'échelle nationale pourrait favoriser l'échange de bonnes pratiques et l'uniformisation des conseils offerts à travers les différentes régions.

Les décideurs peuvent également encourager le développement de modèles collaboratifs ou ouverts, en soutenant la création de consortiums technologiques, de plateformes de partage de PI ou de pools de brevets dans le secteur cleantech. Ces initiatives permettent de mutualiser les risques, de stimuler la diffusion rapide des innovations et de créer une intelligence collective autour des solutions vertes. Elles sont particulièrement pertinentes pour les startups qui souhaitent maximiser leur impact tout en conservant une certaine protection stratégique.

Un autre enjeu crucial concerne la réconciliation entre la logique entrepreneuriale et la mission environnementale. Contrairement aux entreprises classiques, de nombreux fondateurs de startups cleantech sont avant tout motivés par la résolution d'un problème environnemental, parfois au détriment de considérations économiques immédiates. Il est

donc essentiel que les politiques publiques reconnaissent cette posture et offrent des mécanismes adaptés à ces profils hybrides.

Par ailleurs, les programmes publics gagneraient à être évalués de manière plus rigoureuse et participative, notamment en intégrant les retours des startups, des experts en PI et des acteurs de terrain. Des indicateurs précis (ex. : nombre de brevets verts déposés, taux d'utilisation des procédures accélérées, impact environnemental des technologies protégées) permettraient d'ajuster les politiques en fonction de leur efficacité réelle.

Enfin, il serait opportun de créer un cadre réglementaire plus agile, notamment à travers des environnements d'expérimentation réglementaire pour tester des innovations encore non couvertes par la loi, tout en assurant une certaine sécurité juridique. De telles initiatives pourraient être transposées à l'innovation environnementale.

Plus largement, il est temps de reconnaître que la PI verte constitue un levier stratégique pour la compétitivité technologique du Canada, et qu'elle doit être pleinement intégrée aux politiques industrielles, climatiques et économiques. Soutenir les entreprises qui développent, protègent et diffusent des solutions environnementales, c'est investir dans l'innovation, la résilience économique et la transition écologique à long terme.

CONCLUSION

Dans un contexte où l'innovation technologique doit répondre à l'urgence écologique tout en s'insérant dans une économie de la connaissance de plus en plus compétitive, la PI appliquée aux technologies vertes devient un levier stratégique incontournable. Ce mémoire s'est donné pour objectif de mieux comprendre les dynamiques de PI dans l'écosystème des startups cleantech canadiennes, à travers une double approche quantitative et qualitative.

Le premier axe de ce travail a consisté à établir une base de données originale des brevets verts publiés au Canada entre janvier 2015 et juin 2024, en s'appuyant sur l'IPC verte. Grâce à une méthode de labellisation automatisée par IA, chaque brevet a pu être associé à une catégorie d'impact environnemental ainsi qu'à des sous-catégories spécifiques, permettant une lecture transversale et contextualisée des efforts d'innovation technologique à l'échelle nationale. L'analyse de cette base a mis en lumière des tendances fortes : une prédominance des brevets liés à l'utilisation des ressources, suivis de ceux portant sur l'utilisation de l'énergie, tandis que d'autres domaines comme la santé environnementale ou la sécurité écologique restent sous-représentés. Cette classification contribue à répondre à la première problématique du mémoire, en proposant une méthode pour identifier et structurer les brevets selon leur contribution à la transition verte, et ainsi orienter les décisions de R&D, de financement ou de politique publique.

Dans un second temps, le mémoire s'est penché sur la réalité vécue par les fondateurs de startups cleantech à travers une série d'entretiens semi-structurés. Ces échanges ont révélé un écart notable entre les recommandations institutionnelles ou les experts en PI et les pratiques concrètes sur le terrain. En particulier, la majorité des jeunes entreprises interrogées n'intègrent pas la PI comme un levier stratégique dès le départ, souvent faute de ressources, de connaissances ou de temps. La stratégie de PI est généralement opportuniste et non planifiée, malgré la reconnaissance de son utilité à long terme. De plus, des obstacles structurels persistent : coûts élevés et procédés complexes, méconnaissance des dispositifs d'aide, manque d'expertise accessible, mais aussi difficulté à obtenir du financement, particulièrement pour les phases de démonstration et de validation commerciale. Ces constats

répondent à la deuxième problématique du mémoire, en soulignant que les mécanismes actuels de soutien à la PI ne sont pas pleinement adaptés aux besoins et aux trajectoires spécifiques des startups cleantech.

Sur cette base, le mémoire a formulé une série de recommandations à double échelle : d'une part, des meilleures pratiques à adopter par les startups, notamment en matière de stratégie de PI, de gestion des risques, de valorisation environnementale et de collaboration ouverte ; d'autre part, des implications pour les décideurs publics, appelés à renforcer la visibilité, l'accessibilité et la pertinence des dispositifs existants, tout en adaptant les critères d'accompagnement aux réalités entrepreneuriales du secteur. Il apparaît en effet que la PI verte ne doit pas être considérée uniquement comme une protection juridique, mais comme un outil stratégique au service de la transition écologique. Elle peut permettre d'aligner innovation, impact environnemental et compétitivité, à condition d'être pensée en lien étroit avec les spécificités de l'écosystème cleantech.

En somme, ce travail ambitionne de contribuer à la consolidation des écosystèmes d'innovation verte au Canada, en proposant à la fois une base de référence concrète, une analyse critique des pratiques existantes, et des pistes d'action à destination des principaux acteurs concernés. Il ouvre également la voie à des recherches futures sur la gouvernance des brevets à impact, la mesure de la performance environnementale des technologies protégées, ou encore l'articulation entre PI et innovation ouverte dans un contexte de tensions écologiques.

ANNEXE I

LISTES CIBLÉES DES CODES IPC

Compiled green IPC lists:

Alternative energy production:

(C10L 5/00, 5/40-5/48) or (C10L 1/00, 1/02, 1/14) or (C02F 3/28, 11/04) or (C10L 3/00) or (C12M 1/107) or (C12P 5/02) or (C12N 1/13, 1/15, 1/21, 5/10, 15/00 A01H) or (C10L 3/00) or (F02C 3/28) or (H01M 4/86-4/98, 8/00-8/24, 12/00-12/08) or (C10B 53/00) or (C10J) or (C10L 5/00) or (C10J 3/02, 3/46) or (F23B 90/00) or (F23G 5/027) or (B09B 3/00) or (F23G 7/00) or (B09B 3/00) or (F23G 5/00) or (B09B) or (C10L 5/46) or (F23G 5/00) or (E02B 9/00-9/06) or (F03B) or (F03C) or (F03B 15/00-15/22) or (B63H 19/02, 19/04) or (F03G 7/05) or (F03D) or (F24S) or (H02S) or (F24T) or (F24T 10/00-50/00) or (F24V 30/00-50/00) or (F01K 27/00) or (F01K 23/06-23/10) or (F01N 5/00) or (F02G 5/00-5/04) or (F25B 27/02) or (F01K 17/00, 23/04) or (F02C 6/18) or (F25B 27/02) or (C02F 1/16) or (D21F 5/20) or (F22B 1/02) or (F23G 5/46) or (F24F 12/00) or (F27D 17/00) or (F28D 17/00-20/00) or (C10J 3/86) or (F03G 5/00-5/08)

Transportation:

(B60K 6/00, 6/20) or (H02K 29/08) or (H02K 49/10) or (B60L 7/10-7/22) or (B60L 8/00) or (B60L 9/00) or (F02B 43/00) or (F02M 21/02, 27/02) or (B60K 16/00) or (H02J 7/00) or (B62D 35/00, 35/02) or (B63B 1/34-1/40) or (B62K) or (B62M 1/00, 3/00, 5/00, 6/00) or (B61) or (B63H 9/00) or (B63H 13/00) or (B63H 19/02, 19/04) or (B63H 16/00) or (B63H 21/18) or (B64G 1/44)

Energy conservation:

(B60K 6/28) or (B60W 10/26) or (H01M 10/44-10/46) or (H01G 11/00) or (H02J 3/28, 7/00, 15/00) or (H02J) or (B60L 3/00) or (G01R) or (C09K 5/00) or (F24H 7/00) or (F28D 20/00, 20/02) or (F21K 99/00) or (F21L 4/02) or (H01L 33/00-33/64, 51/50) or (H05B 33/00) or (E04B 1/62, 1/74-1/80, 1/88, 1/90) or (F03G 7/08)

Waste management:

(B09B) or (B65F) or (A61L 11/00) or (A62D 3/00, 101/00) or (G21F 9/00) or (B03B 9/06) or (B09C) or (D21B 1/08, 1/32) or (F23G) or (A43B 1/12, 21/14) or (B22F 8/00) or (C04B 7/24-7/30) or (C04B 18/04-18/10) or (C05F) or (C08J 11/00-11/28) or (C09K 11/01) or (C11B 11/00, 13/00-13/04) or (C14C 3/32) or (C21B 3/04) or (C25C 1/00) or (D01F 13/00-13/04) or (B01D 53/14, 53/22, 53/62) or (B65G 5/00) or (C01B 32/50) or (E21B 41/00, 43/16) or (E21F 17/16) or (F25J 3/02) or (B01D 53/00-53/96) or (B01D 45/00-51/00) or (B03C 3/00) or (C10L 10/02, 10/06) or (F23J 7/00) or (F23J 15/00) or (C09K 3/22) or (G08B 21/12) or (B63J 4/00) or (C02F) or (C09K 3/32) or (B63B 35/32) or (E02B 15/04) or (E03C 1/12) or (C02F 1/00, 3/00, 9/00) or (E03F) or (G21C 13/10)

Agriculture/ forestry:

(A01G 23/00) or (A01G 25/00) or (A01N 25/00-65/00) or (C09K 17/00) or (E02D 3/00)

Administrative:

(G06Q) or (G08G) or (E04H 1/00)

Nuclear:

(G21) or (F02C 1/05)

Merged:

(C10L 5/00, 5/40-5/48) or (C10L 1/00, 1/02, 1/14) or (C02F 3/28, 11/04) or (C10L 3/00) or (C12M 1/107) or (C12P 5/02) or (C12N 1/13, 1/15, 1/21, 5/10, 15/00 A01H) or (C10L 3/00) or (F02C 3/28) or (H01M 4/86-4/98, 8/00-8/24, 12/00-12/08) or (C10B 53/00) or (C10J) or (C10L 5/00) or (C10J 3/02, 3/46) or (F23B 90/00) or (F23G 5/027) or (B09B 3/00) or (F23G 7/00) or (B09B 3/00) or (F23G 5/00) or (B09B) or (C10L 5/46) or (F23G 5/00) or (E02B 9/00-9/06) or (F03B) or (F03C) or (F03B 15/00-15/22) or (B63H 19/02, 19/04) or (F03G 7/05) or (F03D) or (F24S) or (H02S) or (F24T) or (F24T 10/00-50/00) or (F24V 30/00-50/00) or (F01K 27/00) or (F01K 23/06-23/10) or (F01N 5/00) or (F02G 5/00-5/04) or (F25B 27/02) or (F01K 17/00, 23/04) or (F02C 6/18) or (F25B 27/02) or (C02F 1/16) or (D21F 5/20) or (F22B 1/02) or (F23G 5/46) or (F24F 12/00) or (F27D 17/00) or (F28D 17/00-20/00) or (C10J 3/86) or (F03G 5/00-5/08) or (B60K 6/00, 6/20) or (

H02K 29/08) or (H02K 49/10) or (B60L 7/10-7/22) or (B60L 8/00) or (B60L 9/00) or (F02B 43/00) or (F02M 21/02, 27/02) or (B60K 16/00) or (H02J 7/00) or (B62D 35/00, 35/02) or (B63B 1/34-1/40) or (B62K) or (B62M 1/00, 3/00, 5/00, 6/00) or (B61) or (B63H 9/00) or (B63H 13/00) or (B63H 19/02, 19/04) or (B63H 16/00) or (B63H 21/18) or (B64G 1/44) or (B60K 6/28) or (B60W 10/26) or (H01M 10/44-10/46) or (H01G 11/00) or (H02J 3/28, 7/00, 15/00) or (H02J) or (B60L 3/00) or (G01R) or (C09K 5/00) or (F24H 7/00) or (F28D 20/00, 20/02) or (F21K 99/00) or (F21L 4/02) or (H01L 33/00-33/64, 51/50) or (H05B 33/00) or (E04B 1/62, 1/74-1/80, 1/88, 1/90) or (F03G 7/08) or (B09B) or (B65F) or (A61L 11/00) or (A62D 3/00, 101/00) or (G21F 9/00) or (B03B 9/06) or (B09C) or (D21B 1/08, 1/32) or (F23G) or (A43B 1/12, 21/14) or (B22F 8/00) or (C04B 7/24-7/30) or (C04B 18/04-18/10) or (C05F) or (C08J 11/00-11/28) or (C09K 11/01) or (C11B 11/00, 13/00-13/04) or (C14C 3/32) or (C21B 3/04) or (C25C 1/00) or (D01F 13/00-13/04) or (B01D 53/14, 53/22, 53/62) or (B65G 5/00) or (C01B 32/50) or (E21B 41/00, 43/16) or (E21F 17/16) or (F25J 3/02) or (B01D 53/00-53/96) or (B01D 45/00-51/00) or (B03C 3/00) or (C10L 10/02, 10/06) or (F23J 7/00) or (F23J 15/00) or (C09K 3/22) or (G08B 21/12) or (B63J 4/00) or (C02F) or (C09K 3/32) or (B63B 35/32) or (E02B 15/04) or (E03C 1/12) or (C02F 1/00, 3/00, 9/00) or (E03F) or (G21C 13/10) or (A01G 23/00) or (A01G 25/00) or (A01N 25/00-65/00) or (C09K 17/00) or (E02D 3/00) or (G06Q) or (G08G) or (E04H 1/00) or (G21) or (F02C 1/05)

ANNEXE II

BASE DE DONNÉES DES BREVETS VERTS CANADIENS

Vous trouverez ci-dessous le lien vers le dossier contenant la base de données des brevets verts déposés au Canada entre janvier 2015 et juin 2024, intitulée “2015-2024_resultList”.

Ce dossier comprend également la base de données enrichie par la labellisation des catégories et sous-catégories d’impacts. Les données sont organisées en cinq listes distinctes, correspondant aux cinq grandes catégories d’impact environnemental analysées.

https://drive.google.com/drive/folders/1ZohFMh6UqSBzJL59qkz7V4DWh1IdC-B?usp=drive_link

ANNEXE III

PROMPT

" You are an expert in green technology, environmental sciences, and patent classification. Your goal is to classify patents related to green technologies into predefined categories and subcategories based on their title and abstract.

Categories:

- Environmental quality
- Resource Utilization
- Energy Utilization
- Life & Health
- Ecological Security

Each category has predefined subcategories.

Subcategories of Environmental quality:

Air Quality
Environment Quality Management
Noise Pollution
Radiation Pollution
Soil Quality
Solid Waste Treatment and Disposal
Water Quality
Others

Subcategories of Environmental quality Resource Utilization:

Resource Exploration and Utilization
Resource/Material Conservation
Resource/Material Management
Resource/Material Recycling

Others

Subcategories of Energy utilization:

Clean Energy

Energy Conservation

Energy Harvesting

Energy Management

Energy Recycling

Energy Storage

Energy-efficient Appliances

Fossil Energy

Others

Subcategories of life and health:

Environmental Health

Rural Living Environment

Unknown

Urban Living Environment

Others

Subcategories of ecological safety:

Disaster Prevention

Ecological Agriculture/Forestry/Animal Husbandry

Ecological Safety Management

Ecosystem Conservation and Restoration

Others

Tasks:

1. Carefully analyze the title and abstract of the patent.
2. Identify the primary technological domain and its relevance to green innovation.

3. Assign one of the Categories based on the environmental impact.
4. Assign the most appropriate Subcategory based on the technology's specific function relying on keyword matching and NLP.
5. If uncertain, choose 'Others' as the subcategory.

Input:

- Title: {title}
- Abstract: {abstract}

Output:

- Category: [Select from predefined list]
- Subcategory: [Select from predefined list]"

ANNEXE IV

SCRIPT PYTHON

Algorithme-A IV-1 AI-Based Patent Classification with NLP

```
import pandas as pd
import re
import numpy as np
from sklearn.feature_extraction.text import TfidfVectorizer
from sklearn.pipeline import Pipeline
from sklearn.naive_bayes import MultinomialNB
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import classification_report
from sklearn.preprocessing import LabelEncoder

# Define categories and subcategories
categories = {
    "Environmental Quality": ["Air Quality", "Environment Quality Management", "Noise Pollution", "Radiation Pollution", "Soil Quality", "Solid Waste Treatment and Disposal", "Water Quality", "Others"],
    "Resource Utilization": ["Resource Exploration and Utilization", "Resource/Material Conservation", "Resource/Material Management", "Resource/Material Recycling", "Others"],
    "Energy Utilization": ["Clean Energy", "Energy Conservation", "Energy Harvesting", "Energy Management", "Energy Recycling", "Energy Storage", "Energy-efficient Appliances", "Fossil Energy", "Others"],
    "Life & Health": ["Environmental Health", "Rural Living Environment", "Unknown", "Urban Living Environment", "Others"],
    "Ecological Security": ["Disaster Prevention", "Ecological Agriculture/Forestry/Animal Husbandry", "Ecological Safety Management", "Ecosystem Conservation and Restoration", "Others"]
}

# Flatten subcategories with mappings
subcategory_mapping = {subcategory: category for category, subcategories in categories.items() for subcategory in subcategories}

# Create keyword mappings for categories
keyword_mapping = {
    "Environmental Quality": ["pollution", "air", "water quality", "radiation", "waste", "soil", "noise"],
    "Resource Utilization": ["recycling", "resource", "conservation", "material", "management", "exploration"],
    "Energy Utilization": ["clean energy", "solar", "wind", "battery", "energy", "storage", "harvesting"],
    "Life & Health": ["health", "environmental health", "urban", "rural", "living conditions"],
    "Ecological Security": ["disaster", "ecosystem", "biodiversity", "agriculture", "forestry", "safety"]
}

# Load sample training dataset (for supervised learning approach)
data = pd.DataFrame({
    "title": ["Solar-Powered Battery System for Energy Storage", "Biodegradable Waste Management Solution", "Air Purification Device Using UV Light"],
    "abstract": [
        "A novel battery system that utilizes solar energy for efficient storage and release.", 
        "An innovative solution for recycling biodegradable waste using microbial decomposition.", 
        "A purification system designed to remove air pollutants using ultraviolet light technology."
    ],
    "category": ["Energy Utilization", "Resource Utilization", "Environmental Quality"],
    "subcategory": ["Energy Storage", "Resource/Material Recycling", "Air Quality"]
})

# Preprocessing data
X = data["title"] + " " + data["abstract"]
y = data["category"]
label_encoder = LabelEncoder()
y_encoded = label_encoder.fit_transform(y)

# Split into training and test sets
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y_encoded, test_size=0.2, random_state=42)

# Create NLP pipeline
pipeline = Pipeline([
    ("tfidf", TfidfVectorizer(stop_words="english")),
    ("nb", MultinomialNB())
])
```

```

        ("classifier", MultinomialNB())
    )

# Train the model
pipeline.fit(X_train, y_train)

# Predictions
y_pred = pipeline.predict(X_test)

# Evaluate performance
print(classification_report(y_test, y_pred, target_names=label_encoder.classes_))

# Function to classify new patents
def classify_patent(title, abstract):
    text = title + " " + abstract
    category_pred = pipeline.predict([text])[0]
    category = label_encoder.inverse_transform([category_pred])[0]

    # Assign subcategory using keyword matching
    selected_subcategory = "Others"
    for subcategory in categories.get(category, []):
        if any(re.search(r"\b" + keyword + r"\b", text.lower()) for keyword in subcategory.lower().split()):
            selected_subcategory = subcategory
            break

    return category, selected_subcategory

# Example classification
new_patents = pd.DataFrame({
    "title": ["Wind Turbine Optimization System", "Water Filtration for Sustainable Use"],
    "abstract": [
        "A system that improves efficiency of wind turbines to maximize energy production.",
        "A new technology for purifying water using nanofiltration techniques."
    ]
})

new_patents["Category"], new_patents["Subcategory"] = zip(*new_patents.apply(lambda row:
    classify_patent(row["title"], row["abstract"]), axis=1))

# Display results
import ace_tools as tools # Ensure ace_tools is available for displaying results
tools.display_dataframe_to_user(name="AI Patent Classification Results with NLP", dataframe=new_patents)

```

ANNEXE V

GUIDE D'ENTRETIEN

Guide d'entretien, version française :

Date :

Nom de la compagnie :

Nom du représentant :

Position :

Courriel:

I. Introduction de la startup :

1. Date de création :
2. Introduction de la startup et portée environnementale (parlez rapidement des produits et services que développent la firme et leur portée environnementale)
3. Y a-t-il une barrière à l'entrée et la difficulté d'innover en environnement ?
4. Méthodes de récoltes de fonds / financement :
5. A quel stade de développement est votre startup ?

II. Stratégies de propriété intellectuelle :

1. Est-ce que votre startup a une stratégie/ méthodologie de PI mise en place ?
2. Penchez-vous plus pour une stratégie de protection législative ou non statuaire ?

Si non statuaire, quel terme vous paraît le plus adapté :

- Le secret commercial
- La complexité du produit ou procédé de manufacture
- Le délai de production
- Avez-vous des compagnies partenaires impliqués dans ces stratégies ?
- Avez-vous déjà des brevets publiés ou en cours ?
- Type de licence si lieu :
- A quoi servent ces brevets ?
- Avez-vous fait appel au procédé d'application de brevets verts accéléré mis en place par le gouvernement canadien ?
- Si oui présente-t-il un réel avantage ?

- Avez-vous renvoyé des demandes en phase d'application ?
- Comptez-vous les préserver ou les renouveler ?
- Echelle nationale ou sur d'autres pays ?

III. Collaboration et Partage

1. Utilisez-vous des stratégies de collaboration avec d'autres entreprises ou institutions pour partager et développer des innovations tout en protégeant la PI?
2. Avez-vous envisagé ou utilisé des approches telles que l'open-source (par exemple, comme Tesla) pour vos technologies, et quels en sont les résultats ?
3. Dans votre capacité à chercher du financement, quel rôle joue vos actifs de propriété intellectuel ?

IV. Défis :

1. Quels enjeux reliés à la PI avez-vous rencontré jusque-là ?
2. Quels sont vos principaux compétiteurs ? et présentent-ils une menace par rapport à vos innovations ?
3. Comment faites-vous face à ces défis ?

V. Recommandations et Perspectives

Quelles recommandations donneriez-vous aux décideurs politiques pour améliorer les mécanismes de soutien à la PI dans le domaine des technologies vertes au Canada?

Questions optionnelles :

- Avez-vous reçu de l'aide financière du gouvernement ?
- Avez-vous fait usage des ressources gouvernementales pour le développement des technologies vertes tel que le Clean Growth Hub ?
Si oui, cela représentait-il un réel avantage ?
- Avez-vous des compagnies/ organismes partenaires ?
- Etes-vous en collaboration avec d'autres compagnies ?

Si oui, cela encourage-t-il la recherche et développement ?

Interview Guide, English version:

Date:

Company Name:

Representative Name:

Position:

Email:

I. Introduction of the Startup:

1. Date of creation:
2. Introduction of the startup and environmental scope (briefly discuss the products and services the company develops and their environmental impact).
3. Are there barriers to entry and difficulties in innovating in the environmental sector?
4. Methods of fundraising/financing:
5. At what stage of development is your startup?

II. Intellectual Property Strategies:

1. Does your startup have an established IP strategy/methodology?
2. Do you lean more towards a legislative protection strategy or a non-statutory one?
If non-statutory, which term seems most appropriate:
 - Trade secret
 - Complexity of the product or manufacturing process
 - Production timeline
3. Do you have partner companies involved in these strategies?
4. Do you currently have published or pending patents?
 - Type of license if applicable:
 - What are these patents for?
 - Have you utilized the expedited green patent application process established by the Canadian government?
 - If yes, does it provide a real advantage?
 - Have you submitted applications in the application phase?
 - Do you plan to maintain or renew them?
 - National scale or in other countries?

III. Collaboration and Sharing:

1. Do you use collaboration strategies with other companies or institutions to share and develop innovations while protecting IP?
2. Have you considered or used approaches such as open-source (e.g., like Tesla) for your technologies, and what were the results?
3. Do you think your intellectual property assets play a role in your capacity to seek funding?

IV. Challenges:

1. What IP-related challenges have you encountered so far?
2. Who are your main competitors? Do they pose a threat to your innovations?
3. How do you address these challenges?
- 4.

V. Recommendations and Perspectives:

What recommendations would you give to policymakers to improve support mechanisms for IP in the field of green technologies in Canada?

Optional Questions:

- Have you received financial assistance from the government?
- Have you utilized government resources for the development of green technologies, such as the Clean Growth Hub?
If yes, did this provide a real advantage?
- Do you have partner companies/organizations?
- Are you collaborating with other companies?
If yes, does this encourage research and development?

LISTE DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abraham, B. P., & Moitra, S. D. (2001, April). Innovation assessment through patent analysis. *Technovation*, 21(4), 245–252. [https://doi.org/10.1016/s0166-4972\(00\)00040-7](https://doi.org/10.1016/s0166-4972(00)00040-7)
- Accueil - 2 Degrés. (2024, July 5). *2 Degrés*. <https://2degres.com/>
- ACET. (2024, Juin 11). *Accueil*. ACET. Récupéré le [date de consultation], de <https://acet.ca/>
- Action, C. (n.d.). Canada Ranks 2nd on Global Cleantech Innovation Index 2023. *Canada Action*. <https://www.canadaaction.ca/cleantech-innovation-index-ranking#:~:text=Canada%20has%20ranked%20second%20in>
- Action 21 - Chapitre 34. (n.d.). [Www.un.org](https://www.un.org/french/ga/special/sids/agenda21/action34.htm). Retrieved May 29, 2024, from <https://www.un.org/french/ga/special/sids/agenda21/action34.htm>
- Arora, A., & Fosfuri, A. (2000). Markets for technology and their implications for corporate strategy. *Industrial and Corporate Change*, 9(3), 451-490.
- Arrow, K. J. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention. *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, 609-626.
- ATUN, R. A., HARVEY, I., & WILD, J. (2007, June). INNOVATION, PATENTS AND ECONOMIC GROWTH. *International Journal of Innovation Management*, 11(02), 279–297. <https://doi.org/10.1142/s1363919607001758>
- Baker, D. (2012, août). Course aux brevets, prime au gâchis. *Le Monde diplomatique*. <https://www.monde-diplomatique.fr/2012/08/BAKER/48031>
- Barbieri, N., Marzucchi, A., & Rizzo, U. (2020). Knowledge sources and impacts on subsequent inventions: Do green technologies differ from non-green ones? *Research Policy*, 49(2), 103901. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.103901>
- Baskin, M., & Denton, J. (2018). ‘The ultimate patent troll’: Intellectual Ventures and the impact of patent portfolios. *Pacific Standard*. Retrieved from <https://psmag.com>
- BBVA Research. (2024, mars). *Climate Change Watch – 01 March Edition*. BBVA Research. https://www.bbvareresearch.com/wp-content/uploads/2024/03/Climate-Changes-Watch_01Mar_edi2.pdf
- Bernard, M. (2018, 8 novembre). Les technologies vertes sont-elles vraiment si propres ? *PME Magazine*. <https://www.pme.ch>

Best Clean Technology Companies to Work for in Canada 2024. (2024). *Wellfound*.
<https://wellfound.com/startups/l/canada-startups/clean-technology>

Blank, S. (s.d.). *Qu'est-ce qu'une startup ? Bpifrance Crédit*. (2024, November 4)
<https://bpifrance-creation.fr/moment-de-vie/quest-ce-quune-startup>

Bureau du vérificateur général du Canada. (2023). Soutien à la commercialisation de la propriété intellectuelle. *Gouvernement du Canada*.
<https://www.ourcommons.ca/Content/Committee/441/SRSR/Reports/RP12717826/srsrrp07/srsrrp07-f.pdf>

CA2911064C - Braking force control system, vehicle and method of controlling braking force - Google Patents. (2015, November 3). *Google.com*.
<https://patents.google.com/patent/CA2911064C/en>

Canada,. (2024). Sommaire du brevet 2217942 - Base de données sur les brevets canadiens. *Ic.gc.ca*. https://www.ic.gc.ca/opic-cipo/cpd/fra/brevet/2217942/sommaire.html?type=number_search&tabs1Index=tabs1_1

Canada,. (2025). Brevet - 3142765 - Page couverture - 1/1 - Base de données sur les brevets canadiens. *Ic.gc.ca*. https://www.ic.gc.ca/opic-cipo/cpd/fra/brevet/3142765/images.html?modificationDate=20220810&page=1&scale=2&rotation=0&frenchDocType=Page+couverture&englishDocType=Cover+Page&type=number_search&objectName=%7b8C613DF0-0003-C84E-B488-F1D5A43C9D05%7d&numPages=1

Canadian Patent Research Database, 2001 to 2019. (2023, January 12).
<https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-633-x/11-633-x2023001-eng.htm>

Cayton, S., 2020. The “green patent paradox” and fair use: the intellectual property solution to fight climate change. *Seattle Journal of Technology, Environmental & Innovation Law* 11.

Clarivate. (2023). *Derwent Innovation*. Retrieved from
<https://clarivate.com/products/derwent-innovation/>

CNRC. (2023). *Programme d'aide à la recherche industrielle du CNRC (PARI)*. Retrieved from <https://nrc.canada.ca/fr/programmes/pari-cnrc>

Cohendet, P., & Pénin, J. (2011). Patents to Exclude vs. Include: Rethinking the Management of Intellectual Property Rights in a Knowledge-Based Economy. *Technology Innovation Management Review*, 1(3), 12–17. <https://doi.org/10.22215/timreview/502>

Comité permanent de la science et de la recherche. (2023). Soutien à la commercialisation de la propriété intellectuelle (44e législature, 1re session, 7e rapport). Chambre des communes du Canada.

<https://www.ourcommons.ca/Content/Committee/441/SRSR/Reports/RP12717826/srsrrp07/srsrrp07-f.pdf>

Concepts de base sur la propriété intellectuelle | Accueil – Décanat de la recherche, de la création et de l'innovation. (2024). *Uqac.ca*. <https://recherche.uqac.ca/concepts-de-base-sur-la-propriete-intellectuelle>

Cook, G., & Jardim, E. (2017). Clicking clean: Who is winning the race to build a green internet? *Greenpeace USA*. <https://www.greenpeace.org/usa/reports/clicking-clean-2017/>

CRIBIQ. (2024). *Financement de l'innovation au Québec*. Retrieved from <https://cribiq.qc.ca/>

Creative Commons. (n.d.). *About CC Licenses*. Creative Commons. <https://creativecommons.org/share-your-work/cclicenses/>

Cycle Momentum. (2024, 11 juin). Lancement du consortium en technologies propres pour accélérer l'innovation verte au Québec. *Cycle Momentum*. <https://cyclemomentum.com/fr/lancement-du-consortium-en-technologies-propres-pour-accelerer-l-innovation-verte-au-quebec>

Desheng L., Jiakui C., Ning Z., 2021. Political connections and green technology innovations under an environmental regulation journal of cleaner production, <https://doi.org/10.1016/>.

Desjardins. (2023). *Entreprises : Financement et accompagnement*. Retrieved from <https://www.desjardins.com/entreprises/>

Développement économique Canada pour les régions du Québec. (2024, 11 novembre). Le gouvernement du Canada investit dans le développement de jeunes entreprises innovantes en appuyant les incubateurs et les accélérateurs du Québec. *Gouvernement du Canada*. <https://www.canada.ca/fr/developpement-economique-regions-quebec/nouvelles/2024/11/le-gouvernement-du-canada-investit-dans-le-developpement-de-jeunes-entreprises-innovantes-en-appuyant-les-incubateurs-et-les-accelerateurs-du-quebec.html>

Espacenet - patent search | Epo.org. (n.d.). *Www.epo.org*. <https://www.epo.org/en/searching-for-patents/technical/espacenet>

European Commission. (2024). EU taxonomy for sustainable activities. *European Commission*. https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_en

Events. (2013, August 14). Programme d'assainissement de l'eau. *Conservation de La Nation Sud*. <https://www.nation.on.ca/fr/leau/programmes-de-subventions/programme-dassainissement-de-le>

- Favot, M., Vesnic, L., Priore, R., Bincoletto, A., & Morea, F. (2023). Green patents and green codes: How different methodologies lead to different results. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 18, 200132. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2023.200132>
- Fonds de recherche du Québec. (2024). *Programmes de financement*. Retrieved from <https://www.frq.gouv.qc.ca/>
- Foresight Canada. (2024, 11 janvier). 13 Canadian Companies Named to the 2024 Global Cleantech 100. *Foresight Canada*. <https://foresightcac.com/article/13-canadian-companies-named-to-the-2024-global-cleantech-100>
- Gallié, E.-P., & Legros, D. (2012). French firms' strategies for protecting their intellectual property. *Research Policy*, 41(4), 780–794. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.12.008>
- Germain, M. (2023). *Des limites à la croissance verte*. HAL Archives Ouvertes. <https://hal.science>
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2017). Circular economy: Definition, approaches and a comprehensive review. *Journal of Cleaner Production*.
- Global Cleantech Innovation Index. (n.d.). IVECF. Retrieved July 17, 2024, from <https://www.ivecf.org/events/global-cleantech-innovation-index/>
- Global green patent filing share by country 2020. (n.d.). Statista. <https://www.statista.com/statistics/859805/share-green-patent-filings-globally-by-country/>
- Gold, E. R., Morin, J.-F., & Shadeed, E. (2017). Does intellectual property lead to economic growth? Insights from a novel IP dataset. *Regulation & Governance*, 13(1), 107–124. <https://doi.org/10.1111/rego.12165>
- Google. (2019). Google Patents. *Google.com*. <https://patents.google.com/>
- Google Scholar. (2025). *Google.com*. https://scholar.google.com/scholar?cites=5638850435900197547&as_sdt=2005&sciodt=0
- Gouvernement du Canada. (2022). *Accord économique et commercial global (AECG)*. Retrieved from <https://www.international.gc.ca/trade-commerce/trade-agreements-accords-commerciaux/agr-acc/ceta-aecg/>
- Gouvernement du Canada. (2023). *Bons d'incubation et de commercialisation*. Retrieved from <https://www.canada.ca/fr/services/innovation/bons-d-incubation.html>
- Gouvernement du Canada. (2024, 10 avril). Propriété intellectuelle et droit d'auteur. *Canada.ca*. <https://www.canada.ca/fr/services/entreprises/pi.html>

- Government of Canada, I. (2021, June 18). Clean Growth Hub - Home. *ISED-ISDE.ca*. <https://ised-isde.canada.ca/site/clean-growth-hub/en>
- Government of Canada, I. (2023, June 26). Funding and support opportunities. *ISED-ISDE.ca*. <https://ised-isde.canada.ca/site/clean-growth-hub/en/funding-opportunities#clfund>
- Government of Canada, I. (2024). Canadian Patent Database / Base de données sur les brevets canadiens. *Brevets-Patents.ic.gc.ca*. Retrieved May 29, 2024, from <https://brevets-patents.ic.gc.ca/opic-cipo/cpd/eng/search/basic.html>
- Grimaldi, M., Greco, M., & Cricelli, L. (2021). A framework of intellectual property protection strategies and open innovation. *Journal of Business Research*, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.043>
- Grindley, P. C., & Teece, D. J. (1997). Managing Intellectual Capital: Licensing and Cross-Licensing in Semiconductors and Electronics. *California Management Review*, 39(2), 8-41.
- Guest, G., Bunce, A., & Johnson, L. (2006). How Many Interviews Are Enough? An Experiment with Data Saturation and Variability. *Field Methods*, 18(1), 59–82. <https://doi.org/10.1177/1525822X05279903>
- Guo, R., Lv, S., Liao, T., Xi, F., Zhang, J., Zuo, X., Cao, X., Feng, Z., & Zhang, Y. (2020). Classifying green technologies for sustainable innovation and investment. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104580. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104580>
- Hall, B. H., & Helmers, C. (2013). Innovation and diffusion of clean/green technology: Can patent commons help? *Journal of Environmental Economics and Management*, 66(1), 33–51. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2012.12.008>
- Hall, B. H., & Ziedonis, R. H. (2001). The patent paradox revisited. *RAND Journal of Economics*, 32(1), 101-128.
- Halt, G. B., Donch, J. C., Stiles, A. R., & Fesnak, R. (2017). Intellectual property and financing strategies for technology startups. *Springer Science and Business Media : Springer*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-49217-9>
- Henkel, J., 2006. Selective revealing in open innovation processes: the case of embedded Linux. *Res. Pol.* 35, 953–969. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.04.010>.

- Henry, C., & Stiglitz, J. E. (2010). Intellectual Property, Dissemination of Innovation and Sustainable Development. *Global Policy*, 1(3), 237–251. <https://doi.org/10.1111/j.1758-5899.2010.00048.x>
- Innovation, Sciences et Développement économique Canada. (2018). Stratégie en matière de propriété intellectuelle. *Gouvernement du Canada*. <https://ised-isde.canada.ca/site/strategie-propriete-intellectuelle/fr/strategie-matiere-propriete-intellectuelle>
- Invest in Canada. (2024). *Cleantech Industry in Canada*. Retrieved from <https://www.investcanada.ca/industries/cleantech>
- IPC GREEN INVENTORY. (2024). [Www.wipo.int](https://www.wipo.int/classifications/ipc/green-inventory/home).
- IP Guide | PATENT in Canada | Patent registration in Canada – costs, procedure, filing requirements. (2024). [Www.ip-Coster.com](https://www.ip-coster.com/IPGuides/patent-canada#:~:text=The%20average%20processing%20time%20for). Retrieved May 29, 2024, from <https://www.ip-coster.com/IPGuides/patent-canada#:~:text=The%20average%20processing%20time%20for>
- IPSIDE. (s.d.). Coût d'un brevet en France et à l'étranger. <https://www.ipside.com/fr/guide-pi/cout-procedure-brevet-france-pct-international>
- Ishak, I., Jamaludin, R., & Abu, N. H. (2017). Green Technology Concept and Implementataion: A Brief Review of Current Development. *Advanced Science Letters*, 23(9), 8558–8561. <https://doi.org/10.1166/asl.2017.9928>
- Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2021). *Speech and language processing* (3rd ed.). Prentice Hall.
- Kemp, R., & Pearson, P. (2007). Final Report of the MEI Project Measuring Eco-Innovation. *UM Merit Maastricht*.
- Lane, E. L. (2019). Keeping the LEDs on and the electric motors running: Clean tech in court after eBay. *Duke Law & Technology Review*. Retrieved from <https://www.dukelawtech.org>
- Lanjouw, J.O., & Mody, A. (1996). Innovation and the international diffusion of environmentally responsive technology. *Research Policy*.
- Les nouvelles technologies au service de l'environnement. (2020, 15 juin). *Vie Publique*. <https://www.vie-publique.fr>
- Les technologies vertes. (2014). Centre de Recherches pour le Développement International. <https://idl-bnc-idrc.dsplacedirect.org>

LE CAMP. (2024, 11 novembre). 1,2 M\$ sur quatre ans pour LE CAMP | Le gouvernement du Canada annonce un financement pour 13 accélérateurs et incubateurs du Québec. *LE CAMP*. <https://lecampquebec.com/presse/1-2-m-sur-quatre-ans-pour-le-camp-le-gouvernement-du-canada-annonce-un-financement-pour-13-accelerateurs-et-incubateurs-du-quebec>

Leung, T. (n.d.). I. General Introduction. *Digital editions.library.dal.ca*.
<https://digital-editions.library.dal.ca/cdn-ip-law/chapter/introduction/>

Liu, M., Guo, J., & Bi, D. (2023, March). Comparison of administrative and regulatory green technologies development between China and the U.S. based on patent analysis. *Data Science and Management*, 6(1), 34–45. <https://doi.org/10.1016/j.dsm.2023.01.001>

Manning, C. D., Raghavan, P., & Schütze, H. (2008). *Introduction to information retrieval*. Cambridge University Press.

McGill University. (2024, November 8). *Dobson Centre for Entrepreneurship*.
<https://www.mcgill.ca/dobson/article/dobson-centre-recognized-top-10-finalist-best-incubator-accelerator-prix-galien-usa>

Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens III, W. W. (1972). *The Limits to Growth*. Universe Books.

Mission Innovation. (2023). Accelerating clean energy innovation. Retrieved from
<https://mission-innovation.net/>

Musk, E. (2014, June 12). All Our Patent Are Belong To You. *Tesla.com*.
https://www.tesla.com/en_CA/blog/all-our-patent-are-belong-you

OCDE. (2016). *Measuring science, technology and innovation: A patent classification framework*. Organisation de Coopération et de Développement Économiques.

Office. (2024, October). Avancement de l'examen pour les technologies vertes. *Canada.ca*.
<https://ised-isde.canada.ca/site/office-propriete-intellectuelle-canada/fr/brevets/demande-brevet-examen-brevets/avancement-lexamen-pour-technologies-vertes>

Office de la propriété intellectuelle du Canada. (2024). Taxes générales pour les brevets. *Gouvernement du Canada*. <https://ised-isde.canada.ca/site/office-propriete-intellectuelle-canada/fr/brevets/taxes-generales-pour-brevets>

Office, P. (2022, February 3). File an international patent application through the Patent Cooperation Treaty (PCT)—Patent Cooperation Treaty kit. *Canada.ca*. <https://ised-isde.canada.ca/site/canadian-intellectual-property-office/en/patents/patent-application>

and-examination/file-international-patent-application-through-patent-cooperation-treaty-pct-patent-cooperation

OMPI. (2023). *Patent Cooperation Treaty (PCT)*. Retrieved from <https://www.wipo.int/pct/en/>

OpenAI. (2023). *GPT-4 technical report*. OpenAI. Retrieved from <https://openai.com/research/gpt-4>

Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle. (1970). Traité de coopération en matière de brevets (PCT). <https://www.wipo.int/treaties/fr/registration/pct/>

O'Rourke, M. A. (2000). Toward a doctrine of fair use in patent law. *Columbia Law Review*, 100(5), 1177-1250.

PBFI. (2021, 9 août). Quels sont les 10 principaux business models des startups. *PBFI*. <https://pbfi.fr/blog/10-principaux-business-models-des-startups/>

Penin, J. (2005). Patents versus ex post rewards: A new look. *Research Policy*, 34(5), 641–656. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.02.005>

Pénin, J. (2012). Strategic uses of patents in markets for technology: A story of fabless firms, brokers and trolls. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 84(2), 633–641. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2012.09.007>

Quinlan, J. R. (1996). Improved use of continuous attributes in C4.5. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 4, 77–90.

Rapport sur la PI au Canada 2023 Brevets. (2024, August 13). *Canada.ca*. <https://ised-isde.canada.ca/site/office-proprieté-intellectuelle-canada/fr/ip-canada-report-2023-message-from-the-ceo/ip-canada-report-2023-patents>

Ressources naturelles Canada. (s.d.). Participation du Canada à Mission Innovation. *Gouvernement du Canada*. <https://ressources-naturelles.canada.ca/changements-climatiques/mission-innovation>

Startup Ecosystem Canada. (2024). *Connecting startups to the ecosystem*. Retrieved from <https://www.startupecosystem.ca/>

Stevenson, A. (2018, 30 mai). Les brevets permettent-ils de stimuler l'innovation ? *BSI Economics*.

Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. In *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics* (pp. 3645–3650). Association for Computational Linguistics. <https://aclanthology.org/P19-1355/>

- Suh, S., & Yang, Y. (2017). A 'systems' perspective on clean technology. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 19(5), 1237–1245.
<https://doi.org/10.1007/s10098-017-1459-1>
- Tamimi, A., Saleh, C.-A., & Thomas, J. (2020, March 15). Patents: inventorship vs ownership. *Lexology*. <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=d920c07f-9045-46a9-a73c-b3284e7d19d4>
- The 50 to Watch Campaign Page. (n.d.). *Cleantech Group*. Retrieved July 17, 2024, from <https://www.cleantech.com/50towatch/>
- The lens. (2019). The Lens - Free & Open Patent and Scholarly Search. *The Lens - Free & Open Patent and Scholarly Search*. <https://www.lens.org/>
- Union européenne & Canada. (2017). Accord économique et commercial global (AECG). *Journal officiel de l'Union européenne*, L 11, 23. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/LSU/?uri=CELEX%3A22017A0114%2801%29>
- Vimalnath, P., Tietze, F., Eppinger, E., & Sternkopf, J. (2022 a). Using Intellectual Property (IP) to increase sustainability impact. *Lund University Publications*. <https://lup.lub.lu.se/student-papers/record/9088419/file/9088425.pdf>
- Vimalnath, P., Tietze, F., Jain, A., Gurtoo, A., Eppinger, E., & Elsen, M. (2022 b). Intellectual property strategies for green innovations - An analysis of the European Inventor Awards. *Journal of Cleaner Production*, 377, 134325. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134325>
- Vonintsoa R. (2022, April 6). Google PaLM : le nouveau modèle à 540 milliards paramètres. *INTELLIGENCE-ARTIFICIELLE.COM*. <https://intelligence-artificielle.com/google-palm-modele-de-langage/>
- Waterloo EDC. (s.d.). Canada's Leading Cleantech Ecosystem. *Waterloo EDC*. <https://www.waterlooedc.ca/industries/cleantech>
- WBCSD. (2021). *Eco-Patent Commons: Sharing innovation for sustainability*. Retrieved from <https://www.wbcsd.org/Programs/Circular-Economy/Resources/Eco-Patent-Commons>
- WIPO. (2021). Patents - patents - WIPO Liferay DXP. Patents. <https://www.wipo.int/en/web/patents>
- Wipogreen Database. (2024). *Wipogreen.wipo.int*. <https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/database>
- World Intellectual Property Organization (WIPO). (2020). What is Intellectual Property? Retrieved from www.wipo.int.

Wüstenhagen, R., Wolsink, M., & Bürer, M. J. (2007). *Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept*. Energy Policy, 35(5), 2683-2691.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.12.001>

Zvulony, A. (2010). Understanding Intellectual Property Law through Coca Cola. *Zvulony & Company P.C.* <https://zvulony.ca/2010/intellectual-property-law/understanding-intellectual-property-law/>

